Bordereau d'envoi

Bure, le 20/06/2013

CENTRE DE MEUSE/HAUTE MARNE
Service communication
Route départementale 960
B.P. 9
55290 Bure
Tél. 03 29 75 53 73

CLIS
Monsieur Jean-Louis CANOVA
Quartier des entrepreneurs
18 Avenue Gambetta
55000 BAR-LE-DUC

N/réf : CMHM/CO/13-0218

Désignation des pièces	Nombre	Observations
Bilan pluriannuel de la qualité des milieux Observatoire Pérenne de l'Environnement (OPE) 2009/2010	1 ex	Vous en souhaitant bonne réception, Je vous prie d'agréer, Monsieur le Président, l'expression de mes salutations les meilleures Bien cordialement

Martine HURAUT
Chef du service communication

AUTHENTIFICATION GED {6C864B7F-C45E-4D27-9D4A-38EDA7905115}

Identification
C.RP.ASOS.11.0119

DOCUMENT TECHNIQUE

BILAN PLURIANNUEL DE LA QUALITÉ DES MILIEUX OBSERVATOIRE PÉRENNE DE L'ENVIRONNEMENT (OPE) 2009/2010

Ce document, bien que propriété de l'Andra, peut être reproduit ou communiqué sans son autorisation

Décembre 2011

➜ Titre original du document

Bilan pluriannuel de la qualité des milieux Observatiore Pérenne de l'Environnement (OPE) 2009/2010.

SOMMAIRE

1. Résumé 14

2. Introduction 28

3. Contexte global 30

3.1 Contexte Andra et le projet Cigéo 30

3.2 Plan de surveillance de l'environnement du Laboratoire Souterrain de Meuse/Haute-Marne 30

3.3 L'Observatoire Pérenne de l'Environnement (OPE) 32

3.3.1 Objectifs 32
3.3.2 Stratégie et logique des études menées 33
3.3.3 Contexte géographique et zone d'étude 34

4. Climat et qualité de l'air 39

4.1 Climatologie régionale 39

4.2 Etude de la climatologie locale 39

4.2.1 Pluviométrie 41
4.2.2 Les températures 44
4.2.3 Les régimes de vent 45
4.2.4 Analyse de l'humidité relative 47
4.2.5 Durée d'insolation et Nébulosité 47
4.2.6 Evapotranspiration potentielle 48
4.2.7 Synthèse des données climatiques régionales 49

4.3 Modélisation de la climatologie locale 49

4.3.1 Principe de la modélisation 49
4.3.2 Qualification de la modélisation 50
4.3.3 Etude de la variabilité spatiale des variables calculées 51
4.3.4 Perspectives 52

4.4 Surveillance de la qualité de l'air 53

4.4.1 Suivi de la qualité de l'air sur le Laboratoire Souterrain de Meuse/Haute-Marne 53
4.4.2 Suivi de la qualité de l'air sur la zone OPE 54

5. Caractéristiques générales des sols 56

5.1 Caractéristiques pédologiques 56

5.2 Cartographie pédologique 57

5.2.1 Description des 10 unités de sol 57
5.2.2 Caractéristiques physico-chimiques des sols 57

5.3 Etude spécifique des sols forestiers 60

5.3.1 Réseau d'échantillonnage 60
5.3.2 Caractérisation pédologique des sols forestiers 60
5.3.3 Classification pédologique des sols forestiers 62

5.4 Etat de référence de la qualité des sols (RMQS) 63

5.4.1 Réseau de Mesure de la Qualité des Sols (RMQS) 63
5.4.2 Etat de référence de la qualité des sols 63
5.4.3 Echantillonnage 64
5.4.4 Résultats des premières campagnes d'analyses 66
5.4.5 Discussion des résultats 72

5.5 Fond radiologique des sols 72

5.5.1 Echantillonnage 2008 72
5.5.2 Résultats 72
5.5.3 Discussion des résultats 75
5.5.4 Perspectives 75

6. Qualité des eaux superficielles 77

6.1 Le réseau hydrographique 77

6.2 Recensement des réseaux de suivi de la qualité des eaux superficielles 79

6.2.1 Caractéristiques des stations de suivi des eaux de surface 79
6.2.2 Synthèse historique de la qualité des eaux superficielles 79

6.3 Suivi réglementaire du Laboratoire souterrain de Meuse/Haute-Marne 81

6.4 Suivi de la qualité des eaux par l'Andra sur la zone OPE 83

6.4.1 Suivi des eaux OPE 2007/2008 83
6.4.2 Suivis spécifiques de la variabilité spatio-temporelle de la qualité des eaux 2009/2010 85
6.4.3 Expertise des réseaux de suivi 2007/2008 et 2009/2010 de la qualité des eaux 93
6.4.4 Définition du réseau pérenne de suivi de suivi de la qualité des eaux 99

6.5 Etudes des sédiments et des matières en suspension 102

6.5.1 Rappel du suivi sur sédiments en 2007/2008 102
6.5.2 Suivi sur matières en suspension 2009/2010 103

6.6 Radiologie des eaux superficielles 107

6.6.1 Echantillonnage des eaux superficielles sur la zone OPE 108
6.6.2 Les résultats 108
6.6.3 Perspectives 108

6.7 Conclusion générale sur la qualité des eaux superficielles 110

7. Qualité des eaux souterraines des calcaires du Barrois 112

7.1 Recensement des réseaux de suivi de la qualité des eaux souterraines des calcaires du Barrois 112

7.1.1 Caractéristiques des stations de suivi des eaux souterraines de la zone OPE 112
7.1.2 Synthèse historique de la qualité des eaux souterraines des calcaires du Barrois 113

7.2 Suivi réglementaire du Laboratoire Souterrain de Meuse/Haute-Marne 114

7.3 Réseau de suivi de la qualité des eaux souterraines des calcaires du Barrois 116

7.3.1 Evaluation de la qualité pour un usage eau potable 116
7.3.2 Evaluation de l'état patrimonial 116

7.4 Définition du réseau pérenne de suivi de la qualité des eaux souterraines des calcaires du Barrois 118

7.4.1 Sélection des points de suivi 118
7.4.2 Programme de suivi analytique 118

7.5 Radiologie des eaux souterraines des calcaires du Barrois 120

7.5.1 Suivi radiologique par le Laboratoire Souterrain de Meuse/Haute-Marne 120
7.5.2 Suivi radiologique complémentaire 120
7.5.3 Résultats des mesures radiologiques sur les eaux souterraines 120

7.6 Conclusion générale sur la qualité des eaux souterraines des calcaires du Barrois 122

8. Biodiversité 124

8.1 Zonages d'intérêts écologiques 124

8.1.1 Zones Natura 2000 124
8.1.2 Les Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique Floristique et Faunistique (ZNIEFF) 124
8.1.3 Les Espaces Naturels Sensibles (ENS) 126
8.1.4 Conclusion 126

8.2 Données habitats 126

8.2.1 Inventaire des habitats de la zone OPE 126
8.2.2 Statuts des Habitats remarquables 127
8.2.3 Habitats remarquables 127

8.3 Diversité floristique 130

8.3.1 Données bibliographiques floristiques 130

8.3.2 Suivis floristiques des milieux ouverts 131
8.4 Peuplement et biomasse forestière 136
8.4.1 Caractérisation des peuplements forestiers 136
8.5 Diversité faunistique 139
8.5.1 Inventaire et suivi des Oiseaux communs 139
8.5.2 Inventaire et Suivi des grands mammifères sur la zone OPE 152
8.5.3 Inventaire et suivi des Chiroptères 165
8.5.4 Inventaire des autres mammifères 174
8.5.5 Inventaire et suivi des Insectes 175
8.5.6 État de l'apiculture 180
8.5.7 Inventaire et suivi des Amphibiens 187
8.5.8 Inventaire et suivi de la faune piscicole 197
8.6 Micropolluants dans la chaîne alimentaire et quelques bioindicateurs 206
8.6.1 Nature des matrices échantillonnées 206
8.6.2 Résultats et discussion 207
8.7 Qualité radiologique des bioindicateurs 208
8.7.1 Plan d'échantillonnage 208
8.7.2 Résultats et discussion 210
8.7.3 Discussion des résultats 211
8.7.4 Perspectives 212

9. Milieu et activités humaines 213

9.1 Description de la zone administrative 213
9.2 Les territoires institutionnels et fonctionnels 215
9.3 Etat de référence du patrimoine 215
9.3.1 Monuments historiques inscrits et classés 215
9.3.2 Sites archéologiques 217
9.3.3 Habitat et architecture 217
9.4 Equipements et infrastructures 219
9.4.1 Réseau routier 219
9.4.2 Réseau ferroviaire 219
9.4.3 Réseau fluvial 219
9.4.4 Réseau aérien 219
9.4.5 Réseaux de télécommunication et des lignes électriques 219
9.4.6 Parcs éoliens 224
9.4.7 Réseaux d'adduction d'eau potable 226
9.4.8 Réseaux d'assainissement 228
9.5 Etat de référence socio-économique 228
9.5.1 Description des communautés humaines 228
9.5.2 Caractéristiques démographiques et âge de la population 228
9.5.3 Conditions de vie 235
9.5.4 Les principales activités économiques 252
9.5.5 Attractivités touristiques de la zone OPE 258
9.5.6 Activité économique agricole 266
9.6 Evolutions paysagères 278
9.6.1 Evolution paysagère et mutations socio-économiques 278
9.6.2 Carte d'utilisation ancienne des sols 279
9.6.3 Suivi de l'occupation des sols par satellite 281

TABLES DES ILLUSTRATIONS ET DES TABLEAUX

Figures

Figure 1 :	*Le miel : Bio indicateur, intégrateur de la qualité de l'environnement*	15
Figure 2 :	*Site expérimental forestier de Montiers*	18
Figure 3 :	*Station atmosphérique (photographie aérienne et localisation)*	18
Figure 4 :	*Dispositifs mis en place au sein de l'OPE*	19
Figure 5 :	*Les deux espèces floristiques protégées de la zone OPE*	21
Figure 6 :	*Champignons communs observés sur le site expérimental forestier de Montiers (en fonction de la chimie des sols)*	22
Figure 7 :	*Evolution des résultats des campagnes STOC au niveau national (Programme Vigie-nature, MNHN)*	23
Figure 8 :	*Evolution des effectifs STOC au Niveau de la zone OPE*	24
Figure 9 :	*Stratégie d'observation et de surveillance des milieux environnementaux*	27
Figure 3-1	*Carte des zonages du projet Cigéo*	31
Figure 3-2	*Les domaines étudiés sur l'OPE*	33
Figure 3-3	*Carte du zonage OPE et de son contexte géographique*	35
Figure 3-4	*Carte géologique et hydrographique de la zone d'étude*	36
Figure 3-5	*Répartition des grands ensembles naturels sur le site de Meuse/Haute-Marne à l'état actuel*	38
Figure 4-1	*Carte des stations météorologiques sur la zone OPE*	40
Figure 4-2	*Moyennes des précipitations annuelles de 1999 à 2010*	41
Figure 4-3	*Précipitations annuelles de 1999 à 2010*	42
Figure 4-4	*Moyennes de 1999 à 2010 des précipitations mensuelles*	42
Figure 4-5	*Moyennes de 1999 à 2010 des précipitations mensuelles cumulées*	43
Figure 4-6	*Comparaison des précipitations annuelles relevées au CMHM et à Cirfontaines-en-Ornois de 2004 à 2010 bissectrice)*	43
Figure 4-7	*Moyennes annuelles des températures moyennes de 1999 à 2010*	44
Figure 4-8	*Moyennes mensuelles des températures moyennes de 1999 à 2010*	45
Figure 4-9	*Comparaison des roses des vents sur 4 postes météo (2006-2008)*	46
Figure 4-10	*Répartition de la nébulosité répartie en 10 classes de 0 à 9 (2006-2008)*	48
Figure 4-11	*Evolution mensuelle de l'évapotranspiration potentielle à St-Dizier (1999-2008)*	48
Figure 4-12	*Visualisation 2D des quatre grilles de calcul : D1 (54 km), D2 (18 km), D3 (6 km) et D4 (2 km)*	50
Figure 4-13	*Comparaison des données mesurées par rapport à celles modélisées*	51
Figure 4-14	*Variabilité spatiale des variables climatiques (Vitesses de vent, précipitations, températures et pressions)*	52
Figure 4-15	*Illustrations de la station de mesures atmosphériques à Houdelaincourt Avril 2011*	54
Figure 5-1	*Carte d'analyses thématiques à partir de la carte pédologique*	58
Figure 5-2	*Carte pédologique du site de Meuse/Haute-Mane*	59
Figure 5-3	*Résultat cartographique de la stratification de la zone d'étude et positionnement des points*	60
Figure 5-4	*Triangles des textures des horizons 0-5 et 5-15 cm des sols du réseau d'observatoire « forêt »*	61
Figure 5-5	*Classification des sols des points de l'inventaire des massifs forestiers*	63
Figure 5-6	*Carte du plan d'échantillonnage du réseau de mesures de la qualité des sols (2009-2012)*	65
Figure 5-7	*Dispositif de prélèvement et de description du sol basée sur le protocole RMQS (Source Manuel RMQS édition 2006)*	66
Figure 5-8	*Distribution de la biomasse moléculaire dans les sols de l'OPE (2009)*	68
Figure 5-9	*Distribution de la densité microbienne*	68
Figure 5-10	*Distribution de la densité fongique*	68
Figure 5-11	*Abondance des collemboles sur chacun des 25 sites échantillonnés*	70
Figure 5-12	*Abondance des acariens sur chacun des 25 sites échantillonnés*	70
Figure 5-13	*Fréquence relative des différents taxons composant la catégorie «Autres Arthropodes»*	71

Figure 5-14	*Fréquence d'apparition des taxons de Collemboles récoltés dans les 75 échantillons prélevés*	71
Figure 5-15	*Carte des points de mesures du fond radiologique des sols de la zone OPE*	74
Figure 5-16	*Exhalation ^{222}Rn et teneur en ^{226}Ra des sols étudiés*	75
Figure 6-1	*Carte de la densité du réseau hydrographique de la zone OPE*	78
Figure 6-2	*Carte de localisation des stations historiques de suivi de la qualité des eaux superficielles de la zone OPE hors réseau Andra*	80
Figure 6-3	*Carte du réseau de suivi réglementaire de la qualité des eaux superficielles par le Laboratoire souterrain de Meuse/Haute-Marne*	82
Figure 6-4	*Carte du reéseau de suivi de qualité des eaux superficielles de la zone OPE (2007/2008)*	84
Figure 6-5	*Carte du réseau de suivi spécifique de la variabilité spatiale et temporelle de la qualité des eaux superficielles de la zone OPE (2009/2010)*	87
Figure 6-6	*Evolution spatiale des débits sur l'Ornain lors des campagnes des 2 et 3 décembre 2009 et des 19 et 20 janvier 2010*	88
Figure 6-7	*Evolution spatiale des débits sur l'Orge lors des campagnes des 2 et 3 décembre 2009 et des 19 et 20 janvier 2010*	89
Figure 6-8	*Evolution spatiale des débits sur la Saulx lors des campagnes des 2 et 3 décembre 2009 et des 19 et 20 janvier 2010*	89
Figure 6-9	*Evolution temporelle de la qualité des eaux de surface lors des 6 campagnes réalisées entre le 29 octobre 2009 et le 19 janvier 2010*	91
Figure 6-10	*Variations des concentrations en nitrates et chlorures en fonction des débits sur les cours de'eau de la Saulx, l'Orge et l'Ornain au cours de la période 2009-2010*	92
Figure 6-11	*Comparaison entre les moyennes des campagnes 2007-2008 et 2009-2010 pour les paramètres in situ et physico-chimiques*	94
Figure 6-12	*Exemples de Diagrammes Radar de distribution des pesticides*	94
Figure 6-13	*Profils de concentration des métaux en fonction des stations pour les campagnes réalisées en 2009-2010*	95
Figure 6-14	*Dendrogramme des échantillons des campagnes 2007-2008 (groupe de variables 1,2, 3) – 4 classes principales retenues aux nœuds 140 (classe 1), 142 (classe 2), 143 (classe 3) et 144 (classe 4).*	97
Figure 6-15	*Dendrogramme des échantillons de la campagne 2009-2010 (groupe variables 1, 2, 3) – 4 classes principales retenues aux nœuds à 139 (Classe 1), 141 (classe 2), 142 (classe 4) et 144 (classe 3)*	98
Figure 6-16	*Carte des groupes de stations ayant une composition chimique similaire*	99
Figure 6-17	*Carte du réseau de suivi de la qualité des eaux superficielles de la zone OPE (2011-2015)*	101
Figure 6-18	*Evolution de la contamination des sédiments par les métaux*	103
Figure 6-19	*Illustration du modèle de trappe à PAES utilisé*	104
Figure 6-20	*Evolution des flux de PAES sur les 6 stations d'études*	105
Figure 6-21	*Carte du réseau d'étude des matières en suspension dans les eaux superficielles (2009/2010)*	106
Figure 6-22	*Qualité des cours d'eau de la zone OPE vis-à-vis des PAES*	107
Figure 6-23	*Carte du réseau de forages pour le suivi radiologique par le laboratoire souterrain de Meuse/Haute-Marne*	107
Figure 6-24	*Carte du réseau de suivi radiologique des eaux superficielles de la zone OPE (2008)*	109
Figure 7-1	*Carte de localisation des 6 masses d'eau et des 52 stations recensées*	112
Figure 7-2	*Qualité des eaux souterraines pour l'altération « nitrates » - Période 1983 - 2006*	113
Figure 7-3	*Carte du réseau de suivi réglementaire de la qualité des eaux souterraines par le Laboratoire souterrain de Meuse/Haute-Marne*	115
Figure 7-4	*Carte du réseu de suivi de la qualité des eaux souterraines des calaires du Barrois de la zone OPE (2007/2008)*	117
Figure 7-5	*Carte du réseau de suivi de la qualité des eaux souterraines de la zone OPE (2011-2015)*	119
Figure 7-6	*Carte des points de prélèvement des eaux souterraines*	120
Figure 7-7	*Carte du réseau de suivi radiologique des eaux souterraines des calcaires du Barrois (2008)*	121

Figure 8-1	*Carte des zonages environnementaux de la zone OPE*	125
Figure 8-2	*Carte des habitats d'intérêt écologique recencés en milieu ouvert (2010)*	129
Figure 8-3	*Schéma illustrant la stratégie générale adoptée pour la mise en place du suivi de la flore*	131
Figure 8-4	*Carte des sites d'inventaires floristique et phytosociologique des milieux ouverts (2009)*	132
Figure 8-5	*Carte des sites d'inventaire floristique du protocole SPAF (2010)*	133
Figure 8-6	*Carte de localisation des espèces floristiques remarquables/protégées (2010)*	135
Figure 8-7	*Types de peuplements forestiers en pourcentage des parcelles inventoriées*	136
Figure 8-8	*Répartition des essences en peuplements adultes en tenant compte des effectifs*	136
Figure 8-9	*Hauteurs moyennes par classes de diamètre des différentes structures et stades de développement*	137
Figure 8-10	*Carte des points d'inventaire et du peuplement forestier du secteur de référence OPE (2008)*	138
Figure 8-11	*Répartition des espèces au statut de conservation défavorable*	140
Figure 8-12	*Carte des réseaux de Suivi Temporel des Oiseaux-Communs STOC-EPS et STOC-Capture de la zone OPE (2008-2010)*	142
Figure 8-13	*Représentation des indicateurs (Les valeurs sont arbitrairement fixées à 1 en 1989).*	144
Figure 8-14	*Carte de la fréquence d'observation d'espèces d'oiseaux déterminantes ZNIEFF Lorraine sur les carrés STOC-EPS (2008 à 2010)*	148
Figure 8-15	*Statuts de protection de la cigogne noire*	151
Figure 8-16	*Statuts de protection du Milan royal et du Milan noir*	151
Figure 8-18	*Carte de répartition des lots de chasse sur la zone d'étude OPE et détenteurs du droit de chasse (2010)*	153
Figure 8-19	*Attributions et réalisations de chevreuil dans le secteur de référence OPE*	154
Figure 8-20	*Carte des taux de prélèvement annuels de chevreuils par lot de chasse de 1997 à 2007*	155
Figure 8-21	*Attributions et réalisations de sanglier dans le secteur de référence OPE*	156
Figure 8-22	*Carte des taux de prélèvement annuels de sangliers par lot de chasse de 1997 à 2007*	157
Figure 8-23	*Représentation cartographique des indices de présence de cerfs sur le secteur de référence OPE*	158
Figure 8-24	*Localisation du cerf aux alentours de la zone de transposition et du secteur de référence OPE*	158
Figure 8-25	*Collisions routières : nombre de collisions indemnisées par le FGAO par espèce en 2008*	159
Figure 8-26	*Indemnisation des dommages agricoles par catégorie de culture*	159
Figure 8-27	*Carte de répartition des Indemnisations des dégâts agricoles par communes (2008)*	160
Figure 8-28	*Carte de localisation des quatre sous-zones d'étude des populations de chevreuils et de sangliers (2010)*	161
Figure 8-29	*Proportions par classes d'âge et sexe des chevreuils*	162
Figure 8-30	*Proportion des différentes classes d'âge et de sexe des sangliers sur la zone d'étude*	164
Figure 8-31	*Effectifs maximaux par gîte toutes espèces confondues*	168
Figure 8-32	*Cartographie des données bibliographiques et du CMHM sur les chiroptères de la zone OPE*	169
Figure 8-33	*Cartographie des points d'écoute au sonomètre des chiroptères (2009-2010)*	171
Figure 8-34	*Répartition des différentes espèces mentionnées sur la zone*	175
Figure 8-35	*Répartition par ordre des espèces patrimoniales mentionnées dans la bibliographie sur ou à proximité de la zone d'étude.*	176
Figure 8-36	*Nombre d'espèces patrimoniales par taxon sur la zone OPE*	177
Figure 8-37	*Nombre de sites par type d'enjeux*	178
Figure 8-38	*Carte de localisation des espèces protégées et des zones d'intérêt entomologique*	179
Figure 8-39	*Répartition du nombre de ruches par rucher*	180

Figure 8-40	*Débouchés de la production de miel*	180
Figure 8-41	*Carte de localisation des apiculteurs enquêtés*	181
Figure 8-42	*Carte de localistaion des ruchers recensés dans la zone OPE*	182
Figure 8-43	*Races d'abeilles dans la zone OPE*	183
Figure 8-44	*Carte de localisation des échantillons de miel analysés en 2010*	184
Figure 8-45	*Distribution des miels et critères de différenciation*	185
Figure 8-46	*Liste des pollens de plantes nectarifères visitées par les abeilles dans la zone*	186
Figure 8-47	*Dispositifs de mesure de l'activité des abeilles*	187
Figure 8-48	*Illustrations des fichiers de mesure*	187
Figure 8-49	*Carte des données bibliographiues amphibiens disponibles sur la zone OPE (2010)*	188
Figure 8-50	*Carte de localisation des prospections de recherche des amphibiens sur la zone OPE en 2008 et 2009*	190
Figure 8-51	*Dispositif de suivi des dynamiques de populations d'amphibiens*	191
Figure 8-52	*Nombre total d'individus capturés par espèce sur l'ensemble des sites - automne 2009*	191
Figure 8-53	*Carte de localisation des trois sites de suivi des dynamiques de populations d'amphibiens en 2009 et 2010*	192
Figure 8-54	*Nombre total d'individus capturés par espèce sur l'ensemble des sites - printemps 2010*	193
Figure 8-55	*Nombre total d'individus capturés par espèce sur l'ensemble des sites - automne 2010*	193
Figure 8-56	*Carte de localisation des points de suivi abondance amphibiens 2009-2010*	195
Figure 8-57	*Zonation des cours d'eau (Document pédagogique - FDPPMA 55)*	198
Figure 8-58	*Illustrations d'une opération de pêche électrique*	199
Figure 8-59	*Carte de localisation des pêches électriques sur la zone OPE*	200
Figure 8-60	*Répartition des classes de qualité IPR des stations inventoriées depuis 1982 sur la zone OPE*	201
Figure 8-61	*Histogramme des occurrences des espèces inventoriées depuis 1982 sur la zone OPE*	203
Figure 8-62	*Sonde thermique HOBO U22 Water Temp Pro V2*	204
Figure 8-63	*Exemple Sonde Thermique S02 : SAULX – Aval MONTIERS SUR SAULX – La Tanchotte*	204
Figure 8-64	*Nombre d'échantillons analysés par matrice*	206
Figure 8-66	*Carte de localisation des points de prélèvement des bioindicateurs pour les mesures radiologiques (2008)*	209
Figure 9-1	*Carte administrative de la zone OPE*	214
Figure 9-2	*Carte de localisation des monuments historiques de la zone OPE (2010)*	216
Figure 9-3	*Carte des sites archéologiques inventoriés sur la zone OPE (2010)*	218
Figure 9-4	*Carte du réseau routier sur la zone OPE*	220
Figure 9-5	*Carte du réseau ferroviaire sur la zone OPE*	221
Figure 9-6	*Carte des canaux navigables sur la zone OPE*	222
Figure 9-7	*Carte des lignes électriques Haute-Tension et Très-Haute Tension sur la zone OPE*	223
Figure 9-8	*Carte de synthèse du parc éolien sur la zone OPE*	225
Figure 9-9	*Carte de contraintes environnementales liées à l'eau*	227
Figure 9-10	*Carte d'assainissement des communes de la zone OPE – 2010*	229
Figure 9-11	*Carte de la densité démographique communale de la zone OPE en 2007 (INSEE)*	232
Figure 9-12	*Comparaison de la répartition de la population par tranche d'âge en 2007 (INSEE)*	233
Figure 9-13	*Carte de l'évolution démographie communale de la zone OPE de 1968 à 2006 (INSEE)*	234
Figure 9-14	*Nombre d'établissements de services publics par zone en 2009 (INSEE)*	235
Figure 9-15	*Carte de la densité des services publics par commune en 2009 (INSEE)*	236
Figure 9-16	*Nombre d'entreprises du bâtiment et de mécaniques par zone en 2006 (INSEE)*	237
Figure 9-17	*Nombre d'entreprises de services par zone en 2009 (INSEE)*	237

Figure 9-18	*Cartographie du nombre entreprises du bâtiment par commune en 2009 (INSEE)*	238
Figure 9-19	*Cartographie du nombre de petits commerces alimentaires par commune en 2009 (INSEE)*	239
Figure 9-20	*Nombre de petits commerces alimentaires par zone en 2009 (INSEE)*	240
Figure 9-21	*Nombre de commerces non alimentaires par zone en 2009 (INSEE)*	240
Figure 9-22	*Cartographie du nombre de petits commerces non alimentaires par commune en 2009 (INSEE)*	241
Figure 9-23	*Comparaison du nombre de praticiens de la santé par zone en 2009 (INSEE)*	242
Figure 9-24	*Comparaison du nombre d'établissements de santé par zone en 2006 (INSEE)*	242
Figure 9-25	*Cartographie de la répartition des professionnels de santé par commune en 2009 (INSEE)*	243
Figure 9-26	*Cartographie des établissements de santé par commune en 2009 (INSEE)*	244
Figure 9-27	*Comparaison du nombre d'établissements sociaux par zone en 2009 (INSEE)*	245
Figure 9-28	*Répartition des types de logements en 2007 (INSEE)*	245
Figure 9-29	*Nombre de pièces du logement principal en 2007 (INSEE)*	246
Figure 9-30	*Année de construction et type des résidences principales en 2007 (INSEE)*	246
Figure 9-31	*Conditions d'occupation des résidences principales en 2007 (INSEE)*	247
Figure 9-32	*Répartition familiales des différents types de ménages en 2007 (INSEE)*	247
Figure 9-33	*Répartition de la population des ménages en 2007 (INSEE)*	248
Figure 9-34	*Evolution du revenu net imposable par foyer fiscaux de 1999 à 2008 (INSEE)*	248
Figure 9-35	*Niveau de formation de la population non scolarisée en 2007 (INSEE)*	249
Figure 9-36	*Distribution de la population par activité professionnelle en 2007 (INSEE)*	250
Figure 9-37	*Répartition des emplois par secteur d'activité en 2007 (INSEE)*	251
Figure 9-38	*Evolution du nombre de demandeurs d'emploi de 1999 à 2010 (INSEE)*	252
Figure 9-39	*Taux de chômage Femmes-Hommes en 2010 (INSEE)*	252
Figure 9-40	*Répartition par activité des créations d'établissement en 2010 (INSEE)*	254
Figure 9-41	*Répartition des établissements en fonction du nombre de salariés 2008 (INSEE)*	254
Figure 9-42	*Cartographiie du nombre d'entreprises et d'établissements par commune en 2010 (INSEE)*	255
Figure 9-43	*Répartition des nombres de place d'hébergement en 2011 (INSEE)*	258
Figure 9-44	*Cartographiqe du nombre de centres de loisirs par commune en 2009 (INSEE)*	261
Figure 9-45	*Niveau d'équipements de loisirs OPE en 2009 (INSEE)*	262
Figure 9-46	*Carte d'attractivité touristique de la zone d'étude*	263
Figure 9-47	*Carte de localisation des APPMA sur la zone OPE*	265
Figure 9-48	Carte des micro-zonages agricoles de la zone OPE en 2010	267
Figure 9-49	*Carte de répartition communale de l'occupation des sols en 2010- Agreste*	268
Figure 9-50	*Assolement moyen des exploitations en 2007- (source SCEES)*	272
Figure 9-51	*Carte de la distribution spatiale de la couverture des sols agricoles en 2010 (source ASP)*	274
Figure 9-52	*Carte de la zone AOC/AOP Brie de Meaux*	277
Figure 9-53	*Carte d'usage des sols en 1830 (plan minute carte d'Etat-Major de 1830)*	280
Figure 9-54	*Carte d'usage des sols en 2000 (source Corine Land Cover-2000)*	281
Figure 9-55	*Carte de l'évolution des surfaces en forêt de 1830 à 2000*	281
Figure 9-56	*Image masquée représentant le site OPE, à une résolution de 20m, composition colorée NIR, G ,B.*	282
Figure 9-57	*Classification des cultures sur l'ensemble de l'Observatoire Pérenne de l'Environnement, résolution 20m*	283
Figure 9-58	*Comparaison des variogrammes de gaulis peu dense et dense*	284

Tableaux

Tableau 1 :	*Teneurs anormalement élevées de certains micropolluants dans différentes matrices biologiques*	25
Tableau 3-1	*Bilans annuels de l'environnement du CMHM*	**Erreur ! Signet non défini.**
Tableau 3-2	*Distribution des surfaces en fonction de la couverture des sols Corine Land Cover 2006*	37
Tableau 4-1	*Données moyennes annuelles (1971-2000) – Météo France*	39
Tableau 4-2	*Précipitations mensuelles moyennes sur les postes du CMHM et de Cirfontaines-en-Ornois de 2002 à 2010*	43
Tableau 4-3	*Températures annuelles moyennes (en °C) pour cinq principales stations Météo France (période janvier 1999 - décembre 2010)*	44
Tableau 4-4	*Températures moyennes, minimales et maximales mensuelles et annuelle (en °C) aux postes météo du CMHM et de Cirfontaines-en-Ornois (période janvier 2002 - décembre 2010)*	45
Tableau 4-5	*Résumé des principales caractéristiques des régimes de vent aux différentes stations, période (2006-2008)*	46
Tableau 4-6	*Moyennes des humidités relatives mensuelles 2006-2008*	47
Tableau 4-7	*Durées d'insolation mensuelles et annuelles moyennes (en heures) aux stations Météo France (période 1986-2000)*	47
Tableau 4-8	*Evapotranspiration potentielle Penman calculée au pas de temps mensuel aux stations proches de la zone OPE (période 1971-2000)*	49
Tableau 4-9	*Caractéristiques des domaines de calcul*	50
Tableau 4-11	*Liste des paramètres mesurés et partenaires associés à la station de mesures atmosphériques à Houdelaincourt*	55
Tableau 5-1	*Correspondances entre les classes et les caractéristiques des sols*	57
Tableau 5-2	Distribution des points de prélèvements par unité de sol et couvert	64
Tableau 5-3	*Distribution des points de prélèvements par type d'échantillonnage*	64
Tableau 6-1	*Liste des stations historiques ESU encore suivies sur la zone OPE*	79
Tableau 6-2	*Importance relative des facteurs temporel et spatial sur les concentrations en paramètres physico-chimiques (NS : non significatif)*	96
Tableau 6-3	*Regroupement des stations de la zone OPE*	98
Tableau 6-4	*Indices de radioactivité alpha et bêta global mesurées sur les eaux superficielles*	108
Tableau 7-1	*Indices et classes de qualité définis dans le SEQ-Eau*	113
Tableau 7-2	*Inventaire des points de suivi qualité eau souterraine*	118
Tableau 7-3	*Indices de radioactivité alpha et bêta global mesurées sur les eaux souterraines*	122
Tableau 8-1	*Site Natura 2000 dans le secteur de référence OPE*	124
Tableau 8-2	*ZNIEFF sur le secteur de référence OPE*	124
Tableau 8-3	*ENS sur le secteur de référence OPE*	126
Tableau 8-4	*Synthèse des outils de bioévaluation flore/habitat*	127
Tableau 8-5	*Habitats remarquables présents dans le secteur de référence OPE*	127
Tableau 8-6	*Habitats remarquables présents dans le site Natura 2000 « Bois de Demange-aux-Eaux et de Saint-Joire »*	128
Tableau 8-7	*Habitats patrimoniaux observés sur le secteur de référence OPE (hors forêt)*	128
Tableau 8-8	*Espèces végétales remarquables et/ou protégées connues sur le secteur de référence OPE*	130
Tableau 8-9	*Nombre d'espèces observées par milieu en 2010*	131
Tableau 8-10	*Liste des espèces compagnes/accidentelles observées en 2010*	134
Tableau 8-11	*Liste des espèces remarques/protégées observées sur le secteur de référence OPE en 2009 et 2010*	134
Tableau 8-12	*Nombre d'espèces contactées par carré STOC-EPS au cours des campagnes « points d'écoute » 2008, 2009 et 2010*	144
Tableau 8-13	*Evolution des effectifs par type de spécialisation STOC-EPS (2008-2009)*	145
Tableau 8-14	*Evolution des effectifs par type de spécialisation STOC-EPS (2009-2010)*	146
Tableau 8-15	*Liste des espèces remarques/protégées observées sur le secteur de référence Ope en 2008 à 2010*	147
Tableau 8-16	*Bilan par station des campagnes de capture 2008, 2009 et 2010*	147

Tableau 8-17 *Evolution des effectifs des espèces indicatrices capturées par catégorie de spécialisation (2008-2009)* 149
Tableau 8-18 *Evolution des effectifs des espèces indicatrices par catégorie de spécialisation (2009-2010)* 149
Tableau 8-19 *Evolution du pourcentage de jeunes capturés sur un site donné, de 2008 à 2010* 150
Tableau 8-20 *Bilan des mesures réalisées sur chevreuil dans la zone d'étude* 162
Tableau 8-21 *Ensemble des résultats de comparaison pour le chevreuil entre la zone de prélèvement et le territoire de Trois-Fontaines* 163
Tableau 8-22 *Bilan des mesures réalisées sur sangliers* 163
Tableau 8-23 *Comparaison des données sangliers de la zone d'étude OPE par rapport à Arc-en-Barrois* 165
Tableau 8-24 *Caractéristiques des données de reproduction des laies pour les trois classes d'âge* 165
Tableau 8-25 *Statuts de protection et état de conservation des espèces de chiroptères représentées dans la zone d'étude* 166
Tableau 8-26 *Répartition des points d'écoute dans les 3 grands types de milieux rencontrés* 170
Tableau 8-27 *Nombre moyen de contacts pour un point : parallèle des relevés 2009 et 2010* 170
Tableau 8-28 *Fréquence des groupes d'espèces par type de milieu : parallèle 2009 et 2010* 172
Tableau 8-29 *Synthèse des données connues (* Prospection antérieure à 2003)* 173
Tableau 8-30 *Synthèse des sites recherchés en période hivernale et résultats* 173
Tableau 8-31 *Statut de conservation des espèces présentes en lorraine et Champagne-Ardenne* 189
Tableau 8-32 *Bilan des Classes de qualité selon la note de l'IPR des pêches historiques* 199
Tableau 8-33 *Résultats des pêches électriques 2009-2010 sur la zone OPE (Andra)* 201
Tableau 8-34 *Statuts de protection et état de conservation des espèces piscicoles présentes dans la zone d'étude* 203
Tableau 8-35 *Résultats du suivi thermique pratiqué sur les stations de pêches électriques 2010* 205
Tableau 8-36 *Synthèse des anomalies mesurées pour les analyses de micropolluants* 207
Tableau 8-37 *Sites de prélèvement de bioindicateurs agricoles pour le fond radiologique* 208
Tableau 9-1 *Liste des données communales INSEE pour ce bilan OPE 2009/2010* 213
Tableau 9-2 *Répartition des deux zones d'études par département* 215
Tableau 9-3 *Description des parcs éoliens dans la zone OPE* 224
Tableau 9-4 *Syndicats intercommunaux d'alimentation en eau potable de la zone OPE – 2008* 226
Tableau 9-5 *Ressources en eaux potable exploitées sur la zone d'étude* 226
Tableau 9-6 *Niveau d'assainissement des communes de la zone OPE – 2008* 228
Tableau 9-7 *Superficie et population communale du secteur de référence (INSEE-2007)* 230
Tableau 9-8 *Comparaison de la densité de la population par zone (INSEE)* 230
Tableau 9-9 *Superficie et population communale de la zone OPE hors secteur de référence en 2007 (INSEE)* 231
Tableau 9-10 *Evolution de la population communale moyenne de 1962 à 2007 (INSEE)* 231
Tableau 9-11 *Ratios entre le nombre de naissances et de décès sur la période 1999-2007 (INSEE)* 233
Tableau 9-12 *Comparaison de la parité Hommes-Femmes de la population en 2007 (INSEE)* 235
Tableau 9-13 *Nombre d'établissements d'enseignement du 1er et du 2ème degré en 2007 (INSEE)* 249
Tableau 9-14 *Répartition des établissements selon les Postes de la Nomenclature Economique de Synthèse (NES 16)* 253
Tableau 9-15 *Comparaison de l'évolution du nombre d'établissements entre 2010 et 2000* 253
Tableau 9-16 *Liste des plus grosses entreprises du secteur de référence OPE (fin 2009)* 256
Tableau 9-17 *Liste des plus grosses entreprises de la zone OPE (fin 2009)* 256
Tableau 9-18 *Répartition des capacités d'accueil – INSEE 2011* 258
Tableau 9-19 *Liste des gîtes et chambres d'hôtes sur secteur de référence OPE (2010)* 258

Tableau 9-20	*Liste des gîtes et chambres d'hôtes sur la zone d'étude (2010)*	259
Tableau 9-21	*Liste des hôtels et des restaurants sur secteur de référence OPE (2010)*	259
Tableau 9-22	*Liste des hôtels et des restaurants sur la zone d'étude (2010)*	259
Tableau 9-23	*Structures d'accueil pour le tourisme – INSEE 2009*	260
Tableau 9-24	*Liste des sites de sport et loisir – INSEE 2009*	260
Tableau 9-25	*Liste des APPMA de la zone OPE*	263
Tableau 9-26	*Liste des 3 plus grands plans d'eau de la zone OPE*	264
Tableau 9-27	*Importance des surfaces agricoles en 2008 - ASP*	266
Tableau 9-28	*Proportion des terres labourables et des prairies en 2006 - Agreste*	269
Tableau 9-29	*Evolution du nombre d'exploitations par commune et de la Surface Agricole Utile de 1988 à 2000 - Agreste*	269
Tableau 9-30	*Evolution du nombre d'exploitations par catégorie de 2000 à 2007 - Agreste*	269
Tableau 9-31	*Nombre d'exploitations agricoles en 2000 et 2007 sur la zone OPE (Source SCEES)*	270
Tableau 9-32	*Evolution des surfaces agricoles utiles par exploitations 1988 à 2007 - Agreste*	270
Tableau 9-33	*Statut des exploitations agricoles professionnelles en 2007 - Agreste*	270
Tableau 9-34	*Evolution de la Surface Agricole Utile par exploitation de 2000 à 2007 sur la zone OPE (Source SCEES)*	271
Tableau 9-35	*Répartition des emplois agricoles dans les exploitations en 2005 - Agreste*	271
Tableau 9-36	*Répartition des exploitations agricoles professionnelles par activités technico-économique en 2005 - Agreste*	271
Tableau 9-37	*Part des exploitations ayant un élevage de bovins en 2007 sur la zone OPE - Agreste*	272
Tableau 9-38	*Part de la SAU en terre labourable et en STH (Surface toujours en herbe) en 2007 sur la zone OPE - Agreste*	272
Tableau 9-39	*Assolement en grandes cultures et cultures fourragères en 2007 sur la zone OPE (% de la SAU) (source SCEES)*	273
Tableau 9-40	*Sites de collecte de céréales pour Champagne céréales et EMC2 dans la zone OPE ou à proximité*	273
Tableau 9-41	*Evolution des Surfaces Fourragères Principales entre 2000 et 2007 sur la zone OPE (Source SCEES)*	275
Tableau 9-42	*Effectifs des principaux élevages présents sur la zone OPE en 2000 (source SCEES)*	275
Tableau 9-43	*Evolution des effectifs de bovins sur la zone OPE de 2000 à 2007 (source SCEES)*	275
Tableau 9-44	*Industrie laitière en Meuse*	276
Tableau 9-45	*Evolution du parcellaire cadastral des 4 communes*	278
Tableau 9-46	*Evolution de l'usage des sols de la zone de transposition de 1830 à 2000*	280
Tableau 9-47	*Résolutions et bandes spectrales de Spot5 (*http://www.spotimage.com*)*	282
Tableau 9-48	*Comparaison entre les données de la PAC 2007 et celles de la classification finale*	283
Tableau 9-49	*Inventaire des images satellitaires acquises sur la zone OPE*	284

1. Résumé

1. Objectifs et méthodologies de mise en place de l'Observatoire Pérenne de l'Environnement

1.1 Le contexte du stockage souterrain : Cigéo[1]

En application de la loi de programme du 28 juin 2006 (n° 2006-739), l'Andra procède actuellement à une nouvelle phase d'études afin de remettre en 2015 un dossier de Demande d'Autorisation de Création (DAC) d'un stockage géologique de déchets radioactifs sur le secteur de Meuse/Haute-Marne, dont le début des travaux est prévu en 2017.

Les études d'esquisse ont été enclenchées début 2012 et permettront fin 2012 de préciser les architectures et emprises des installations souterraines, des installations de surface, leur insertion dans l'environnement de surface, ainsi que de fournir des informations sur les besoins et flux de matériaux associés à la construction. A titre indicatif, les études de faisabilité menées par l'Andra fournissent des premières estimations à ce sujet. Ainsi, l'emprise des installations de surface est estimée à environ 200 hectares, dont une grande partie est liée à la verse de déblais, celle des installations souterraines à environ 15 km². Les ouvrages de liaisons entre la surface et le fond comporteraient des puits et une descenderie d'environ 5 km. Les hypothèses portant sur le rythme d'exploitation et donc de construction ont aussi permis d'estimer le volume de déblais excavé à environ 100 000 m³ de roche par an, soit 8 millions de m³ à terme. De même, le besoin annuel de fabrication de béton a été estimé à environ la moitié du volume excavé, soit environ 50 000 m³ par an.

Cigéo est, par sa durée, un projet hors normes, associé à un chantier industriel important dont il est nécessaire d'évaluer les impacts environnementaux sur la zone considérée.

1.2 Un projet industriel de grande ampleur accompagné d'un Observatoire de l'Environnement

Anticipant la construction de Cigéo, Installation Nucléaire de Base (INB), l'Andra a mis en place depuis 2007 l'OPE, Observatoire Pérenne de l'Environnement autour de la zone prévue pour le centre de stockage, permettant ainsi d'acquérir des informations sur une durée de 10 ans avant le début des travaux. À cette fin, l'Andra s'est dotée d'outils d'observation et de surveillance de l'environnement pour répondre à deux objectifs complémentaires : - tout d'abord établir un état initial de référence de l'environnement avant la construction, - puis engager une surveillance à long terme portant a minima sur les phases de construction et d'exploitation de Cigéo (100 ans).

Conformément au code de l'environnement et au décret accompagnant la mise en place d'une Installation Nucléaire de Base, cet état initial du site avant construction ainsi qu'une analyse des effets doivent être réalisés et inclus dans l'étude d'impact associée à la demande d'autorisation de construction, étude dont le contenu doit être en relation avec l'importance des travaux et aménagements projetés.

Les outils d'observation et de surveillance de l'environnement mis en place vont, dans un premier temps, permettre d'établir l'état initial de référence de l'environnement avant le début des travaux. Puis, dès l'ouverture du chantier, ils seront dévolus à la surveillance à long terme, pour, le cas échéant, agir comme système d'alerte d'éventuelles atteintes à l'environnement de la zone. L'état initial devra être connu dans ses grandes lignes dès 2013 pour être un élément d'appui du débat public qui s'ouvrira à cette date, et affiné pour 2015 pour accompagner la DAC. En tout état de cause, cet état initial sera figé en 2017 à l'ouverture du chantier : à cette date, il sera connu avec tout le discernement que lui donneront ces 10 années d'observation et d'analyses (2007-2017).

La surface totale d'observation est de 900 km² (dite zone OPE, incluant plusieurs sous-bassins versants) avec une zone d'étude plus détaillée sur un secteur de référence de 240 km² autour de la zone restreinte ZIRA[2] proposée pour l'implantation des installations souterraines de stockage et des ZIIS[3] associées pour les installations de surface.

Au-delà des objectifs industriels, l'Andra a également souhaité ouvrir cet outil à la communauté scientifique pour traiter de questions de recherche répondant aux enjeux environnementaux actuels et

[1] Cigéo : Centre Industriel de stockage Géologique pour les déchets de haute et moyenne activités à vie longue (HA et MAVL)
[2] ZIRA : Zone d'Intérêt pour la Reconnaissance Approfondie
[3] ZIIS : Zone d'Intérêt pour les Installations de Surface

bénéficier des acquis scientifiques dans la compréhension des phénomènes susceptibles d'affecter la zone surveillée.

1.3 L'OPE, stratégie, méthodologies d'observation et perspectives

1.3.1 Orientations stratégiques

Les outils d'observation environnementale portent simultanément et conjointement sur l'ensemble des milieux air, eau et sols ainsi que sur la faune et la flore et incluent un volet socio-économique.

En vue de l'établissement d'un état initial (point zéro), on doit distinguer les paramètres qui peuvent être acquis, pour l'essentiel, en une ou plusieurs campagnes, de ceux qui devront nécessairement faire l'objet de chroniques et d'un suivi de variabilité (fluctuation naturelle) sur une période donnée, pour établir un « point zéro moyen représentatif » à partir duquel on pourra constater, ou non, des écarts.

La surveillance des évolutions de l'environnement doit a priori également faire la part des variations relevant des actions anthropiques industrielles locales, de celles induites par des changements à l'échelle régionale (évolution du paysage et des pratiques agricoles) ou globale (dont le changement climatique).

Il convient également de définir des temps caractéristiques nécessaires aux observations : constantes de temps courts pour la répétition d'acquisition de paramètres susceptibles de connaître des variations rapides (infra-mensuelles, mensuelles, annuelles …) par exemple pour le suivi de la qualité des eaux ou de l'air, constantes de temps beaucoup plus longues pour d'autres, ne justifiant pas de retour d'analyses annuelles, mais seulement décennales, comme par exemple le suivi de la qualité des sols.

Il est également important de distinguer les paramètres qui relèvent de mesures ponctuelles, de mesures sur des objets intégrateurs (ex. : mesures chimiques, radiologiques, de biodiversité sur le miel, le lait, le lichen, les champignons ou les sédiments des cours d'eau), dès lors que le caractère « intégrateur » de ces objets a été parfaitement circonscrit (comme par exemple le secteur fréquenté par les abeilles – Figure 1).

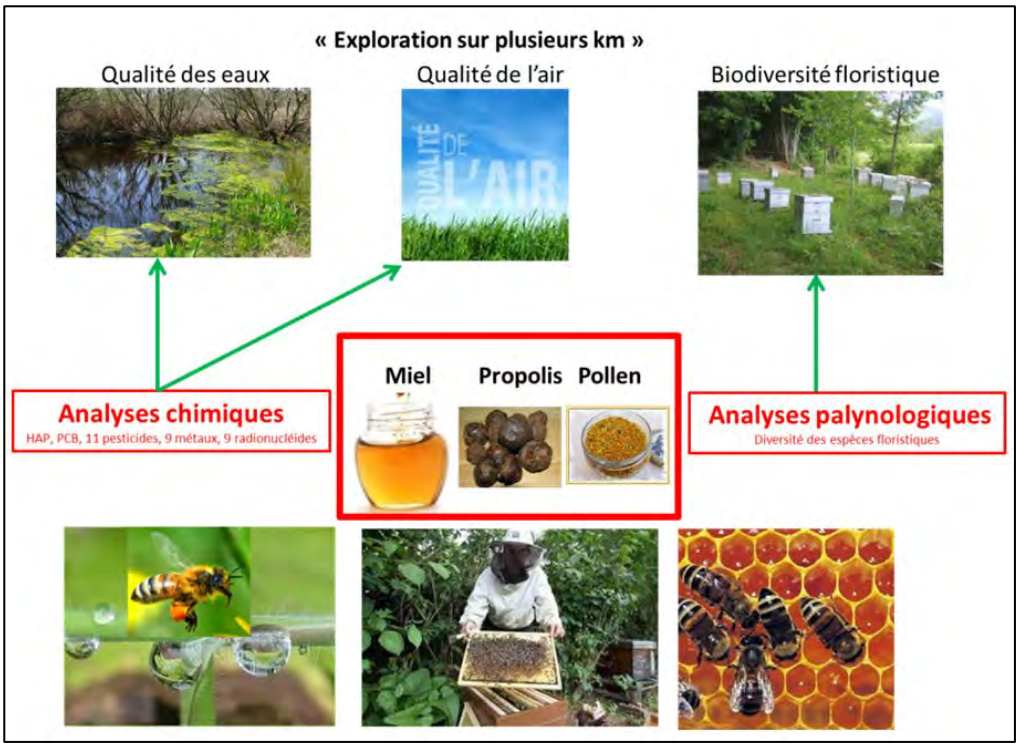


Figure 1 : Le miel : Bio indicateur, intégrateur de la qualité de l'environnement

Il convient enfin d'appréhender des perturbations locales, actuelles ou anciennes (anciennes activités industrielles, évolutions démographiques et leurs impacts) qui ont pu ou peuvent encore introduire des perturbations par rapport à une évolution naturelle globale de type changement climatique.

Les principaux enjeux de ce système d'observation sont donc de définir durant cette phase d'observation des indicateurs pertinents de la qualité physique, chimique et/ou biologique, de permettre la détection

de changements éventuels, y compris ceux de faible intensité, en vue de la phase de surveillance et de permettre l'interprétation de ces changements.

Les orientations stratégiques, couplées aux exigences du suivi environnemental lié au projet Cigéo constituent le cadre d'un programme d'observation multidisciplinaire de l'ensemble des domaines de l'environnement sur une durée suffisamment longue (*a minima* séculaire) pour permettre l'interprétation, la compréhension des observations. En ce sens, il constitue un outil unique de recherche et d'acquisition de données environnementales. Son originalité, l'excellence scientifique du projet OPE, son adéquation avec les critères définis par l'Alliance AllEnvi, lui ont valu la labellisation en SOERE (http://www.allenvi.fr/?page_id=752).

Au sein de ce dispositif, l'OPE a également une position singulière, nœud de plusieurs réseaux de recherche scientifiques opérationnels, comme les SOERE ORAURE[4] , GreatGases (ICOS[5]), RBV[6], F-ORE-T[7], ECOSCOPE (Biodiversité), un nœud également pour les réseaux RMQS[8](GISSOL[9]), RADOME[10], AIRLOR[11], EauFrance (portail du Système d'information sur l'Eau).

Cette position implique pour l'OPE la mise en œuvre de protocoles calibrés, partagés nationalement, permettant toutes les intercomparaisons avec des sites différents, répartis sur le territoire national ou à l'échelle mondiale : à cet égard, sa vocation scientifique dépasse très largement le cadre géographique qui le délimite.

1.3.2 Stratégie de surveillance : paramètres mesurés, localisation, fréquence

Chaque milieu surveillé nécessite des moyens adaptés. Plusieurs campagnes sont en cours ou nécessitent des analyses supplémentaires pour optimiser, scientifiquement et économiquement, le futur plan de surveillance mais quelques résultats ou hypothèses peuvent d'ores et déjà être mentionnés. Les paramètres mesurés ont été définis par rapport aux impacts attendus du projet Cigéo mais aussi par rapport aux possibilités de comparer au niveau national les résultats obtenus et bénéficier de protocoles déjà validés. Deux exemples sont développés ci-après.

Concernant la surveillance de l'atmosphère, les phénomènes météorologiques, les processus affectant les composés atmosphériques (liquides, solides, gazeux) ainsi que les sources et puits en surface couvrent une large gamme d'échelles de temps et d'espace (de la seconde ou mètre à la dizaine d'années ou millier de kilomètres). Les mesures atmosphériques in-situ sont ponctuelles. Pour qu'elles soient représentatives d'une zone de quelques centaines ou milliers de km², la démarche de choix de la localisation de la station a répondu à différents critères : éloignement de sources proches de perturbations (routes, villages, …), situation dans un paysage ouvert, en altitude, et bien entendu accessibilité foncière de la parcelle. La station atmosphérique est ainsi localisée sur un point haut à près de 395 mètres entre le centre du bassin parisien et les Vosges, en sommet de côte, dans une zone agricole découverte et à plusieurs centaines de mètres de sources polluantes potentielles (routes, villages, …) et hors influence d'éoliennes. Elle est située sous les vents dominants de la zone OPE et des zones d'intérêt pour l'implantation des infrastructures de surface de Cigéo. Sa représentativité attendue va de la zone OPE au grand quart Nord-Est de la France. La fréquence d'acquisition des paramètres a été évaluée par des spécialistes et en lien avec les réseaux scientifiques associés cités précédemment : réseaux météorologique, radiologique, de suivi de la qualité des polluants, des gaz à effet de serre.

Concernant la surveillance de la qualité des eaux, le premier réseau de surveillance OPE établi en 2007-2008 a permis d'acquérir des paramètres quantitatifs et qualitatifs sur 16 points, répartis sur les rivières de la Saulx, de l'Orge, de l'Ornain, de l'Ormançon, de la Maldite et du canal de la Marne au Rhin. Cette étude a été complétée en 2009-2010 par une étude sur 26 stations de la variabilité spatiale et temporelle de la qualité des eaux, afin d'analyser les facteurs d'influence. L'expertise de ces deux campagnes a été réalisée en 2010, en collaboration avec le LNE[12] avec comme objectif de définir un réseau pérenne de suivi de la qualité des eaux de surface de la zone OPE. Certains points de prélèvement donnant les mêmes résultats redondants ont été supprimés. Ce dispositif est fondé à la fois sur des stations de

[4] ORAURE : Observation en Réseau des Aérosols à Usage de Recherches Environnementales
[5] ICOS : Integrated Carbon Observation System : infrastructure européenne dédiée au monitoring à haute précision des flux de Gaz à Effet de Serre à l'échelle de l'Europe
[6] RBV : Réseau des Bassins Versants
[7] F-ORE-T : Fonctionnement des Ecosystèmes Forestiers
[8] RMQS : Réseau de Mesure de la Qualité des Sols
[9] GISSOL : Groupement d'Intérêt Scientifique SOL : INRA, ADEME, IRD, IFN, Ministères de l'Agriculture et de l'Ecologie
[10] RADOME : Réseau temps réel d'observation au sol de Météo-France
[11] AIRLOR: Association pour la Surveillance et l'Etude Pollution de la Atmosphérique en Lorraine)
[12] LNE : Laboratoire National de métrologie et d'Essais

prélèvement ainsi que sur des stations instrumentées pour le suivi en continu de certains paramètres. L'expertise de ces données sur 26 points de suivi répartis sur les principaux cours d'eau de la zone d'étude (Saulx, Orge, Ornain, Ormançon, Réchicourt) et le canal de la Marne au Rhin a confirmé la forte variabilité spatiotemporelle et l'intérêt dès lors d'installer des stations de mesure en continu pour contrôler l'ensemble des événements qui ne peuvent être observés et mesurés à l'aide de suivis ponctuels. Le LNE a réalisé une expertise des principaux capteurs de mesures en continu et des échantillonneurs intégratifs spécifiques afin de proposer un dispositif autonome et performant. Plusieurs capteurs ont été sélectionnés en fonction des paramètres à suivre parmi ceux identifiés comme étant les plus variables temporellement et/ou représentatifs d'une classe ou d'une famille de paramètres comme la matière organique, les macropolluants (nitrates, nitrites, phosphates, ammonium) et les micropolluants (métaux, HAP, PCB, autres) et/ou encore pertinents par rapport au suivi d'impact des activités de l'Andra. La comparaison des résultats d'analyse des mesures en continu par rapport aux prélèvements périodiques permettra d'identifier la pertinence ou non d'un suivi continu pour certains paramètres et d'adapter à l'avenir le programme de surveillance. L'Andra a aussi mis en place avec le LNE une évaluation métrologique de l'ensemble des équipements de la chaîne de mesure. L'expertise de ces premières campagnes a permis de définir en 2011 un réseau pérenne de suivi de la qualité des eaux de surface qui comporte 17 stations, en partenariat avec l'Agence de l'Eau Seine Normandie (AESN) pour intégrer les réseaux nouvellement définis en application de la Directive Cadre sur l'Eau. Cinq de ces stations sont instrumentées pour réaliser des mesures en continu de la plupart des paramètres physico-chimiques afin d'étudier finement la variation temporelle de la qualité des eaux, ce que ne permet pas un suivi ponctuel par prélèvement.

1.4 Partenariats scientifiques nationaux et conventions locales : des coopérations indispensables

L'ambition de l'Andra est aussi de créer autour de l'OPE un véritable pôle de recherche et d'observation en environnement, mobilisant les acteurs scientifiques locaux, notamment ceux de l'Université de Lorraine et tout particulièrement l'OSU OTELo (Observatoire des Sciences de l'Univers, Observatoire Terre et Environnement de Lorraine), ceux de l'Université de Technologie de Troyes, mais aussi l'ensemble de la communauté recherche scientifique française. L'Andra collabore ainsi avec plus de 20 laboratoires de recherche des organismes CNRS, INRA, IRSN[13], IRSTEA[14], LNE, MNHN[15], ONF[16], mais également de nombreux Bureaux d'études spécialisés, des fédérations de chasse et de pêche, des Chambres d'Agriculture locales. Par ailleurs, des conventions ont été signées avec les propriétaires/exploitants agricoles qui permettent d'une part l'accès aux terrains de la zone étudiée et d'autre part favorisent une interaction permanente avec eux.

Un comité scientifique, intégrant des experts extérieurs couvrant les différentes disciplines de l'OPE, et des assemblées générales animent cet observatoire.

1.5 Stations et sites expérimentaux équipés de l'OPE : une logique pour une approche intégrée

Le système d'observation mis en place dans le cadre de l'OPE a été défini pour permettre d'appréhender les différentes échelles depuis le territoire jusqu'à la parcelle et répondre à différents objectifs de recherche scientifiques (surveillance, modélisation…). Il se fonde sur un ensemble de dispositifs et d'infrastructures :

- des réseaux multifactoriels d'observations et d'inventaires couvrant la flore, la faune et la qualité physico-chimique et biologique des sols et de l'eau sur 2298 points de suivi qui enregistrent environ 100 000 données/an ;
- des stations fortement instrumentées de capteurs pour la mesure des flux de matières et d'énergie entre le sol, l'eau, l'air et la biosphère dans les écosystèmes forestiers (*Figure 2*) et les agro-systèmes prairiaux ou de grandes cultures,

[13] IRSN : Institut de Radioprotection et de Sureté Nucléaire
[14] IRSTEA : Institut national de Recherche en Sciences et Technologies pour l'Environnement et l'Agriculture (anciennement Cemagref)
[15] MNHN : Museum National d'Histoire Naturelle
[16] ONF : Office National des Forêts

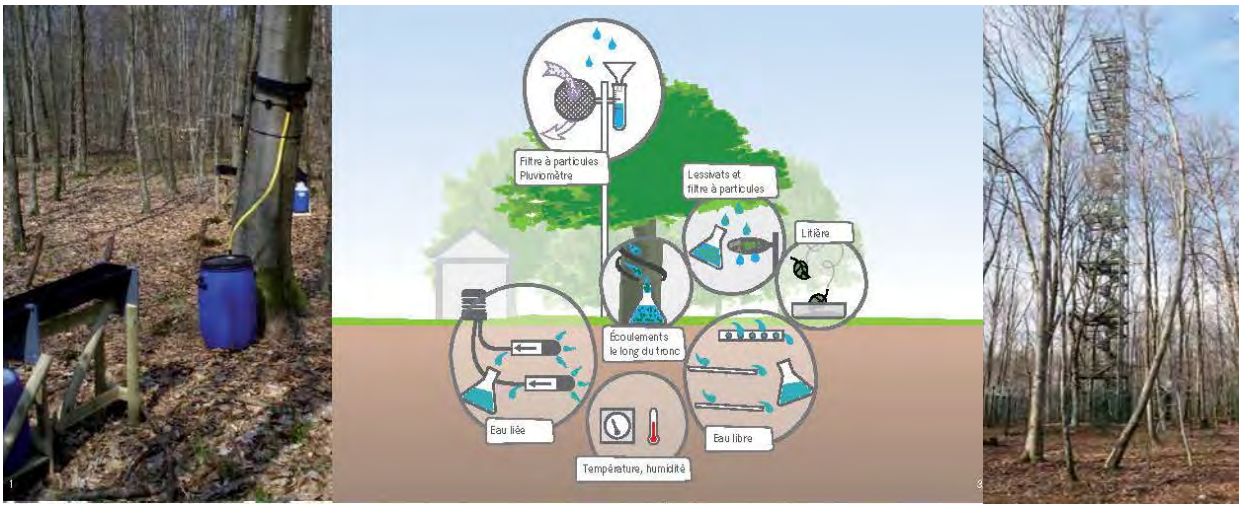


Figure 2 : Site expérimental forestier de Montiers

- une station de mesures atmosphériques au nord-est du secteur de référence OPE (sous les vents dominants) sur la commune de Houdelaincourt, équipée d'un mât de 120m de haut (*Figure 3*), globalement innovante dans le contexte français par sa position stratégique et la multiplicité des paramètres mesurés et qui regroupe :
  - une station météorologique Météo-France,
  - une station de mesure de la qualité de l'air intégrée au réseau Air Lorraine
  - une station atmosphérique pour la mesure des gaz à effet de serre dans le cadre de l'infrastructure européenne ICOS, en collaboration avec le LSCE[17].
  - des prélèvements d'échantillons d'air et de particules pour un suivi radiologique de l'air qui pourra être intégré au réseau OPERA en collaboration avec l'IRSN.

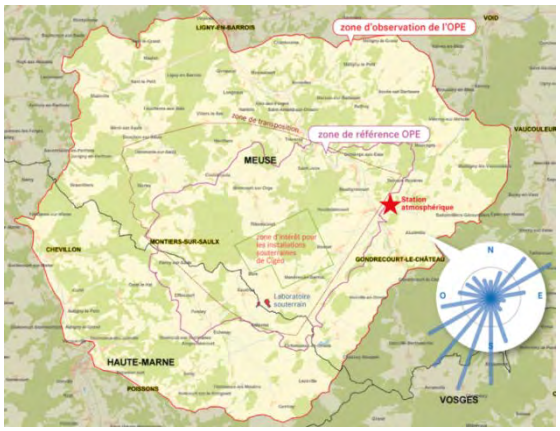


Figure 3 : Station atmosphérique (photographie aérienne et localisation)

- des images, données et mesures provenant de la télédétection satellitaire et aéroportée (images SPOT, ortho-photo, données Lidar, radar, …),
- des placettes expérimentales pour l'étude de la réponse des écosystèmes aux forçages (parcelles expérimentales dédiées à la manipulation des écosystèmes),
- des observatoires territorialisés des pratiques agricoles et sylvicoles, du paysage et du contexte socio-économique.

[17] LSCE : Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement ; unité mixte de recherche CEA, CNRS, UVSQ

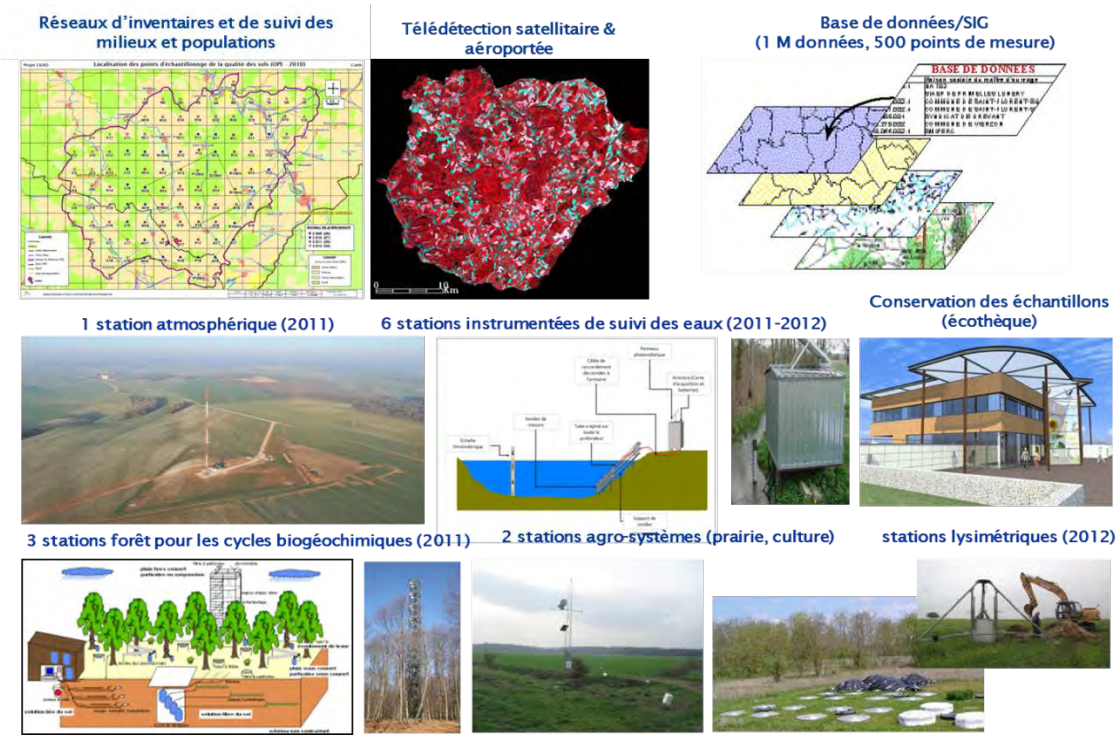


Figure 4 : Dispositifs mis en place au sein de l'OPE

2. Synthèse des premiers résultats (2007-2010)

Depuis 2007, l'OPE a collecté de nombreuses données qualitatives et quantitatives sur l'environnement destinées à l'établissement de l'état initial de la zone OPE. Cet état initial porte notamment sur : les richesses naturelles, les espaces agricoles, forestiers, ou de loisirs, la description du contexte socio-économique et son évolution ainsi que sur les biens matériels et culturels susceptibles d'être impactés par le projet.

Dès aujourd'hui, il est possible de décrire les différents milieux (atmosphère, géosphère, pédosphère, hydrosphère, biosphère) d'un point de vue physique, chimique et biologique. Les interactions entre milieux et la représentativité temporelle et spatiale ne pourront être définis qu'au bout de plusieurs années, voire décennies d'observations et de recherche.

2.1 Climat

L'analyse de la climatologie régionale a été réalisée à partir des données météorologiques historiques relevées sur les stations de Météo-France et celles du Centre Andra Meuse/Haute-Marne. Le climat est du type « continental à tendance océanique». Pour parfaire la connaissance de la variabilité spatiale de la climatologie locale, une modélisation a été établie sur une maille de 2 km x 2 km pour décrire la variabilité climatique sur la zone OPE afin de préparer et d'affiner la surveillance de la qualité de l'air.

2.2 Géologie

Le site est implanté en bordure orientale du Bassin Parisien, dans une région de vastes plateaux calcaires, dont l'altitude varie de 300 à 400 mètres. Trois formations géologiques affleurent dans les environs proches : au sud-est, les assises calcaires et marneuses du Kimméridgien, au Nord et à l'Ouest, les calcaires du Barrois et à l'extrémité nord-ouest, des dépôts argileux puis sableux du Crétacé.

2.3 Pédologie

Le sol fut également l'un des premiers sujets d'étude menés sur l'OPE, en liaison avec le LSE-ENSAIA-INPL[18], avec notamment l'établissement d'une carte pédologique de l'ensemble de la zone.

La zone est couverte à 64 % par les plateaux calcaires dont les sols appartiennent à la classe des sols calcimagnésiques peu épais et caillouteux. Les talwegs sont davantage limoneux brunifiés parfois légèrement lessivés. Dans les fonds de vallées, les sols sont profonds et peu évolués sur alluvions,

[18] INPL/ENSAIA/LSE : Institut National Polytechnique de Lorraine/Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie et des Industries Alimentaires/Laboratoire Sols et Environnement

parfois hydromorphes. Les sols développés sur limons et sur reliquats du Valanginien sont plus souvent observés sous forêt. Pour préciser cette caractérisation pédologique et établir l'état de référence de la qualité des sols, deux suivis physico-chimiques ont été associés à la cartographie des sols.

En 2009, l'Andra a initié un vaste programme d'échantillonnage des sols selon un maillage systématique de 1,5 km pour réaliser des analyses physico-chimiques et biologiques en appliquant à une échelle très fine le programme national RMQS en partenariat avec le GISSOL de l'INRA d'Orléans. Il y est procédé à des analyses d'ordre agronomique mais également de micropolluants minéraux (en collaboration avec le CRPG[19]) et organiques. Par ailleurs des mesures de la pédofaune, choisie comme indicateur de la qualité des sols ont été effectuées. Tous ces paramètres suivent les orientations du programme européen ENVASSO[20]. Cet état de référence détaillé de la qualité des sols sera finalisé en 2012.

2.4 Hydrologie

2.4.1 Les eaux de surface

Au-delà de la surveillance réglementaire réalisée dans la cadre des activités du Laboratoire Souterrain de Meuse/Haute-Marne, le suivi de la qualité des eaux de la zone OPE est pratiqué depuis 2008 sur les rivières de la Saulx, de l'Orge, de l'Ornain, de l'Ormançon, de la Maldite et du canal de la Marne au Rhin. Ce suivi chimique et biologique, complété par des mesures sur des sédiments et des bryophytes (compartiments intégrateurs) fait apparaître des qualités très contrastées de ces eaux, bonnes pour certains paramètres, parfois marquées par des teneurs en nitrates, bactéries et de certains micropolluants organiques et métalliques anormalement élevées par rapport aux seuils fixés par «le bon état écologique» défini par la Directive Cadre sur l'Eau.

2.4.2 Les aquifères souterrains des calcaires du Barrois

Ils font l'objet de nombreux suivis analytiques dans le cadre de la surveillance des AEP[21] (RNSISEAU Réseau National de Suivi au titre du contrôle Sanitaire sur les eaux brutes utilisées pour la production d'eau potable) et des activités du Laboratoire Souterrain de Meuse/Haute-Marne. Des situations de qualité des eaux très contrastées sont mises en évidence, notamment quelques situations de contamination par des pesticides. La poursuite du suivi de ces eaux souterraines a conduit à la sélection de 7 forages pour assurer, en accord avec la Directive Cadre sur l'Eau, la surveillance de l'évolution de la qualité des eaux et la compréhension des processus d'échange avec les eaux superficielles.

Toutes les données sont intégrées aux bases de données de l'AESN et du BRGM. Elles ont été complétées par des mesures radiologiques, qui ne montrent aucune anomalie par rapport aux valeurs habituellement rencontrées. Ces mesures seront renouvelées lors de nouvelles campagnes d'analyses programmées sur la période 2011-2015.

2.5 Socio-économie

Une étude historique de l'occupation du sol de la zone OPE ainsi qu'une analyse des données INSEE[22] ont été réalisées. Les mutations socio-économiques de ce territoire rural sont fortement liées à l'exode rural et à la disparition des quelques unités industrielles. La vallée de la Haute-Saulx et celle de l'Orge présentent des villages vivant de leurs activités agricoles, ayant subi l'exode rural qui s'amorce après le maximum démographique vers 1860 dans le Barrois, associé à l'arrêt des activités d'extraction de minerais (Figure 5).

Avec actuellement 10,6 habitants par km² sur le secteur de référence, la densité de population est inférieure à la densité départementale la plus faible de Métropole (15 habitants par km² en Lozère à comparer au nombre de 115 habitants au km² de la moyenne nationale). Cette perte du potentiel humain engendre une forte diminution des activités d'artisanat et de commerce en l'espace d'un siècle. Ces mutations anthropiques touchent l'environnement et les paysages de ces deux vallées et explique le caractère essentiellement rural de la zone OPE, avec une activité économique peu développée, une dispersion importante des services publics et une faible proportion des entreprises de service. Les quelques entreprises du secteur de référence relèvent de la fabrication de meubles, de la fromagerie, de la fonderie et de la construction. Les commerces recensés sont des petits commerces alimentaires. La répartition de la population par activité professionnelle montre une prédominance des exploitants agricoles, supérieure aux données départementales et une sous-représentation des cadres, professions

[19] CRPG : Centre de Recherches Pétrographiques et Géochimiques
[20] ENVASSO : ENVironmental ASsessment of Soil for mOnitoring
[21] AEP : Alimentation en Eau Potable
[22] INSEE : Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques

intellectuelles et employés. Dans ces conditions, l'absence de consolidation des activités industrielles locales, et l'âge moyen élevé (supérieur aux moyennes départementales) pourraient lourdement peser sur les évolutions démographiques d'ensemble de la région. Les activités agricoles sont très importantes, sur la plus large partie des sols de plateaux. Plus de 48 % de la surface de la zone OPE est en terre labourable et un peu moins de 15 % en prairie. Les exploitations agricoles comptent parmi les plus grandes des départements de la Meuse et de la Haute-Marne avec une surface agricole utile moyenne de plus de 150 ha. La production laitière relativement importante est essentiellement orientée vers une transformation fromagère (AOC/AOP Brie de Meaux) : plus de 80 % du secteur de référence est en zone AOC/AOP avec une seule fromagerie à Biencourt-sur-Orge qui assure 33 % du volume total de la production AOC[23]/AOP[24] et plus de 65 % de l'appellation en Meuse. La concentration des exploitations agricoles et leur taille moyenne importante sont liées à la forte diminution de leur nombre depuis 20 ans. Avec plus de 35 % de la surface de la zone OPE en forêt, la production et la valorisation du bois représentent une part importante des activités économiques du secteur. La tempête de 1999 a entrainé une baisse du stock de 15 à 20 % et a fortement pénalisé le développement de ce secteur d'activité avec une réorganisation vers d'autres débouchés (trituration et bois énergie).

2.6 Biodiversité

Le secteur de référence OPE comporte quelques périmètres officiels de protection/conservation du patrimoine naturel : la vallée de l'Ormançon et le canal de la Marne au Rhin (un site Natura 2000, deux ZNIEFF[25] et un ENS[26]). La vallée de l'Ormançon cumule ces 3 statuts qui concernent en grande partie des milieux forestiers. Autour de l'aire d'étude, le patrimoine naturel est plus riche avec cinq Natura 2000, vingt ZNIEFF de type I, une ZNIEFF de type II et vingt-deux ENS.

2.6.1 Inventaire floristique

Il existait jusqu'alors peu de données floristiques disponibles sur la zone. Pour chaque écosystème (forêt, prairie, culture), plusieurs inventaires ont donc été réalisés sur l'ensemble de la zone d'étude, en 2009 et 2010, révélant 19 espèces remarquables dont 2 protégées (liste Lorraine) (Filipendula vulgaris et Galium boreale – Figure 6).

Figure 5 : Les deux espèces floristiques protégées de la zone OPE

Les inventaires du peuplement forestier et floristique pratiqués en 2007-2008 avec la collaboration de l'INRA de Champenoux sur 111 points d'observations ont montré que la futaie adulte représentait 42 % des points inventoriés et si on inclut ses différents stades de développement (régénération, gaulis, perchis), ce chiffre atteint 82 %. Le taux élevé de parcelles en régénération s'explique par le passage de la tempête Lothar qui a dévasté la zone en 1999. Au stade adulte, les essences les plus représentées sur la zone d'étude sont, par ordre décroissant, le hêtre, le charme, le chêne et l'érable. Dans le milieu forestier, aucune espèce protégée aux niveaux régional, national ou international, ni aucune espèce exotique invasive n'a été observée. Par contre, les espèces rencontrées sont typiques d'espèces de forêts anciennes.

203 espèces de champignons ont été identifiées rien que sur le site expérimental forestier de Montiers. Les espèces les plus fréquentes restent des espèces saprotrophes, décomposeurs de bois ou de litière.

[23] AOC : appellation d'Origine Contrôlée
[24] AOP : Appellation d'Origine protégée
[25] ZNIEFF : Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique
[26] ENS : Espace Naturel Sensible

Des espèces spécifiques du hêtre ont été identifiées sur le site, comme Lactarius subdulcis. Ce lactaire est l'espèce la plus abondante avec le saprotrophe Collybia peronata. De même, des espèces acidoclines, telles que Russula ochroleuca ou Cantharellus friesii, ont été identifiées de manière relativement fréquente sur les zones aux pH les plus acides du site de Montiers (Figure 7). Ces variétés de champignons spécifiques de leur milieu géochimique pourraient être utilisées comme bio-indicateurs radiologiques intégrateurs.

Figure 6 : Champignons communs observés sur le site expérimental forestier de Montiers (en fonction de la chimie des sols)

2.6.2 Inventaire faunistique

Plusieurs inventaires faunistiques sont actuellement conduits tels que le Suivi Temporel des Oiseaux Communs (STOC), selon les protocoles du MNHN, le suivi des chiroptères et le suivi des amphibiens.

Le Suivi Temporel des Oiseaux Communs (STOC) est mené depuis 2008 selon les protocoles STOC-EPS[27] et STOC-Capture. Les 97 espèces d'oiseaux observées et capturées révèlent une bonne richesse ornithologique de la zone OPE dont les évolutions annuelles sont globalement similaires aux tendances nationales. Parmi ces espèces, 31 d'entre elles sont inscrites à la liste des espèces "déterminantes ZNIEFF" établie par la DREAL[28] Lorraine dont la chouette hulotte, le cincle plongeur, le faucon crécerelle et le faisan de Colchide pour les moins fréquentes. Ce volet ornithologique a été complété en 2010 par des suivis spécifiques de la cigogne noire ainsi que des milans royaux et milans noirs.

Les premières campagnes de suivi de l'activité chiroptérologique effectuées en 2009 et 2010 sur 41 points d'écoute ont confirmé la présence de 16 espèces sur le secteur de référence. Cette grande diversité s'explique par la présence d'un très grand nombre de milieux propices à l'installation de cette faune (granges, grotte etc.)

Concernant les grands mammifères, la zone OPE représente un vaste territoire de chasse dont 60 % est couvert par des Associations Communales de Chasse Agrée (ACCA) et 85 % par des plans de chasse. En 2008, un inventaire des grands mammifères (cerf, chevreuil et sanglier) a été mené sur l'ensemble de la zone OPE à partir de données de l'ONCFS[29], des Fédérations Nationales et Départementales de la Chasse. Le cerf n'a pas encore colonisé le secteur de référence, mais il occupe de nombreux massifs forestiers à sa périphérie et laisse présager de son arrivée dans quelques années sur la zone OPE. Les chevreuils sont fortement présents, mais leur population est relativement stable sur la période 1997 - 2007, contrairement aux fortes augmentations constatées au niveau national. Les sangliers sont également présents en grand nombre, avec des taux de prélèvements très variables au cours de la période 1997 - 2007.

Un inventaire entomologique a été mené dans les principaux habitats de la zone d'étude avec une recherche bibliographique qui a permis d'établir une liste de 301 espèces déjà observées. Parmi ces espèces deux d'entre elles sont protégées au niveau international et au niveau national. Il s'agit du papillon Cuivré des marais et de la libellule Agrion de Mercure. 35 autres espèces sont inscrites sur la liste rouge de Champagne-Ardenne et sur la liste des espèces déterminantes de Lorraine. Au cours des campagnes d'inventaire de 2008 et 2009, parmi les 3 274 données recueillies, 251 concernent des espèces remarquables (ie non ordinaires et non protégées au niveau national mais ayant une valeur au niveau régional ou départemental).

[27] STOC-EPS : Suivi Temporel des Oiseaux Communs par Echantillonnage Ponctuel Simple
[28] DREAL : Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement
[29] ONCFS : Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage

Un suivi spécifique apicole a été initié dès 2009 pour étudier non seulement les abeilles mellifères mais également l'apiculture et le miel, élément descriptif intégrateur de l'environnement local. Cette activité, essentiellement de loisir, est pratiquée par 57 apiculteurs qui possèdent 564 ruches. L'étude de 19 échantillons de miel a permis de déterminer l'origine des pollens et a révélé la présence de 34 taxons floristiques dominés par le colza, les arbres fruitiers, les plantes calcicoles et le châtaigner bien que peu fréquent dans le secteur. Dès 2011, un réseau de 4 ruches instrumentées a été mis en place dans plusieurs écosystèmes pour étudier le comportement des abeilles relativement sensible aux changements de l'environnement. Ces ruches serviront également de site de prélèvement de miel et de propolis pour un suivi intégrateur des analyses de micropolluants (HAP[30], PCB[31], 11 pesticides, 9 métaux, 9 radionucléides) et de détermination pollinique.

Pour l'étude de la faune aquatique, 12 pêches électriques ont été pratiquées en 2009/2010 sur 7 cours d'eau de la zone OPE selon le protocole de détermination de l'IPR[32] avec la collaboration des fédérations départementales de la pêche et de l'ONEMA[33]. 17 % des situations de pêches sont classées très mauvaises, 33 % mauvaises, 17 % médiocres et 33 % bonnes. Les 27 espèces de poissons recensées, sont largement présentes dans plus de 50 % des points étudiés et reflètent parfaitement la typologie dominante des cours d'eau de la zone OPE.

Quant aux amphibiens, 12 espèces faisant l'objet de mesures de conservation au niveau européen, national ou régional ont été inventoriées par un protocole de suivi avec trois sites de captures (Saulx, Orge et Ormançon) et un autre sur 10 points d'abondance répartis dans différentes zones humides.

2.6.3 La richesse écologique de la zone OPE

Malgré la prédominance des espaces agricoles, le territoire recèle quelques écosystèmes semi-naturels comme des zones humides, des prairies ou certains massifs forestiers présentant une richesse écologique remarquable. En effet, de nombreuses espèces inféodées à chaque écosystème (prairie, forêt…) sont encore présentes contrairement à la tendance nationale d'augmentation d'espèces ubiquistes par rapport aux espèces spécialisées (ceci est notamment illustré par des résultats du suivi temporel des oiseaux communs en figures 8 et 9).

La zone OPE recèle également une faune et une flore variées et fait état, comme on l'a vu, de quelques espèces protégées.

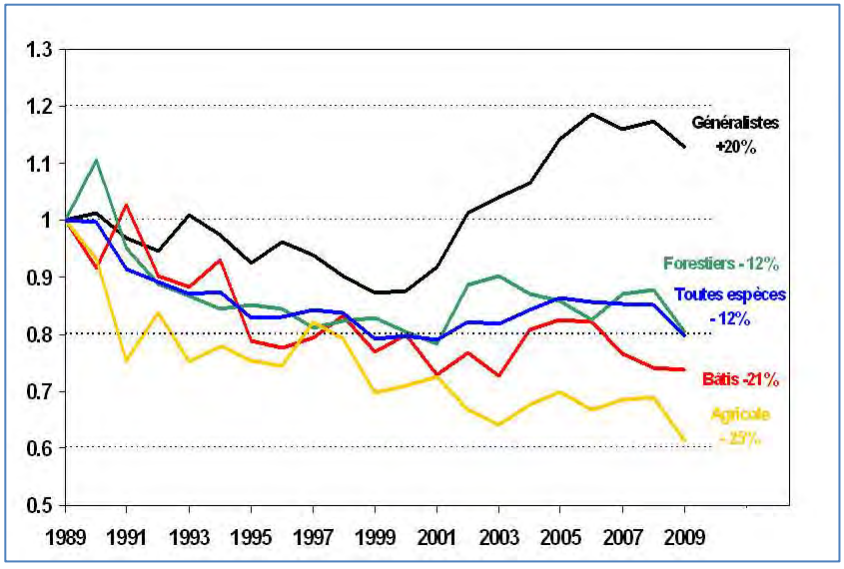


Figure 7 : Evolution des résultats des campagnes STOC au niveau national (Programme Vigie-nature, MNHN)

[30] HAP : Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques
[31] PCB : Polychlorobiphényles
[32] IPR : Indice Poisson des Rivières
[33] ONEMA : Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques

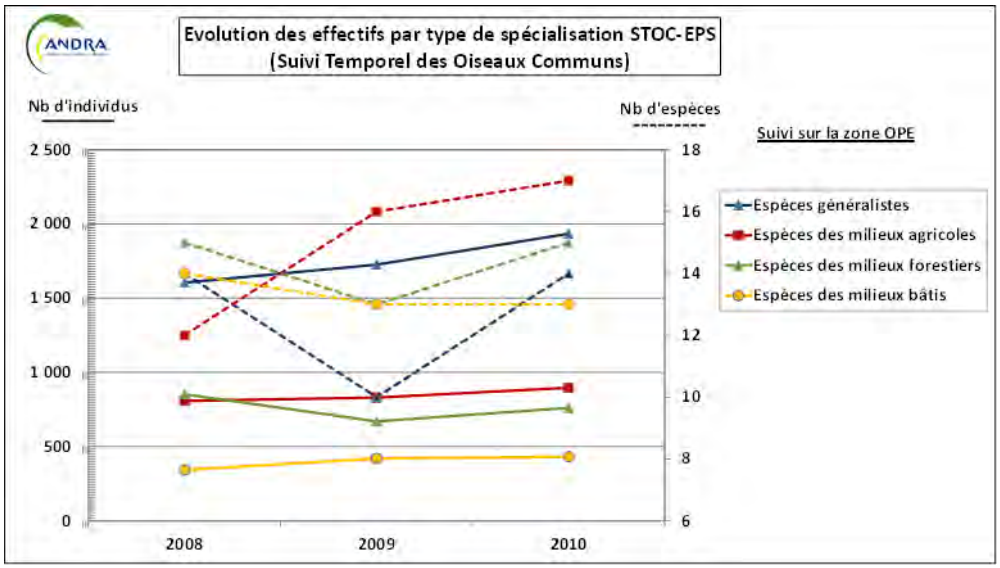


Figure 8 : Evolution des effectifs STOC au Niveau de la zone OPE

2.7 Fond radiologique

En 2008, un premier état de référence radiologique a été réalisé au sein de la zone OPE par le laboratoire Subatech de Nantes, portant sur les sols, les eaux, l'ensemble de la chaîne alimentaire (blé, colza, lait, fromage, œufs, chou) et certains bio-indicateurs (feuilles de hêtre, bryophytes, lichens). La radioactivité naturelle est essentiellement due, pour sa part tellurique, au ^{40}K ainsi qu'aux chaînes naturelles de radioactivité de l'^{238}U et du ^{232}Th. Le seul radioélément d'origine artificielle détecté sur tous les sols et dans tous les horizons est le ^{137}Cs. Sa présence dans l'environnement est liée aux retombées dues à l'accident de Tchernobyl et aux anciens essais aériens d'armes nucléaires, culminants au début des années 60, avant le moratoire de 1963. Les valeurs enregistrées sont du même ordre de grandeur que les valeurs publiées par l'IRSN dans le cadre des synthèses annuelles des résultats des réseaux de surveillance répartis sur le territoire national (http://sws.irsn.fr/sws/mesure/index).

Cet état de référence radiologique est approfondi depuis 2011 avec la mise en œuvre de nouvelles campagnes de mesures à des seuils bas niveaux en partenariat avec l'IRSN.

La stratégie d'échantillonnage (sols, pluies, aérosols, sédiments, matières en suspension, matrice biologiques, verses) a été définie par les équipes techniques de l'IRSN et de l'Andra en 2010. L'année 2011 a été consacrée aux prélèvements, et l'année 2012 sera dédiée aux analyses. Les rapports d'analyse et d'interprétation des résultats seront rédigés courant 2013.

2.8 Micropolluants

Dans le cadre des études liées à la qualité des productions et au suivi de certains bioindicateurs, des analyses des micropolluants organiques (HAP, PCB, 11 pesticides) et métalliques (9 métaux) ont été pratiquées en 2009 et 2010 au cours de différentes campagnes d'échantillonnages (Figure 10). Quelques situations d'anomalies importantes par rapport aux valeurs de référence disponibles (réglementaires et bibliographiques) sont observées, qui concernent non seulement la présence excessive de certains métaux lourds dans des matrices végétales (céréales, légumes, champignons) et animales (gibier) mais également, ponctuellement, des teneurs anormalement élevées de PCB (maïs, œufs et gibiers). Certains de ces éléments sont d'origine naturelle (exemple de quelques métaux) mais pour la majorité d'entre eux, leur présence est d'origine anthropique liée à des activités industrielles historiques ou actuelles (fonderies…) et agricoles (fertilisation et produits phytosanitaires).

Tableau 1 : Teneurs anormalement élevées de certains micropolluants dans différentes matrices biologiques

0.125 Valeurs en italique sur fond vert : inférieures à la limite de quantification analytique

dépassement de valeurs réglementaires et bibliographiques - matrice exactement correspondante
dépassement de valeurs réglementaires et bibliographiques - matrice comparable mais non identique
dépassement de valeur réglementaire - matrice exactement correspondante
dépassement de valeur réglementaire - matrice comparable mais non identique
dépassement de valeur bibliographique - matrice exactement correspondante
dépassement de valeur bibliographique - matrice comparable mais non identique

	METAUX (mg/kg PF)									HAP (µg/kg PF)		PCBi	PCDD/PCDF	PCB-DL	PCDD/F + PCB-DL	PESTICIDES		
Réf. Ext.	Cr	Co	Ni	Cu	Zn	As	Cd	Pb	Hg	Benzo(a) pyrène	SOMME 16 HAP	Somme 7 PCBi	SOMME PCDD/F	SOMME PCB-DL	SOMME PCDD/F + PCB-DL	Lindane	Aldrine	Endrine
N°1 Grain Blé																		
N°5 Grain Blé																		
N°6 Grain Blé																		
N°13 Grain Blé																		
N°36 Grain Orge																		
N° 62 Grain colza																		
N°65 Grain Colza																		
N° 71 Maïs																		
N°72 Maïs																		
N° 157 Poisson- Chevesne																		
N° 162 Choux																		
N° 160 Pommes de Terre																		
N° 166 Carottes																		
N° 172 Haricots																		
N°198 Maïs																		
N° 204 Poisson - Brochet																		
N°210 Grain Blé																		
N°251 Sanglier : Cœur																		
N°252 Sanglier : Foie																		
N°253 Sanglier : Cœur																		
N°254 Sanglier : Foie																		
N°255 Chevreuil : Cœur																		
N°256 Chevreuil : Foie																		
N°257 Chevreuil : Cœur																		
N°258 Chevreuil : Foie																		
N°262 Vairon poisson entier																		
N°276 Œufs																		
N°279 Cèpe de Bordeaux																		
N°283 Cèpe de Bordeaux																		
N°285 Œufs																		
N°286 Herbe																		
N°633 Chevreuil femelle - Foie																		
N°635 Sanglier femelle - Foie																		
N°636 Sanglier femelle - Foie																		

3. Des approches conjointes et complémentaires

Plusieurs moyens d'observation complémentaires ont été mis en place. Ceux-ci sont associés à deux outils supplémentaires, la base de données et la conservation des échantillons qui sont les supports de nombreux programmes de recherche d'ores et déjà en cours.

3.1 Les banques de données de l'OPE

Tout système d'observation cohérent doit être associé à la réalisation et au maintien de banques de données garantissant d'une part la validité des mesures faites et, sur le long terme, leur archivage et la capacité de mise à disposition. C'est ainsi que l'Andra s'est dotée de la base de données «GéoScience-OPE», associée à un Système d'Information Géographique. Dans cette base de données, après l'acquisition et la validation des mesures réalisées, de toutes natures, issues des disciplines scientifiques les plus variées, sera procédé, de manière sécurisée et continue, à l'archivage des données recueillies. Ceci permettra d'alimenter des modèles numériques et servira à la diffusion des données scientifiques recueillies auprès de la communauté scientifique, comme du grand public. Plusieurs sites internet permettent d'ores et déjà l'accès aux données de l'OPE : http://www.eau-seine-normandie.fr, http://www.ades.eaufrance.fr, Base DONESOL, Vigie-Nature, Météo-France, AIRLOR…

3.2 La conservation dans une Ecothèque associée à l'OPE

À l'observation et aux banques de données qui y sont associées, il est apparu indispensable d'associer la création d'une banque d'échantillons (eau, sol, matrices biologiques, etc.) permettant de comparer l'actuel au passé, de procéder à de précieuses analyses rétrospectives de l'Environnement (on pensera au rôle essentiel de l'archivage naturel des carottes de glace). Cette première Écothèque française, conçue

avec les exigences des meilleures réalisations internationales, est en cours de construction par l'Andra. Elle sera opérationnelle mi-2013 et pourra être ouverte à la recherche publique. Au même titre que l'OPE, sa pérennité d'ordre centennale est assurée par son association au projet Cigéo.

3.3 Les programmes de recherche associés à l'OPE

Autour des activités de l'OPE s'articulent quatre axes de recherche thématiques d'étude sur le long terme, validés par le Conseil scientifique de l'OPE. Ils donnent lieu à différents types d'études, tels que des programmes de recherche, des thèses et des stages, réalisés en partenariat avec différents organismes et établissements de recherche. Ces programmes sont financés soit par l'Andra soit dans le cadre d'appels à projets du SOERE OPE.

Ces quatre thématiques sont :

- Optimisation des moyens de surveillance (recherche de bio-indicateurs, durcissement/durabilité des capteurs, mesures bas niveaux),
- Origines et transfert des éléments (biogéochimie, modélisation des transferts dans la biosphère),
- Biodiversité et services écosystémiques,
- Dynamiques du territoire.

Une dizaine de programmes sont d'ores et déjà lancés, sous forme de thèses, post-doc études ou stages en partenariats avec les grands organismes et établissements de recherche français, et sont parfois pluridisciplinaires à la frontière de plusieurs thématiques.

4. Premier bilan synthétique et perspectives

Les premières données recueillies sur la zone OPE reflètent un territoire rural dans un contexte géologique calcaire qui détermine, en grande partie, la chimie des eaux, des sols et la biodiversité associées. La qualité des sols et le contexte climatique et géographique expliquent en partie la fragilité du contexte socio-économique et les pratiques de gestion intensives.

Afin de mieux appréhender la dynamique des composantes environnementales, d'évaluer le rôle des différentes échelles spatio-temporelles, de révéler les sensibilités des différents milieux dans le but de définir de façon pertinente et de prioriser les stratégies d'observation et d'échantillonnage, l'Andra a décidé de mettre en place des dispositifs et programmes de recherche associés à l'activité d'observation. Ils seront exploités pour modéliser, anticiper et différencier les impacts et pour développer de nouveaux outils de surveillance ciblant des capteurs et indicateurs encore plus pertinents pour l'évaluation de la qualité de l'environnement. La démarche scientifique mise en place est menée en partenariat avec les acteurs de la recherche scientifique français et internationaux.

L'ambition de l'OPE est d'être un modèle pour l'observation intégrée et pluridisplinaire des différents compartiments de l'environnement et se veut être un nœud de réseaux nationaux et internationaux et un site de recherche et d'enseignement exemplaire.

La stratégie (paramètres, fréquence, localisation) pourra donc évoluer en fonction des résultats de recherche menés tout au long de l'exploitation de l'OPE. D'autres inventaires sont à réaliser d'ici deux ans pour répondre aux besoins d'établissement de l'état initial de l'environnement pour le dossier de Demande d'Autorisation et de Création de Cigéo.

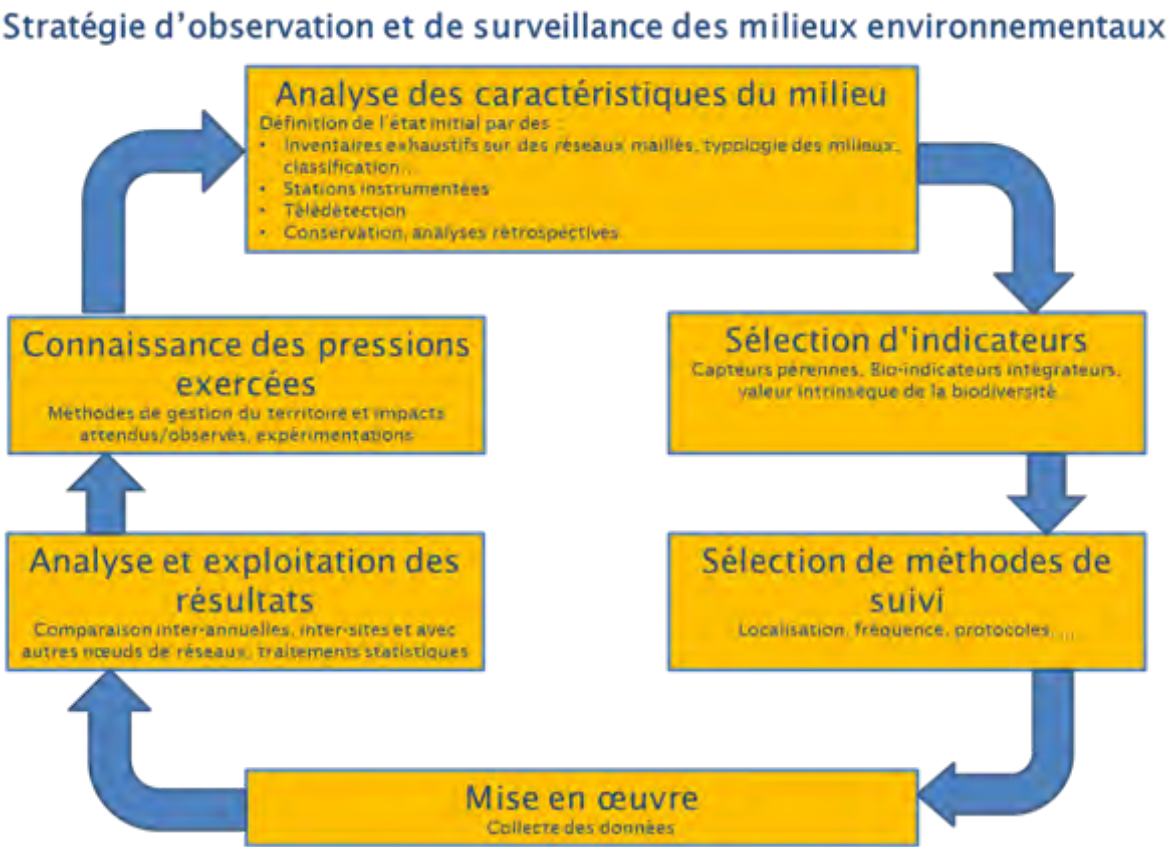


Figure 9 : Stratégie d'observation et de surveillance des milieux environnementaux

2. Introduction

Comme toute activité industrielle, l'implantation d'un centre de stockage est susceptible d'avoir un impact sur l'environnement. Dès 2007, l'Andra a mis en place un dispositif capable de décrire précisément l'environnement actuel du site de Meuse/Haute-Marne avant même le début des travaux du centre de stockage prévu en 2017. Cet Observatoire Pérenne de l'Environnement (OPE) préfigure le suivi qui sera réalisé lors de l'exploitation du stockage pendant une durée d'environ un siècle. En ce sens, il constitue un outil unique d'acquisition de données environnementales.

Parmi les missions assignées à l'OPE, on notera :

- Rassembler et intégrer dans des bilans et cartographies les connaissances relatives à l'état initial de l'environnement (physique, chimique, biologique et radiologique) intégrant tous les milieux et tous les compartiments intégrateurs : air, eau, sol et les organismes vivants qu'ils abritent, faune, flore et homme.

- Profiter du dispositif de surveillance et expérimental pour suivre la qualité de l'environnement et étudier la dynamique des éléments et les flux énergétiques dans l'environnement sur une période a minima centennale accompagnant une gestion réversible maîtrisée du stockage.

- Etudier les processus d'interaction entre ces milieux en intégrant les processus biologiques.

- Tester et/ou développer des modèles d'évolution à plus ou moins long terme au regard de différents forçages anthropiques (industriel de l'échelle locale à globale, agricole…).

Au-delà du suivi réglementaire, l'OPE s'attache ainsi à étudier les écosystèmes dans la zone où sera implanté le futur centre de stockage.

Dans un premier temps, les travaux d'analyses, d'inventaires, de cartographies… rendront possible l'établissement d'un état initial de l'environnement sur une durée de dix ans, en prenant en compte les variations naturelles inter-annuelles. Cet état initial portera notamment sur les richesses naturelles et les espaces agricoles, forestiers, ou de loisirs, ainsi que sur les biens matériels et le patrimoine culturel susceptibles d'être impactés par le projet ; il comportera aussi un état radiologique de l'environnement. Aujourd'hui, les études des espèces faunistiques et floristiques sont périodiquement reconduites. Pour les activités humaines, un observatoire des pratiques agricoles et forestières de la zone d'étude se met en place associant l'Andra aux chambres d'agriculture et l'ONF.

Cet Observatoire permettra également d'étudier les interactions entre les différents compartiments environnementaux (faune, flore, eaux, air, sols…) et de suivre et comprendre leur évolution dans le temps.

Il déterminera aussi des indicateurs pertinents de contrôle de la qualité de l'environnement.

Le système d'observation mis en place dans le cadre de l'Observatoire doit permettre d'appréhender les différentes échelles depuis le territoire jusqu'à la parcelle et se fonde sur :

- des réseaux multifactoriels d'observations et d'inventaires installés pour au moins cent ans couvrant la flore, la faune et la qualité physico-chimique et biologique des sols et de l'eau (environ 85 000 données/an).
- des stations de mesure des flux de matières et d'énergie entre le sol, l'eau, l'air et la biosphère dans les écosystèmes forestiers et agro-systèmes (prairie et culture). En forêt, le site expérimental de Montiers-sur-Saulx (55) a été localisé et défini, conjointement par l'Andra et l'INRA-Centre de Nancy. Ce site fait également partie du SOERE F-ORE-T, qui vise à étudier le fonctionnement des écosystèmes forestiers soumis à des modifications naturelles ou anthropiques. Le site expérimental de Montiers s'étend sur 143 hectares où sont installés plusieurs stations de mesures biogéochimiques et une tour à flux de 45 m de hauteur. Il offre l'opportunité d'observer l'environnement selon une approche d'écologie fonctionnelle intégrée. Il s'agit d'étudier les interactions entre différents compartiments de l'environnement tout en combinant sur un même site différentes disciplines (la biogéochimie, l'écophysiologie, la microbiologie, la foresterie.).
- des stations de suivi du milieu aquatique. Pour le suivi de la qualité des eaux qui reposait sur des prélèvements ponctuels, des stations de mesure en continu ont été installées sur les deux principaux cours d'eau l'Orge et La Saulx du secteur de référence avec l'appui de l'Agence de

l'Eau Seine-Normandie et du Laboratoire National de Métrologie et d'Essais. Ce réseau permettra d'engager un vaste programme d'étude de la variabilité spatiotemporelle de la qualité des eaux en tête de bassin versant sur une zone hydrographique complexe par son contexte karstique et pour laquelle le suivi ponctuel est souvent insuffisant.

- une station atmosphérique dédiée au suivi climatique, au suivi de la qualité de l'air et aux prélèvements d'échantillons d'air et de particules. Cette station atmosphérique installée sur les hauteurs de la commune de Houdelaincourt (55) permet de mesurer, en continu, et à très long terme, la qualité de l'air et les gaz à effet de serre. Cette station est équipée d'un pylône de 120 mètres, doté de capteurs météorologiques et de préleveurs d'air reliés à des analyseurs au sol. Cette station s'inscrit dans l'infrastructure européenne ICOS (Integrated Carbon Observation System), dont l'objectif est de développer l'observation de l'atmosphère et des gaz à effet de serre sur l'ensemble de l'Europe.
- des images, données et mesures provenant de la télédétection satellitaire et aéroportée (images SPOT, ortho-photo, données Lidar, radar, …). Le traitement de ces images et de ces données permet de réaliser régulièrement un suivi de l'évolution de l'occupation des sols sur de vastes zones comme celle de l'OPE. Il sera ainsi possible de mesurer et de localiser les changements observés nécessaires à l'étude des écosystèmes.
- des placettes expérimentales pour l'étude de la réponse des écosystèmes à différents forçages (parcelles expérimentales dédiées à la manipulation des écosystèmes : influence de l'exportation des rémanents sur la fertilité des sols, effet du changement climatique).
- des observatoires territorialisés des pratiques agricoles et sylvicoles, du paysage et du contexte socio-économique.

Pour compléter cette surveillance de l'environnement, une écothèque sera prochainement construite sur le Centre Meuse/Haute-Marne afin d'assurer la conservation à long terme des échantillons (eau, air, sol, flore et faune) prélevés dans le cadre de l'Observatoire Pérenne de l'Environnement. Elle garantira la traçabilité des mesures environnementales pour une durée au moins équivalente à celle de l'exploitation du centre de stockage. Cette écothèque sera une installation de haute technologie, unique en France, de conservation et de partage d'informations qui pourra être ouverte à d'autres organismes de recherche. En attendant son ouverture prévue en 2013, les échantillons déjà prélevés sont conservés sur le site du Laboratoire Souterrain du Centre Meuse/Haute-Marne.

Pour toutes ces études, l'Andra travaille en collaboration avec des bureaux d'études, des associations environnementales et en partenariat avec de nombreux laboratoires de recherche, les directions régionales et départementales de l'Agriculture et de l'Environnement, les organismes consulaires et les offices nationaux (forêt, eau et milieux aquatiques).

Ce document présente les dispositifs d'étude et les principaux acquis depuis leur mise en place en 2007. La majorité des données présentées dans ce rapport consiste en des observations et des analyses permettant de caractériser la qualité des milieux afin d'établir l'état de référence environnemental des principaux écosystèmes pour les milieux physiques et biologiques.

Sauf quelques exceptions, ne sont pas développés les résultats des études et programmes scientifiques menés sur plusieurs années (thèses, programmes inter-organismes, etc.) au regard de leur lancement plus récent. Par exemple, les stations de mesures dernièrement installées feront l'objet de rapports spécifiques avec une interprétation des premiers résultats d'analyses tout comme les programmes de recherches associés à de vastes campagnes de mesure (état de référence de la qualité des sols, état de référence du fond radiologique, modélisation de la biomasse forestière….).

3. Contexte global

3.1 Contexte Andra et le projet Cigéo

L'Andra est entre autres responsable de mener des recherches sur le stockage réversible en couche géologique profonde en vue de choisir un site et de concevoir un centre de stockage. En 2005, l'Andra a remis au Gouvernement un dossier qui a conclu à la faisabilité de principe d'un stockage géologique de déchets de haute et moyenne activité et à vie longue HA-MAVL. En application de la loi de programme du 28 juin 2006 (loi n° 2006-739), l'Andra mène actuellement une nouvelle phase d'études dans le cadre du ce projet HA-MAVL afin de préparer et de remettre un dossier de Demande d'Autorisation de Création du stockage. Au sein de la zone de transposition de 240 km² identifiée dans le dossier 2005, une zone d'une surface restreinte de 30 km² ZIRA[34] a été définie en 2009 pour poursuivre l'étude d'implantation des installations souterraines du centre de stockage réversible profond (*Figure 3-1*). Les études sur la formation géologique retenue (la couche sédimentaire du Callovo-Oxfordien) s'appuient plus particulièrement sur les travaux réalisés dans le Laboratoire de recherche souterrain situé sur le Centre Meuse/Haute-Marne (CMHM), dans l'Est de la France sur la commune de Bure (55).

En fonction des autorisations**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**, la construction du stockage pourrait démarrer en 2017 par les ouvrages de liaison surface-fond (descenderie et/ou puits). A partir de 2025, le stockage sera ensuite progressivement mis en exploitation, sur une période au cours de laquelle la réversibilité du processus industriel devra être assurée sur une durée à minima séculaire. Un état de référence de la zone d'implantation ainsi qu'une étude d'impact de ce projet doivent être réalisés. Le présent document dresse les observations et analyses permettant de caractériser la qualité des milieux.

3.2 Plan de surveillance de l'environnement du Laboratoire Souterrain de Meuse/Haute-Marne

Accompagnant le dossier de demande d'autorisation d'installation et d'exploitation (DAIE) du Laboratoire Souterrain, une étude d'impact a été réalisée en 1996, contenant en particulier une analyse de l'état initial du site et de son environnement. Un plan annuel de suivi de l'environnement de surface a également été mis en place dès 1999. Dès lors, un plan de suivi de l'environnement a été établi, concernant l'air, les eaux superficielles et souterraines, la radiologie, les niveaux sonores et la faune.

Surveillance de l'air

L'Andra utilise régulièrement une station mobile de contrôle de la qualité de l'air au niveau du lieu-dit Ferme du Cité pour mettre en évidence de potentielles conséquences de l'activité du CMHM sur la qualité de l'air. Les paramètres mesurés sont la concentration en principaux polluants (oxyde d'azote, dioxyde de soufre, monoxyde de carbone et ozone) et les poussières.

Le site du CMHM s'est également doté d'une station météorologique fixe qui permet de mesurer l'évolution des paramètres météorologiques (température, précipitation…) au cours du temps.

Suivi des eaux superficielles et des piézomètres

Le plan actuel de suivi des eaux appliqué à l'environnement proche du CMHM concerne un suivi qualitatif des eaux à partir d'analyses physico-chimiques, bactériologiques et hydrobiologiques ; un suivi quantitatif à partir de mesures de débits et de relevés piézométriques et enfin, un suivi radiologique. Des stations de mesures débimétriques et piézométriques sont situées sur les principaux cours d'eau (Orge, Ornain, Saulx) dans un rayon de 10 km autour du CMHM. Onze de ces stations sont régulièrement analysées pour le bilan de suivi de l'environnement. Les mesures sont réalisées tous les trois mois environ et témoignent d'un bilan qualitatif satisfaisant concernant les eaux des environs du site Meuse/Haute-Marne et d'un bilan quantitatif variable dû à la nature karstique du sous-sol.

[34] ZIRA : Zone d'Intérêt pour la Recherche Approfondie

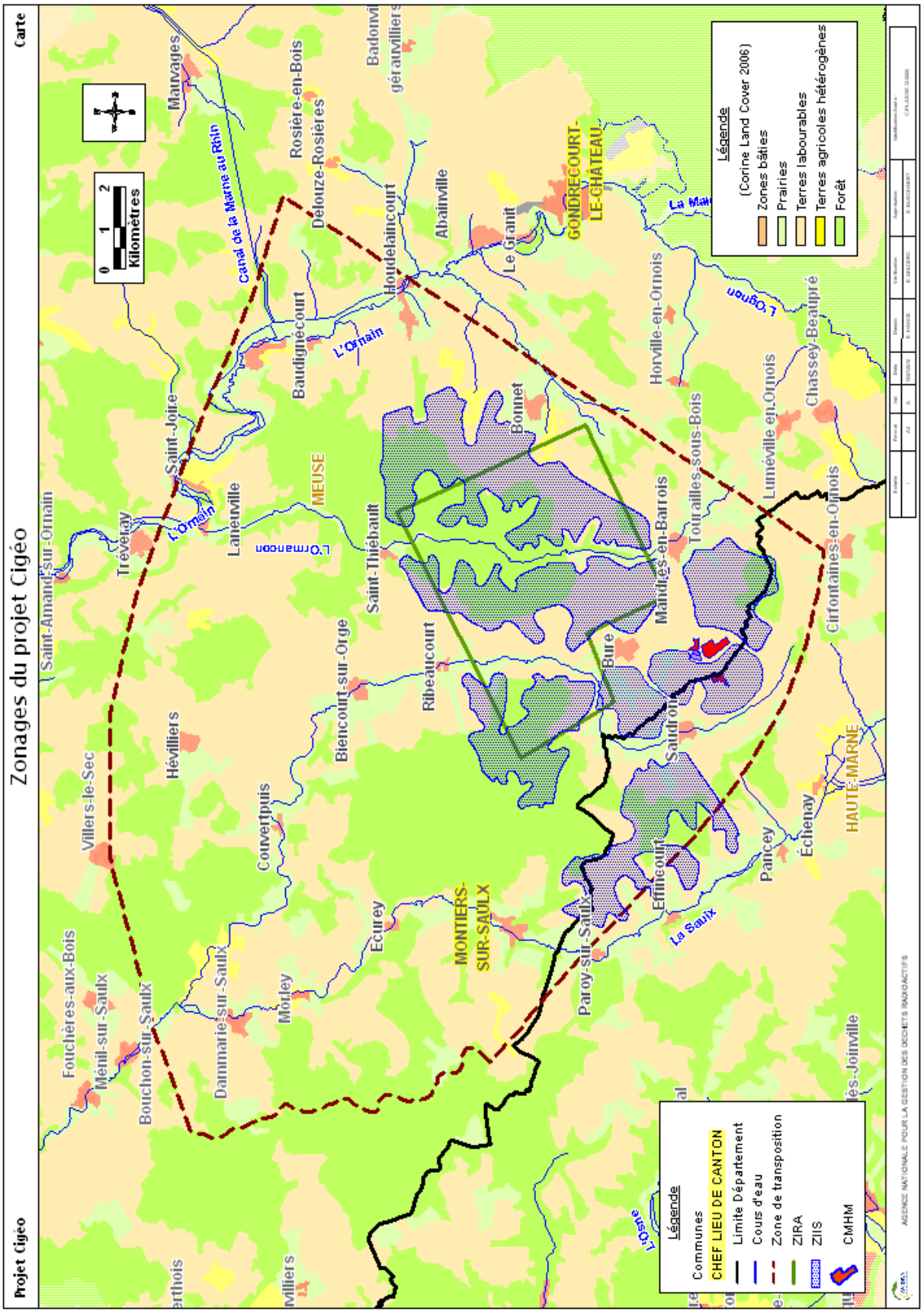


Figure 3-1 *Carte des zonages du projet Cigéo*[35]

[35] Cigéo : Centre Industriel de Stockage Géologique

Suivi de la faune

Le suivi concerne les oiseaux, les grands mammifères et les chiroptères, groupes d'animaux sensibles dont le comportement pourrait être modifié par l'activité de construction et d'exploitation du Laboratoire Souterrain de Meuse/Haute-Marne. Ces suivis ont permis de mettre en évidence une grande richesse faunistique sur la zone étudiée. En effet, de nombreuses espèces, liées aux milieux forestier, prairial et agricole, sont présentes, certaines étant remarquables. On retiendra, en particulier, la présence de l'Œdicnème Criard, espèce d'oiseau rare en Lorraine et découvert par l'Andra lors des premières observations de terrain, ainsi que la présence de populations de Chats Forestiers.

Suivi radiologique

Le Centre Meuse/Haute-Marne ne reçoit aucun déchet radioactif. En effet, l'arrêté ICPE n'autorise que l'entrée de sources radioactives scellées et non scellées dans le cadre d'une utilisation expérimentale. A la demande du Comité Local d'Information et de Suivi du Laboratoire Souterrain de Meuse/Haute-Marne un suivi radiologique annuel est réalisé sur les eaux de surface et souterraines et sur des bioindicateurs depuis 2002. L'objectif de ce suivi est de s'assurer que les niveaux mesurés restent semblables à ceux de l'état radiologique de référence.

3.3 L'Observatoire Pérenne de l'Environnement (OPE)

L'implantation éventuelle d'un stockage implique, outre la construction d'infrastructures souterraines de stockage, la réalisation et l'exploitation d'installations de surface et la présence sur le site d'une activité régulière susceptible d'impacter l'environnement, comme toute activité industrielle, sous forme de diverses nuisances (qualité de l'air, des eaux, perturbations des populations…).

3.3.1 Objectifs

Conformément au code de l'environnement (articles R 122-3 et R 122-20), et au décret accompagnant l'installation d'une Installation Nucléaire de Base (décret n° 2007-1557), un état initial du site avant construction ainsi qu'une analyse des effets doivent être réalisés et inclus dans l'étude d'impact associée au projet. L'étude d'impact doit traiter notamment des éventuels effets du projet sur la santé humaine, la diversité biologique, la faune, la flore, les sols, les eaux, l'air, le bruit, le climat, le patrimoine culturel architectural et archéologique et les paysages.

L'intérêt de l'Andra à créer une structure d'observation de l'environnement de surface est tout d'abord de réaliser un état de référence complet de la zone d'étude concernée d'ici 2015 en prévision de l'installation d'un stockage profond de déchets radioactifs. D'autre part, cette infrastructure permet d'établir un dispositif d'étude et de surveillance in situ de l'environnement à long terme (d'ordre séculaire).

L'Andra a souhaité créer une structure d'observation permettant de :

- rassembler les connaissances relatives aux propriétés des milieux physiques et biologiques (atmosphère, géosphère, hydrosphère, biosphère et interface géosphère-biosphère) ;
- rassembler les connaissances sur l'évolution de l'environnement à l'échelle humaine (durée d'ordre séculaire) ;
- profiter du dispositif de surveillance et expérimental pour suivre la qualité de l'environnement et la dynamique des éléments dans l'environnement au niveau de la zone d'étude ;
- développer des programmes de recherche avec plusieurs partenaires du domaine scientifique.

Un des points remarquables de l'OPE est l'observation multi-milieux et multidisciplinaire sur une longue durée d'ordre séculaire permettant l'interprétation, la compréhension des observations et la garantie d'une surveillance globale débutant bien avant la construction des installations de stockage et se poursuivant au-delà de la phase d'exploitation, soit une durée a minima séculaire.

Au-delà de l'aspect réglementaire, l'OPE développe des activités scientifiques en collaboration/partenariat avec les acteurs de la recherche français et internationaux dont les travaux ont conduit sa reconnaissance comme SOERE[36] par l'Alliance nationale de recherche pour l'environnement. Ces activités doivent permettre de soutenir et de développer les tâches fondamentales de l'OPE. Elles doivent notamment contribuer à l'amélioration de la compréhension des processus qui gouvernent le fonctionnement du système « environnement » de la zone, des milieux qui le composent ainsi que leurs

[36] SOERE : Systèmes d'Observation et d'Expérimentation au long terme pour la Recherche en Environnement

interactions. Il est en effet essentiel de mieux appréhender la dynamique des différentes composantes environnementales afin d'évaluer le rôle des différentes échelles spatio-temporelles et donc définir de façon pertinente des stratégies d'observation (échantillonnage), mais aussi de révéler les sensibilités des différents milieux ainsi que leurs éléments clefs pour établir des priorités au sein du système d'observation.

3.3.2 Stratégie et logique des études menées

Depuis 2007, plusieurs études ont été menées pour établir l'état de référence de la zone d'observation (OPE - 900 km² environ). La plupart des réseaux d'inventaires et de surveillance de l'environnement ont été définis et adaptés au nouveau secteur de référence OPE établi fin 2009. Ces études peuvent être regroupées en six domaines : eau, sol, air, faune, flore et homme (*Figure 3-1*) :

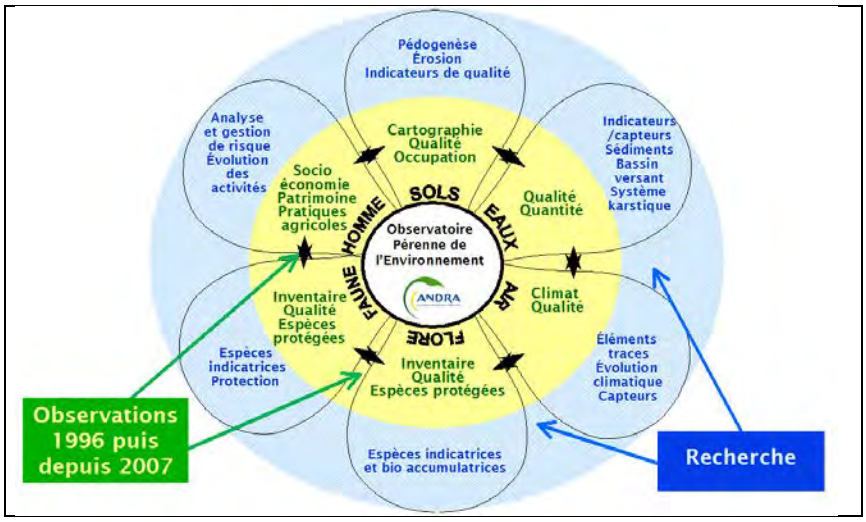


Figure 3-2 Les domaines étudiés sur l'OPE

Pour toutes ces études, l'Andra privilégie l'intégration dans des réseaux nationaux pour faire appliquer des protocoles d'observations déjà établis et validés afin de s'assurer de l'interprétation comparatives des données collectées dans d'autres régions.

Actuellement, l'Observatoire Pérenne de l'Environnement est impliqué dans plusieurs réseaux nationaux :

Sol : RMQS (Réseau de Mesure de la Qualité des Sols)

Protocoles MNHN (Muséum National d'histoire Naturelle)

1. Oiseaux communs : programme STOC (Suivi Temporel d'Oiseaux Communs)
2. Suivi des Plantes à Fleur (SPAF)
3. Suivi amphibiens
4. Suivi chiroptères

Ce bilan pluriannuel 2009/2010 de l'Observatoire Pérenne de l'Environnement est décliné en six parties qui dressent un état des connaissances de la qualité des milieux. Pour certaines d'entre elles programmées sur plusieurs années, il pourra s'agir d'un bilan intermédiaire.

Les six parties de ce rapport reprennent les principaux domaines étudiés :

- le climat et la qualité de l'air,
- les sols,
- la qualité des eaux superficielles,
- la qualité des eaux souterraines des calcaires du Barrois,
- la biodiversité,
- le milieu et les activités humaines.

Le volet « Eaux » distingue deux parties dont une première consacrée aux « eaux superficielles » et une seconde aux « eaux souterraines des calcaires du Barrois » pour lesquelles existent des processus d'échanges dynamiques relativement importants en milieu karstique entre les eaux de surface et ces eaux souterraines.

On notera également que les volets « Flore » et « Faune » sont regroupés sous une même thématique « Biodiversité ». Cela permet entre autres d'identifier les zones à forts enjeux environnementaux de par leur biodiversité et leur vulnérabilité à partir des différents inventaires pratiqués sur toute la zone OPE. Un lien entre ces inventaires, leurs habitats et certains bioindicateurs permettent d'établir efficacement l'évolution spatio-temporelle de la qualité de l'environnement.

3.3.3 Contexte géographique et zone d'étude

La zone d'observation de l'environnement de surface (pédosphère, hydrosphère, biosphère et atmosphère) couvre un territoire de 900 km² qui a été défini à partir de la zone de transposition (région retenue à l'issue du dossier 2005 pour l'implantation des installations souterraines) et d'une zone tampon de 5 km (implantation des installations de surface (*Figure 3-3*).

Depuis 2010, au sein de cette zone un secteur de référence restreint d'environ 240 km² a été défini autour des 30 km² de la Zone d'Intérêt de Reconnaissance Approfondie (ZIRA) où se poursuivent les études pour l'implantation des installations souterraines du centre de stockage. L'Observatoire y mène des études plus détaillées.

La zone de couverture de l'Observatoire Pérenne de l'Environnement regroupe 82 communes dont les 24 communes sur le secteur de référence qui sont essentiellement sur le département de la Meuse. Les communes du secteur de référence OPE sont rattachées administrativement à trois Cantons : Montiers-sur-Saulx, Gondrecourt-le-Château et Poissons. Les 58 autres communes de la zone OPE sont réparties sur les cantons haut-marnais de Joinville, Chevillon et les cantons meusiens de Ligny-en-Barrois, Void-Vacon, Ancerville et Vaucouleurs.

Toutes ces communes s'inscrivent dans des espaces de faible peuplement avec des densités de population inférieures à 22 hab. /km² (14 hab./km² pour le secteur de référence) largement en deçà de la moyenne nationale de 108 hab./km².

Le site est implanté en bordure orientale du Bassin Parisien, dans une région caractérisée par une vaste zone de plateaux calcaires, dont l'altitude varie de 300 à 400 mètres et par un climat de type continental tempéré à tendance océanique. Le secteur de Meuse/Haute-Marne couvre le plateau de Bure, qui correspond au revers de la côte des calcaires du Barrois, au niveau du synclinal de Savonnières, avec des auréoles formées par les cuestas des calcaires de l'Oxfordien et du Dogger. La structuration locale du substratum permet le développement de cet ensemble vers l'Est (*Figure 3-4*).

Trois formations géologiques affleurent dans les environs proches : au Sud-Est, les assises calcaires et marneuses du Kimméridgien, au Nord et à l'Ouest, les calcaires du Barrois et à l'extrémité Nord-Ouest, des dépôts argileux puis sableux du Crétacé. On distingue trois grandes entités : le plateau du Barrois dévolu aux grandes cultures, les coteaux et replats du Kimméridgien au relief plus accentué et les vallées, plus ou moins larges, souvent occupées par des prairies. Malgré la prédominance des espaces agricoles, le territoire recèle quelques écosystèmes semi-naturels comme des zones humides, des formations prairiales ou certains espaces forestiers. Il recèle également une faune et une flore variée et fait état de quelques espèces protégées et remarquables.

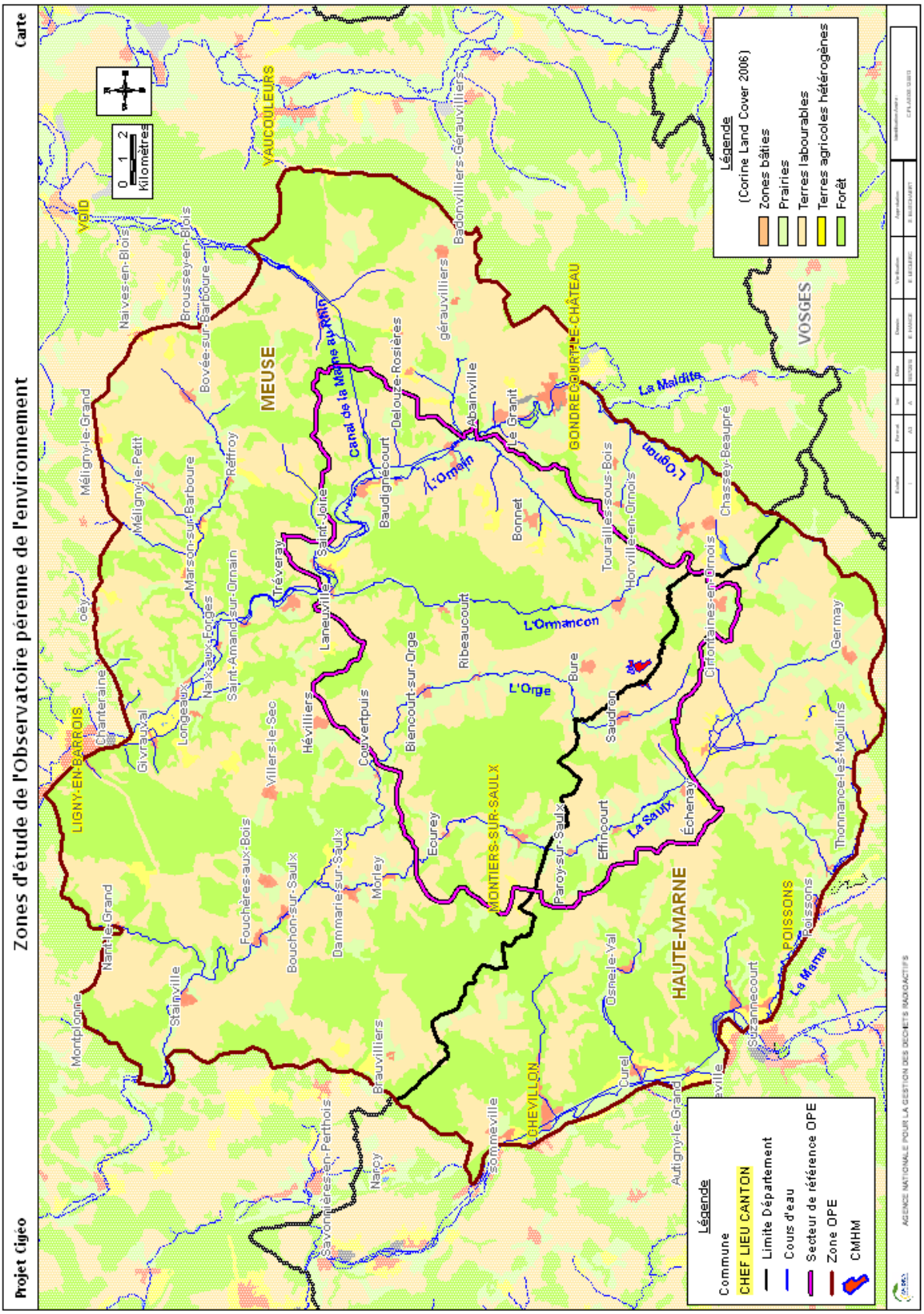


Figure 3-3 *Carte du zonage OPE et de son contexte géographique*

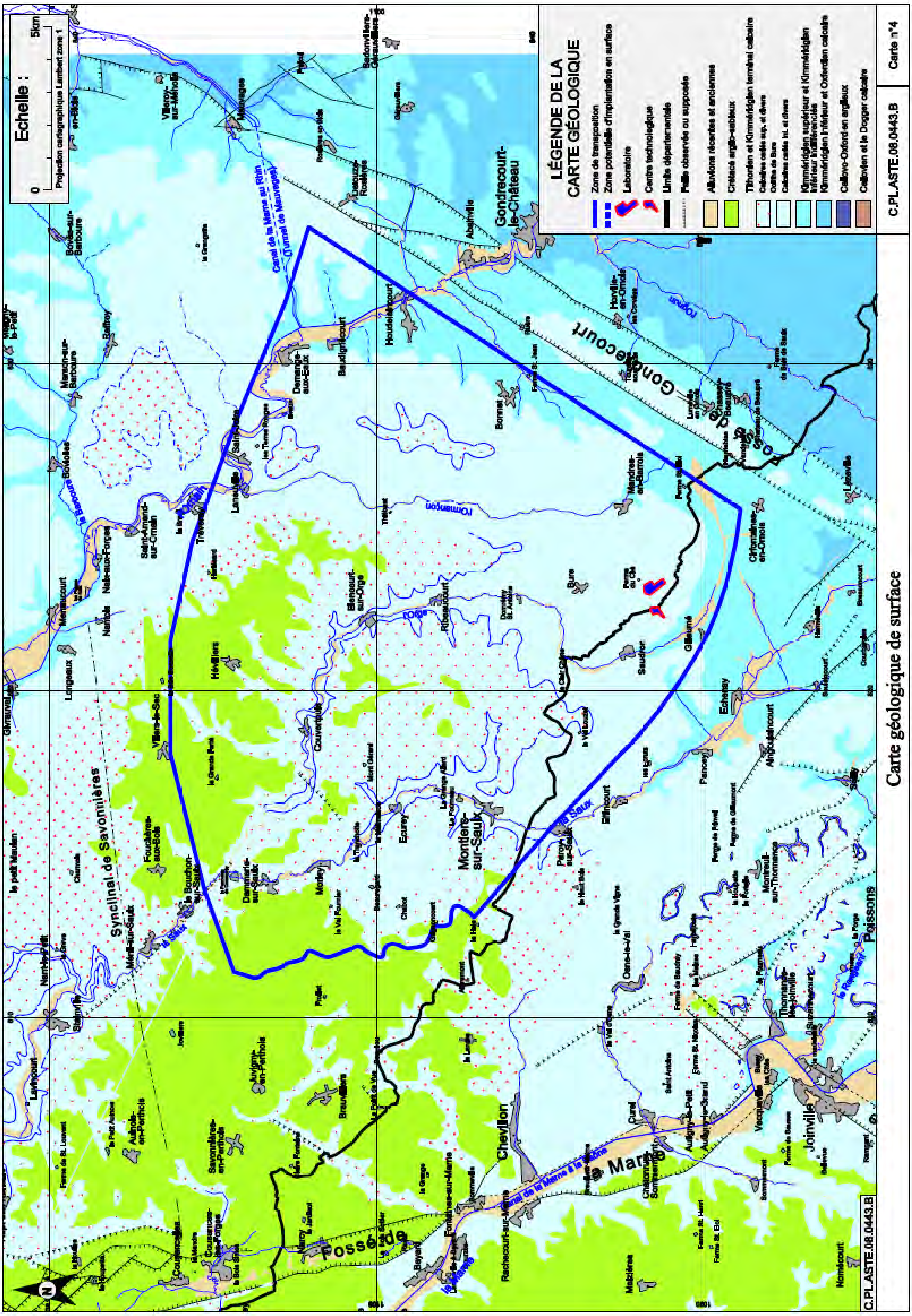


Figure 3-4 *Carte géologique et hydrographique de la zone d'étude*

Sur le secteur d'étude, la structure en « cuesta » propre à la bordure du bassin de Paris impose un réseau hydrographique dissymétrique, les eaux superficielles ayant tendance à rejoindre le pied des côtes. Le réseau hydrographique se compose principalement de la Marne et de ses affluents. La Meuse ne fait que traverser le côté Nord-Est du secteur. Il peut paraître moyennement dense et de petite dimension à première vue, il est néanmoins très présent car très visible sur le terrain. Le plateau du Barrois est drainé essentiellement par la Saulx et ses tributaires affluents de la Marne, suivant une direction générale Sud-Nord-Ouest. Parmi les cours d'eau secondaires on peut citer d'Ouest en Est : l'Orge, l'Ormançon, la Barboure ; au Sud, le Rongeant et au Sud-Ouest l'Ognon qui forme l'Ornain à sa confluence avec la Maldite au Sud de Gondrecourt-le-Château (*Figure 3-4*).

Les vallées sont étroites, encaissées et forment des méandres dont la géométrie varie avec la topographie. Lorsque les fonds de vallées entaillent la partie supérieure des Calcaires du Barrois, les karsts des calcaires du Barrois donnent des sources, aux débits fortement influencés par les précipitations, mais pouvant atteindre plusieurs m^3/min. Ils sont aussi la cause de pertes sur le cours de certaines rivières (l'Orge en aval de Saudron et de Couvertpuis, la Saulx au Nord du secteur). Dans la partie inférieure, où les karsts sont absents, les débits des rares sources sont très faibles (quelques dizaines de l/min au maximum) et intermittents. Ces cours d'eau sont essentiellement alimentés par une pluviométrie importante (supérieure à 1000 mm/an), d'où une lame ruisselée moyenne annuelle d'environ 500 mm. Les vallées sont inondées de manière saisonnière, durant les mois les plus arrosés.

Le reste du secteur comprend au Nord, le bassin supérieur de l'Ornain, qui collecte deux affluents drainant le revers de la côte de Meuse et, à l'Ouest, la vallée de la Marne, aux reliefs très accentués, qui collecte de nombreux affluents de part et d'autre. La plupart des cours d'eau ont des vallées relativement encaissées. Ils sont alimentés par une pluviométrie moins intense (environ 850 mm).

La zone d'étude est occupée majoritairement par de vastes espaces agricoles exploités de manière semi-intensive pour des cultures ou des prairies, qui alternent avec des massifs boisés de superficies variables et sont entaillés de vallées encaissées. Les fonds de vallées irrigués par de petits ruisseaux sont principalement constitués de prairies humides ponctuées de haies et arbres épars. Les zones d'eau stagnante correspondent à de petits étangs. Les surfaces agricoles couvrent près de 60 % du territoire et les zones boisées plus de 35 % (*Tableau 3-1*).

Tableau 3-1 *Distribution des surfaces en fonction de la couverture des sols Corine Land Cover 2006*

Légende	**Zone OPE (900 km²)**		**Secteur de référence (240 km²)**	
	Surface (km²)	(%)	Surface (km²)	(%)
Tissu urbain discontinu	10	1	2,4	1
Zones industrielles ou commerciales	1	0,1	0	0
Terres arables hors périmètres d'irrigation	421	47	122	51
Prairies	110	12	35,6	15
Systèmes culturaux et parcellaires complexes	7	1	0,9	0,4
Surfaces essentiellement agricoles interrompue	13	1	2,3	1
Forêts de feuillus	302	34	70,4	29
Forêts de conifères	4	0,1	1	0,4
Forêts mélanges	9	1	1,7	0,7
Forêts et végétation arbustive en mutation	22	2	3,3	1,4

Sur les plateaux et les versants, les espaces agricoles remplacent progressivement, depuis les derniers millénaires, la forêt tempérée mixte (feuillus et conifères) qui, bien qu'existant encore sur de grandes surfaces (forêt de Montiers-sur-Saulx notamment), se présente le plus souvent sous forme de petits massifs boisés (*Figure 3-5*). Cette diversité des milieux biologiques favorise la multiplicité des écosystèmes

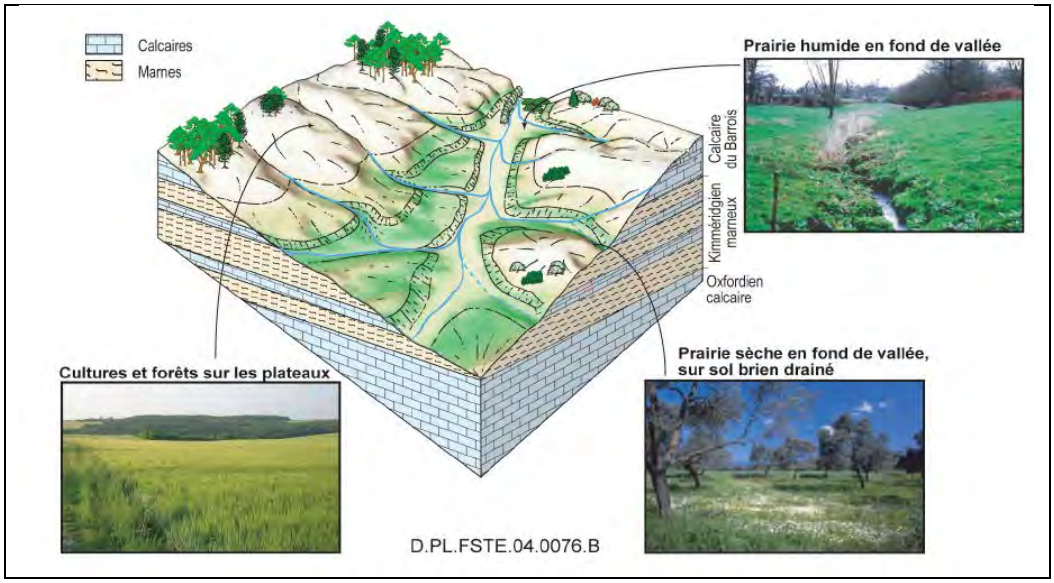


Figure 3-5 *Répartition des grands ensembles naturels sur le site de Meuse/Haute-Marne à l'état actuel*

4. Climat et qualité de l'air

Dans le cadre de la mise en place d'un Observatoire de Surveillance de l'Environnement, les données climatiques sont essentielles à la compréhension de l'évolution des écosystèmes. Pour établir la climatologie à l'échelle de la zone de l'Observatoire Pérenne de l'Environnement, une étude des données météo disponibles sur la zone OPE a été menée et actualisée pour ce nouveau bilan.

4.1 Climatologie régionale

Dans cette partie de l'Est de la France, le climat est de type continental. En Lorraine, les temps « continentaux » les plus caractéristiques (secs, froids et clairs en hiver, orageux en été) ne représentent qu'une courte période, même si on le rapporte à la saison considérée. En revanche, les temps doux et humides, en relation avec les familles de perturbations venues de l'océan, s'observent presque un jour sur trois, sur l'ensemble de l'année. Quant aux précipitations, celles-ci varient de 1 900 mm au sud du massif vosgien à moins de 800 mm au centre du plateau lorrain et en limite de la Champagne-Ardenne. Plus que la chaleur de l'été, c'est l'intensité du froid hivernal qui engendre des écarts thermiques saisonniers très importants. La température moyenne annuelle varie sur la région Lorraine de 8°C sur le massif vosgien à plus de 11 °C sur la région de Metz et à l'ouest de la Meuse.

Pour les principaux postes météorologiques autour de la zone d'étude, les variations des principales données climatiques semblent moins importantes (*Tableau 4-1*).

Tableau 4-1 Données moyennes annuelles (1971-2000) – Météo France

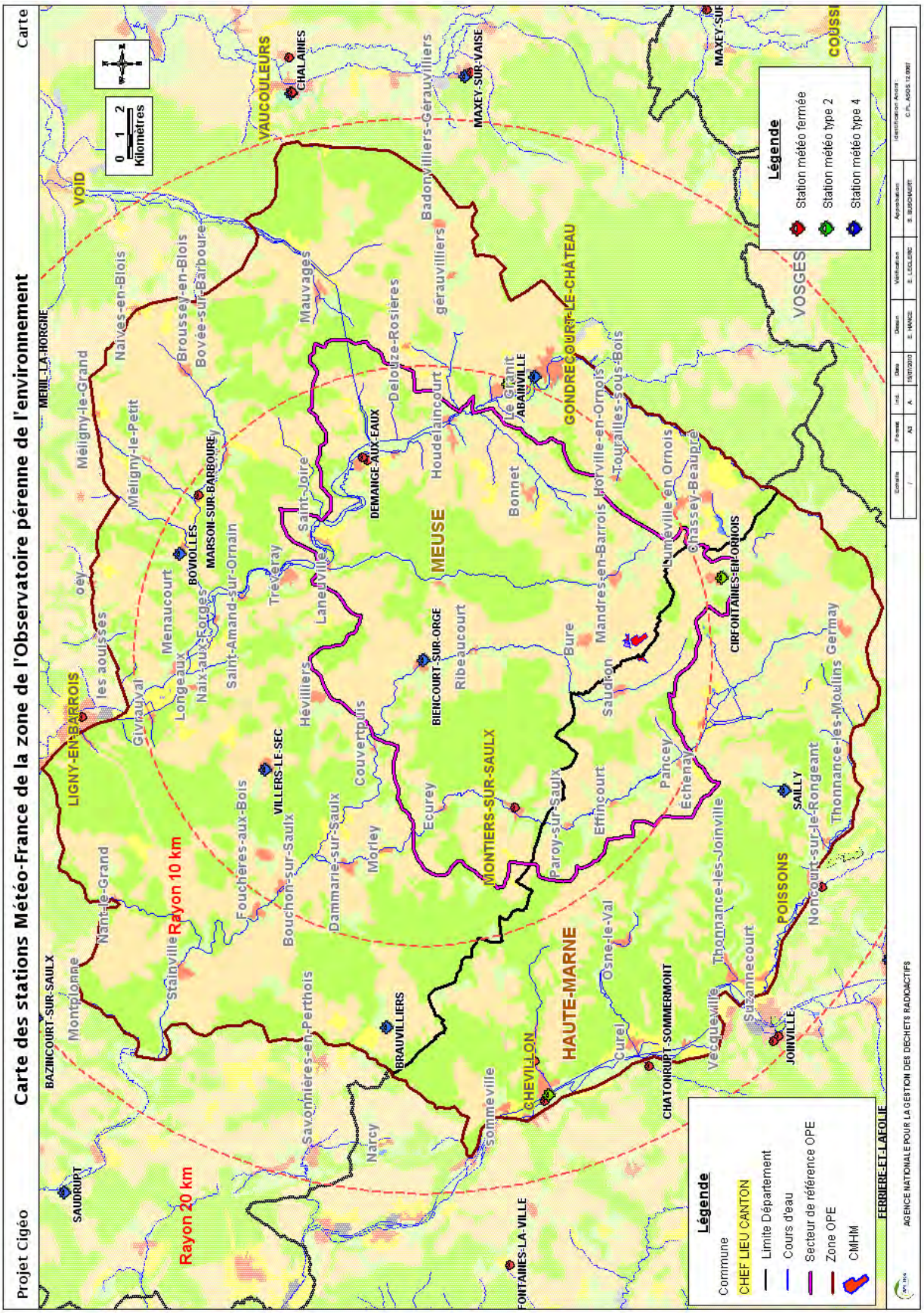
Postes autour de la zone d'étude	T°C maxi	T° C min	T°C moy	Précipitations (mm)	Nb de jours de gel	Durée insolation (h)	ETP[37] (mm)	Vitesse de vent (m/s)
Châtillon / Seine (21)	15,1	5,1	10,1	852	77,9	/	/	2,9
Saint-Dizier (52)	15,3	6,3	10,8	857	61,8	1 681	769	3,2
Nancy (54)	14,3	5,6	10,0	764	72,7	1 638	761	3,1
Metz / Frescaty (57)	14,5	6,0	10,3	754	65,4	1 605	754	3,1
Epinal (88)	14,4	5,3	9,8	940	78,1	1 666	698	/

Par leur orientation Nord-Sud et leur altitude (supérieure à 300 mètres), les côtes de Meuse forment un premier barrage aux masses d'air provenant de l'Ouest et du Sud-Ouest (vents dominants) et ayant traversé le bassin parisien. Le Barrois se situe dans la zone de transition entre le climat à tendance océanique du Bassin Parisien et l'influence continentale de l'Est de la France. Le climat est dit de type «continental à tendance océanique» avec quelques influences d'un secteur à l'autre en fonction de sa configuration géographique. Il est caractérisé par un affaiblissement de l'influence des masses d'air atlantiques et par l'alternance saisonnière de courants froids en provenance d'Europe du Nord l'hiver et de courants d'origine méridionale l'été. Ces phénomènes se traduisent par une répartition régulière des précipitations au cours de l'année, avec des étés orageux, par une amplitude thermique saisonnière de 20°C et des hivers froids (température minimale mensuelle négative pendant 3 mois). Les températures moyennes annuelles oscillent autour de 10°C. La moyenne interannuelle des précipitations varie de 850 à 1100 mm/an selon la position topographique : le plateau est plus arrosé que les vallées. L'hiver est long et humide, avec de nombreuses gelées mais des chutes de neige modérées. Le printemps est bref et assez sec mais avec un risque de gelées tardives. L'été est moyennement ensoleillé avec des orages susceptibles de provoquer de fortes précipitations.

4.2 Etude de la climatologie locale

Les stations météorologiques disponibles pour établir les caractéristiques de la climatologie locale sont essentiellement celles relevées par météo-France. Tous les postes de la zone ne mesurent pas les mêmes paramètres climatiques et sont classés par type de station (Figure 4-1). Certaines stations plus ou moins éloignées de la zone OPE ont été retenues pour quelques paramètres climatiques spécifiques (ETP : évapotranspiration potentielle, durée d'insolation) non mesurées sur la zone d'étude :

[37] ETP : Evapotranspiration potentielle



Station météo de type 2 : automatique temps réel - Données horaires & quotidiennes
Station météo de type 4 : automatique temps différé - Données horaires & quotidiennes

Figure 4-1 Carte des stations météorologiques sur la zone OPE

- station de St Dizier (52)
- station de Langres (52)
- station de Nancy (54)

Cette étude de la climatologie locale intègre également les données de la station installée par l'Andra sur le Laboratoire Souterrain de Meuse/Haute-Marne (Est-6000). Depuis 2002, cette station permet de disposer de relevés pour les paramètres suivants (précipitations, températures, vitesse et direction du vent, humidité relative et pression atmosphérique). Ne disposant pas de 10 années de référence, les données météorologiques de cette station n'ont pas été utilisées dans la caractérisation de la climatologie locale. Elles ont été exploitées pour comparer la variabilité climatique sur la zone de l'Observatoire Pérenne de l'Environnement (OPE).

4.2.1 Pluviométrie

Les données pluviométriques mensuelles météo-France ont été collectées pour 14 postes météo de 1999 à 2010 (Figure 4-2). Globalement, les précipitations sont assez abondantes dans la région. Les précipitations annuelles moyennes de 1999 à 2010 varient de 820 mm à St Dizier à plus de 1 190 mm à Bazincourt-sur-Saulx et Brauvilliers soit une différence de 370 mm par an. Les précipitations annuelles sont en moyennes de 1 045 mm sur le secteur de référence et de 1 135 mm sur la zone OPE. Les précipitations à St-Dizier sont inférieures de 25 % à la moyenne des autres postes de la zone d'étude (1 127 mm).

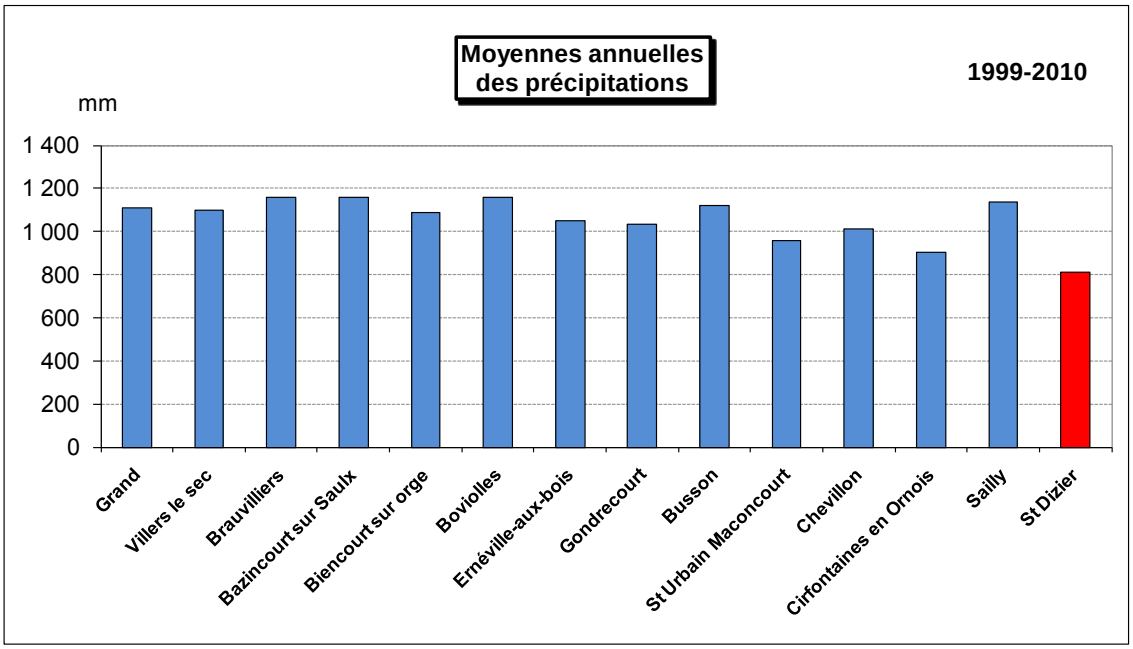


Figure 4-2 Moyennes des précipitations annuelles de 1999 à 2010

Au cours de la période 1999-2010, les précipitations annuelles ont fortement varié d'une année à l'autre avec 2003 comme référence de l'année la plus sèche (742 mm moyenne des 14 postes météo) et 2001 la plus humide (1 259 mm) (Figure 4-3).

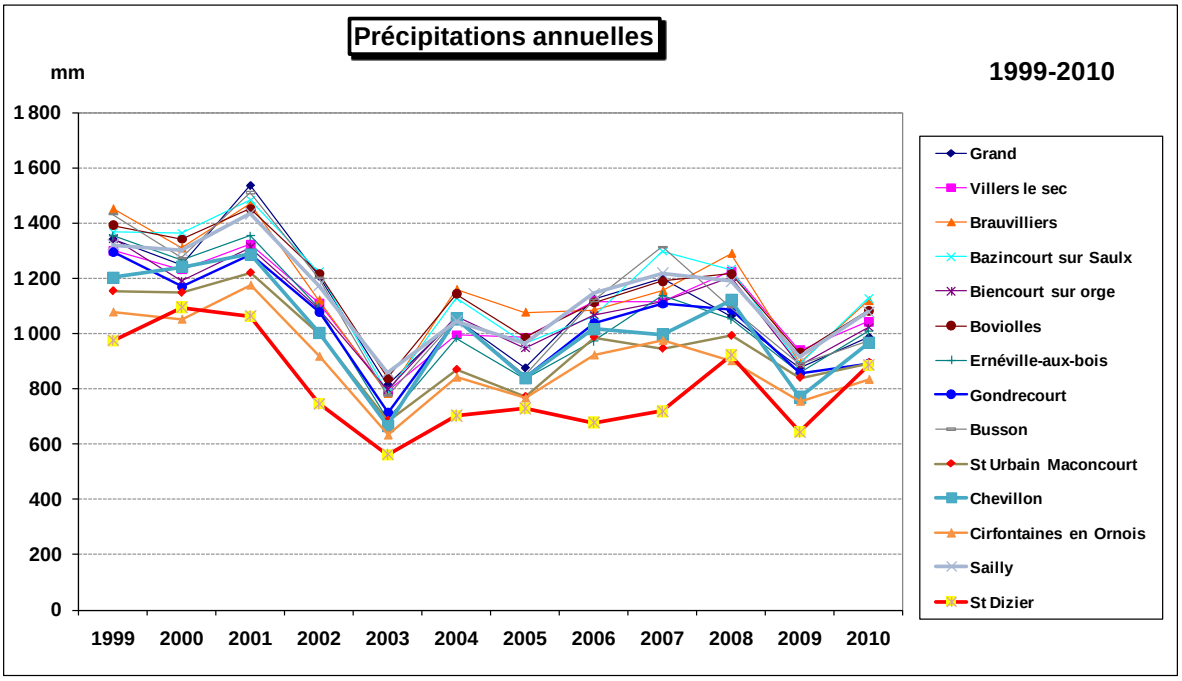


Figure 4-3 Précipitations annuelles de 1999 à 2010

La Figure 4-4 présente les variations moyennes intra-annnuelles de 1999 à 2010 des précipitations et met en évidence plusieurs tendances :

- les mois les plus pluvieux sont les mois d'octobre à février ;
- de février à avril, la tendance globale est à la baisse (l'air est plus sec en hiver) ;
- le mois de juin est le mois le plus sec pour toutes les stations. Il se démarque clairement des autres mois ;
- la plus grande amplitude entre deux mois est obtenue entre juin et juillet ;
- Saint-Dizier connait une évolution plus atypique : les précipitations sont plus faibles et leurs évolutions sont relativement monotones (sauf pour juin).

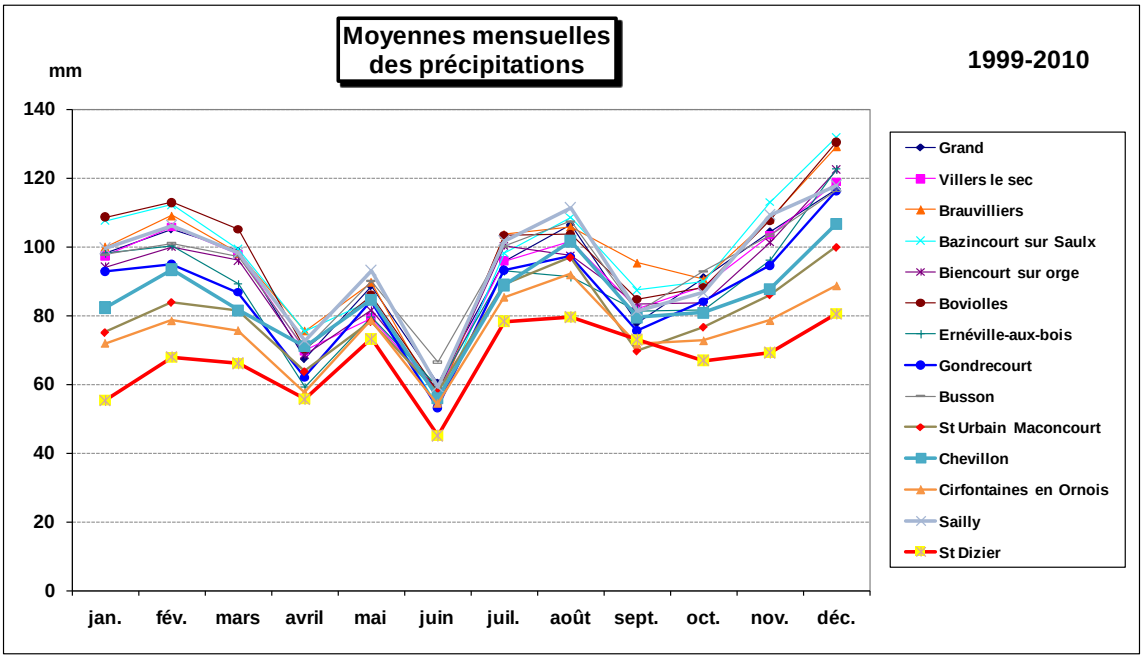


Figure 4-4 Moyennes de 1999 à 2010 des précipitations mensuelles

La Figure 4-5 présente l'évolution des moyennes cumulées des précipitations. Il est à noter que :

- l'évolution globale de la pluviométrie mensuelle reste semblable pour toutes les stations (même régime général, pas d'effet local important qui inverserait la tendance) ;

- les écarts des précipitations cumulées s'accentuent tout au long de l'année (chaque station garde une spécificité) ;
- les deux stations qui se démarquent le plus sont Saint-Dizier et Cirfontaines-en-Ornois.

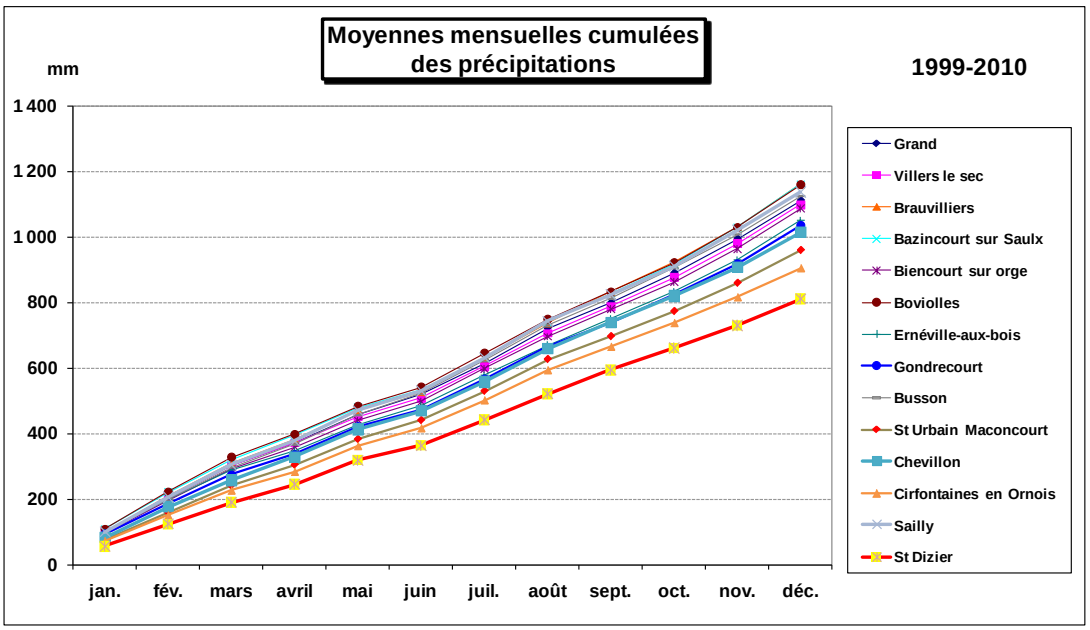


Figure 4-5 *Moyennes de 1999 à 2010 des précipitations mensuelles cumulées*

Sur le site du CMHM (station météo Est 6000) les relevés des précipitations ont été exploités de 2002 à 2010 et comparés à ceux de la station la plus proche de Cirfontaines-en-Ornois distante de 5 km. Sur ces neuf années de références, la moyenne annuelle des précipitations est assez variable entre les deux stations : 839 mm/an à Cirfontaines-en-Ornois et 921 mm au Laboratoire (Figure 4-6). Cette différence des précipitations est observée tous les mois de l'année à l'exception de juin et août, et tous les ans à l'exception de 2010 et 2004 (*Tableau 4-2*).

Tableau 4-2 *Précipitations mensuelles moyennes sur les postes du CMHM et de Cirfontaines-en-Ornois de 2002 à 2010*

	jan.	fév.	mars	avril	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	déc.	annuelle
CMHM													
moyenne (mm)	88	84	77	55	86	46	74	94	57	79	90	91	921
Cirfontaines-en-Ornois													
Moyenne (mm)	73	72	66	48	79	53	70	101	56	69	75	77	839

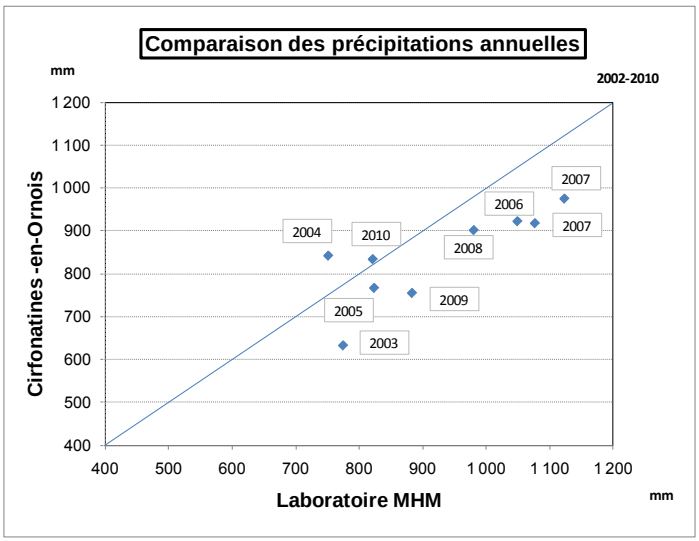


Figure 4-6 *Comparaison des précipitations annuelles relevées au CMHM et à Cirfontaines-en-Ornois de 2004 à 2010 bissectrice)*

4.2.2 Les températures

Pour les 5 postes météo les plus proches de la zone d'étude pour lesquels les températures sont relevées, les températures moyennes de 1999 à 2010 sont très variables d'un poste à l'autre (*Figure 4-7*).

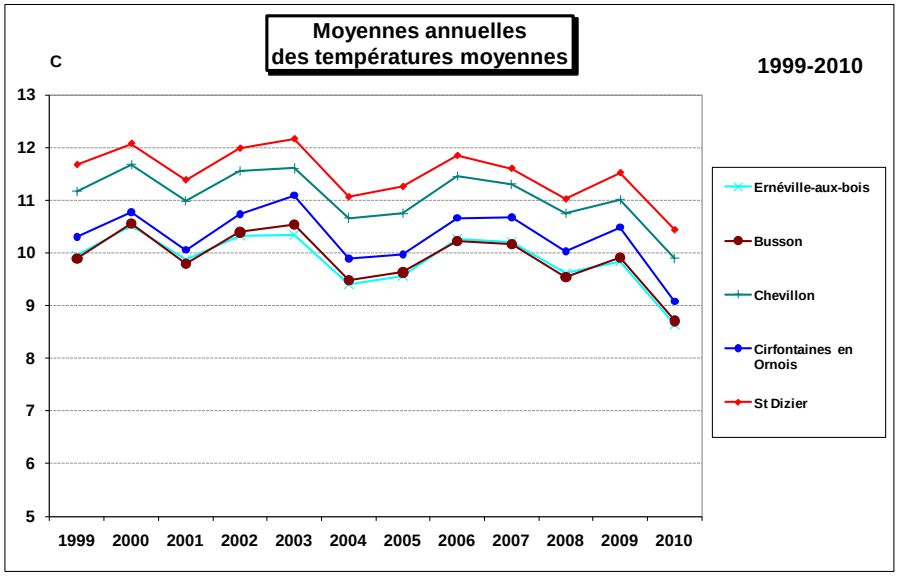


Figure 4-7 *Moyennes annuelles des températures moyennes de 1999 à 2010*

Depuis 1999, l'année 2010 a été la plus froide avec une température moyenne annuelle de 9,9 °C et 2003 pour la plus chaude avec 11,1 °C. Les températures moyennes de 1999 à 2010 varient de 9,9°C à Ernéville-aux-Bois et Busson à plus de 11,5 °C à St Dizier (Tableau 4-3). Cette différence de 1,6° qui atteint près de 15 % de la moyenne (10,6 est largement expliquée par une configuration géographique différente (une altitude nettement plus basse pour le poste de Saint Dizier qui n'est qu'à 139 m alors que les autres stations sont à plus de 250 m.

Tableau 4-3 *Températures annuelles moyennes (en °C) pour cinq principales stations Météo France (période janvier 1999 - décembre 2010)*

	St Dizier	Busson	Cirfontaines -en-Ornois	Ernéville -aux-Bois	Chevillon
Moyenne des minimales	7,0	5,7	6,0	5,2	6,3
Moyenne des maximales	16,0	14,1	14,6	14,6	15,8
Moyenne des moyennes	11,5	9,9	10,3	9,9	11,1

Ces écarts de températures sont observés tous les mois de l'année (*Figure 4-8*).

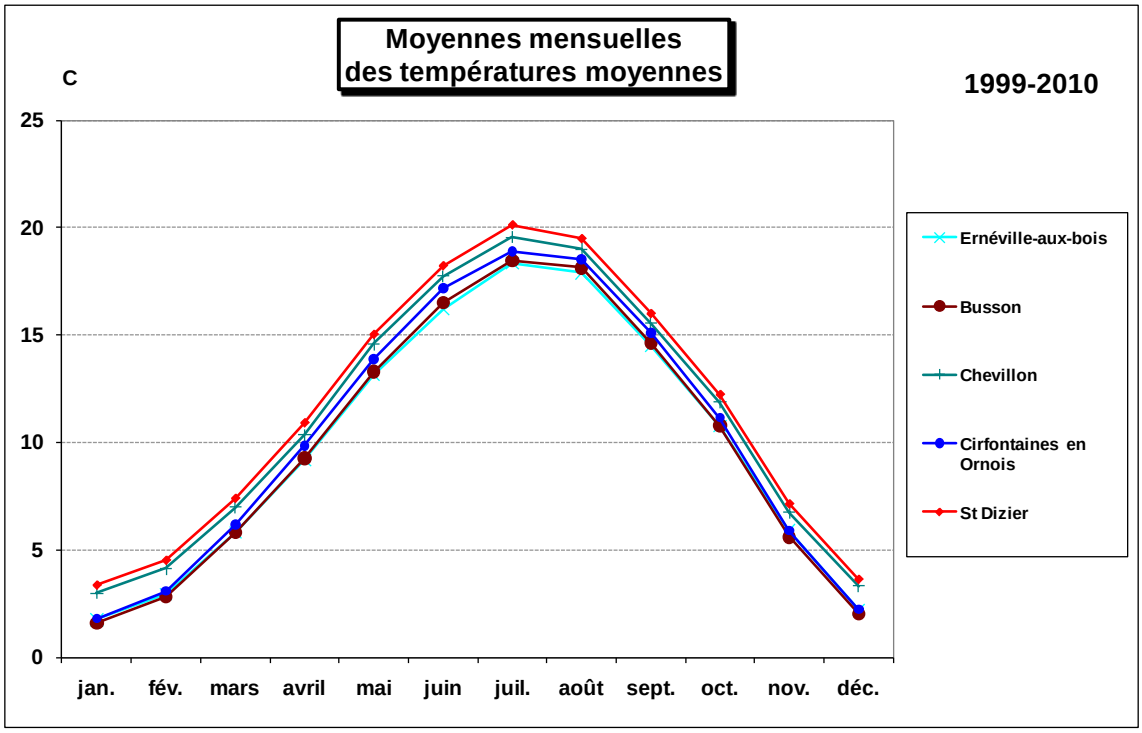


Figure 4-8 *Moyennes mensuelles des températures moyennes de 1999 à 2010*

Comme pour les précipitions, les températures relevées au poste météo du CMHM ont été comparées à celles de Cirfontaines-en-Ornois sur la même période 2002-2010 (*Tableau 4-4*). Il y a en moyenne 2,2 °C de plus sur la station du CMHM par rapport à la température moyenne de Cirfontaines-en-Ornois. Cette différence est mesurée tout au long de l'année aussi-bien sur les températures minimales que sur les maximales. A ce jour, cette différence est difficilement explicable. Les deux stations sont à la même altitude. Il est possible que les bâtiments du CMHM protègent légèrement la station. Cette hypothèse n'est pas suffisante pour expliquer ces écarts de températures.

Tableau 4-4 *Températures moyennes, minimales et maximales mensuelles et annuelle (en °C) aux postes météo du CMHM et de Cirfontaines-en-Ornois (période janvier 2002 - décembre 2010)*

	jan.	fév.	mars	avril	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	déc.	annuelle
Station CMHM													
mini	1,9	2,3	4,3	7,0	10,9	14,2	15,5	15,2	12,1	9,1	5,4	2,0	8,3
moyenne	4,4	5,6	9,0	12,4	16,1	20,1	21,2	20,2	17,1	12,9	8,1	4,4	12,6
maxi	7,0	8,9	13,7	17,8	21,3	25,9	26,9	25,3	22,2	16,7	10,7	6,9	16,9
Cirfontaines-en-Ornois													
mini	-0,7	-0,2	1,8	4,6	8,6	12,2	13,4	13,1	10,0	7,3	3,3	0,1	6,1
moyenne	2,0	3,3	6,1	10,0	13,7	17,9	19,0	18,2	15,2	11,2	6,1	2,5	10,4
maxi	4,8	6,8	10,5	15,4	18,8	23,5	24,6	23,3	20,4	15,1	9,0	4,9	14,7

4.2.3 Les régimes de vent

Le vent mesuré aux stations Météo-France est un vent moyen sur 10 minutes précédant l'heure. Au CMHM, ce temps d'intégration est plus faible et correspond à celui de la mesure, une seconde. Il ne s'agit pas de la même mesure (vent moyen - rafale), il est alors difficile d'établir des comparaisons. Les données relevées au poste météo du CMHM ont subi un traitement spécial qui a consisté à faire des moyennes horaires à partir des mesures de rafales quart-horaire. Les données obtenues ont été alors échantillonnées au pas tri-horaire afin d'être comparées aux données issues de Météo-France. Les principales caractéristiques des régimes de vents aux différentes stations sont résumées dans le (Tableau 4-5).

Tableau 4-5 *Résumé des principales caractéristiques des régimes de vent aux différentes stations, période (2006-2008)*

Stations	Invalide (2006-2008)	% vent calme	vent moyen (m/s)	écart type	vent max (m/s)	Directions majoritaires
Saint-Dizier	0,4%	4,7	3,2	2,1	14	28,8% [190°-250°] 18,7% [70°-110°]
Abainville	0,1%	11,8	2,6	2,2	14	28,8% [170°-230°] 15,6% [30°-70°]
Ernéville-aux-bois	0,7%	14,9	2,8	2,1	15	40% [190°-270°]
Bure CMHM (Est 6000)	0,9%	(--)	3,7	2,1	14,7	28,1% [230°-290°]

En ce qui concerne les régimes de vents, les histogrammes ci-après font apparaître un certain nombre de différences (Figure 4-9) :

- le pourcentage des vents calmes (0 m/s) n'est pas mesuré au CMHM. Le niveau de ces vents à Saint-Dizier est faible (4,7 %) et beaucoup plus conséquent à Abainville (11,8 %) et Ernéville (14,9 %) ;
- pour les vents faibles (inférieurs à 1 m/s), cette tendance est confirmée pour les 3 stations Météo-France, la station du CMHM vient s'intercaler. L'ordre de ces pourcentages observés est le suivant : Saint-Dizier < Abainville < CMHM Est 6000 < Ernéville ;
- la vitesse des vents moyens observée : Abainville (2,6 m/s) < Ernéville (2,8 m/s) < Saint-Dizier (3,2 m/s) < CMHM Est 6000 (3,7 m/s).

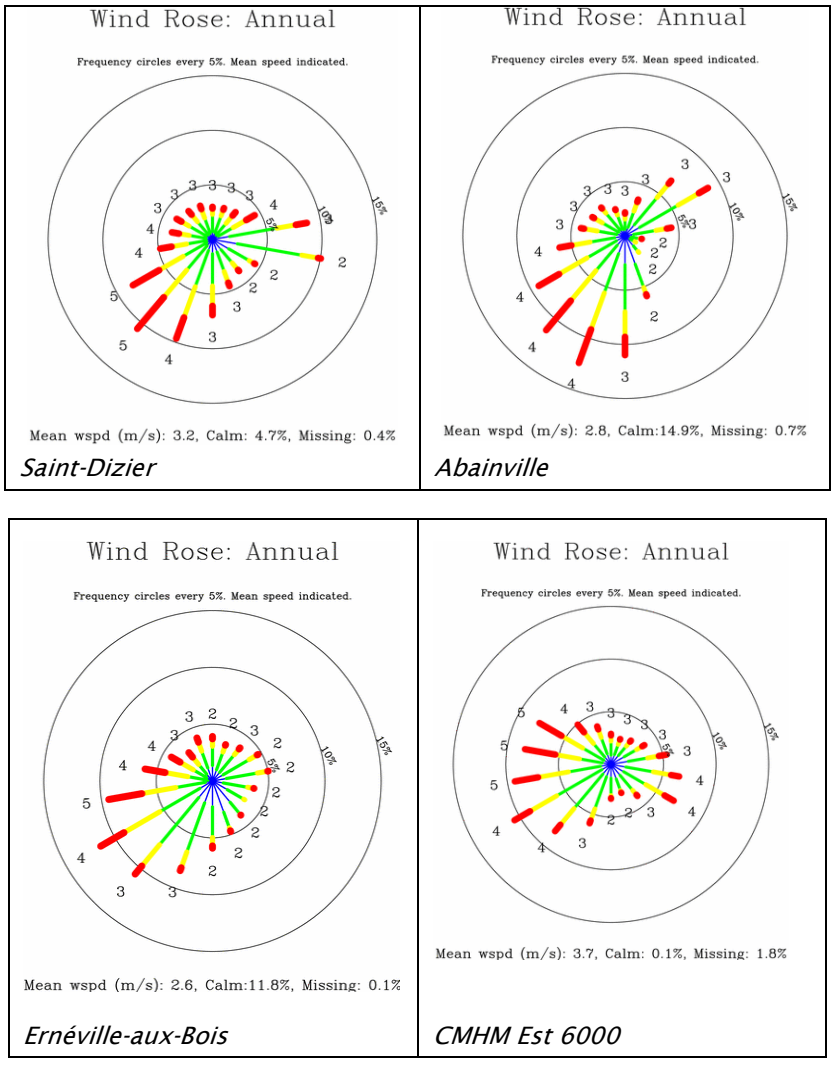


Figure 4-9 *Comparaison des roses des vents sur 4 postes météo (2006-2008)*

Le vent moyen maximum est de la même manière influencé par le temps d'intégration de la mesure. Il est très-voisin pour les 3 stations Météo-France (14-15 m/s). Sans le calcul de la moyenne horaire établi sur les données quart-horaire, cette vitesse atteint 18 m/s à la station météo du CMHM (Est 6000).

4.2.4 Analyse de l'humidité relative

Sur ces mêmes quatre postes, l'humidité relative mensuelle a été établie sur trois années (2006-2008). Les humidités relatives moyennes mensuelles sont relativement homogènes (*Tableau 4-6*).

Tableau 4-6 Moyennes des humidités relatives mensuelles 2006-2008

stations	statistiques	Janvier	Fevrier	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Annuel
Saint-dizier	moyenne	84,5	82,2	80,2	72,1	74,6	74,9	69,7	79,9	80,7	85,9	87,4	87,3	80,0
	maximum	99	99	99	98	100	99	98	99	100	100	100	100	100
	minimum	36	29	28	22	22	32	21	38	38	44	50	50	21
	Ecart type	12,2	15,2	15,3	20,1	18,8	17,7	19,5	15,9	15,5	12	11,3	11,3	15,4
Abainville	moyenne	87,3	85,8	82,6	75,9	77,9	77,6	73,1	81,3	82,1	87,2	89,2	89,6	82,5
	maximum	100	100	100	100	99	100	99	99	100	100	100	100	100
	minimum	40	29	34	25	28	34	21	33	37	38	46	59	21
	Ecart type	11	13,5	14,4	20,2	17,7	18,3	20,6	16,1	15,9	12,2	10,7	9,1	15,0
Erneville-aux-bois	moyenne	87,8	86,5	84,1	76,9	79,7	80,3	73,5	82,9	83,1	87,9	89,8	89,5	83,5
	maximum	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	98	99	99
	minimum	36	30	31	29	27	33	22	34	42	45	47	56	22
	Ecart type	11,3	13,3	13,9	19,8	17,8	17,3	20,1	15,6	14,8	11,1	9,4	8,7	14,4
Bure	moyenne	87,7	84,9	83	71,7	75,7	75,5	68	79,4	78,8	86,2	89,5	87,8	80,7
	maximum	100	100	100	99	98,6	98,8	97,9	98,2	98,6	99,7	100	100	100
	minimum	48,7	32,7	7	23,6	3,7	28,6	18,7	30,7	36,5	44,9	45,1	30,6	3,7
	Ecart type	10,7	14,2	14,3	19,2	18	17,8	20,2	15,8	15,8	11,2	10,4	10,8	14,9

Au regard de ces données, il apparait que :

- le taux moyen d'humidité est important, entre 80 % et 84 % suivant la station considérée ;
- l'humidité relative est plus importante l'hiver et plus faible l'été. Le minimum mensuel est obtenu en juillet.

Pour les mois de novembre et décembre, la station météo du CMHM (Est 6000) connaît des minima plus importants que les autres stations.

4.2.5 Durée d'insolation et Nébulosité

Pour ces paramètres climatiques, les données de stations Météo-France plus éloignées de la zone OPE ont été exploitées. Les durées mensuelles d'insolation à Saint-Dizier varient en moyenne de 43 h en décembre à 236 h en août (*Tableau 4-7*). Les durées mensuelles d'insolation sont homogènes entre les postes de Saint-Dizier, Epinal, Nancy et Metz. Seul Langres montre un niveau d'insolation supérieur expliqué par sa position géographique plus au sud.

Tableau 4-7 Durées d'insolation mensuelles et annuelles moyennes (en heures) aux stations Météo France (période 1986-2000)

Heures	jan.	fév.	mars	avril	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	déc.	annuelle
St Dizier	65	83	130	159	208	208	226	236	157	107	58	43	1 682
Metz	52	78	123	162	203	211	225	233	147	90	48	34	1 605
Langres	55	89	136	166	204	220	241	221	181	121	64	50	1 753
Epinal	61	83	129	163	205	209	231	228	152	102	57	46	1 666
Nancy	52	79	127	160	201	211	231	236	155	93	52	40	1 638

Au niveau de la station de Saint-Dizier, l'histogramme de la Figure 4-10 décrit la répartition en fréquence de la nébulosité définie en octas. Environ 20 % des échéances sont sous un ciel clair ou peu nuageux. Les deux-tiers du temps, le ciel est très nuageux ou couvert.

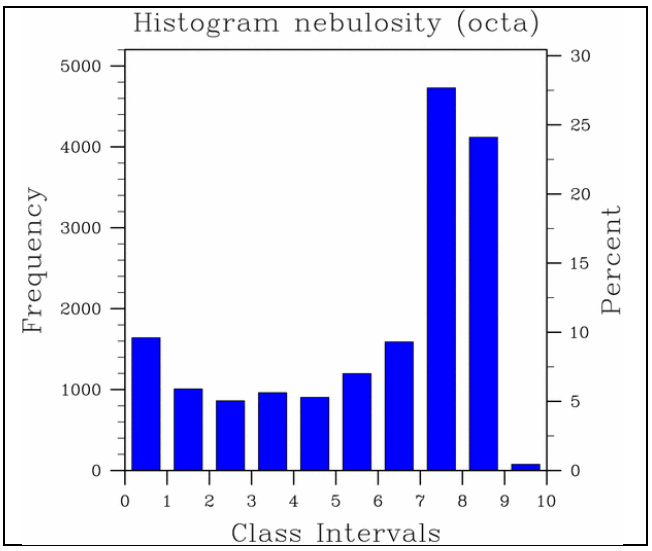


Figure 4-10 *Répartition de la nébulosité répartie en 10 classes de 0 à 9 (2006-2008)*

4.2.6 Evapotranspiration potentielle

Parmi les postes Météo-France à proximité de la zone d'étude, seul celui de Saint-Dizier réalise des mesures d'évapotranspiration. L'analyse de ce paramètre s'appuie sur des données journalières. Les moyennes mensuelles sont représentatives des années entre 1999 et 2008 (*Figure 4-11*). Météo-France base son calcul sur la formule de Penman-Monteith.

En moyenne tous mois confondus, l'évapotranspiration journalière est de 2,2 mm.

Les mois les plus froids, fin d'automne et hiver, de novembre à février, montrent l'évapotranspiration minimum, inférieure ou égale à 1 mm. Durant cette période la température est basse, l'humidité plus faible, l'ensoleillement moins important (en intensité et en durée) et par conséquent la végétation est en hibernation (ralentissement de la croissance et de l'activité du végétal).

Les mois où l'évapotranspiration est maximale (> à 3,4 mm/j en moyenne) sont les mois de fin de printemps et d'été mai, juin, juillet et août : l'ensoleillement est maximal, la température plus élevée et l'humidité relative légèrement plus faible. Le maxima est obtenu en juillet. C'est également durant cette période, que l'évapotranspiration varie le plus (orage de chaleur …), l'écart type est maximum.

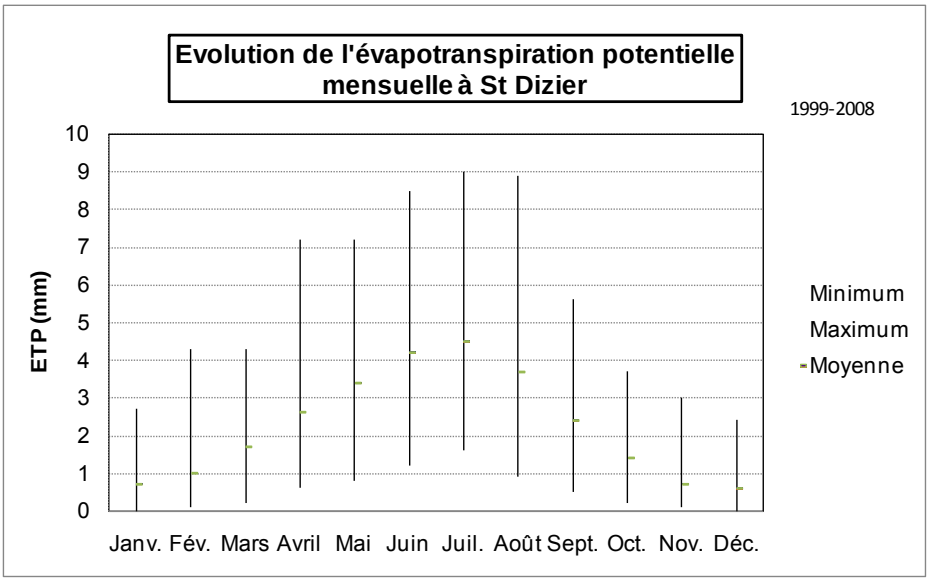


Figure 4-11 *Evolution mensuelle de l'évapotranspiration potentielle à St-Dizier (1999-2008)*

Les valeurs d'ETP sont relativement variables d'un secteur à l'autre à l'échelle d'une grande région (*Tableau 4-8*).

Tableau 4-8 Evapotranspiration potentielle Penman calculée au pas de temps mensuel aux stations proches de la zone OPE (période 1971-2000)

ETP mm	jan.	fév.	mars	avril	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	déc.	annuelle
St Dizier	13,9	18,2	49,3	76,1	111,8	123,5	133,2	119,1	64,9	33,4	14,3	11,4	769,1
Metz	11,4	17,4	46,2	74,8	108,7	125,2	134,1	119,0	62,8	31,4	13,0	9,9	753,9
Langres	8,3	16,1	46,4	69,5	96,7	109,6	132,6	115,7	61,1	28,5	10,3	7,6	702,4
Epinal	10,6	16,9	43,7	67,9	99,9	115,9	126,0	109,4	58,3	28,8	11,8	9,0	698,2
Nancy	11,7	19,1	46,3	75,9	109,1	130,1	136,4	116,3	64,7	31,0	11,8	9,2	761,6

4.2.7 Synthèse des données climatiques régionales

Sur le plateau du Barrois, les régimes de temps continentaux (engendrant des hivers froids, secs et clairs et des étés orageux) ne reviennent qu'avec une fréquence limitée, tandis que les régimes de temps doux et humides s'observent presque un jour sur trois sur l'ensemble de l'année. L'hiver est assez long, humide, ponctué de nombreuses gelées mais faiblement neigeux. Le printemps est bref, assez sec et présente souvent des gelées tardives (la dernière gelée de printemps se produit, une année sur deux, entre le 20 et le 30 avril). L'été est moyennement ensoleillé avec des orages susceptibles de provoquer de fortes précipitations. La première gelée d'automne se produit entre le 10 et le 20 octobre. L'insolation annuelle est en moyenne de 1 700 heures/an (selon un gradient décroissant orienté Sud-Ouest/Nord-Est). La température moyenne annuelle est d'environ 10°C et celle du mois le plus froid (janvier) ne dépasse pas 2°C alors que celle du mois le plus chaud (juillet/août) atteint plus de 18,5°C. Les précipitations annuelles varient entre 1 000 et 1 100 mm. La saisonnalité des précipitations est telle que des maxima sont enregistrés en décembre-janvier et des minima en avril et juillet-août. L'évapotranspiration potentielle est de l'ordre de 750 mm/an, soit un rapport Evapo-transpiration/Précipitations d'environ 0,7.

4.3 Modélisation de la climatologie locale

Dans le cadre de l'étude climatologique de la zone OPE, un travail de modélisation a été mené en 2009 à partir du modèle WR[38]. Pour cette étude, cinq années ont été simulées (2004 à 2008). Le modèle WRF permet de prendre en compte les mouvements verticaux de l'atmosphère et une meilleure compréhension des phénomènes convectifs.

4.3.1 Principe de la modélisation

Ce modèle interpole en temps réels les données globales de forçage issues de différents modèles afin de créer les conditions initiales et les conditions aux bords du domaine d'étude. Cette modélisation méso-échelle s'appuie sur les données météorologiques issues des modèles globaux et permet par différentes techniques d'augmenter la résolution du calcul en intégrant des données statiques de plus en plus fines (topographiques, occupation des sols…) et ainsi passer d'une résolution de l'ordre de la centaine de kilomètres à une résolution de l'ordre du km.

[38] WR : Weather Research and Forecasting, version 3.1

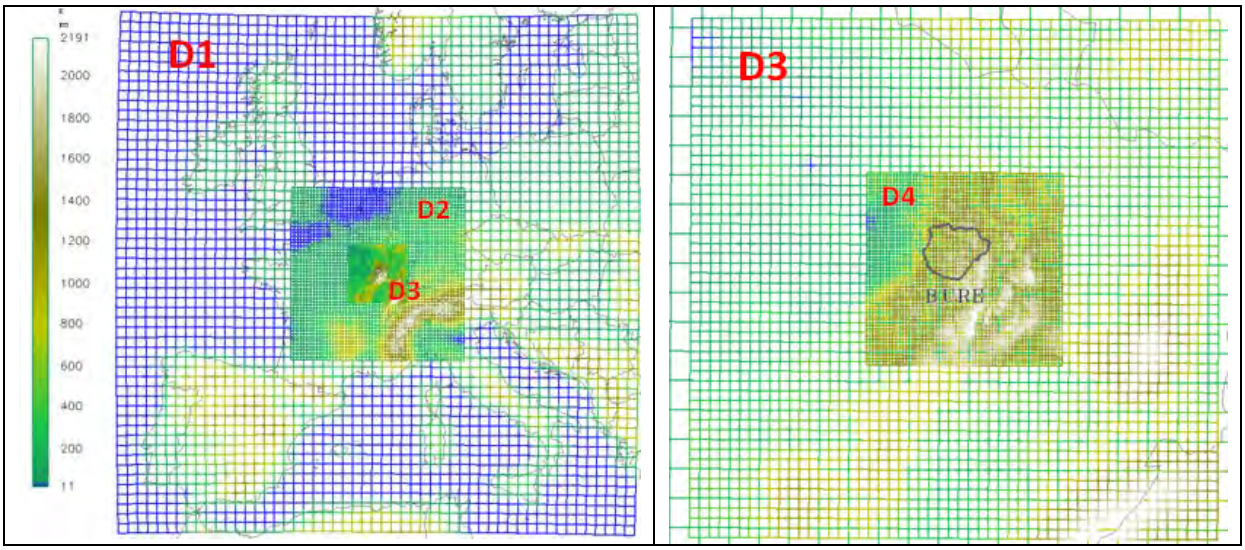


Figure 4-12 *Visualisation 2D des quatre grilles de calcul : D1 (54 km), D2 (18 km), D3 (6 km) et D4 (2 km)*

Dans cette étude, le domaine (D4) le plus résolu (2 km) est centré sur le secteur de référence OPE (Tableau 4-9).

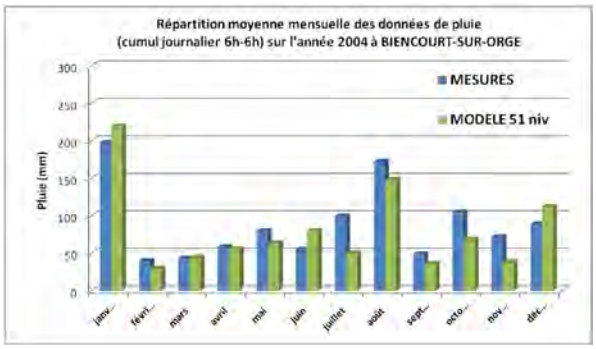
Tableau 4-9 *Caractéristiques des domaines de calcul*

Domaine	Nombre de points	Résolution	Taille du domaine
D1	55 x 55	**54 km**	2 970 km x 2 970 km
D2	55 x 55	**18 km**	990 km x 990 km
D3	55 x 55	**6 km**	330 km x 330 km
D4	61 x 61	**2 km**	122 km x 122 km

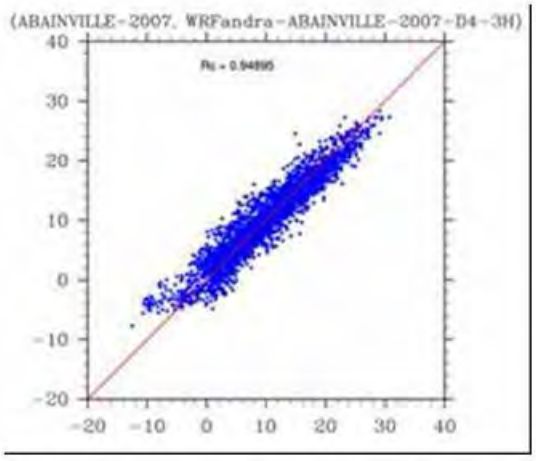
Les processus physiques pris en compte sont de plus en plus précis et complexes : la description de la couche limite, de la convection, de la microphysique des nuages et du transfert radiatif. De nombreuses interactions entre les phénomènes sont également prises en compte.

4.3.2 Qualification de la modélisation

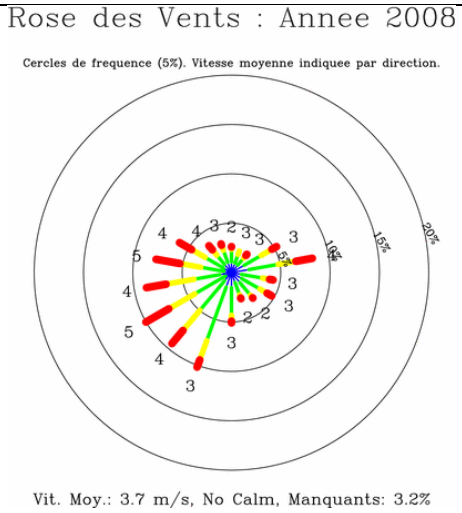
Des comparaisons ont été réalisées entre les mesures disponibles (Météo-France, Andra) et les résultats issus du modèle WRF (domaine le plus résolu) sur le vent (vitesse et direction, mesures sol et profil vertical), la température (mesures sol et profil vertical), la pression atmosphérique, l'humidité relative, la pluviométrie, l'évapotranspiration potentielle (ET0) (*Figure 4-13*). Cette qualification de la modélisation par comparaison des données mesurées au données modélisées a permis d'ajuster les paramètres d'entrée (topographiques, occupation des sols…) afin d'en améliorer la précision avec pour certains d'entre eux une variabilité confirmée.



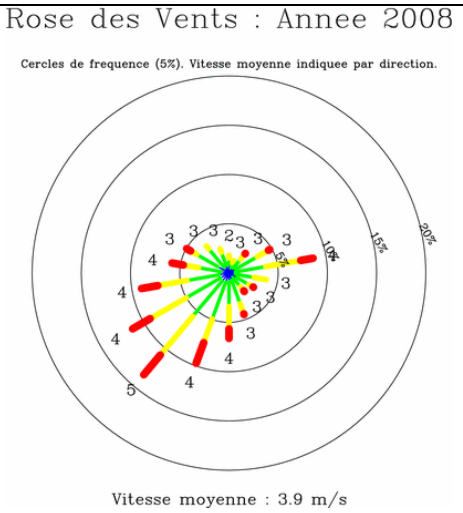
Comparaison des précipitations mensuelles mesurées et modélisées à Biencourt-sur-Orge en 2004



Comparaison des températures mesurées et modélisées à Abainville en 2004



Rose des vents mesurées à Bure-CMHM en 2008



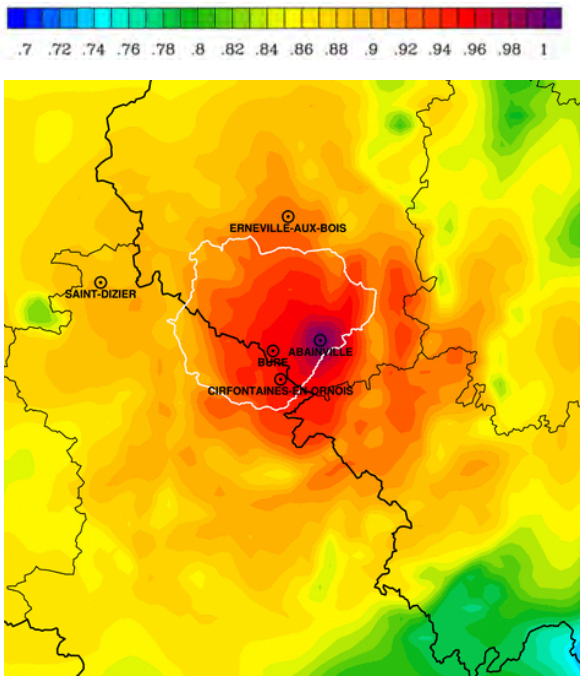
Rose des vents modélisées à Bure-CMHM en 2008

Figure 4-13 Comparaison des données mesurées par rapport à celles modélisées

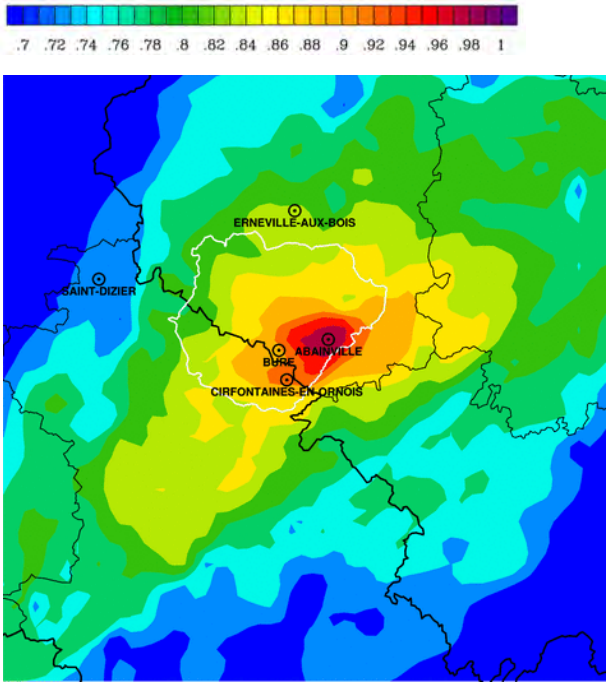
4.3.3 Etude de la variabilité spatiale des variables calculées

A partir de cette base de modélisation du modèle WRF, une étude de la variabilité spatiale des variables climatiques calculées a été pratiquée à l'échelle du domaine (D4) (*Figure 4-14*). Par ailleurs, la modélisation apporte des informations utiles pour la caractérisation des propriétés dispersives de l'atmosphère. Les cisaillements du vent dans les basses couches influencent considérablement la façon dont les effluents se dispersent dans l'atmosphère. La hauteur de la couche de mélange (zone turbulente près du sol) est un paramètre important car c'est la couche près du sol qui est concernée par la pollution. Elle est fortement variable de 100 à 2000 m en fonction du rayonnement solaire et des conditions météorologiques à l'échelle synoptique.

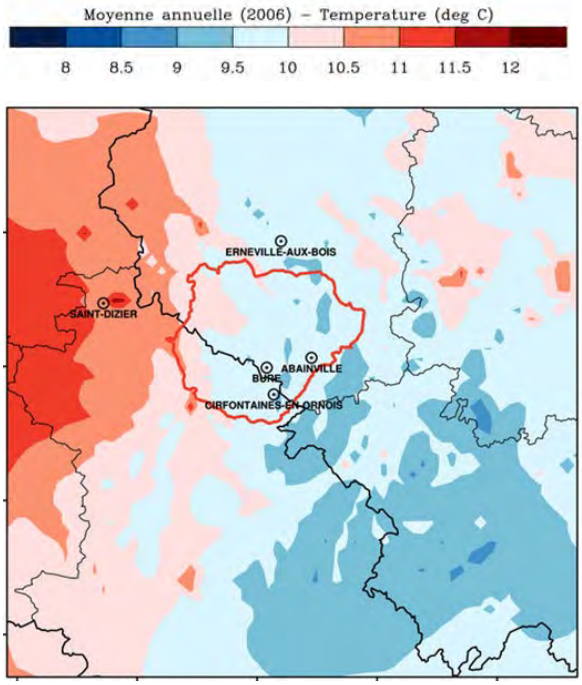
Les résultats de cette modélisation ont permis de décrire finement la variabilité climatique au sein de la zone OPE en l'absence de station de mesures. Ces données sont essentielles dans la compréhension de certains phénomènes climatiques.



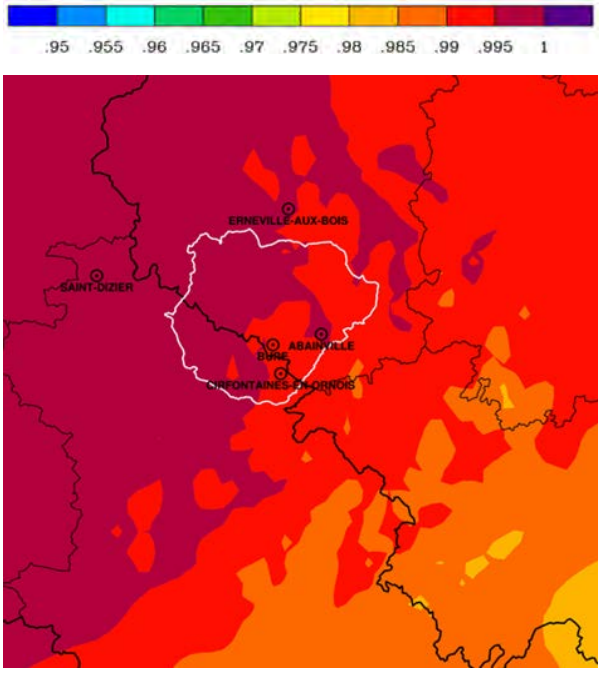
Variabilité spatiale des vitesses de vent en 2004 par rapport à Abainville



Variabilité spatiale des précipitations en 2004 par rapport à Abainville



Variabilité spatiale des températures moyennes en 2006 par rapport à Abainville



Variabilité spatiale de la pression en 2005 par rapport à Saint-Dizier

Figure 4-14 *Variabilité spatiale des variables climatiques (Vitesses de vent, précipitations, températures et pressions)*

4.3.4 Perspectives

L'analyse des résultats de l'étude micro-climatologique a permis d'expliciter les variations spatiales de certains paramètres météorologiques et donc de déterminer avec plus de précisions l'étendue spatiale autour des stations où les informations de cette station restent représentatives. Ce travail apporte une expertise complémentaire à la localisation des futures stations de surveillance de la qualité de l'air. De plus, les résultats actuels peuvent constituer des conditions initiales suffisamment robustes pour

modéliser des évolutions climatiques à plus ou moins longues échéances (10 à 100 ans) afin d'en mesurer les effets sur les écosystèmes. Enfin, la mise en place du modèle méso-échelle sur la zone OPE pourrait également permettre relativement facilement d'évaluer sur cette zone les tendances climatiques qu'entraineront l'augmentation des gaz à effet de serre dans l'atmosphère. Les grands laboratoires (NCAR[39] aux USA, l'IPSL[40]/LMD[41] en France ont simulé les différents scénarios envisagés par le GIEC[42] et disposent d'archives globales (à l'échelle planétaire) de sorties de modèle relatifs à ces scénarios. Il est alors aisé de reprendre ces archives pour y puiser les conditions initiales et aux limites de WRF, configurées et validées sur la climatologie existante.

L'installation d'une nouvelle station Météo-France sur le site de Houdelaincourt permettra d'enrichir la base de données pour de nouvelles évaluations de la variabilité climatique décrite à travers la modélisation et d'en améliorer la précision.

4.4 Surveillance de la qualité de l'air

4.4.1 Suivi de la qualité de l'air sur le Laboratoire Souterrain de Meuse/Haute-Marne

Dans le cadre du plan de surveillance du Laboratoire Souterrain de Meuse/Haute-Marne, un suivi de la qualité de l'air est pratiqué à proximité du site sur la « Ferme du Cité » qui est l'habitation la plus proche du site située sous les vents dominants. L'objectif des mesures physico-chimiques de l'air est de déterminer l'impact des travaux et de l'exploitation du Laboratoire sur la qualité de l'air dans le voisinage. Les principales sources d'émissions atmosphériques polluantes (poussières, gaz, …) sont les terrassements et excavations, la manipulation des terres et des déblais de creusement, la circulation des engins sur les pistes et des véhicules sur les voiries du site, la déflation sur les verses des déblais, les rejets de poussières au niveau de l'exutoire du système de ventilation. Les campagnes de mesures se font habituellement une fois par an sur une semaine (voire plus si nécessaire en fonction des activités de chantier) afin de recueillir des données représentatives sur un temps d'observation suffisamment long pour pouvoir interpréter les variations dues à la météorologie et aux activités sur le site.

En 2009, deux campagnes de mesures ont été effectuées en juillet et décembre. Une comparaison des résultats issus des campagnes de mesures précédentes effectuées aux mêmes périodes indique les tendances suivantes :

: *Comparaison des moyennes obtenues (en µg/m³) par AIRLOR en 2009 avec des campagnes antérieures*

	Moyennes C1 (µg/m³)	**Moyennes C2 (µg/m³)**	**Moyennes C3 (µg/m³)**	**Moyennes du 4 au 20 juillet 2009 (µg/m³)**	**Moyennes du 8 au 22 décembre 2009 (µg/m³)**
Période	Automne/hiver	Automne/hiver	Estivale	Estivale	Automne/hiver
NO	6	< 1	0	< 1	< 1
NO_2	16	4	4	1	8
SO_2	3	< 1	1	< 1	1
PM10	18*	13*	31*	15* 16**	11* 16**
CO	318	154	110	129	213
O_3	25	49	65	48	36

* Ancienne méthode de mesure appliquée jusqu'au 01/01/2007

** Nouvelle méthode de mesure appliquée depuis le 01/01/2007

- Les teneurs moyennes en NO^2 oscillent dans une fourchette allant de 4 à 16 µg/m³ en saison automnale/hivernale, et 1 à 4 µg/m3 en été. Pour le SO_2, les niveaux demeurent négligeables quelle que soit la période.
- En PM10, les concentrations moyennes, proches (quelle que soit la méthode de mesures utilisée),
- sont comprises entre 11 et 18 µg/m³ en automne/hiver et sont comprises entre 15 et 31 µg/m³ en saison estivale.

[39] NCAR : National Center for Atmopheric Research
[40] IPSL : Institut Pierre Simon Laplace
[41] LMD : Laboratoire de Météorologie Dynamique
[42] GIEC : Intergovernmental Panel on Climate Change (Groupe d'experts Intergouvernenmental sur l'évolution du climat)

- Les valeurs moyennes de CO, faibles, sont comprises entre 154 µg/m³ et 318 µg/m³ en saison automnale/hivernale, et entre 110 et 129 µg/m³ en été.
- Pour l'ozone, les concentrations moyennes oscillent entre 25 µg/m³ et 49 µg/m³ en automne/hiver, et 48 et 65 µg/m³ en été. Elles sont généralement plus élevées en saison estivale, plus propice à sa formation (ensoleillement et températures accrus).
- Les valeurs moyennes des polluants directs tels le NO_2 et le CO restent faibles et bien inférieures aux valeurs réglementaires. Elles sont globalement comparables d'une campagne à l'autre.

Les valeurs moyennes des polluants directs tels le NO_2 et le CO restent faibles et bien inférieures aux valeurs réglementaires. Elles sont globalement comparables d'une campagne à l'autre. Lors des deux campagnes de mesures réalisées en 2009 sur le site de Bure, les niveaux relevés en gaz polluants ont respecté les différents seuils réglementaires actuellement en vigueur. Le site n'a donc aucun impact sur la qualité de l'air.

4.4.2 Suivi de la qualité de l'air sur la zone OPE

Au-delà de cette surveillance de la qualité de l'air à proximité du CMHM, l'Andra s'est dotée d'une station de mesures atmosphériques sur la commune de Houdelaincourt (*Figure 4-15*). L'objectif de cette station atmosphérique consiste à mesurer sur le long terme (plus de 25 ans) les évolutions des propriétés physiques, chimiques, dynamiques et optiques de l'atmosphère locale et régionale. Les équipements de cette station sont réalisés afin d'intégrer les réseaux de mesures atmosphériques internationaux tels que ICOS[43] dédié au suivi des gaz à effet de serre.

Figure 4-15 *Illustrations de la station de mesures atmosphériques à Houdelaincourt Avril 2011*

Les gaz à effet de serre jouent un rôle central dans le système climatique. Aux échelles de temps inférieures au millénaire, leurs cycles impliquent principalement, l'atmosphère, la biosphère et les océans. Les principaux gaz à effet de serre (CO_2, CH_4, NEO) sont difficilement éliminés de l'atmosphère et ont des temps de séjour long (de la dizaine aux milliers d'années). Les sources et puits naturels sont liés au fonctionnement biogéochimique des écosystèmes terrestres et océaniques. A ces processus naturels, s'ajoutent principalement depuis le début de l'ère industrielle, des émissions anthropiques liées à l'utilisation de combustibles fossiles (transports, industries, chauffages, ..) mais aussi aux activités agricoles et à la foresterie.

ICOS est un projet d'infrastructure européenne de recherche dédiée à l'observation des flux de gaz à effet de serre en Europe et dans les régions voisines. Ce projet d'infrastructure, inscrit sur la feuille de route des TGIR en France et sur celle des ESFRI de l'UE, doit fournir des observations sur le long terme pour améliorer notre compréhension des cycles des principaux gaz à effet de serre, des émissions et de leurs évolutions. ICOS regroupe 18 partenaires européens de 13 pays. Son objectif est notamment d'établir des bilans de gaz à effet de serre journaliers à l'échelle de la dizaine de km en Europe.

Cette infrastructure repose sur des centres thématiques atmosphériques et écosystémiques, responsables des bases de données et du contrôle qualité des données, d'un laboratoire central d'analyse et de calibration, ainsi que des réseaux denses et optimisés de stations de mesures. ICOS suivra les recommandations du programme Global Atmosphère Watch (GAW) de l'OMME dédié à l'acquisition de données sur la composition chimique de l'atmosphère et ses évolutions et se raccordera

[43] ICOS : Integrated Carbon Observation System

aux réseaux atmosphériques tels que celui de la NOAA et aux réseaux écosystémiques (FLUXNET, ASIAFLUX).

En France les mesures atmosphériques de surface des gaz à serre sont réalisées dans le cadre du SO RAMCES[44] piloté par le LSCE[45] et désormais intégré au SOERE[46] GREAT GASES. Le LSCE a ainsi déployé plusieurs stations de mesures en France et dans le monde intégrant notamment des hautes tours. La LSCE a développé à la fois des méthodes d'analyse des données pour estimer les contributions locales et grandes échelles et distinguer les émissions anthropiques des contributions naturelles. Il a également développé des méthodes d'acquisition, de traitement automatisé et de contrôle qualité en quasi temps réel des données. Outre des mesures en continu à plusieurs niveaux de CO_2 et CH_4, le réseau RAMCES mesure également des traceurs (CO, Radon, C14) et des paramètres météo (vent, température/humidité, pression, hauteur de la couche limite) et des prélèvements hebdomadaires sont réalisés Fort de cette expérience de mise en place, de gestion et de valorisation d'un réseau de nombreuses stations, le LSCE devrait accueillir le centre thématique atmosphérique d'ICOS pour la France. Il a par ailleurs contribué à la définition et à la mise en place d'un prototype de station automatisée intégrant des analyseurs en continu, des systèmes de calibration et de prélèvement et un suivi des conditions météorologiques associés, installé à l'OPE grâce au soutien de l'Andra et en cours d'évaluation.

Sur ce même site, une station de surveillance de la qualité de l'air est également installée, et s'insère dans le réseau Air Lorraine (Surveillance de la qualité de l'air en Lorraine appartenant au réseau ATMO national regroupant les AASQA (Associations Agrées de Surveillance de la Qualité de l'Air). Ce site est également équipé d'une station Météo-France RADOME (Radome, le réseau temps réel d'observation au sol de Météo-France).

Pour la mise en place de cette station atmosphérique à Houdelaincourt, un pylône d'une hauteur de 120 m, des appareils de mesures spécifiques et deux locaux techniques ont été installés sur un site spécifique pour garantir une couverture maximale du secteur de référence OPE.

Cette station est opérationnelle depuis le 1er mai 2011 et toutes les données mesurées sont transférées et analysées en temps réel chez l'ensemble des partenaires associés au projet et sur la base Géoscience du CMHM (*Tableau 4-10*).

Tableau 4-10 Liste des paramètres mesurés et partenaires associés à la station de mesures atmosphériques à Houdelaincourt

Paramètres mesurés	Partenaires	Réseau France	Réseau Europe
Pression, température, humidité, vent, rayonnement	Météo-France	RADOME	
Gaz à effet de serre CO2, CH4, N2O et traceurs	LSCE	RAMCES	ICOS
Polluants SO2, CO, NOx, O3 et PM10/PM2.5	AIRLOR	CARA	EMEP
Particules : dimension, composition, origine	LGGE-LOA	ORAURE	ACTRIS
Radioactivité aérosols et dépôts	IRSN	OPERA	

[44] RAMCES : Réseau atmosphérique de mesure des composés à effet de serre
[45] LSCE : Le Laboratoire des Sciences du Climat et l'Environnement
[46] SOERE : Système d'Observation et d'Expérimentation au long terme pour la Recherche en Environnement

5. Caractéristiques générales des sols

La connaissance des sols est une des composantes essentielles dans la compréhension de la structuration des écosystèmes mais également pour son rôle d'interface entre l'activité de surface et l'évolution des milieux en profondeur. De fait, le sol a été l'un des premiers volets de l'Observatoire Pérenne de l'Environnement pour lequel plusieurs études ont été menées pour en décrire la diversité à l'échelle de la zone OPE.

Les premiers travaux conduits en collaboration avec l'ENSAIA ont consisté à réunir l'ensemble des études pédologiques disponibles sur la zone OPE et à réaliser des prospections complémentaire de terrain afin d'établir une carte pédologique à l'échelle du 1 /50 000ème en 2008. Parallèlement, plusieurs profils de sols de référence ont été échantillonnés pour réaliser un premier état de référence physico-chimique sur les principales unités pédologiques des différents écosystèmes. Cette connaissance des sols a été complétée par d'autres suivis physico-chimiques réalisés dans le cadre de l'étude des écosystèmes forestiers par l'INRA de Champenoux.

De nouvelles prospections de terrain menées en 2007/2008 ont permis de mettre à jour les données de l'étude pédologique de 2002 reprises dans le dossier HAVL-Argile 2005 et de couvrir l'ensemble de la zone de transposition (et le secteur de référence défini en 2009) encore inconnue en 2002. Ces travaux ont été présentés en détail dans le bilan OPE 2007-2008 et dont ne seront repris dans ce rapport que les principaux éléments descriptifs du contexte pédologique de la zone OPE.

En 2009, un état de référence de la qualité physico-chimique et biologique des sols a été entrepris avec la mise en place du Réseau de Mesure de la Qualité des Sols (RMQS - GIS Sol - INRA Orléans) adapté à l'échelle de la zone OPE. Cet état de référence couvrira fin 2012 l'intégralité du secteur de référence OPE selon un maillage systématique d'échantillonnage et servira pour mesurer les probables évolutions de la composition des sols à plus ou moins long terme.

5.1 Caractéristiques pédologiques

Les principaux types de sols se répartissent suivant la nature du substratum (calcaire ou argileux) et la situation géomorphologique considérée (thalweg, fonds de vallées). La majorité des sols de la zone OPE appartient à la classe des sols calcimagnésiques, caractérisés par la richesse du matériau parent (calcaires, marnes) en carbonate de calcium. Le sol lui-même peut être carbonaté ou non. Il doit ses propriétés (couleur, structure, texture, drainage…) au mélange de terra fusca (argile de décarbonatation) et de pierres calcaires. Les plateaux calcaires sont recouverts de sols carbonatés peu épais et caillouteux. Dans les talwegs des plateaux calcaires, ils sont limoneux brunifiés parfois légèrement lessivés, où ils peuvent être plus épais (jusqu'à 3 m). Ils sont parfois plus argileux dans les versants marneux (Cambisols). Dans les fonds de vallées, les sols sont profonds et peu évolués sur alluvions, parfois hydromorphes lorsque le cours des vallées est situé sur des marnes comme dans les parties amont de la Saulx, de l'Orge et du Rongeant notamment (Fluvisols et Gleysols). Les sols développés sur limons et sur reliquats du Valanginien présentent des traces de lessivage (entraînement des argiles en profondeur). Les sols développés sur alluvions et colluvions sont constitués de matériaux sans cesse renouvelés, de granulométrie variable. Selon la nature du matériau, ils peuvent être l'objet ou non d'un engorgement temporaire. Les sols colluviaux sont profonds et homogènes sur toute leur épaisseur, leurs horizons ne sont pas bien marqués.

La couverture pédologique de la zone OPE est conditionnée par le cadre géomorphologique, les conditions environnementales et l'usage que l'Homme fait de son milieu. Elle se répartit entre des zones forestières, agricoles, urbaines et industrielles qui correspondent à une pression croissante de l'action de l'Homme sur la qualité des sols.

Sols forestiers modifiés : ils se caractérisent par des horizons de surface épais noirs, riches en matières organiques (produits de combustion) et contenant des polluants organiques (HAP). Ils sont issus de l'activité charbonnière ayant alimenté les fonderies en charbon de bois au cours des siècles passés,

Sols agricoles (sous cultures ou prairie) : les activités agricoles ont principalement eu pour effet d'altérer les sols de deux manières. La première consiste en une érosion accrue des sols de pente et de bord de plateau. Cela a pour effet de réduire considérablement l'épaisseur des sols de type rendzine. La seconde consiste en l'augmentation du pH de surface et aussi des horizons sous-jacents des sols bruns faiblement lessivés acides. Ils deviennent carbonatés sur l'ensemble du profil. Il en résulte un blocage de

l'évolution pédologique naturelle et en particulier du processus de lessivage. Ceci peut avoir un impact considérable sur l'évolution à long terme des sols,

Sols urbains et industriels : ils sont majoritairement représentés dans la zone d'étude par des sols de jardin (milieu rural). Ces sols se caractérisent par un enrichissement de l'horizon de surface en matière organique hautement minéralisable ainsi que par des teneurs en éléments traces ou en polluants supérieures à celles des sols agricoles correspondants. On peut aussi signaler des sites de fonderies artisanales, pour certaines encore en activité.

En dehors de ces sols anthropisés, plusieurs **sols «semi- naturels »** essentiellement forestiers ont pu être répertoriés aux alentours du CMHM.

5.2 Cartographie pédologique

A partir de la synthèse d'études pédologiques existantes et la réalisation de campagnes de prospection complémentaires sur le terrain, la cartographie de la pédologie des sols a été étendue à l'ensemble de la zone OPE au 1/50 000ème.

5.2.1 Description des 10 unités de sol

10 unités de sol ont été définies pour la carte de la zone OPE. Ces unités sont regroupées en trois grands ensembles en fonction de leur position dans le paysage : sols de plateaux, sols de coteaux et sols de fonds de vallons et de vallées.

Sols de plateaux (64% de la surface de sol)
- **Unité 1** : Rendzines brunifiées et sols bruns calciques superficiels (33%),
- **Unité 2** : Sols bruns calciques (13%),
- **Unité 3** : Sols bruns faiblement lessivés et sols bruns lessivés faiblement acides (11%),
- **Unité 9** : Sols bruns acides et sols podzoliques (0,1%).

Sols de coteaux (27%)
- **Unité 4** : Rendzines colluviales (12%),
- **Unité 5a** : Sols bruns calcaires localement hydromorphes (13%),
- **Unité 5b** : Sols bruns calcaires colluvionnés (2%).

Sols de fonds de vallons et des vallées (9%)
- **Unité 6** : Sols brunifiés d'apport colluvial des fonds de vallons secs (3%),
- **Unité 7** : Sols brunifiés d'apport alluvio-colluvial des fonds de petites vallées (4%),
- **Unité 8** : Sols brunifiés d'apport alluvial des fonds de vallées de la Marne et de l'Ornain (2%),
- **Unité 10** : Sols hydromorphes à gley (0,4%).

5.2.2 Caractéristiques physico-chimiques des sols

Pour chaque profil de référence décrit pour établir la carte pédologique de la zone OPE, des analyses physico-chimiques complètes ont été réalisées sur l'ensemble des horizons de sol. Une seconde campagne de prélèvement a été effectuée en 2008 sur les premiers profils déjà réalisés en 2002. A partir des données analytiques et descriptives des profils de références une base de données est associée à la carte pédologique (Tableau 5-1) et permet d'établir des analyses thématiques et de produire des cartes comme celle de la profondeur moyenne du sol, de la pierrosité de surface, du pH du sol ou de la dynamique de l'eau (Figure 5-1). Ces cartes ont été obtenues à partir de la carte des sols et sont donc soumises au même degré d'approximation.

Tableau 5-1 Correspondances entre les classes et les caractéristiques des sols

Classe	Profondeur moyenne	Pierrosité moyenne	pH moyen	Teneur en matières organiques	Type de drainage moyen
0		5%			(très) rapide
1	0 à 30 cm	5 à 15 %	pH < 5	0,5 à 1,8 %	favorable
2	30 à 60 cm	15 à 25 %	pH = 5 à 6	1,8 à 3,5 %	modéré
3	60 à 110 cm	> 25 %	pH = 6 à 7	3,5 à 8 %	imparfait
4	roche non atteinte		pH = 7 à 8,	8 à 12,5 %	
10	sols anthropisés	sols anthropisés	sols anthropisés	sols anthropisés	sols anthropisés

L'ensemble de ces cartes montre la prédominance dans la zone OPE des sols caillouteux, bien drainés au pH neutre à basique (Figure 5-1).

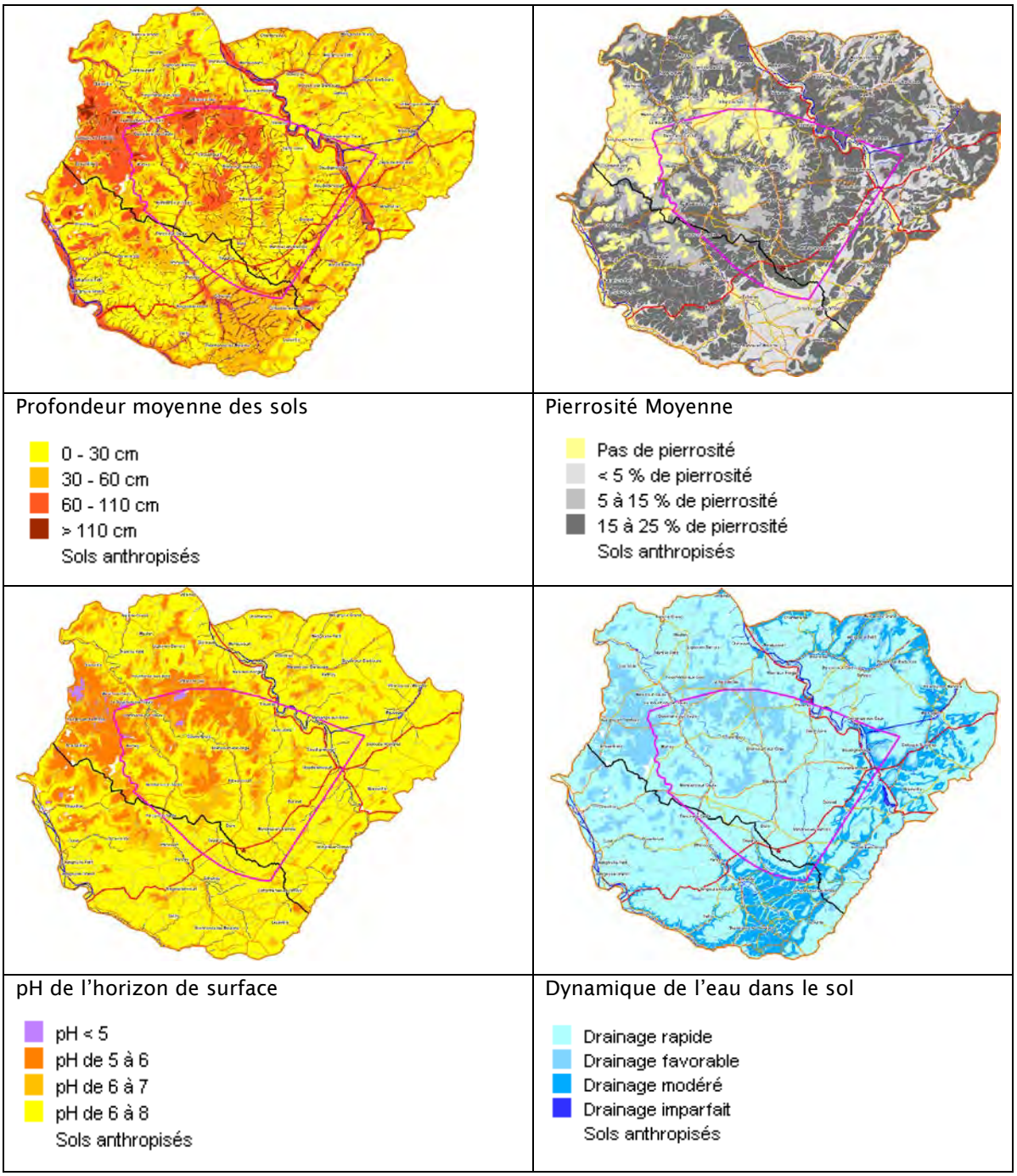


Figure 5-1 Carte d'analyses thématiques à partir de la carte pédologique

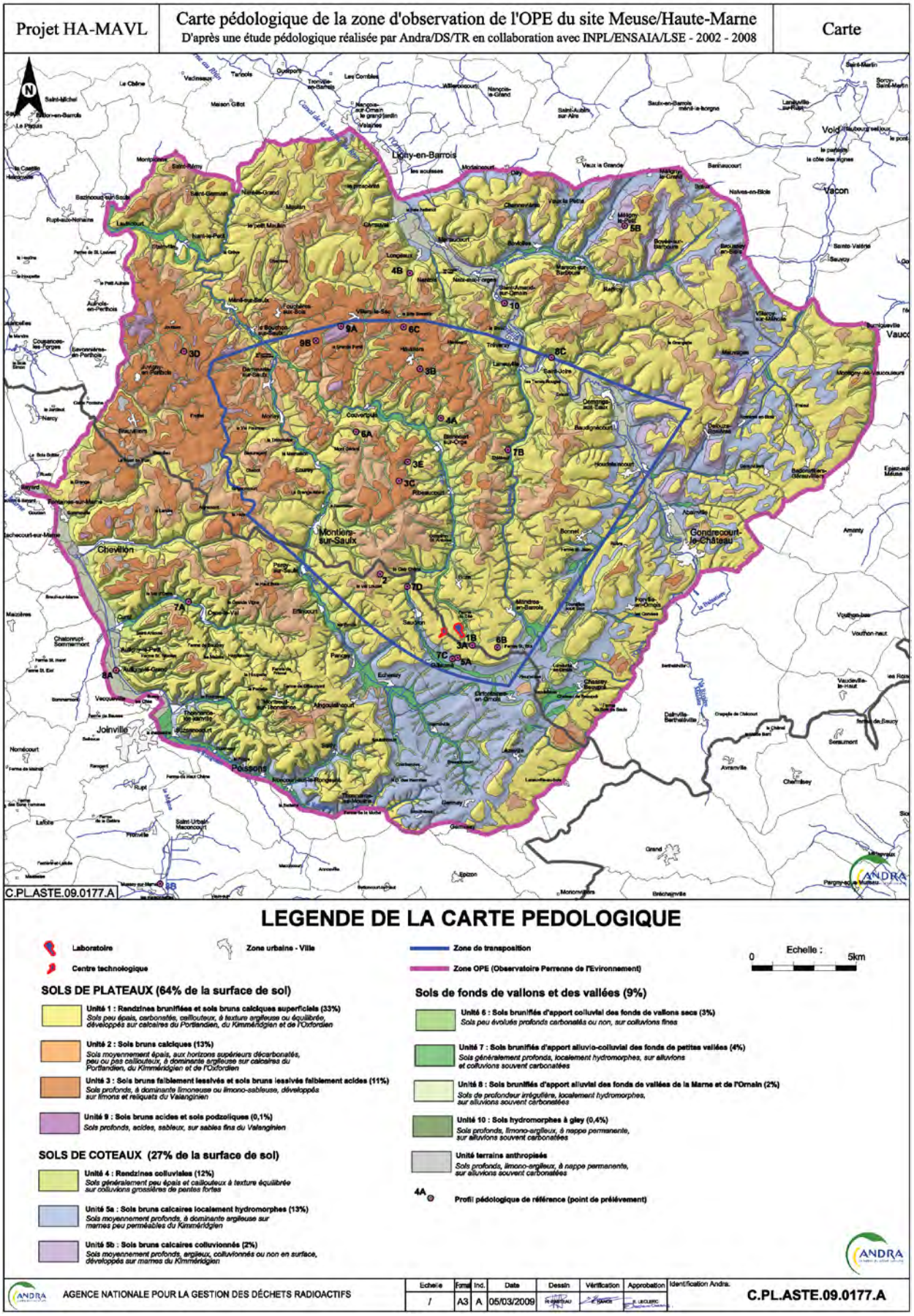


Figure 5-2 Carte pédologique du site de Meuse/Haute-Mane

5.3 Etude spécifique des sols forestiers

Sur la zone OPE, la forêt représente plus de 35 % du territoire avec une part importante des forêts domaniales et communales. Au cours des premières années de l'Observatoire Pérenne de l'Environnement un travail d'inventaire forestier a été mené sur toute la zone de transposition. Cette étude était articulée en trois volets :

- Inventaire des peuplements forestier ;
- Description pédologique des sols et caractérisation physico-chimique ;
- Inventaire floristique.

Cette étude a été réalisée au cours des années 2007 à 2008 sur 111 points de références pour couvrir l'ensemble des massifs forestiers. Ces travaux ont été présentés en détail dans le bilan OPE 2007-2008) dont sont rappelés dans ce rapport les principaux résultats du volet sol.

5.3.1 Réseau d'échantillonnage

Les 100 points d'inventaires ont été répartis au sein des 12 couches définies proportionnellement à leur superficie. 11 points ont été ajoutés afin de mieux échantillonner les plus petites strates. Cela permet d'obtenir plus d'informations sur ces classes sans réellement biaiser les résultats puisque l'échantillonnage de toutes les petites classes a été revu de façon homogène. Au final, un plan d'échantillonnage de 111 point a ainsi été défini (*Figure 5-3*).

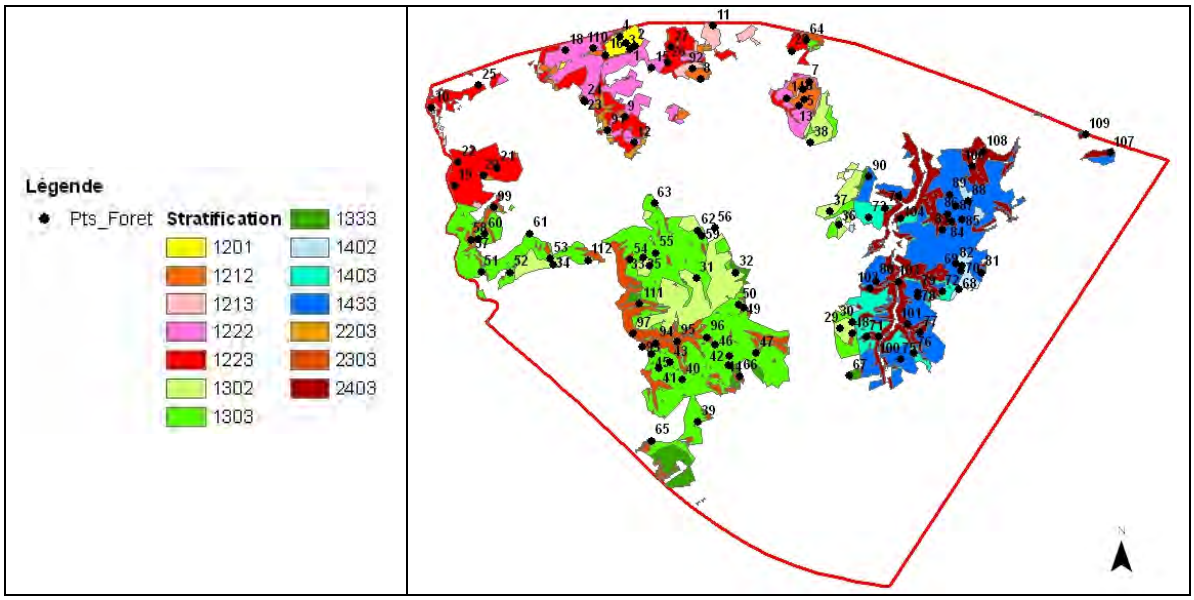


Figure 5-3 *Résultat cartographique de la stratification de la zone d'étude et positionnement des points*

5.3.2 Caractérisation pédologique des sols forestiers

Sur chaque point, à chaque fois que cela a été possible, les sols ont été échantillonnés (4 profils de sol jusqu'à 90 cm sur 7 niveaux : 0-5, 5-15 ; 15-30 ; 30-45 ; 45-60 ; 60-75 ; 75-90 cm). Une partie de ces échantillons sont stockés. L'autre partie a été utilisée pour réaliser différentes analyses (humidité, densité, pHeau, fraction >2mm pour les quatre profils et granulométrie, quantité de C, N, P et de calcaire, capacité d'échange cationique et éléments échangeables pour un profil moyen pour les deux premiers niveaux)

Un extrait des données pédologiques de cette étude est présenté ci-dessous :

<u>Profondeur d'apparition de la roche mère calcaire</u>

Pour la plupart des sols, le calcaire apparaît avant 75 cm de profondeur. Les sols profonds ne représentent que 10% des sols échantillonnés. Dix-huit pourcents des sols échantillonnés sont peu profonds (< 15 cm).

Taux de cailloux (> 2mm) et de terre fine (< 2 mm)

L'ensemble des horizons de sols de la zone hors contact avec la roche mère calcaire présente des taux de cailloux très faibles (inférieur à 1,73 % en moyenne, et au maximum atteignant 4,1%. Il s'agit de cailloux calcaires ou de nodules de fer.

Densité du sol

La densité moyenne de la terre fine des sols est comprise entre 0,8 et 1,42. Elle augmente avec la profondeur. Les sols peu profonds ont des densités plus faibles que les sols profonds.

Granulométrie

La texture des sols est variable pour l'ensemble des sols et plus particulièrement sur les horizons 0-5 cm et 5-15 cm représentés dans un triangle de texture (

Figure *5-4*) :

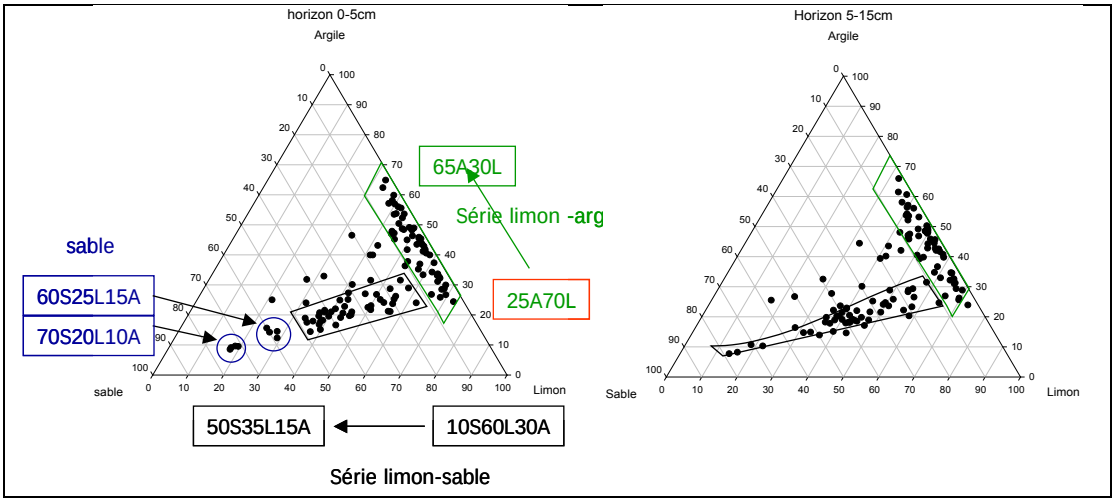


Figure 5-4 *Triangles des textures des horizons 0-5 et 5-15 cm des sols du réseau d'observatoire « forêt »*

Carbone organique et azote

Plus de la moitié des sols ont une teneur en carbone organique dans l'horizon 0-5 cm entre 25 et 45g.kg^{-1}de sol (sec à 105°C). 38 % des sols ont une teneur entre 45 et 75g.kg^{-1}de sol sec à 105°C). Les sols très organiques (75 à 110 g.kg^{-1}de sol sec à 105°C) sont peu représentés (9 %). Pour l'horizon 5-15 cm, les teneurs en carbone sont plus basses sauf pour certains sols (profondeur inférieur à 25 cm).

Les teneurs en N dans l'horizon 0-5 cm les plus fréquentes sont comprises entre 2 et 3,5 g.kg^{-1} de sol sec à 105°C. 30 % des sols ont des teneurs plus élevées allant de 3,5 à 5,5 g.kg^{-1} de sol sec à 105°C. 35 % des sols ont des teneurs en N inférieures à 1.5 g.kg^{-1} dans l'horizon 5-15cm.

Le rapport C/N est situé généralement entre 12 et 18 : 33 % de sols échantillonnés ont un rapport C/N entre 12 et 14 et 52 % entre 14 et 16. 86 % des sols ont un rapport C/N compris entre 10 et 18 dans l'horizon 5-15 cm.

pH

Les pH eau des sols sont compris entre 4 et 8,5 ce qui représente une large gamme de pH allant de sols acides à des sols calcaires. Pour un assez grand nombre de sols, le pH augmente avec la profondeur souvent témoignant de la présence de cailloux calcaires.

Taux de calcaire

La plupart des sols du réseau ne contient pas de calcaire dans les deux horizons de surface.

Phosphore

La teneur en P_2O_5 extrait par la méthode Olsen dans l'horizon 0-5 cm est généralement basse (74% entre 0,01 et 0,03 g.kg-1 de sol sec). Elle peut atteindre au maximum 0,1 g.kg-1 de sol sec. La teneur en P2O5

diminue encore dans l'horizon 5-15 cm (82% des sols ont des teneurs en P_2O_5 inférieure à 0.03 g.kg-1 de sol sec) et encore plus en profondeur.

Capacité d'échange cationique et éléments échangeables

La capacité d'échange cationique des horizons 0-5cm et 5-15 cm des sols du réseau est très variable allant de 2 à 60 cmolc.kg-1. 62 % des sols ont des acidités d'échanges dans l'horizon (0-5cm) nulles ou inférieures à 10 %. Les sols restants ont des acidités d'échange allant jusqu'à 70 % ce qui correspond à des sols acides. 47 % ont des acidités d'échanges dans l'horizon (5-15cm) nulles ou inférieures à 10 %. Certains sols (21 %) ont des acidités d'échange fortes (supérieure à 50 %) dans l'horizon 5-15 cm. Le taux de sodium échangeable est très faible et représente moins de 1% de la CEC pour les deux horizons analysés. Pour certains sols, le calcium dosé dans la solution extractante de cobaltihexamine peut être très important et représenté la totalité de la CEC. Cependant il ne s'agit pas uniquement de calcium échangeable, une partie peut correspondre à de la dissolution de carbonate. Pour l'horizon 5-15 cm, 35 % des sols échantillonnés ont des taux de calcium supérieur à 90 %.

Le taux de potassium sur la CEC de l'horizon 0-5 cm est toujours inférieur à 11 % et la majorité des sols ont un taux de potassium entre 1 et 7 %. Pour l'horizon 5-15 cm, le taux de potassium sur la CEC est toujours inférieur à 6 % et la majorité des sols ont un taux de potassium entre 1 et 4 %.

Le taux de magnésium est inférieur à 35 % et 50 % des sols ont un taux de Mg entre 5 et 10 % pour l'horizon 0-5cm. Pour l'horizon 5-15 cm, 58 % des sols échantillonnés ont un taux de Mg inférieur à 5 %.

Relation entre les paramètres analysés

Différentes relations entre les paramètres analysés ont été étudiées :

- Relation entre l'acidité d'échange et la capacité d'échange cationique (CEC) ;
- Relation entre la profondeur totale des sols et le pourcentage de Ca échangeable ;
- Relation entre la profondeur totale des sols (cm) et le pourcentage de K échangeable ;
- Relation entre la profondeur totale des sols (cm) et le pourcentage de Mg échangeable ;
- Relation entre la profondeur totale des sols (cm) et le pourcentage de Na échangeable ;
- Relation entre la profondeur totale des sols (cm) et la teneur en carbone organique ;
- Relation entre la profondeur totale des sols (cm) et la teneur en azote total ;
- Relation entre la profondeur totale des sols (cm) et le rapport C/N ;
- Relation entre la profondeur totale des sols (cm) et la granulométrie (%).

5.3.3 Classification pédologique des sols forestiers

Cette première classification est basée sur des descriptions pédologiques des sols du réseau d'observation « forêt » (sur une profondeur de 90 cm maximum) et sur les analyses granulométriques et chimiques des sols sur une profondeur de 15 cm. La

Figure *5-5* montre que les sols du réseau d'observation « forêt » ont été répartis en 15 classes de sols ce qui révèle donc une grande variabilité. Cette classification est basée sur la succession de roches mères présentes, sur les types de sol, leur granulométrie et la profondeur de sol (profondeur d'apparition de la dalle calcaire). Les classes I et II sont des sols développés sur calcaire en situation topographique de pente plus ou moins accentuée et correspondent respectivement à des rendzines colluviales et des rendzines brunifiées. Les classes III, IV et V sont des sols bruns calciques à bruns ayant une profondeur de 10 à 75 cm où aucun nodule de fer n'a été observé. Les autres classes de VI à XV sont des sols développés sur une ou plusieurs strates valanginiennes avec des nodules de fer dans les facies argile et limon. Les classes VI et VIII ont été distinguées des classes IX à XI car elles ne présentent pas en surface un facies plus argileux. Les classes IX à XIII correspondent à des sols développés sur un empilement de deux strates valanginiennes (limon en surface et argile en profondeur. Les sols profonds sont souvent acides à oligosaturés. Les classes XIV et V sont des sols brun souvent acides développés sur sable ou sur sable-limoneux.

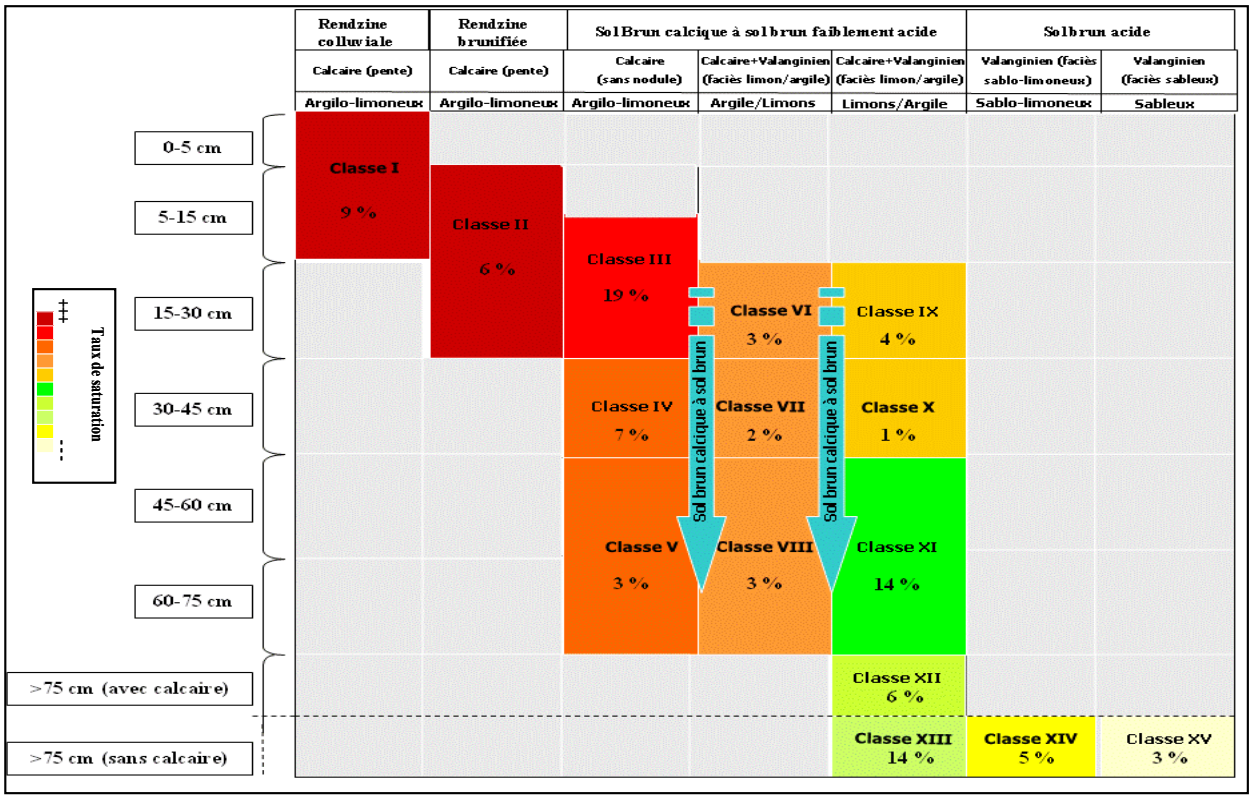


Figure 5-5 Classification des sols des points de l'inventaire des massifs forestiers

5.4 Etat de référence de la qualité des sols (RMQS)

Depuis 2007, l'Andra est partenaire du réseau de mesures de la qualité des sols (RMQS) mis en place en 2002 par le Groupement d'Intérêt Scientifique SOL (GISSOL) pour plusieurs points de mesures dans la zone OPE. Le Réseau de Mesures de la Qualité des Sols est une opération pilotée par le Groupement d'Intérêt Scientifique Sol (Gis Sol), qui regroupe le Ministère de l'Agriculture et de la Pêche (MAP), le Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de l'Aménagement du Territoire (MEEDDAT) représenté par l'Institut Français de l'Environnement (IFEN), l'Institut National de la Recherche Agronomique (INRA), l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (ADEME) et l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD). La responsabilité de la coordination, de la mise en place et du suivi du RMQS a été confiée par le Gis Sol à l'Unité Infosol d'Orléans, qui est une unité de service associant l'INRA et l'IFEN.

5.4.1 Réseau de Mesure de la Qualité des Sols (RMQS)

Le RMQS est animé par l'unité Infosol d'Orléans (unité mixte INRA et IFEN). Les sites forestiers ont été mis en place par l'IFN dans le cadre du projet européen BIOSOIL (soit 600 sites). Les sites agricoles et prairiaux sont traités par les partenaires locaux d'Infosol.

Le «Réseau de Mesures de la Qualité des Sols » (RMQS) est un réseau systématique de mesures et de suivi des paramètres pédologiques, qui repose sur le prélèvement et la description des sols d'environ 2 200 sites répartis uniformément sur le territoire français, selon une maille carrée de 16 km de côté. Au centre de chaque maille, un dispositif de prélèvement de sols qui sera renouvelé tous les 10 ans est mis en place. Au sein de ce réseau, les outils classiquement utilisés pour la surveillance de la qualité des sols en France consistent principalement en un suivi des caractéristiques physiques et chimiques. Ce réseau a pour objectif de détecter de façon précoce l'apparition et les tendances de la dégradation de l'état des sols. La 1ère campagne de mesures a été finalisée en 2007 pour la Haute-Marne et en 2008 pour la Meuse.

5.4.2 Etat de référence de la qualité des sols

L'objectif de ce suivi est de réaliser un état de référence de la qualité des sols au sein du territoire de l'Observatoire Pérenne de l'Environnement et de mettre en place un réseau de suivi à long terme qui s'inspire et complète les réseaux existants à l'échelle nationale (RMQS) et européenne (type ICP-Forest). L'enjeu est aussi de compléter les travaux précédents. L'état de référence a pour objet de caractériser la

qualité des sols en terme pédologique, physico-chimique, micropolluants organiques et minéraux, et biologique à l'échelle du territoire de l'OPE. L'intérêt majeur de cette étude est de disposer de valeurs de référence ou teneurs habituelles pour chacun de ces paramètres et de modèles prédictifs pour ces valeurs de référence utiles pour la détection d'anomalies. Le maillage systématique et l'utilisation de protocole type « RMQS » ont été privilégiés afin de bénéficier du retour d'expérience du GISSOL et de son appui méthodologique d'échantillonnage pour la mise en place de ce réseau de suivi à long terme.

Cet état de référence sera complété par des études plus fines, à l'échelle de la parcelle, lors de l'étude de l'état de référence de stations instrumentées de mesures biogéochimiques en forêt sur le site expérimental de Montiers-sur-Saulx, en prairies et cultures sur le site expérimental d'Osne-le-Val intégrant notamment des mesures d'indicateurs de qualité biologique dans le cadre du programme Bioindicateurs 2 de l'ADEME.

5.4.3 Echantillonnage

Pour établir cet état de référence de la qualité des sols sur un nombre limité de points représentatifs de la zone d'étude, deux approches complémentaires sont employées :

La première approche consiste un réseau de points de mesure systématique établi à partir d'une maille carrée de 1,5 km de côté sur la zone de l'OPE déjà appliquée pour plusieurs études (notamment inventaire floristique, chiroptères, qualité des végétaux, etc). Environ, une centaine de points sont sélectionnés sur la base de ce maillage (*Tableau 5-2* et *Figure 5-6* et) ;

La deuxième approche consistera à définir environ une trentaine de points complémentaires qui seront positionnés en fonction des strates/familles dont la description nécessite des échantillons supplémentaires pour permettre une approche typologique de l'état de référence.

Tableau 5-2 Distribution des points de prélèvements par unité de sol et couvert

Couverts / Unités de sol	Forêts de conifères	Forêts de feuillus	Forêts et végétation arbustive	Prairies	Terres arables	Total général
Rendzine brunifiée		11		3	41	**55**
Rendzine colluviale		6		4	2	**12**
Sol brun calcaire	1			1	4	**6**
Sol brun calcique		9	1		6	**16**
Sol brun colluvial de fond de vallon		2	1	1	3	**7**
Sol brun faiblement lessivé		5			5	**10**
Sol brunifié alluvio-colluvial de fond de vallon				8	1	**9**
Total général	**1**	**33**	**2**	**17**	**62**	**117**

Deux types de points/sites d'échantillonnage sont considérés :

- Les sites de niveau 1 seront composés d'une zone d'échantillonnage dite « zone composite » (rouge) de 20 m x 20 m afin de prélever des échantillons composites (environ 80 sites) ;
- Les sites de niveau 2 seront composés d'une zone d'échantillonnage dite « zone composite » comme défini précédemment et d'une fosse pédologique (vert) afin de réaliser une description pédologique complète, des prélèvements au cylindre pour estimer la densité apparente et enfin pour effectuer des prélèvements de roche mère (environ 60 sites).

Les campagnes de prélèvement se tiennent préférentiellement en fin d'hiver / début de printemps dès que les conditions climatiques de prélèvement seront satisfaisantes.

Tableau 5-3 Distribution des points de prélèvements par type d'échantillonnage

	2009	2010	2011	2012	2013	Total
Site de niveau 1	16	16	17	22	16	**80**
Site de niveau 2	10	11	13	12	13	**60**

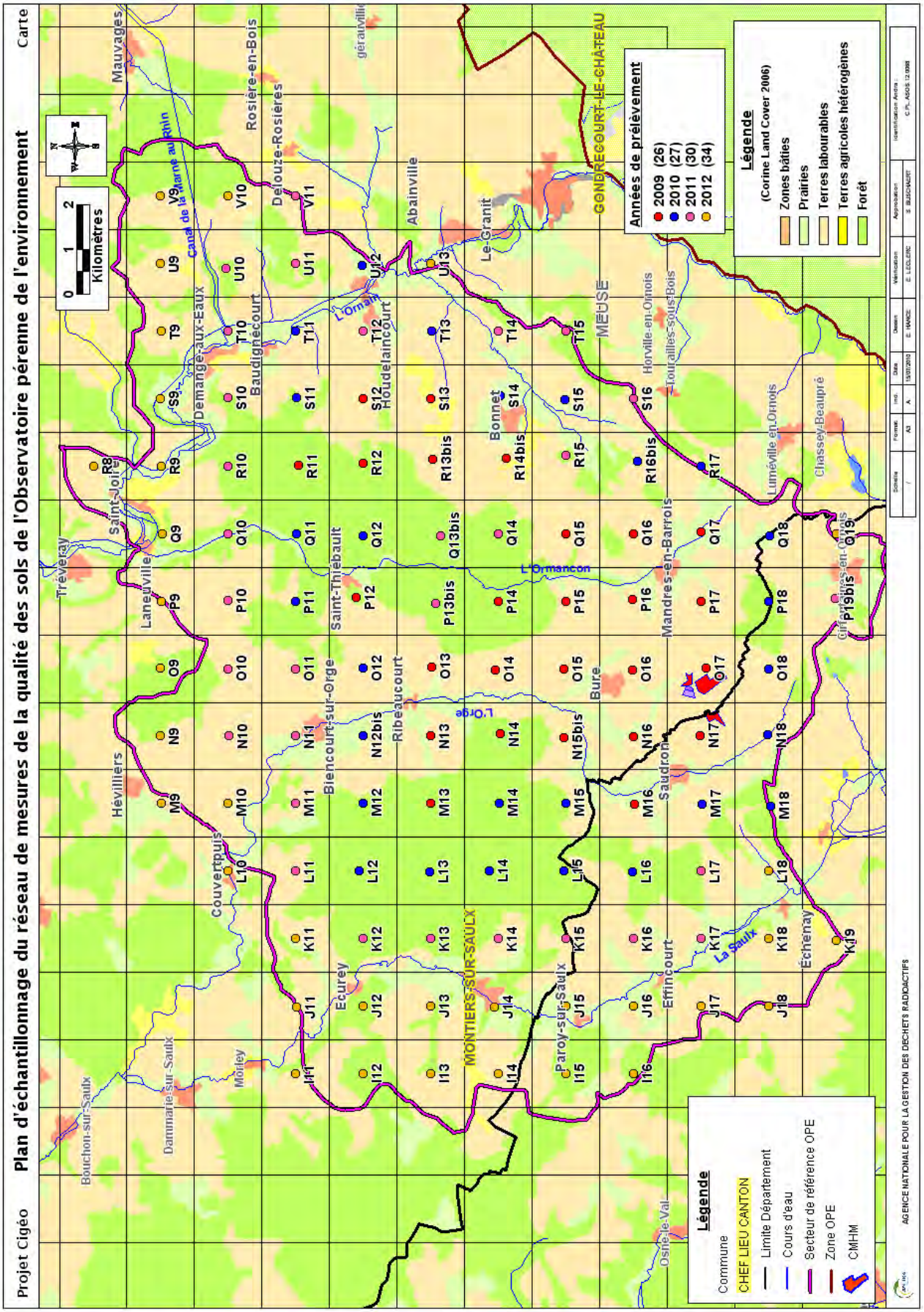


Figure 5-6 *Carte du plan d'échantillonnage du réseau de mesures de la qualité des sols (2009-2012)*

Les méthodes de prélèvement appliquées sont directement celles établies dans le cadre de la mise en œuvre du Réseau de Mesure de la Qualité des Sols (RMQS) établi par l'unité de l'INRA Orléans. Les prélèvements de sols et la description des fosses pédologiques sont réalisés par des spécialistes formés à cette méthode sous un contrôle qualité effectué par Infosol.

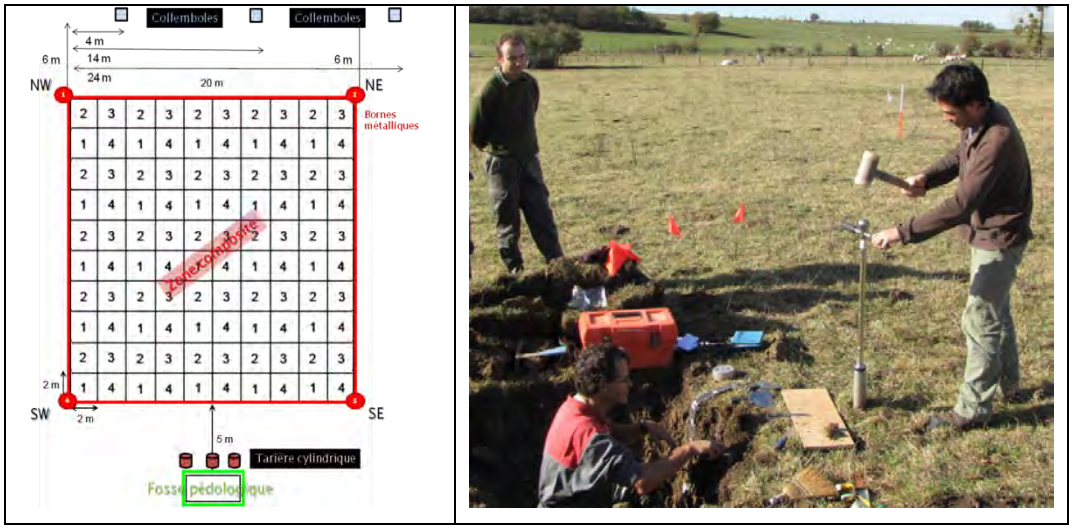


Figure 5-7 *Dispositif de prélèvement et de description du sol basée sur le protocole RMQS (Source Manuel RMQS édition 2006)*

5.4.4 Résultats des premières campagnes d'analyses

Analyses physico-chimiques type agronomique

Les échantillons de terre prélevés à ce jour ont été analysés par l'INRA (Laon) et font actuellement l'objet d'analyses statistiques pour l'ensemble des paramètres physico-chimiques désignés ci-dessous :

- Granulométrie sans décarbonatation (norme NF X 31-107) ;
- Teneur en eau résiduelles après séchage (105 °C) ;
- pH eau (NF ISO 10390) ;
- Calcaire total (méthode volumétrique NF ISO 10693) ;
- Carbone organique sur sol non décarbonaté (combustion NF ISO 10694) ;
- Azote total (combustion sèche NF ISO 13878) ;
- Phosphore assimilable exprimé en P2O5 (méthode Olsen NF ISO 11263) ;
- CEC (extraction au chlorure de cobaltihexamine NF X 31-130) ;
- Cations échangeable : Al, Ca, Fe, K, Mg, Mn, Na (extraction au chlorure de cobaltihexamine NF X 31-130) ;
- Eléments majeurs totaux : Al, Ca, Fe, K, Mg, Mn, (extraction HF + HClO4, NF ISO 14689-1.

Analyse des micropolluants organiques

L'objectif de cette partie de l'étude est de réaliser un état de référence des contaminations des sols en micropolluants organiques (MPO). A l'inverse des éléments traces métalliques (ETM), les MPO ne sont pas présents dans le matériau parental du sol.

Les contaminations du sol par les MPO sont causées, d'une part, par les retombées atmosphériques liées à des émissions naturelles (feux de forêts, prairies, éruptions volcaniques, ...) puis transportées à plus ou moins longue distance et d'autre part à des effets anthropiques liés à des pollutions dues au transport, aux activités industrielles ou causées par certaines pratiques domestiques et agricoles.

Les micropolluants organiques ciblés sont les HAP's (naphtalène, acénaphtène, fluorène, phénanthrène, anthracène, fluoranthène, pyrène, benzo(a)anthracène, chrysène, benzo(b)fluoranthène, benzo(k)fluoranthène, benzo(a)pyrène, dibenzo(ah)anthracène, benzo(ghi)pérylène, indéno(123,cd) pyrène, acénaphtylène) et les PCB's (congénères 8, 18, 28, 44, 52, 66, 77, 101, 105, 118, 126, 128, 138, 153, 170, 180, 187, 195, 206, 209). Les échantillons de terre prélevés à ce jour sont en cours d'analyse et feront l'objet d'analyses statistiques.

Analyse des micropolluants minéraux

Les analyses sont pratiquées par le Centre de Recherche Pétrographiques et Géochimiques (CRPG-CNRS). L'objectif de ces analyses est de réaliser un état de référence des contaminations des sols en éléments traces métalliques (ETM). Les concentrations des éléments dans les sols résultent de processus géologiques et pédologiques auxquels s'ajoutent des contaminations diffuses et locales liées aux activités humaines. Les teneurs actuelles en éléments peuvent avoir été influencées par des processus naturels et provenir directement de la roche mère, ce qui correspond au fond géochimique naturel (Collinet et al., 2004 ; Sterckeman et al., 2006). Mais ils peuvent aussi avoir des origines anthropiques liées aux pratiques agricoles (utilisation de certains intrants), ou aux retombées atmosphériques diffuses voire locales (à proximité de fonderies par exemple).

Les analyses ont porté sur les éléments majeurs et traces suivants : Si, Al, Fe total, Mn, Mg, Ca, Na, K, P, Ti, As, Ba, Be, Bi, Cd, Ce, Co, Cr, Cs, Cu, Dy, Er, Eu, Ga, Gd, Ge, Hf, Ho, In, La, Lu, Mo, Nb, Nd, Ni, Pb, Pr, Rb, Sb, Sm, Sn, Sr, Ta, Tb, Th, Tm, U, V, W, Y, Yb, Zn, Zr, B, Cl, F, Hg, Se.

Les résultats de concentration obtenus sur les 160 premiers échantillons montrent que la gamme de variation de composition chimique des sols est extrêmement variable allant par exemple pour le SiO_2 de 0,72 % à 79 % et de 0,04 % à 53 % pour le CaO. Ces variations reflètent la variation lithologique depuis des horizons superficiels de sols jusqu'à la roche mère carbonatée.

La teneur en métaux lourds (Pb, Cd, Hg, Zn, Cr...) n'est pas significativement différente de la valeur moyenne de la croûte continentale excepté pour le Cd qui montre une concentration moyenne relativement haute. Nous constatons ponctuellement des teneurs significativement élevées en Hg et Cd. Les teneurs moyennes en Cd pourraient être expliquées par certaines pratiques agricoles de fertilisation à base de scories.

Caractérisation de la diversité microbienne (en collaboration avec la Platforme GenoSol INRA)

Ces analyses permettront de comparer la densité et la diversité des communautés microbiennes indigènes des sols de l'OPE à l'échelle d'une zone paysagère dans le nord-est de la France. Une telle étude spatialisée à cette échelle d'investigation représente l'opportunité de résoudre la distribution de la diversité microbienne. La combinaison de cette échelle à d'autres traitées par ailleurs (parcelle, régions, territoire RMQS) permettra de comparer l'influence des paramètres environnementaux sur la distribution de la diversité microbienne à différentes échelles spatiales (territoire > paysage > parcelle). En effet, à l'échelle du territoire national, il a été démontré que la diversité des communautés bactériennes était plus influencée par le type de sol que par le mode d'usage et les facteurs climatiques. A l'échelle de la parcelle agronomique, l'homogénéité des conditions pédologiques fait ressortir l'effet du mode d'usage des sols. Par contre, très peu de données sont disponibles à l'échelle intermédiaire du paysage et il est donc pertinent d'évaluer l'influence du mode d'usage et/ou de son historique sur la diversité microbienne indigène et sa distribution.

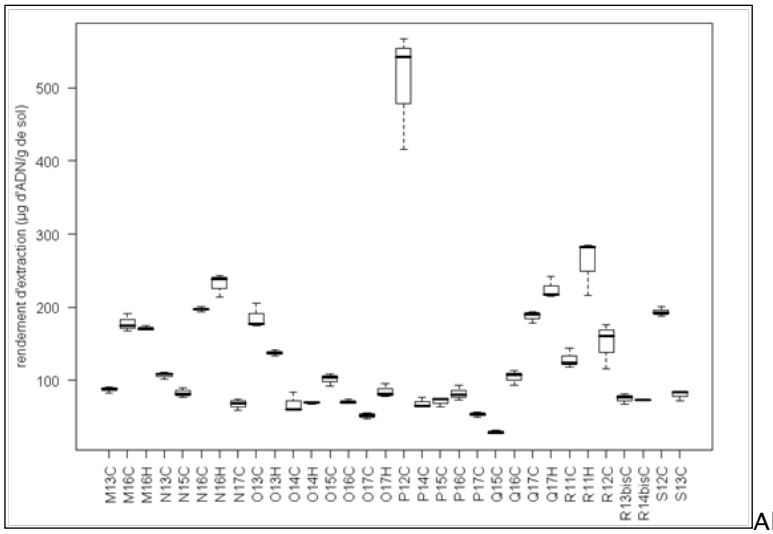
Les analyses de densité, de caractérisation de la structure génétique et d'estimation de la diversité taxonomique des communautés de bactéries et de champignons indigènes ont été réalisées par l'équipe GenoSol). Ces analyses ont été abordées par des outils de biologie moléculaire directement sur l'ADN extrait des sols.

Cette caractérisation de la diversité microbienne permettra :

- d'évaluer précisément l'abondance et la structure génétique des communautés microbiennes des sols de l'OPE,
- de définir la distribution spatiale de l'abondance et de la diversité des communautés microbiennes telluriques et les profils biogéographiques associés,
- d'évaluer la relation aire-espèces pour les communautés microbiennes du sol à l'échelle de l'OPE,
- de quantifier l'impact des activités anthropiques et améliorer l'évaluation environnementale des modes d'usages des sols à l'échelle du paysage,
- de hiérarchiser les filtres environnementaux (pédo-climat, usage du sol, couvert végétal, historique) qui régulent la diversité et la fonctionnalité des communautés microbiennes des sols,
- d'identifier des bio-descripteurs microbiens de la qualité des sols et de leur évolution,
- d'élaborer des cartes de distribution de l'abondance et de la biodiversité des sols à l'échelle de l'OPE permettant de définir des outils d'aide à la décision pour améliorer la gestion des sols,
- d'élaborer un système d'information environnementale sur la biodiversité microbienne tellurique qui permettra de définir un « Normal Operating Range » des sols de l'OPE.

Les premiers résultats sur les 26 sites échantillonnés en 2009 montrent que :

La biomasse moléculaire varie entre 50 et plus de 500µg ADN/g de sol ce qui démontre une forte fluctuation de l'abondance des microorganismes entre ces sols (Figure 5-8). Une telle gamme de variation est surprenante pour une zone aussi restreinte en termes d'échelle spatiale de l'échantillonnage.



Abscisse : N° site (cf. *Figure 5-6*)

Figure 5-8 Distribution de la biomasse moléculaire dans les sols de l'OPE (2009)

La confrontation avec les données physico-chimiques des sols montrent que cette biomasse moléculaire est fortement reliée à la teneur en matière organique, à la texture du sol (teneur en argiles) et à la teneur en nutriments minéraux (N, Mg, K). L'analyse de la biomasse moléculaire en fonction des modes d'occupation des sols montre des résultats assez classiques : une biomasse plus forte en écosystèmes forestiers et prairiaux et plus faible en grande culture. La plus faible biomasse en grande culture s'explique par un couvert végétal moins pérenne, des pratiques agricoles qui peuvent altérer la vie microbienne tellurique (pesticides, labour, …) et des stocks de matières organiques plus faibles dans ces sols. Ces résultats corroborent ceux obtenus à plus grande échelle sur le RMQS. Toutefois, il est surprenant d'obtenir une relation positive avec le C/N et neutre avec le pH. Ceci signifie que la biomasse augmente avec le C/N et que le pH influence peu l'abondance microbienne des sols. Ces résultats ne sont pas en accord avec ceux trouvés pour le RMQS (Dequiedt et al., 2010).

Les densités bactériennes varient entre 1.10^{10} et 3.10^{11} copies d'ADNr-16S par gramme de sol (Figure 5-9), les densités fongiques fluctuent de 2.10^{9} à 5.10^{10} copies d'ADNr-16S par gramme de sol (Figure 5-10). Le rapport entre ces deux densités rend compte de la balance entre les communautés de champignons et celles des bactéries ; ce rapport varie dans les sites entre 1 et 6.5. Ces valeurs sont en accord avec celles trouvées dans la littérature (Lauber et al., 2008 ; Rousk et al., 2010).

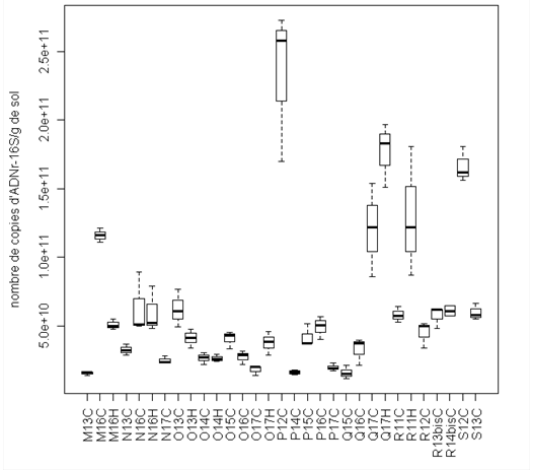


Figure 5-9 Distribution de la densité microbienne

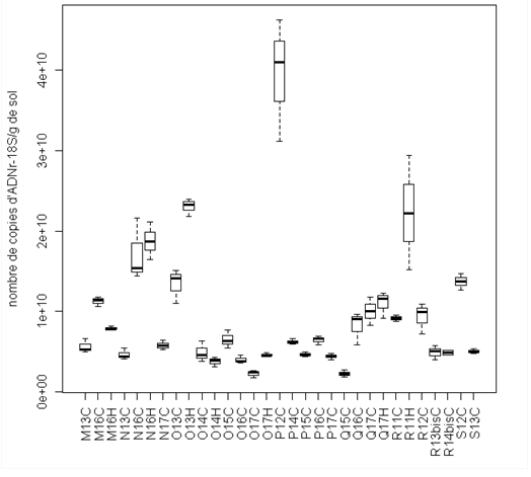


Figure 5-10 Distribution de la densité fongique

La densité bactérienne est corrélée au statut organique (teneur en matière organique) et la texture du sol (teneur en argile). La densité fongique est, elle, corrélée essentiellement au statut organique du sol et la nature de la matière organique (rapport C/N). Ces résultats sont en accord avec les attributs écologiques de ces communautés puisque les textures fines ainsi que le statut organique confèrent des niches favorables aux développements des populations bactériennes alors que les communautés fongiques sont généralement majoritaires dans les sols sous forêt qui présentent un C/N élevé. Le mode d'occupation des sols influencent les densités bactériennes et fongiques. La densité bactérienne est supérieure dans les systèmes présentant un couvert pérenne (forêts et prairies) par opposition aux systèmes agricoles plus perturbés et anthropisés. Ces résultats sont similaires pour les communautés fongiques.

La structure génétique des communautés de bactéries et de champignons telluriques a été caractérisée par des outils de génotypage de type ARISA (B-ARISA et F-ARISA pour bactérie et champignons) à partir de l'ADN extrait du sol. Les résultats obtenus sur la structure génétique des sols de la zone OPE ont été comparés à ceux du référentiel «MicroSol» élaboré sur les sols du RMQS et montrent que ces 26 premiers sites se positionnent dans une gamme classique de structure génétique (de type «Normal Operating Range» défini par le référentiel MicroSol). La variation de structure génétique des communautés de champignons entre les sols de la zone OPE est significative.

Cette zone paysagère montre un gradient important de diversité avec des sols dont la composition microbienne est variable. L'analyse de co-inertie entre les données physico-chimiques des sols et les données F-ARISA montre que les paramètres des sols qui sont le plus structurant pour la biodiversité fongique sont : la texture du sol (teneur en argiles et limons) > pH, Azote > teneur en MO, P, Mg et C/N.

Caractérisation des microarthropodes (Acariens et les Collemboles)

Le sol est le milieu de vie d'une faune abondante, qui par son activité (bioturbation, décomposition) participe au fonctionnement du sol et peut en modifier les propriétés physico-chimiques (Tiunov and Scheu 1999) (Tiunov, Bonkowski et al. 2001). Par ailleurs, elle peut être le révélateur de la qualité de ces sols ou de leur détérioration (Cortet, Gomot de Vauflery et al. 1999). Des indices de mesure ont été développés ces dernières années pour prendre en compte cette pédofaune et en déduire le bon ou le mauvais état du sol (Indice Biotique de Qualité des Sols (IBQS). Plusieurs critères ont été initiés pour harmoniser les techniques d'étude de la biodiversité de la faune du sol sur le Terrain. Le programme européen ENVASSO[47] entre autres, avait retenu trois critères majeurs pour évaluer cette biodiversité :

- la biomasse et la diversité lombriciennes ;
- la richesse en espèces de collemboles ;
- la biomasse ou la respiration microbienne.

Ces paramètres sont également ceux retenus au cours du programme « RMQS biodiversité » en Bretagne. Ce sont ces paramètres qui ont été mesurés par le LSE[48] (Collemboles) et le LIEBE[49] (Lombrics et respiration microbienne) pour suivre la biodiversité de la faune des sols de la zone d'observation de l'Observatoire Pérenne de l'Environnement.

Dès 2008, une première étude a été menée sur la zone OPE par le Laboratoire Sol Environnement de l'ENSAIA de l'INPL afin d'obtenir un premier aperçu de la diversité de la biologie des sols. Six stations sur la zone OPE et deux stations hors zone ont été choisies en fonction des paramètres de répartition des espèces de la faune du sol et en fonction des types de sols. Les résultats de cette étude présentés dans le Bilan OPE 2007/2008 mettaient en évidence les facteurs de variations (occupation des sols et caractéristiques pédologiques) sur la diversité des trois composantes traitées (lombriciennes, collemboles et microbienne).

L'objectif de cette caractérisation des microarthropodes dans le cadre de cet état de référence de la qualité des sols de l'OPE vise à comprendre l'organisation de ces communautés, et plus précisément celles des collemboles à l'échelle du paysage. Cette échelle devrait compléter les éléments traditionnellement acquis à l'échelle de la parcelle ou celle du territoire (Cluzeau et al., 2009; Cortet, 2010). Il est plus particulièrement étudié l'effet de la mosaïque paysagère (proportion de milieux ouverts par rapport aux milieux fermés, des cultures par rapport aux prairies, de la proximité des cultures prairies ou forêts par rapport à la zone échantillonnée sur :

[47] ENVironmental ASsessment of Soil for mOnitoring. Programme financé par l'Union Européenne,
[48] LSE : Laboratoire Sol Environnement / UMR INPL-INRA 1120 0 Vandœuvre les Nancy
[49] LIEBE : Laboratoire des Interactions Ecotoxicologie, Biodiversité, Ecosystèmes - Université Paul Verlaine, Metz - CNRS UMR 7146

- la distribution des différents groupes taxonomiques échantillonnés ;
- la diversité et la richesse spécifique des collemboles ;
- les différents traits de vie des espèces de collemboles rencontrées.

Les résultats des 25 premiers sites analysés permettent de caractériser quelques tendances :

Les collemboles représentent le groupe majoritaire de microarthropodes rencontrés. Leur abondance pour chaque site est présentée en *Figure 5-11*.

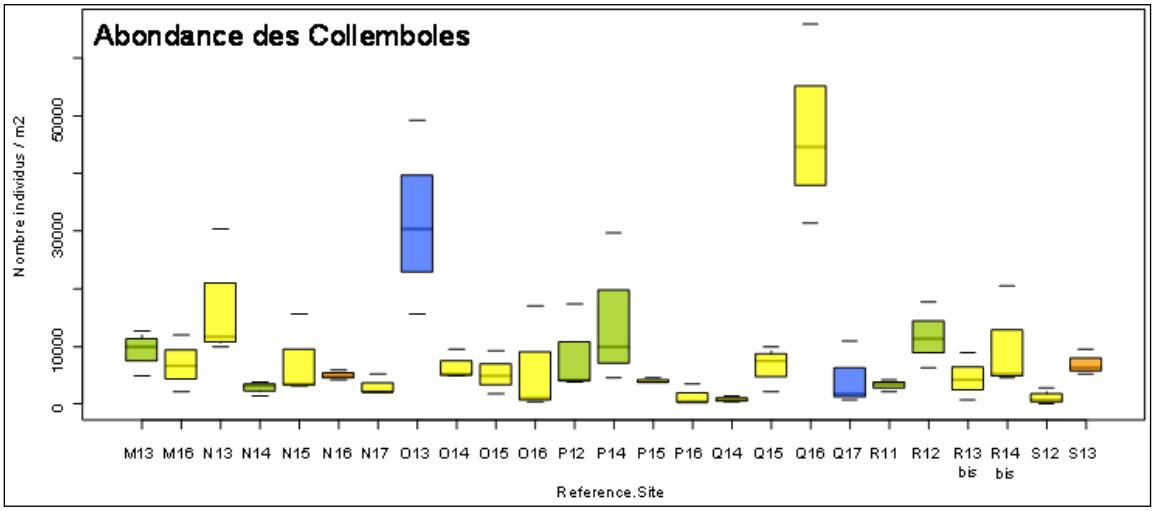


Figure 5-11 Abondance des collemboles sur chacun des 25 sites échantillonnés

Les sites échantillonnés sous forêts, prairies, friches et grandes cultures sont respectivement représentés de couleurs vert, bleu, orange et jaune. En moyenne 9 107 Collemboles/m² ont été comptés (minimum : 0 ; maximum : 65 794). Une forte disparité est constatée entre les sites étudiés. Aucun usage n'apparait significativement plus ou moins abondant par rapport à un autre.

En moyenne 3 184 individus/m² ont été comptés (minimum : 0 ; maximum : 24 761). Aucun schéma ne parait pouvoir être dessiné concernant l'usage des sols, même si les plus fortes abondances sont rencontrées en grandes cultures et en prairies. Toutefois, une plus grande dispersion des résultats est observée sur de nombreux sites en grandes cultures par rapport aux autres usages de sols (*Figure 5-12*).

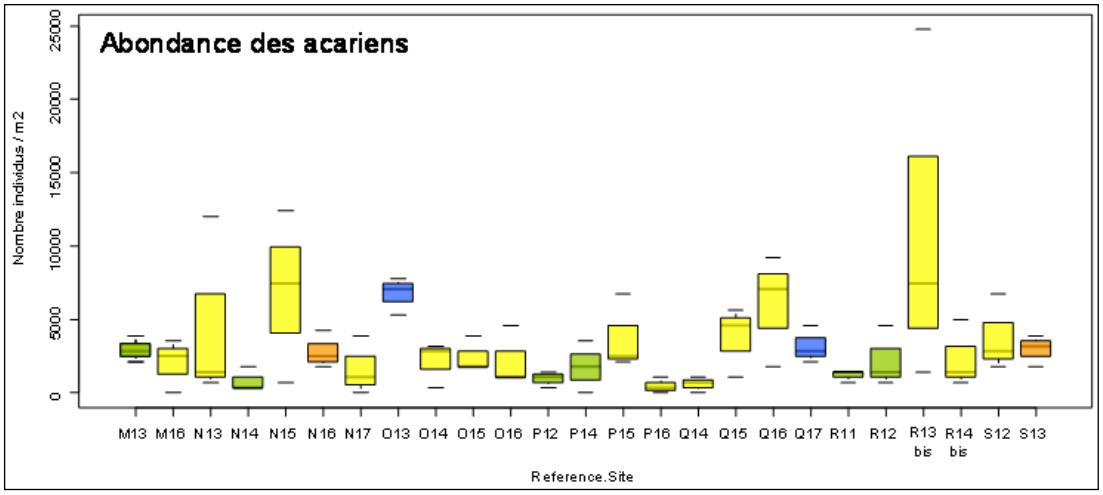


Figure 5-12 Abondance des acariens sur chacun des 25 sites échantillonnés

Parmi les trois groupes d'acariens, les Oribatida sont majoritaires, avec une moyenne de 1 637 individus/m² (min : 0 ; max : 11319), suivis par les Gamasida, avec une moyenne de 1024 individus/m² (min : 0 ; max : 8843), puis les Actinedida, avec une moyenne très faible de 156 individus/m² (min : 0, max : 1061). La répartition des groupes d'acariens varie fortement en fonction des sites mais aucun schéma particulier ne permet de distinguer les différents usages de sol, même si on constate une dispersion plus importante des échantillons au sein des grandes cultures par rapport aux forêts, prairies ou friches.

Les autres Arthropodes sont constitués en majorité de Pauropodes et Symphiles, ainsi que de larves de Diptères (*Figure 5-13*).

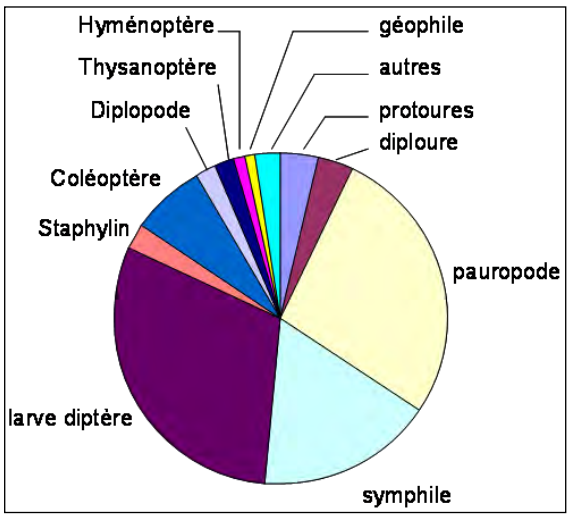


Figure 5-13 *Fréquence relative des différents taxons composant la catégorie «Autres Arthropodes»*

Ce groupe présente une moyenne de 726 individus/m^2 (min : 0 ; max : 3891). Leur abondance est très variable en fonction des sites considérés et ne semble pas dépendre des usages des sols.

Composition, richesse et diversité des communautés de Collemboles des échantillons en 2009

31 taxons ont pu être identifiés sur les 25 sites échantillonnés. La plupart des espèces avaient été rencontrée lors de l'étude préliminaire effectuée en 2008. Toutefois, plusieurs espèces n'ont pas été retrouvées. A l'opposé, 6 espèces non observées en 2008 ont été récoltées. Les espèces les plus fréquemment rencontrées sont Parisotoma notabilis (dans 65 % des échantillons récoltés), suivi de Protaphorura armata, Isotomiella minor, Mesaphorura sp. et Folsomia quadrioculata (dans respectivement 48 %, 47 %, 4 5% et 41 % des échantillons récoltés) (*Figure 5-14*). A l'opposé, 8 taxons n'ont été rencontrés que sur un seul site : Orchesella villosa, Heteromurus major, Proisotoma minuta, Folsomides parvulus, Willemia denisi, Neanura muscorum, Brachystomella parvula, Megalothorax minimus.

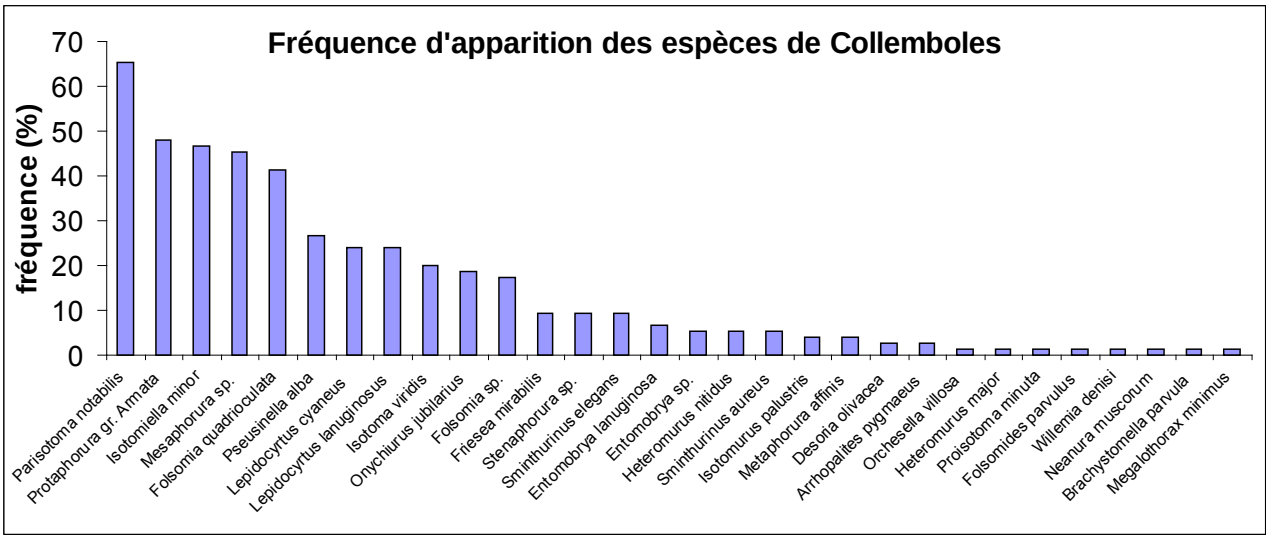


Figure 5-14 *Fréquence d'apparition des taxons de Collemboles récoltés dans les 75 échantillons prélevés*

La richesse moyenne en espèces par échantillon est de 4,52 espèces (min : 0 ; max : 11), ce qui est inférieur à celle observée sur les sites échantillonnés en novembre 2008. Au regard des 25 sites échantillonnés, aucun usage ne semble plus riche en espèces qu'un autre.

5.4.5 Discussion des résultats

Les premières campagnes d'échantillonnage systématique sur le secteur de référence OPE effectuées en 2009 et 2010 ont permis de collecter les données sur plus de 50 sites. Ces sites comprenaient différents usages (forêts, friches, prairies et grandes cultures) et unités de sols (unités 1, 2, 3, 4, 6 et 7). Ainsi pour l'heure, étant donné le faible nombre d'échantillons disponibles par rapport aux facteurs de variation, il apparait difficile d'interpréter tous les résultats. Ils devront être confirmés lors des prochaines campagnes de prélèvements programmées en 2011 et 2012 afin de préciser les premières tendances et établir des teneurs de référence pour le suivi de longue durée.

5.5 Fond radiologique des sols

L'étude d'impact associée à la Demande d'Autorisation de Création d'une Installation Nucléaire de Base (INB) comprendra entre autre un volet radiologique pour lequel un état initial exhaustif devra être établi pour tous les milieux de l'environnement susceptibles de recueillir des radionucléides : eaux, air, sols, plantes, champignons, lichens, produits animaux, homme. Au-delà du suivi radiologique déjà pratiqué par le Laboratoire souterrain de Meuse-Haute-Marne, une étude complémentaire a été menée sur toute la zone d'étude de l'OPE et sur de multiples composantes de l'environnement dont les sols en 2007 et 2008.

La zone OPE est située hors de l'influence des installations nucléaires. Les principales sources de radioactivité artificielle sont les retombées des essais nucléaires atmosphériques (années 50 à 80) et les retombées de l'accident de Tchernobyl (1986).

5.5.1 Echantillonnage 2008

En 2007/2008, les principaux sols représentatifs des unités pédologiques ont fait l'objet d'une caractérisation radiologique et d'une mesure de leur flux d'exhalation de radon (*Figure 5-15*). Différents horizons ont été étudiés en fonction de leur utilisation. Pour les sols forestiers, il s'agit de la litière, l'horizon de surface 0-5cm et l'horizon 5-20 cm. Pour les sols de prairie, 2 horizons sont étudiés (0-5 et 5-20 cm). Enfin, seul l'horizon 0-20 cm des sols cultivés a été prélevé et analysé compte tenu que ces derniers subissent un labour régulier.

5.5.2 Résultats

La radioactivité naturelle des sols provient essentiellement du ^{40}K dont l'activité varie de 180±20 à 670±80 $Bq.kg^{-1}$ sec. On constate également la présence de radioéléments appartenant aux chaînes naturelles :

- du ^{232}Th avec des activités en ^{212}Pb et en ^{228}Ac détectées sur l'ensemble de sols analysés avec des activités variant respectivement de 16±2 à 74±9 $Bq.kg^{-1}$ sec et de 16±3 à 61±7 $Bq.kg^{-1}$ sec ;
- de l'^{238}U attestée par la présence sur l'ensemble des sols de ^{234}Th (valeurs variant de 12±6 à 44±20 $Bq.kg^{-1}$ sec), de ^{226}Ra (de 35±18 à 91±46 $Bq.kg^{-1}$ sec), de ^{214}Pb (14±2 à 63±7 $Bq.kg^{-1}$ sec) et de ^{210}Pb (de 18±4 à 270±30 $Bq.kg^{-1}$ sec).

Pour le ^{210}Pb, on mesure en outre une valeur significativement plus élevée dans la litière du sol complémentaire n°1 (Commune de Ménil-sur-Saulx au Bois des Souches) que dans les autres sols et horizons de sols analysés. La valeur relevée sur la litière du sol complémentaire 1 est de 270±30 $Bq.kg^{-1}$ sec alors que l'activité maximale relevée sur les autres sols pour ce radioélément est de 62±9 $Bq.kg^{-1}$ sec. Cette situation atypique sur ce sol complémentaire n°1 n'est pas bien expliquée à ce jour et fera l'objet de mesures complémentaires.

Enfin, le ^{7}Be est présent sur la plupart des horizons superficiels étudiés avec des activités variant de 2,6±1,4 à 33±5 $Bq.kg^{-1}$ sec.

Le seul radioélément artificiel détecté est le ^{137}Cs. Sa présence est constatée sur tous les sols quel que soit l'horizon considéré. Les activités mesurées varient de 11±1 à 59±7 $Bq.kg^{-1}$ sec. Les niveaux d'activité atteints sont plus élevés dans les sols forestiers que dans les sols de culture ou de prairie. Cette différence peut être expliquée par le travail du sol qui favorise le mélange des horizons mais également par l'exportation des produits de récoltes en agro-système.

Les deux indices de radioactivité alpha et bêta global sont significatifs pour tous les sols mesurés. Ils sont compris entre 240±80 et 730±240 et entre 230±120 et 1100±300 $Bq.kg^{-1}$ sec respectivement. Les valeurs obtenues sont en bonne adéquation avec la contribution des activités des émetteurs bêta-gamma

d'origine naturelle évaluée par spectrométrie gamma en considérant les différentes chaînes radioactives à l'équilibre (^{40}K, ^{238}U, ^{232}Th).

Autres éléments mesurés : les activités en ^{14}C, ^{79}Se, ^{36}Cl et ^{41}Ca sont inférieures aux limites de détection. Les valeurs maximales de limite de détection constatées pour ces radionucléides sont de 100 Bq/kg sec pour le ^{14}C, 8,7 Bq/kg sec pour le ^{36}Cl, 300 Bq/kg sec pour le ^{41}Ca et enfin de 7,1 kBq.kg^{-1} sec pour le ^{79}Se. Comme pour les bioindicateurs, les limites de détection constatée sur le ^{79}Se sont très élevées du fait de la présence de nombreux interférents.

Flux d'exhalation radon (^{222}Rn) et thoron (^{220}Rn) : Les flux d'exhalation de ^{222}Rn varient de 21±7 à 206±23 Bq/m^2/h. Les flux d'exhalation en ^{220}Rn est déduit, par soustraction, des mesures de flux d'exhalation du ^{222}Rn et des mesures de flux d'exhalation du ^{222}Rn + ^{220}Rn ; ils varient de 16 à 143 Bq/m^2/h. A ce jour, aucune réglementation ne fixe de valeur limite de flux exhalation de radon 222 à partir de laquelle des précautions sont à prendre pour gérer le risque radon vis-à-vis de futures constructions. On considère néanmoins que l'exhalation est faible à moins de 10Bq/m^2/h et forte au-delà de 200 Bq/m²/h (donnée DOSIRAD). Ainsi, les flux mesurés sont globalement classés en moyen (valeurs comprises entre 21±7 et 100±16 Bq/m²/h) à l'exception sol Complémentaire n°1 (Commune de Ménil-sur-Saulx au Bois des Souches) qui est classé en fort (206±23 Bq/m²/h). On note que la litière prélevée sur ce point présentait également l'activité maximum en ^{210}Pb des échantillons de sol mesurés. Les fluctuations des teneurs en radium des sols comparées à celle des flux d'exhalation radon présentent des variations proches avec cependant une anomalie constatée sur le sol complémentaire n°1 où le flux d'exhalation en radon est en proportion nettement plus important que sur les autres points (*Figure 5-16*).

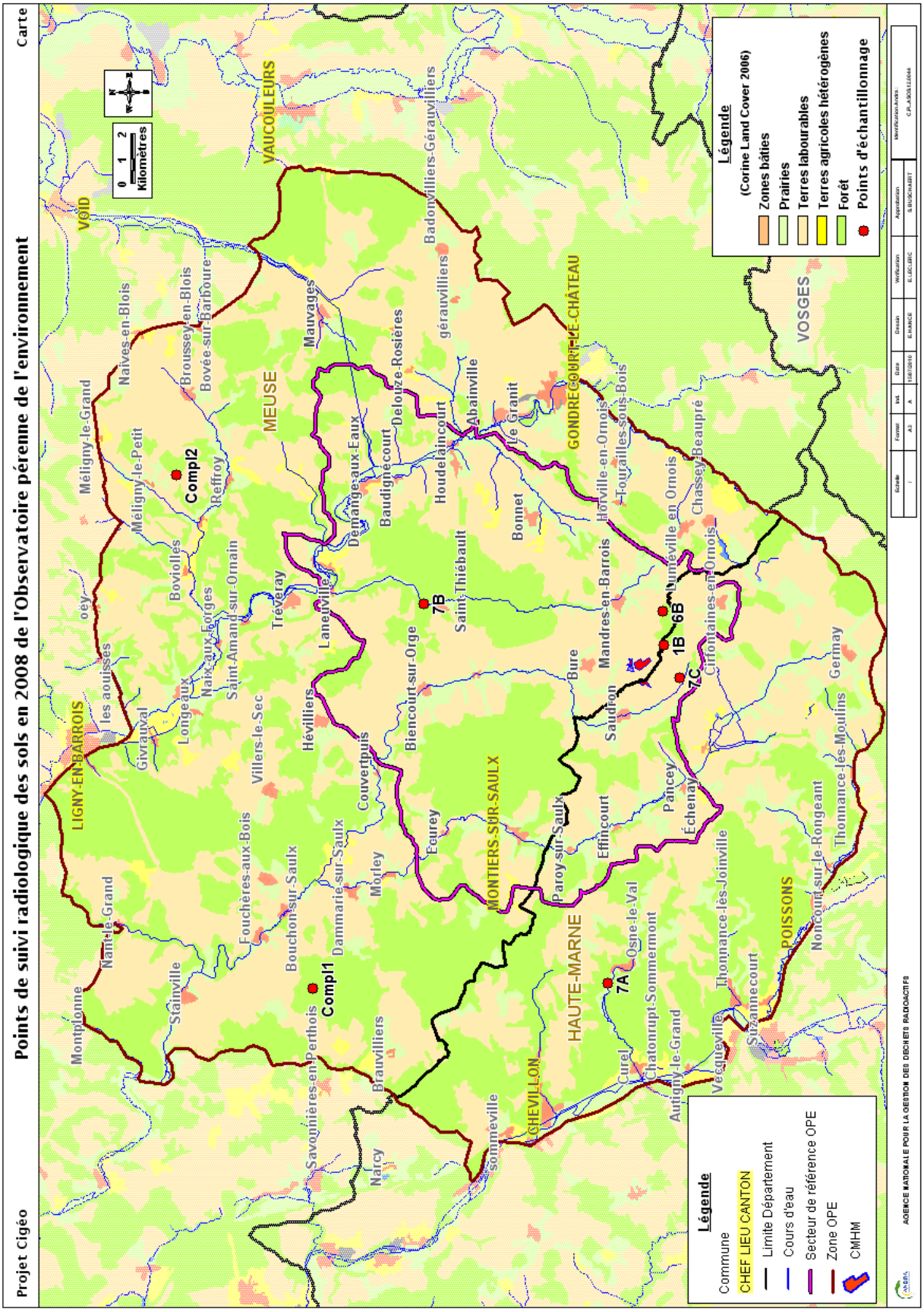


Figure 5-15 *Carte des points de mesures du fond radiologique des sols de la zone OPE*

Cette anomalie laisse supposer que l'origine du radon sur ce point n'est pas due seulement au sol directement sous-jacent. Cependant, l'épisode de précipitations neigeuses qui a eu lieu pendant la période de mesure a également pu induire localement des perturbations dans les flux d'exhalation de radon.

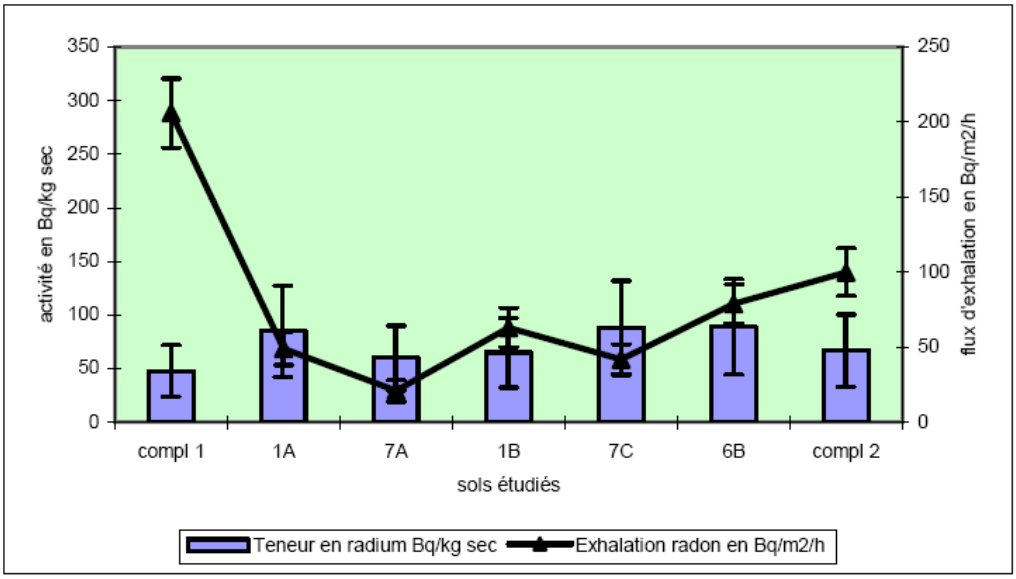


Figure 5-16 Exhalation ^{222}Rn et teneur en ^{226}Ra des sols étudiés

5.5.3 Discussion des résultats

Les mesures réalisées sur les sols montrent que la radioactivité naturelle est essentiellement due, pour sa part tellurique, au ^{40}K ainsi qu'aux chaînes naturelles de radioactivité de l'^{238}U et du ^{232}Th. La part cosmogénique de la radioactivité naturelle est due au ^{7}Be dont la présence est détectée sur 6 des 8 horizons de surface mesurés. Naturellement produit en haute atmosphère, le ^{7}Be retombe de manière plus ou moins uniforme en particulier sur les sols et les plantes.

L'activité importante constatée en ^{210}Pb sur le sol complémentaire n°1 (Commune de Ménil-sur-Saulx au Bois des Souches) peut avoir deux origines. La première origine est tellurique, directement liée au flux d'exhalation en radon 222 (ascendant radiologique du ^{210}Pb) du sol directement sous-jacent. La seconde origine est liée aux retombées atmosphériques de ^{210}Pb associées aux précipitations et issue du radon 222 provenant d'autres zones géographiques. L'importance du flux d'exhalation mesuré au niveau de ce point de prélèvement incite cependant à privilégier la première hypothèse.

Le seul radioélément d'origine artificielle détecté est le ^{137}Cs dont la présence est constatée sur tous les sols et dans tous les horizons. La présence de ^{137}Cs dans l'environnement est liée aux retombées dues à l'accident de Tchernobyl et aux anciens essais aériens d'armes nucléaires.

L'activité en ^{137}Cs dans les sols du territoire français est régulièrement suivie par l'IRSN sur différentes stations de référence. Ainsi, les valeurs enregistrées en ^{137}Cs dans les sols apparaissent compatibles avec les valeurs publiées par l'IRSN dans le cadre des synthèses annuelles des résultats des réseaux de surveillance (années 2004 à 2006), avec notamment une valeur mesurée en 2004 de 52±6 Bq/kg sec à la station Méaudre.

5.5.4 Perspectives

Cet état de référence radiologique de la zone OPE est de nouveau étudié dans le cadre d'un partenariat établi avec l'IRSN. Des mesures des principaux radioéléments artificiels de moyenne à longue période, émetteurs gamma (137Cs), alpha (isotopes du plutonium, 241Am) et béta (90Sr), encore présents aujourd'hui dans les sols de la zone OPE seront mesurés en 2011. Le but de ces mesures est d'évaluer la répartition spatiale des radioéléments artificiels en fonction des dépôts initiaux (estimés par les modèles empiriques de l'IRSN), type de sol, occupation des sols (culture, prairie, forêt). Il est sera également réalisé des profils de répartition verticale des radioéléments artificiels. Les migrations des radionucléides antérieurement déposés seront observées dans les différents types de sol et en fonction de l'occupation

du sol. Les principaux indicateurs de la migration au sein des profils sont les activités et les rapports d'activité (241Am/239+240Pu, 90Sr/239+240Pu). Une mise en perspective des données de l'OPE par rapport aux observations réalisées dans les sols des Vosges est également étudiée.

Concernant la radioactivité naturelle, une étude comparative des rapports isotopiques des principaux descendants de l'Uranium (238U, 234U, 230Th, 226Ra, 210Pb) dans les différents types de sols sera menée, dans le but de dresser un état des lieux du comportement des radioéléments naturels et des fractionnements isotopiques. Comme pour la radioactivité artificielle, les données obtenues sur la zone OPE seront comparées aux observations réalisées dans les Vosges. L'étude de la distribution de ces nucléides dans les sols est en effet importante pour donner une première information sur la mobilisation de ces radionucléides dans le milieu naturel. La comparaison des radionucléides de courte et de longue période permettra en particulier d'évaluer les taux de mobilisation des radionucléides dans les conditions de surface sur des périodes de temps de quelques années à plusieurs centaines de milliers d'années.

6. Qualité des eaux superficielles

Avant même de mettre en place un réseau de suivi de la qualité des eaux, un inventaire des données disponibles et des suivis existants sur la zone OPE a été réalisé. Ainsi, une synthèse des données historiques de suivi de la qualité de l'eau a été menée pour les eaux superficielles. Elle s'est appuyée sur un recensement de l'ensemble des données disponibles pour les 25 dernières années en interrogeant les bases de données des agences de l'Eau et des DIREN[50] (DREAL[51]).

Depuis 1999 et dans le cadre du plan de surveillance du Laboratoire Souterrain de Meuse/Haute-Marne conformément à l'arrêté préfectoral IOTA (Installation Ouvrages et Travaux d'Aménagements du 10 mars 1998), un suivi régulier des eaux superficielles et souterraines ainsi que les eaux des équipements du site est pratiqué du point de vue de leur qualité physico-chimie, microbiologie, et hydrobiologie.

Depuis 2007 et dans le cadre du volet eau de l'Observatoire Pérenne de l'Environnement, le réseau de suivi de la qualité des eaux de surfaces a été élargi aux principaux cours d'eau recensés dans le secteur de référence OPE.

Afin d'étudier la variabilité de la qualité des eaux sur toute la zone OPE, l'Andra a effectué plusieurs campagnes de mesures qualitatives et quantitatives aux cours des années 2007, 2008 et 2009 sur les eaux superficielles et souterraines. Ces premières études devaient permettre d'établir un état de référence de la qualité des eaux et ensuite de dimensionner un réseau pérenne de suivi et en particulier de surveillance dans le cadre de la préparation au projet Cigéo.

D'octobre 2009 à février 2010, un suivi spécifique de la qualité des eaux superficielles de la zone OPE a été mené pour en étudier la variabilité spatiotemporelle afin de :

- comprendre l'influence de la forte variabilité des rendements hydrologiques qui caractérise la zone sur la qualité des cours d'eau, l'hypothèse de départ étant que la succession de zones d'infiltration et de zones de résurgence favorise l'alternance entre les phénomènes de dilution et de concentration des composés transitant au sein des cours d'eau ;
- comprendre la manière dont cette variabilité va influencer l'évolution temporelle de la qualité des cours d'eau en fonction des conditions hydrologiques (étiage/hautes eaux) ;
- déterminer la part des autres facteurs environnementaux (humains, paysagers….) dans la variabilité spatiale et temporelle de la qualité des cours d'eau.

En 2010, l'Andra a fait appel au Laboratoire National de Métrologie et d'essais pour réaliser une mission d'expertise des premières campagnes 2007/2008 et 2009/2010 du réseau d'observation de la qualité des eaux superficielles et des sédiments sur la zone d'étude. Cette expertise s'inscrivait dans le cadre de la mise en place du réseau pérenne de suivi de la qualité des eaux de la zone OPE.

6.1 Le réseau hydrographique

La zone OPE se trouve sur deux bassins versants (*Figure 6-1*) :

- A l'ouest, le bassin versant de la Marne (dépendant de l'Agence de l'Eau Seine-Normandie), avec la Saulx comme cours d'eau principal et l'Ornain comme premier affluent. Cette première ne compte que peu d'affluents sur le territoire meusien : L'Orge, le ruisseau de Nant et le ruisseau de Montplonne qui se trouve sur la limite Nord-Ouest de l'OPE. L'Ornain quant à lui possède de plus nombreux affluents : L'Ognon au sud-est qui lui donne naissance en confluant avec la Maldite, le ruisseau de Richecourt, l'Ormançon, la Barboure et le ruisseau de Noitel (au nord) pour ne citer que les principaux ;
- A l'extrême est, le bassin versant de la Meuse (dépendant de l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse), avec deux affluents du fleuve, la Méholle qui devient le Vidus avant de confluer avec la Meuse et le ruisseau de Montigny (ou Ru Nicole) à l'extrême est de la Zone OPE.

Le réseau hydrographique de la zone OPE représente 421 km dont 63 km sont artificiels (36 km pour le Canal de la Marne au Rhin, 13 km pour le Canal de la Marne à la Saône et 14 km pour les rigoles d'alimentation d'autres petits canaux). On dénombre au total 270 cours d'eau naturels, dont les plus importants en linéaires sont l'Ornain avec 50 km et la Saulx avec 48 km.

[50] DIREN : Direction Régionale de l'Environnement
[51] DREAL : Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement

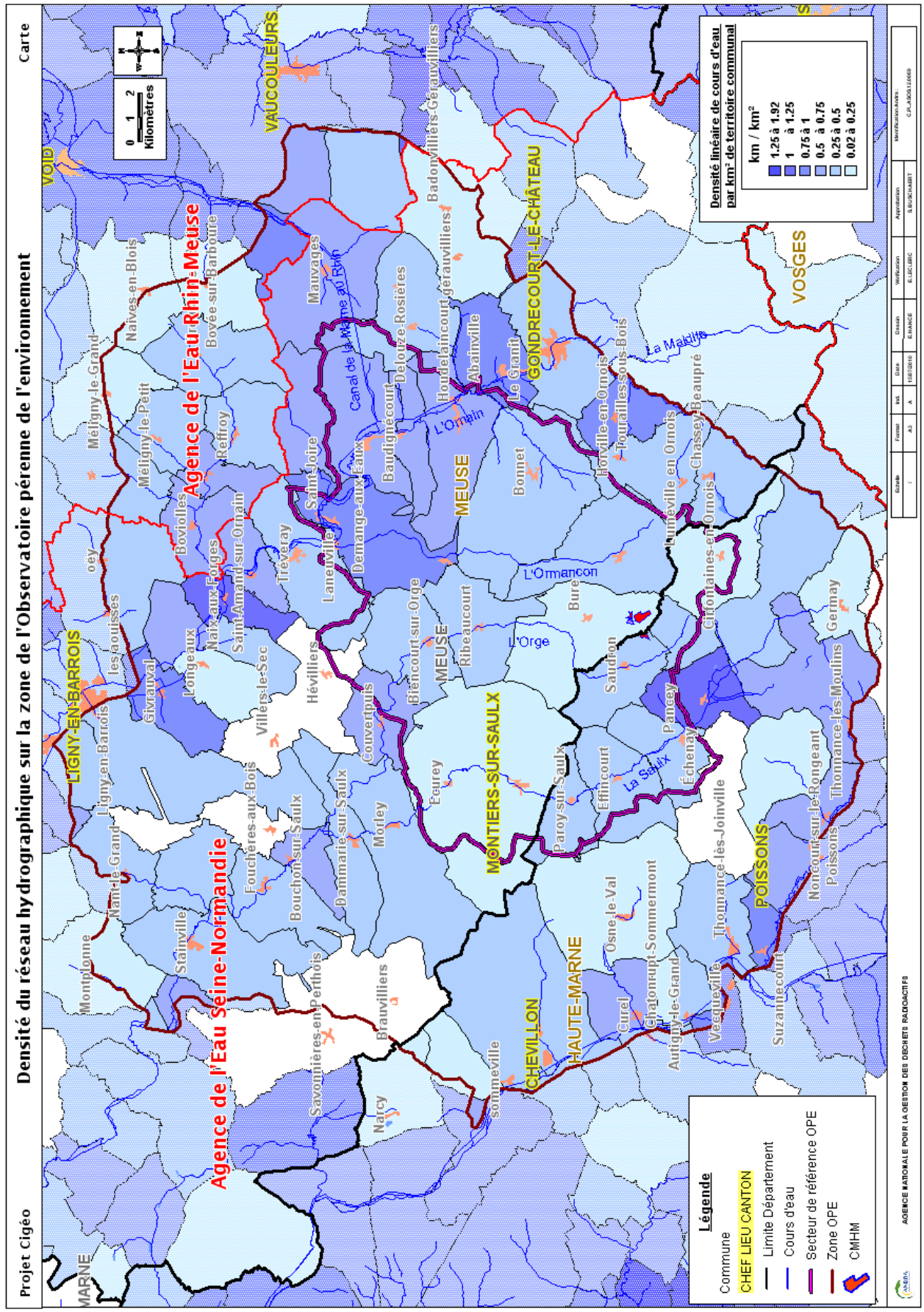


Figure 6-1 *Carte de la densité du réseau hydrographique de la zone OPE*

La zone OPE est également traversée, du nord-ouest à l'est, par le canal de la Marne au Rhin qui emprunte la vallée de l'Ornain puis celle de la Méholle en passant par le tunnel de Mauvages. A noter que le bief de Mauvages est un bief de partage des eaux, alimenté par la prise d'eau d'Houdelaincourt sur l'Ornain et par les sources de Vacon.

6.2 Recensement des réseaux de suivi de la qualité des eaux superficielles

L'actualisation et la récupération des informations et des données des eaux de surface de la zone OPE ont été réalisées auprès de différents services :

- Les Agences de l'eau Seine-Normandie (AESN) et Rhin-Meuse (AERM) via le site internet de mise à disposition des données de qualité des eaux – le Système d'Information sur l'Eau (SIE) ;
- Les DREAL Île-de-France, Champagne-Ardenne et Lorraine.

6.2.1 Caractéristiques des stations de suivi des eaux de surface

Les stations de la zone OPE pour lesquelles les données de qualité ont été récupérées sont au nombre de 22 (Figure 6-2). Seulement cinq stations ont fait l'objet de suivis hydrobiologiques depuis 1983. Pour la plupart des stations, le suivi analytique a été réalisé sur une courte période. Parmi les 22 stations historiques, seules 5 d'entre elles étaient encore suivies en 2006 (*Tableau 6-1*).

Tableau 6-1 Liste des stations historiques ESU encore suivies sur la zone OPE

CODE_STATION	Date début	Date fin	NOM_STATIO	AGENCE
3095250	11/06/96	18/12/06	LA SAULX A PAROY-SUR-SAULX	AESN
3099000	11/03/71	20/12/06	L'ORNAIN A SAINT-JOIRE	AESN
3097000	20/01/97	19/12/06	LA SAULX A STAINVILLE 1	AESN
2107500	01/01/91	31/12/06	LA MEUSE A CHALAINES	AERM
3088410	05/06/85	18/12/06	LA MARNE A VECQUEVILLE	AESN

6.2.2 Synthèse historique de la qualité des eaux superficielles

La qualité physico-chimique des eaux a été évaluée selon la méthode SEQ-Eau (Système d'Évaluation de la Qualité de l'Eau) et la qualité biologique à partir des deux indices IBGN (Indice Biologique Global Normalisé) et IBD (Indice Biologique Diatomées). La zone d'étude est située dans l'HER1 n°10 « Côtes calcaires Est » et l'HER2 n°53 « BP-Côtes calcaires ». La plupart des cours d'eau étudiés sont classés comme petits ou très petits cours d'eau. Seules la Marne et la Meuse ont des tailles supérieures (moyen cours d'eau ou plus).

De cette analyse, il ressort :

- une sensibilité historique des cours d'eau de la zone OPE (Marne, Saulx et dans une moindre mesure Ornain) à la pollution liée aux nitrates ;
- une évolution défavorable de la qualité liée aux nitrates en fin de période sur l'ensemble de ces stations ;
- une altération de la qualité des cours d'eau lors des périodes d'étiages liée à une baisse importante des débits à cette période du fait de la nature karstique des terrains traversés, exceptée pour les nitrates recyclés par la végétation lors de ces périodes ;
- une amélioration de la qualité globale de la Meuse à partir de 2003, vraisemblablement du fait de la mise aux normes de systèmes d'assainissement de communes riveraines ;
- une diminution des concentrations de polluants liés aux rejets domestiques (phosphores, matières azotées et oxydables) depuis les années 2000.

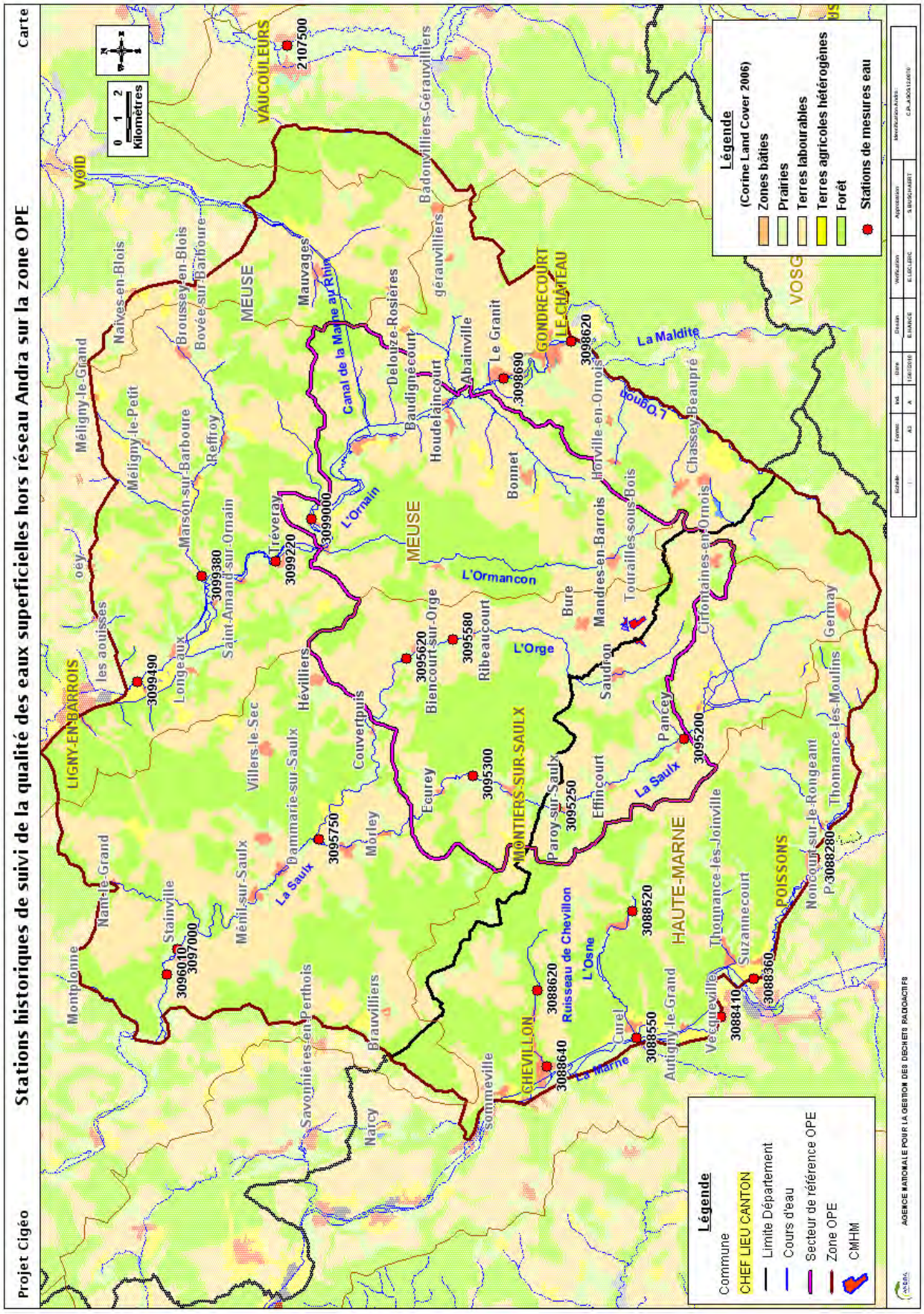


Figure 6-2 *Carte de localisation des stations historiques de suivi de la qualité des eaux superficielles de la zone OPE hors réseau Andra*

6.3 Suivi réglementaire du Laboratoire souterrain de Meuse/Haute-Marne

Depuis 1999 et dans le cadre du plan de surveillance du Laboratoire souterrain du Meuse/Haute-Marne conformément à l'arrêté préfectoral IOTA (Installation Ouvrages et Travaux d'Aménagements) du 10 mars 1998, un suivi régulier des eaux superficielles et souterraines est pratiqué du point de vue de leur qualité physico-chimique, microbiologique, et hydrobiologique.

Pour les eaux superficielles, les points de suivi sont localisés sur la Bureau (source du Cité : EST5072 et source de Bindeuil : EST5073) ainsi que sur l'Orge en amont de Ribeaucourt (source de la Fontaine : EST5114) (Figure 6-3). Les suivis sont réalisés selon une fréquence trimestrielle. Les paramètres surveillés sont les suivants : couleur, turbidité, odeur, température, PH, conductivité à 20°C, chlorures, sulfates, silice, calcium, magnésium, sodium, potassium, aluminium, résidus secs, oxygène dissous, anhydride carbonique libre ou calcul de l'équilibre calco-carbonique, carbonates, hydrogénocarbonates, nitrates, nitrites, ammonium, oxydabilité au KMnO4 à chaud en milieu acide, hydrogène sulfuré, fer, cuivre, zinc, manganèse, phosphore, fluor-fluorures, hydrocarbures dissous, Escherichia coli (E. coli), salmonelles, numération de germes aérobies revivifiables à 22 et 37°C, bactéries sulfitoréductrices y compris les spores, bactéries coliformes. Les méthodes d'analyses et de prélèvements suivent les normes en vigueur au moment de leur réalisation. Par ailleurs, une station de mesure débimétrique a été installée sur l'Orge à l'Aval de la commune de Biencourt-sur-Orge.

L'état de référence réalisé en 1995-1996 et en 1999 avait montré que pour la Bureau, les écoulements sont en permanence faibles ou inexistants. Pour l'Orge, les mesures confirmaient des fluctuations saisonnières importantes. En particulier, la période estivale est caractérisée par des pertes d'eau importantes et parfois totales qui attestent de l'alimentation karstique des calcaires du Barrois. Les analyses avaient révélé des eaux naturelles de surface de bonne qualité, pour les paramètres mesurés, avec cependant des teneurs en nitrates parfois élevées et une oxygénation imparfaite des eaux, notamment pour l'Orge.

Au cours de ces dernières années, les analyses ne montrent pas d'évolution significative de la qualité des eaux de surface par rapport aux mesures effectuées lors de l'état initial et des années antérieures et restent relativement homogènes. Il y est régulièrement observé :

- des dépassements de la valeur seuil pour l'indice de turbidité, à lier à la présence de MeS (Matières en suspension) et de colloïdes,
- des concentrations en aluminium ponctuellement supérieures aux valeurs seuils de référence définies pour l'eau destinée à la consommation humaine fixées à 200 µg/l,
- des caractérisations microbiologiques non conformes aux critères de qualité référence définis pour une eau destinée à la consommation humaine.

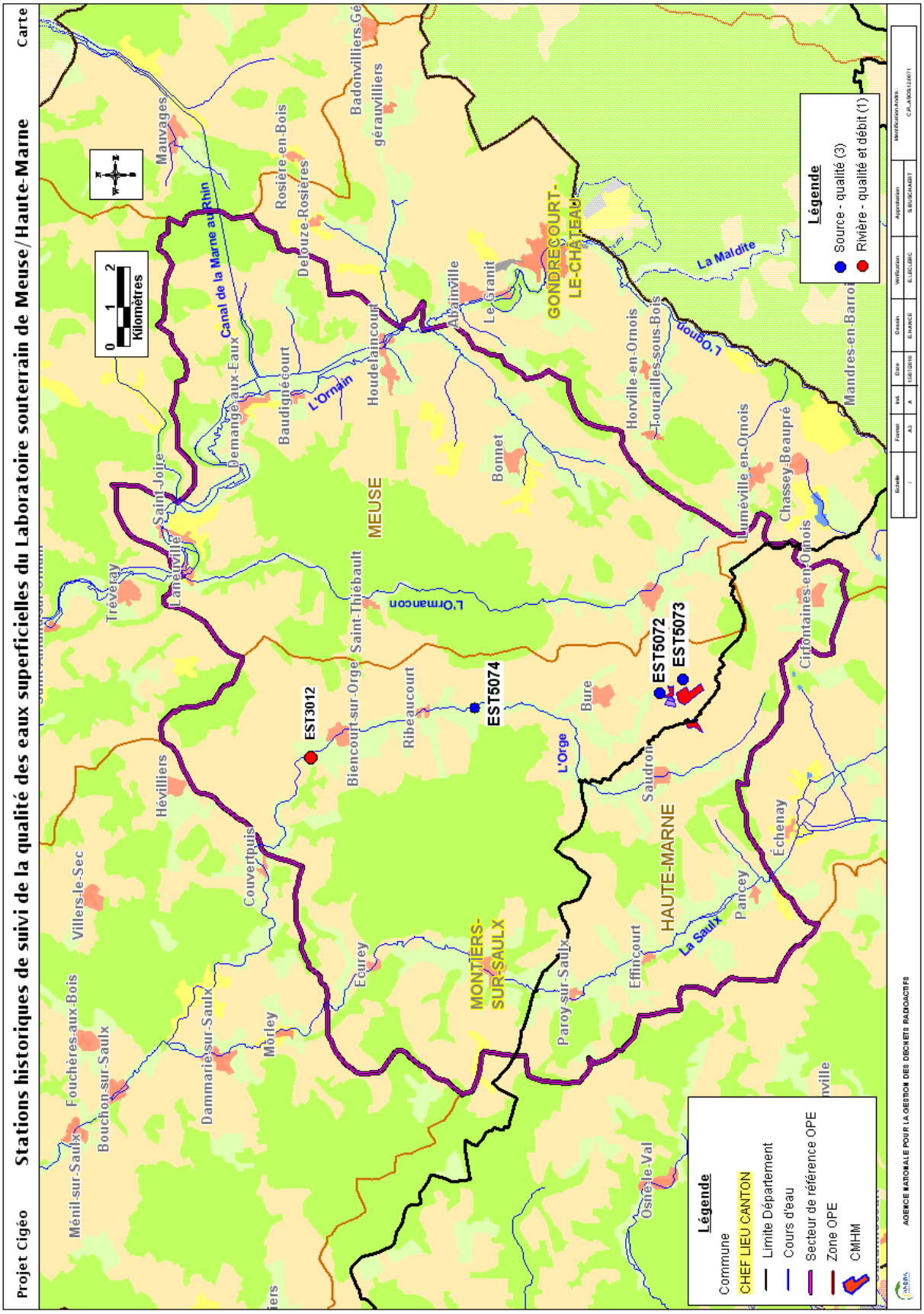


Figure 6-3 *Carte du réseau de suivi réglementaire de la qualité des eaux superficielles par le Laboratoire souterrain de Meuse/Haute-Marne*

6.4 Suivi de la qualité des eaux par l'Andra sur la zone OPE

Afin d'étudier la variabilité de la qualité des eaux sur toute la zone OPE, l'Andra a effectué plusieurs campagnes de mesures qualitatives et quantitatives aux cours des années 2007, 2008 et 2009 sur les eaux superficielles et souterraines. Les prélèvements et les analyses ont été pratiqués par le laboratoire Aspect Environnement. Ces premières études devaient permettre d'établir un état de référence de la qualité des eaux et ensuite dimensionner un réseau pérenne de suivi et de surveillance dans le cadre de la préparation au projet Cigéo.

6.4.1 Suivi des eaux OPE 2007/2008

Réseau de suivi 2007/2008

Ce suivi 2007/2008 avait fait l'objet d'une présentation détaillée dans le bilan 2007/2008 de l'environnement « Mise en place de l'Observatoire Pérenne de l'Environnement) et dont il ne sera rappelé dans ce document que les principales conclusions.

Ce premier réseau de suivi de la zone OPE comptait 16 stations en eaux de surface réparties sur les rivières de la Saulx, de l'Orge, de l'Ornain, de l'Ormançon, de la Maldite et du canal de la Marne au Rhin (Figure 6-4).

Principaux résultats 2007/2008

Le suivi physico-chimique a fait apparaître une évolution contrastée des eaux superficielles de la zone OPE selon le type de qualité considéré. La qualité générale est principalement marquée par les teneurs en nitrates qui en fonction des stations conduisent à une qualité évoluant de bonne à médiocre selon la méthode SEQ-Eau (Système d'Évaluation de la Qualité de l'Eau). Cette situation est essentiellement liée au contexte agricole de la zone d'étude. Les stations les moins impactées sont localisées en tête du bassin versant de l'Ornain, la période estivale étant la plus favorable, du fait du couvert végétal qui assimile et limite le lessivage des nitrates. La qualité bactériologique des stations étudiées est très variable et évolue entre médiocre et très bonne. Cette qualité très bonne reste toutefois réservée à la station localisée sur le Canal de la Marne au Rhin. La qualité bactériologique des stations est liée à des rejets d'effluents domestiques non ou partiellement traités et à l'accès du bétail aux cours d'eau. La qualité micropolluant (micropolluants organiques et micropolluants minéraux hors pesticides) est généralement bonne voire très bonne, elle reste toutefois impactée ponctuellement par des teneurs en éléments métalliques qui la déclasse d'un ou de deux rangs par rapport aux seuils (SEQ_Eau) fixés par «le bon état écologique» défini par la Directive Cadre sur l'Eau. Les éléments métalliques concernés sont le zinc, le cuivre et le chrome. L'origine anthropique de ces contaminations ponctuelles dans le temps et l'espace est fortement suspectée. Il est à noter que les métaux détectés ne se retrouvent pas dans les bryophytes analysés simultanément, indiquant leur faible biodisponibilité. La qualité pesticide est le plus souvent très bonne et seulement bonne dans deux situations. Pour ces dernières, plusieurs molécules de produits phytosanitaires, liées au contexte agricole, ont été détectées. Les analyses de métaux sur bryophytes mettent en évidence une qualité généralement très bonne marquée ponctuellement par des déclassements liés à la présence de nickel, mercure ou cuivre. Ces contaminations sont aléatoires dans le temps, sans lien particulier entre les stations considérées.

Les sédiments analysés présentent des présomptions modérées de contamination par les métaux suivants : arsenic, chrome, cuivre, nickel et plomb. Ces contaminations semblent pour partie liées au fond géochimique (arsenic et chrome) ou d'origine anthropique (cuivre, nickel et plomb). Quelques déclassements plus importants mais ponctuels sont observés, surtout lors de la campagne réalisée à l'étiage, en septembre 2008, probablement liés aux caractéristiques physiques des sédiments prélevés. En effet, la diminution des débits permet une meilleure décantation des particules fines sur lesquelles sont fixés préférentiellement les éléments organométalliques. Ces niveaux de contamination laissent supposer des flux métalliques sur tous les cours d'eau qui s'accumulent au niveau des sédiments, dégradant progressivement ce compartiment, sans pour autant que cela n'altère la colonne d'eau, comme le montrent les analyses physico-chimiques et les mesures sur bryophytes.

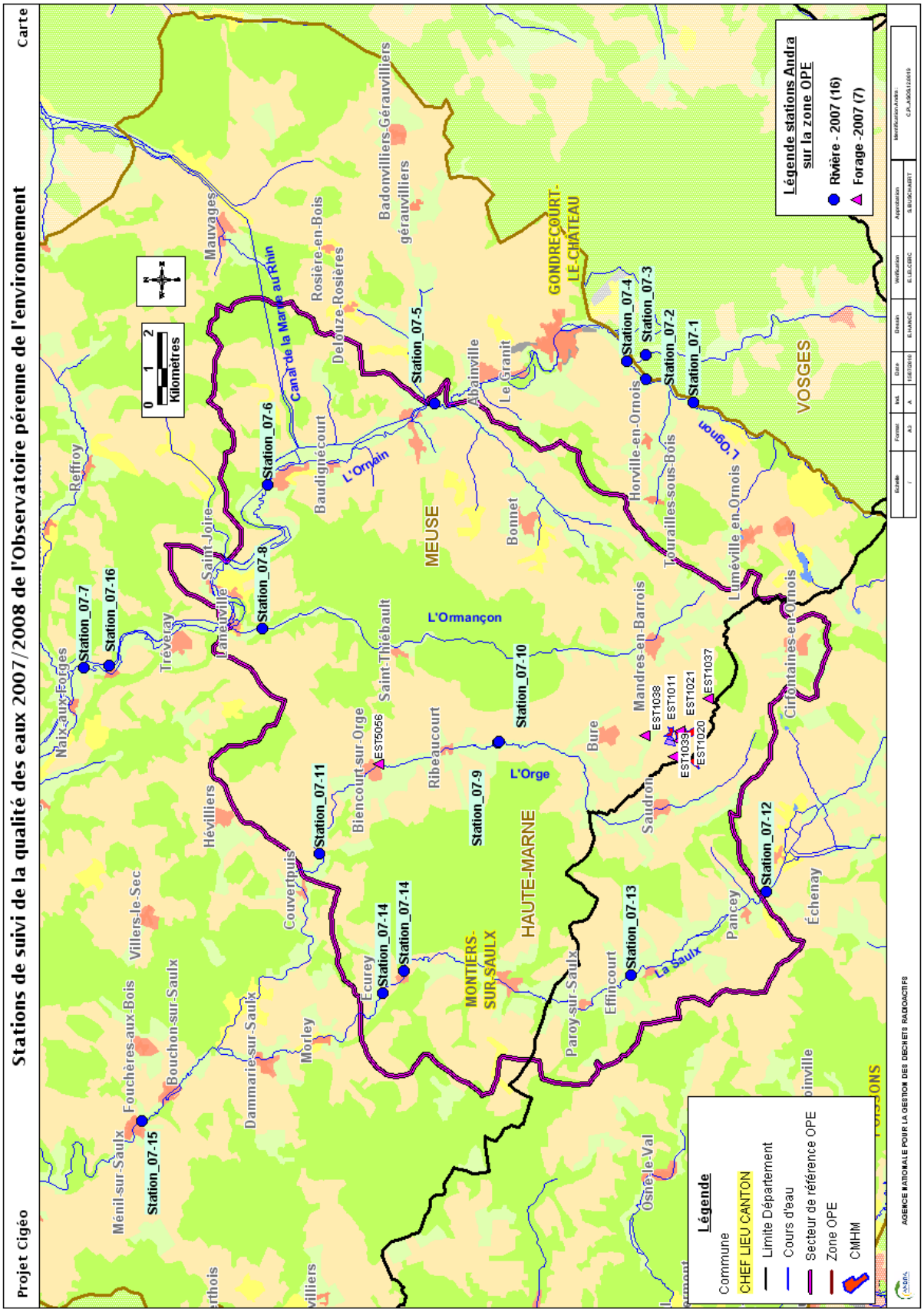


Figure 6-4 *Carte du réseau de suivi de qualité des eaux superficielles de la zone OPE (2007/2008)*

Concernant les facteurs engendrant les dégradations observées sur les eaux de surfaces, les cinq campagnes de prélèvements réalisées permettent d'avancer l'hypothèse de deux origines possibles :

- Une origine souterraine provenant à la fois de la nappe, qui peut apporter des nitrates et des pesticides lorsqu'elle participe aux débits des cours d'eau, et du fond géochimique pouvant expliquer certaines pollutions par les micropolluants (arsenic et zinc notamment) ;
- Une origine superficielle résultant des activités anthropiques recensées sur le secteur de référence : activités agricoles (cultures et élevages) source de nitrates, de pesticides, de métaux et de matières organiques favorisant le développement bactérien, pollution pouvant également provenir des rejets domestiques (absence d'unité de retraitement des eaux usées) ; activités industrielles anciennes ou actuelles (chemin de fer sur le bassin versant de l'Ornain; ancienne fonderie sur la Saulx) pouvant expliquer la présence de certains micropolluants minéraux (cuivre, nickel, plomb…) et organiques (pesticides).

L'influence de ces origines sur la qualité des cours d'eau est conditionnée par les caractéristiques hydrologiques des cours d'eau et des facteurs climatiques.

Sur la Saulx et sur l'Orge, une étude a été menée en 2008 par l'Andra pour établir les caractéristiques hydrologiques de ces deux cours d'eau (spatiale des débits des cours d'eau dans la région Meuse/Haute-Marne). Des campagnes de mesure du débit, de la conductivité ainsi que la température ont été effectuées sur 23 points. Ces données ont servi à établir la cartographie des rendements hydrologiques et ont permis de détecter et de quantifier les disparités spatiales existant au niveau des débits spécifiques.

Selon le rendement hydrologique du sous-bassin, les caractéristiques physico-chimiques mesurées sur les eaux peuvent être très variables sur de petites longueurs de cours d'eau (phénomène de dilution et/ou de concentration). Ces travaux ont confirmé la nécessité de compléter cette description hydrologique des cours d'eau pour mieux définir la position des stations de suivi de la qualité des eaux de la zone OPE.

6.4.2 Suivis spécifiques de la variabilité spatio-temporelle de la qualité des eaux 2009/2010

La problématique de la variabilité spatiale et temporelle de la qualité des eaux fût traitée au cours des nouvelles campagnes spécifiques d'analyses de la qualité des eaux en 2009 et 2010.

La problématique de ce suivi spécifique était de relier les deux enseignements principaux évoqués précédemment afin de :

- Comprendre l'influence de la forte variabilité des rendements hydrologiques qui caractérise la zone sur la qualité des cours d'eau, l'hypothèse de départ étant que la succession de zones d'infiltration et de zones de résurgence favorise l'alternance entre les phénomènes de dilution et de concentration des composés transitant au sein des cours d'eau ;
- Comprendre la manière dont cette variabilité va influencer l'évolution temporelle de la qualité des cours d'eau en fonction des conditions hydrologiques (étiage/hautes eaux) ;
- Déterminer la part des autres facteurs environnementaux (humains, paysagers…) dans la variabilité spatiale et temporelle de la qualité des cours d'eau.

Pour cette étude, deux programmes de suivis des principaux cours d'eau ont été réalisés :

- un suivi de l'évolution spatiale de la qualité des cours d'eau lors de deux campagnes de prélèvements réalisées le 2 décembre 2009 et le 19 janvier 2010. Ces campagnes comprenaient 26 points de prélèvement répartis dans des zones présentant des rendements hydrologiques différents définies d'après les précédentes études ;
- un suivi de l'évolution temporelle de la qualité des cours d'eau réalisé lors de six campagnes de prélèvements bimensuelles du 29 octobre 2009 au 19 janvier 2010. Ces campagnes comprenaient 6 stations choisies parmi les 26 du suivi spatial.

Cette évaluation de la variabilité spatio-temporelle de la qualité des eaux a été établie à partir de mesures de débits des cours d'eau à chaque prélèvement et de mesures de paramètres physico-chimiques de base, bactériologiques, de micropolluants minéraux et de molécules phytosanitaires.

L'objectif final étant de définir un réseau de stations et un plan d'échantillonnage et d'analyses cohérent, permettant d'établir un état de référence pertinent, répondant à la fois à des contraintes réglementaires liées à l'application de la Directive Cadre européenne sur l'Eau de 2000 (DCE), à des contraintes scientifiques et à la préparation d'un programme de surveillance de la qualité des eaux superficielles dans le cadre de la mise en place du projet Cigéo. Ce réseau sera essentiel pour assurer entre autres le suivi des matières en suspension (MES) qui risquent d'être impactées par la nature des travaux.

6.4.2.1 Méthodologie retenue

Afin de vérifier dans quelles mesures la variabilité des rendements hydrologiques influe sur la qualité des eaux de surface, un premier réseau de points de prélèvement a été défini sur carte d'après les données recueillies sur les bassins versants de l'Orge et de la Saulx et rapportées dans l'étude Variation spatiale des débits des cours d'eau dans la région Meuse/Haute-Marne –. Le principe a consisté de placer une station juste en amont de la limite aval de chaque zone de rendement hydrologique identifiée dans cette étude. Ainsi, 7 points ont été positionnés sur la Saulx et 9 points sur l'Orge. Les rendements hydrologiques des cours d'eau du bassin versant de l'Ornain n'étant pas disponibles, le positionnement des points de prélèvement sur ce secteur est basé sur les anciens réseaux de suivi de la qualité des eaux superficielles (étude 2007-2008) et sur des observations réalisées à partir de cartes à l'échelle 1/25000, le but étant de prendre en compte les confluences et les limites de sous-bassins versants. C'est au total un réseau de 26 stations qui a été ainsi défini (*Figure 6-5*).

Modalités du suivi de la variabilité spatiale de la qualité des eaux de surface

Pour appréhender la variabilité spatiale de la qualité des eaux, deux campagnes de prélèvements ont été réalisées sur les 26 stations du réseau présenté précédemment, le but étant d'avoir deux situations hydrologiques contrastées. Ces campagnes se sont déroulées :

Campagne 1 : les 2 et 3 décembre 2009 ;

Campagne 2 : les 19 et 20 janvier 2010.

Modalités du suivi de la variabilité temporelle de la qualité des eaux de surface

Pour appréhender la variabilité temporelle de la qualité des eaux, six campagnes de prélèvements ont été réalisées à intervalle de temps régulier (tous les 15 jours environs) sur 6 des stations : la station 09_06 sur l'Ornain, les stations 09_14 et 09_16 sur l'Orge, les stations 09_18, 09_19 et 09_21 sur la Saulx. Ces stations ont été sélectionnées en fonction de la possibilité d'y installer des pièges à matières en suspension (MES) pour un suivi qualitatif. Les six campagnes de prélèvement incluaient les deux campagnes du suivi spatial et se sont déroulées :

Campagne 1 : le 29 octobre 2009 (point 09_16 non prélevé pour cause d'eau stagnante) ;

Campagne 2 : le 16 novembre 2009 ;

Campagne 3 : les 2 et 3 décembre 2009 correspondant à la première campagne du suivi spatial ;

Campagne 4 : le 17 décembre 2009 ;

Campagne 5 : le 6 janvier 2010 ;

Campagne 6 : les 19 et 20 janvier 2010 correspondant à la seconde campagne du suivi spatial.

6.4.2.2 Synthèse de la variabilité des débits

Evolution temporelle des débits

L'analyse de l'évolution temporelle des débits met en évidence le fait que les trois principaux cours d'eau de la zone d'étude ont un fonctionnement hydrologique différent. L'Ornain est caractérisé par une mise en charge lente de sa nappe souterraine mais une réactivité plus importante une fois celle-ci rechargée, ce qui suppose une influence des ruissellements de surface. Ainsi, les précipitations automnales s'infiltrent dans un premier temps avec un relargage lent au niveau du cours d'eau. Puis une fois les sols saturés, et donc la nappe maintenue en charge, le débit varie au gré de l'intensité des ruissellements.

La nappe de l'Orge monte en charge plus rapidement mais maintient son niveau plus difficilement. Ceci suppose des transferts rapides des précipitations automnales vers le milieu souterrain. Par comparaison avec l'hydrogramme de l'Ornain, on peut penser que les sols du bassin versant de l'Orge sont plus perméables, d'où une influence moindre des ruissellements de surface même en période pluvieuse.

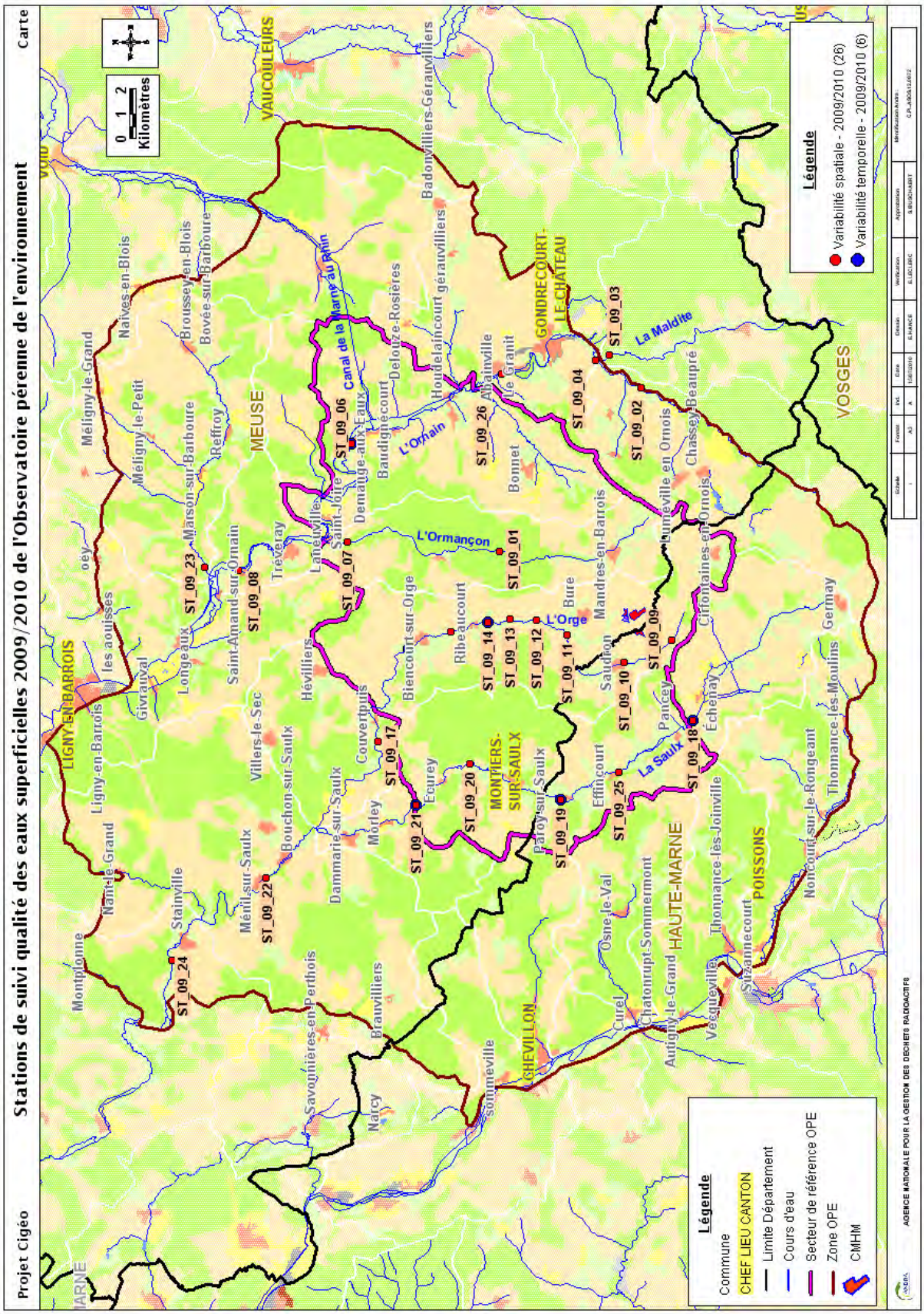


Figure 6-5 *Carte du réseau de suivi spécifique de la variabilité spatiale et temporelle de la qualité des eaux superficielles de la zone OPE (2009/2010)*

Quant à la Saulx, elle possède un fonctionnement intermédiaire avec une partie amont que l'on peut assimiler à l'Orge et une partie aval se rapprochant de l'Ornain.

Evolution spatiale des débits

Sur l'Ornain, on remarque une forte influence de la prise d'eau du canal de la Marne au Rhin quelles que soient les conditions hydrologiques mais l'absence de perte notable (pas de diminution de débit) montre que l'Ornain est caractérisé par un comportement hydrologique relativement classique pour lequel on attend une augmentation du débit en fonction de la distance parcourue.

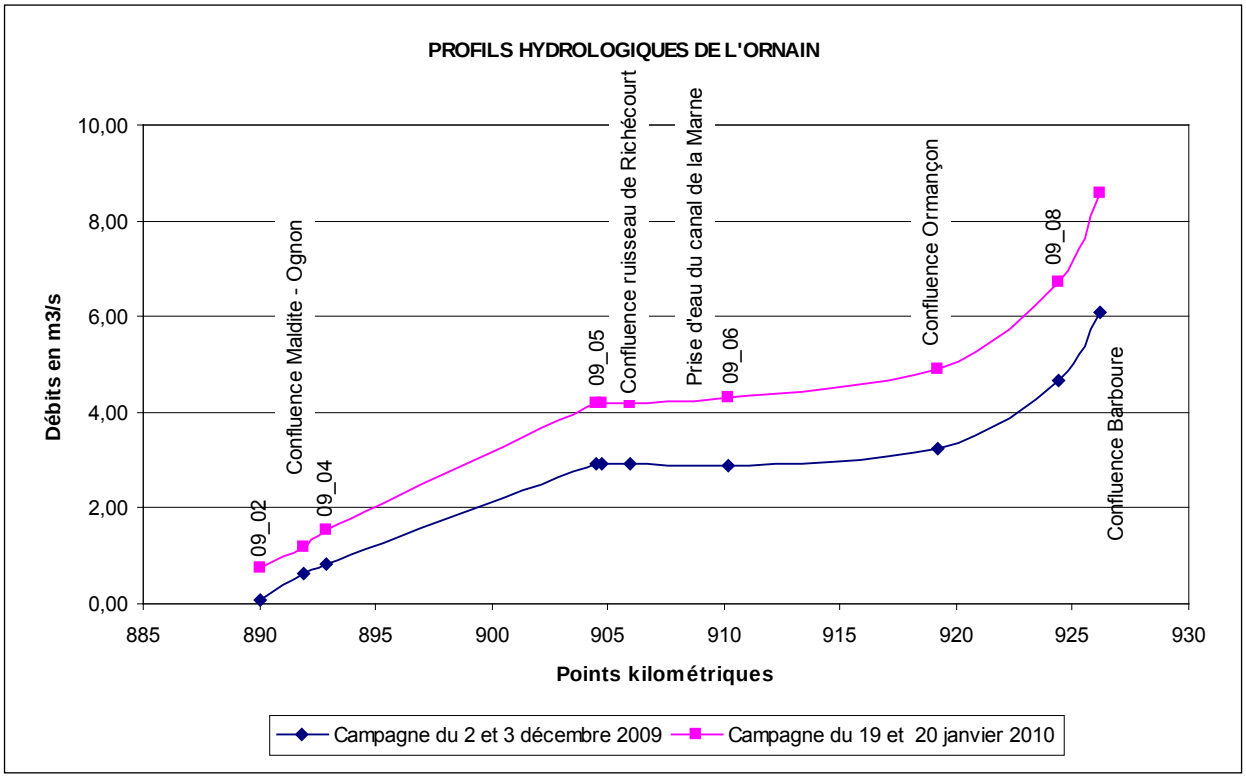


Figure 6-6 *Evolution spatiale des débits sur l'Ornain lors des campagnes des 2 et 3 décembre 2009 et des 19 et 20 janvier 2010*

Pour l'Orge et la Saulx, le contexte géologique karstique influe fortement sur leur fonctionnement en imposant des ruptures de débit plus ou moins importantes au niveau de zones d'infiltration.

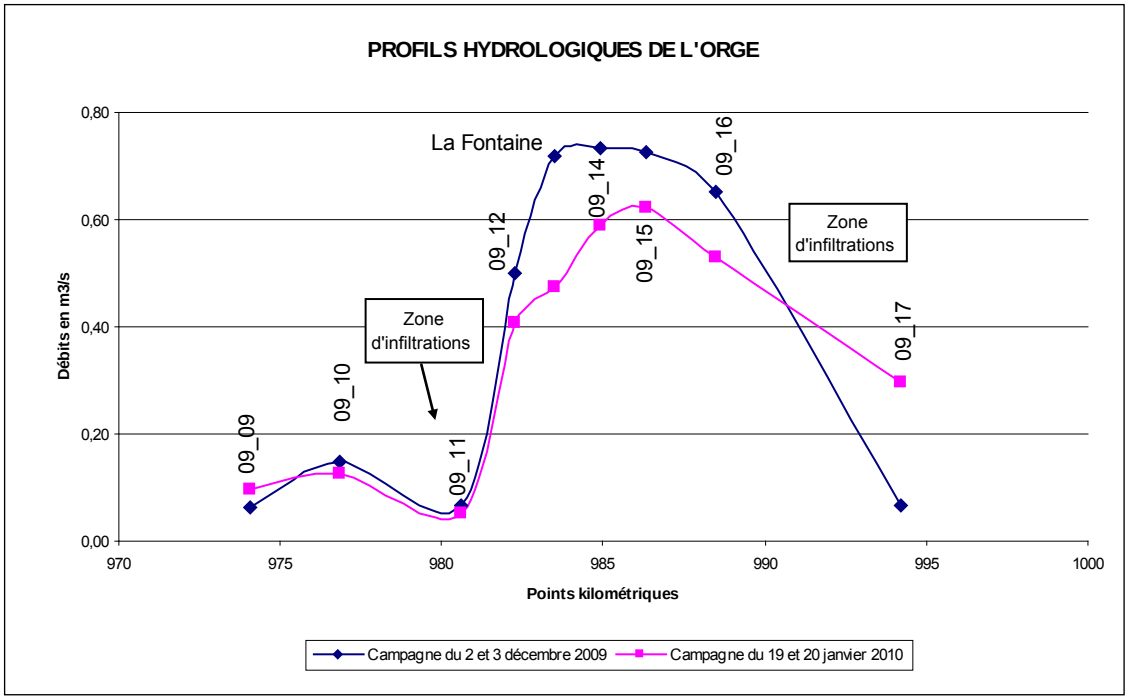


Figure 6-7 *Evolution spatiale des débits sur l'Orge lors des campagnes des 2 et 3 décembre 2009 et des 19 et 20 janvier 2010*

Ces zones représentent des secteurs à risque pour l'intégrité des eaux souterraines notamment vis-à-vis des substances polluantes et des matières fines produites et stockées en surface, ces dernières pouvant entrainer un colmatage progressif du milieu interstitiel.

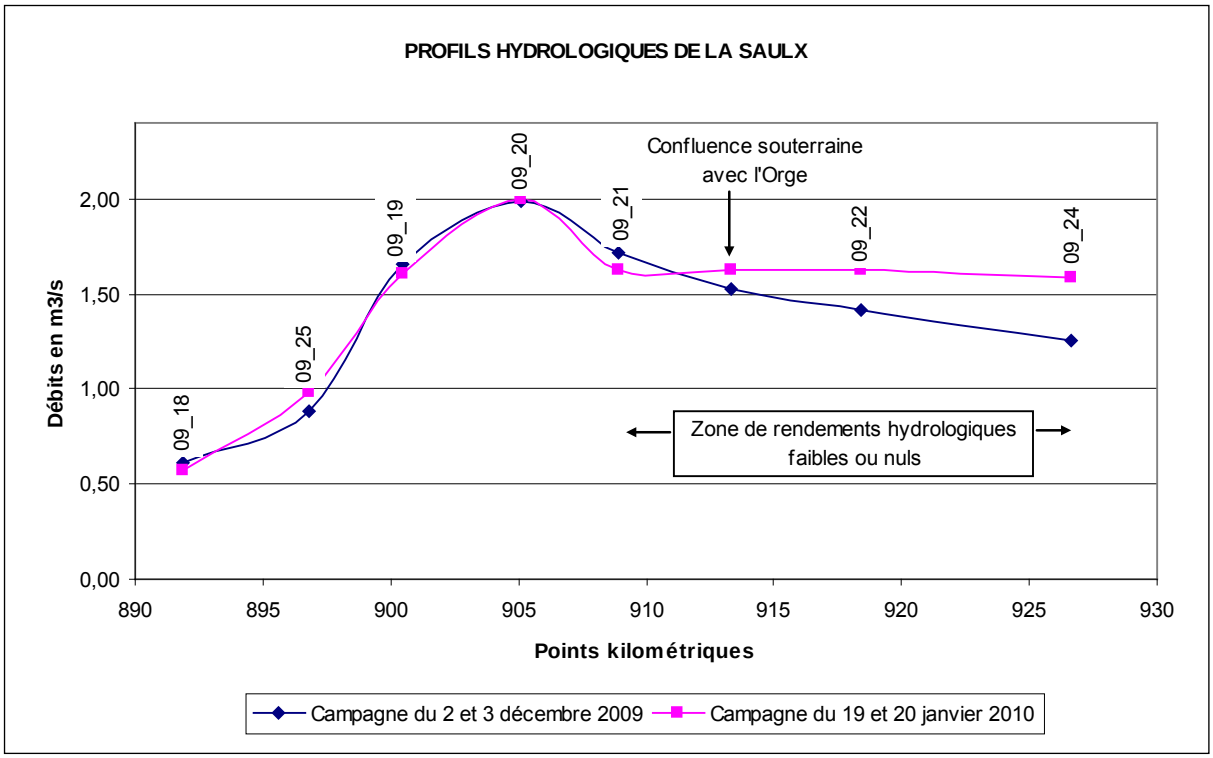


Figure 6-8 *Evolution spatiale des débits sur la Saulx lors des campagnes des 2 et 3 décembre 2009 et des 19 et 20 janvier 2010*

6.4.2.3 Synthèse de la variabilité spatiale de la qualité des eaux de surface

Cette étude repose d'une part sur l'analyse des variations de concentrations des différents paramètres physico-chimiques et sur l'évolution des flux.

Il ressort de cette synthèse que l'ensemble des cours d'eau étudiés sur la zone OPE est peu touché par les particules en suspension, les matières organiques et les matières azotées réduites avec seulement quelques déclassements très localisés en qualité « moyenne », déclassements davantage liés aux spécificités des stations touchées qu'à une évolution spatiale de la qualité des eaux. La nature des bassins versants étudiés et leur usage permet de limiter les phénomènes d'enrichissement amont-aval en composés carbonés et en éléments nutritifs azotés et phosphorés et dans le même temps de préserver les cours d'eau d'une dégradation de leur qualité. Ainsi, le contexte géologique calcaire favorise l'infiltration rapide des précipitations atmosphériques qui atteignent les cours d'eau via des écoulements hyporhéiques épurés de toute particule fine du fait des phénomènes de filtration qu'ils subissent. Le couvert végétal présent le long des cours d'eau (prairie permanente, forêt) participe également au maintien d'une bonne qualité vis-à-vis de ces matières en filtrant les écoulements de surface lors des phases de saturation des sols pouvant survenir en période de pluie prolongée. Enfin, la faible densité de population de la zone d'étude explique également la préservation de la qualité de l'eau pour ces paramètres.

La pauvreté en particules des eaux de surface de la zone d'étude explique la quasi absence des phénomènes de sédimentation et de phénomènes de colmatage du lit mineur au sein des cours d'eau étudiés.

Concernant les nitrates, les niveaux de pollution sont relativement importants sur les trois bassins versants étudiés puisque les qualités affichées sont situées entre les classes orange et jaune. Les quantités de nitrates apportées pour enrichir les terres agricoles ne sont pas utilisées en totalité par les végétaux et le surplus vient alimenter les cours d'eau. L'alimentation en nitrates des eaux de surfaces se fait soit directement via le lessivage des terres agricoles, soit indirectement par la mise en charge des eaux souterraines et leurs résurgences, dont le suivi physicochimique montre qu'elles sont chargées en nitrates.

Dans ce constat global, on peut remarquer que les cours d'eau du bassin versant de l'Ornain semblent moins touchés par les nitrates du fait d'un couvert forestier plus important sur ce secteur et donc d'une pression agricole moindre.

La pollution observée est relativement constante d'amont en aval sur la Saulx et l'Orge, même si cette dernière est caractérisée par un enrichissement rapide survenant dès la deuxième station de prélèvement lors de la campagne du 19 janvier et se traduisant par un déclassement en qualité « médiocre » sur le reste du cours d'eau.

Sur l'Ornain la situation est variable en fonction de la campagne et donc des conditions hydroclimatiques, les précipitations tombées en fin de période ayant permis une dilution des apports et une certaine amélioration de la qualité principalement sur les stations aval.

La situation par rapport à la pollution bactérienne des trois bassins versants étudiés est similaire avec :

- une influence nette des rejets domestiques des communes traversées qui entrainent une dégradation importante de la qualité sur les stations aval des cours d'eau de la zone OPE ;
- des niveaux de pollution moindres lors de la campagne du 19 janvier révélant une dilution des effluents du fait des précipitations (pluies, fonte des neiges).

Les analyses de micropolluants minéraux révèlent l'existence d'une légère pollution par le plomb dont l'origine est probablement naturelle vu sa constance dans l'espace et dans le temps. Toutefois, cette pollution n'est pas avérée sur l'Ornain, les teneurs rencontrées étant inférieures à la limite de quantification du plomb dans les eaux (1 µg/), limite qui ne permet pas de qualifier la classe bleue du SEQ-Eau dont le seuil est inférieur à 0,52 µg/l.

Les autres métaux analysés n'apparaissent sur aucun point, excepté le zinc sur l'amont du bassin versant de l'Ornain (station 09_02) avec une qualité « moyenne » probablement liée au fond géochimique riche en zinc et à l'utilisation agricole de cet élément sur sol calcaire.

La pollution métallique des eaux de surface de la zone OPE est donc faible voire inexistante sur l'ensemble des points lors des deux campagnes du suivi spatiale.

Concernant les pesticides, l'Atrazine déséthyl apparaît sur les trois bassins versants le 2 décembre avec un certain enrichissement vers l'aval sur l'Orge et la Saulx alors que sur l'Ornain la pollution est plus anecdotique puisqu'elle concerne seulement la station du Richecourt. La persistance de ce sous-produit dans les nappes souterraines de la zone OPE est à l'origine des dégradations rencontrées.

Lors de la campagne du 19 janvier, l'Isoproturon et le Chlortoluron sont apparus sur l'Orge et la Saulx. Ces apparitions sont probablement liées à une utilisation ponctuelle de ces herbicides par les exploitations présentes sur le bassin versant de ces deux cours d'eau.

Malgré les légers déclassements observés (qualité « bonne »), les trois cours étudiés sont peu sujets aux apports en pesticides sur la période d'étude.

Donc, à part pour la qualité bactériologique pour laquelle les communes traversées ont une nette influence, on n'observe pas d'évolution spatiale particulière liée à la présence de zone de pertes ou de résurgence. Les rendements hydrologiques ont donc peu d'influence sur la qualité des cours d'eau étudiés. L'apparition de micropolluants sur certains points est surement liée aux activités anthropiques se déroulant dans l'aire d'alimentation des stations concernées.

6.4.2.4 Synthèse de la variabilité temporelle de la qualité des eaux de surface

La carte ci-après (*Figure 6-9*) présente l'évolution temporelle de la qualité des eaux de surface lors des 6 campagnes réalisées entre le 29 octobre 2009 et le 19 janvier 2010 pour les altérations PAES, MOOX, matières azotées, bactériologie, micropolluant minéraux et pesticides.

Sur l'ensemble des paramètres et des stations suivis pour l'étude de la variabilité temporelle, les nitrates et la bactériologie sont les deux altérations qui présentent une évolution dans le temps la plus marquée. Ainsi, ces deux altérations sont caractérisées par une dégradation de leur qualité sur la durée de l'étude avec :

des stations globalement de « bonne » qualité, voire de qualité « moyenne » pour la bactériologie, lors de la première campagne (29 octobre) ayant suivi un étiage relativement prolongé ;

puis une dégradation en qualité globalement « médiocre » à partir de la deuxième campagne (16 novembre) et des premières pluies automnales.

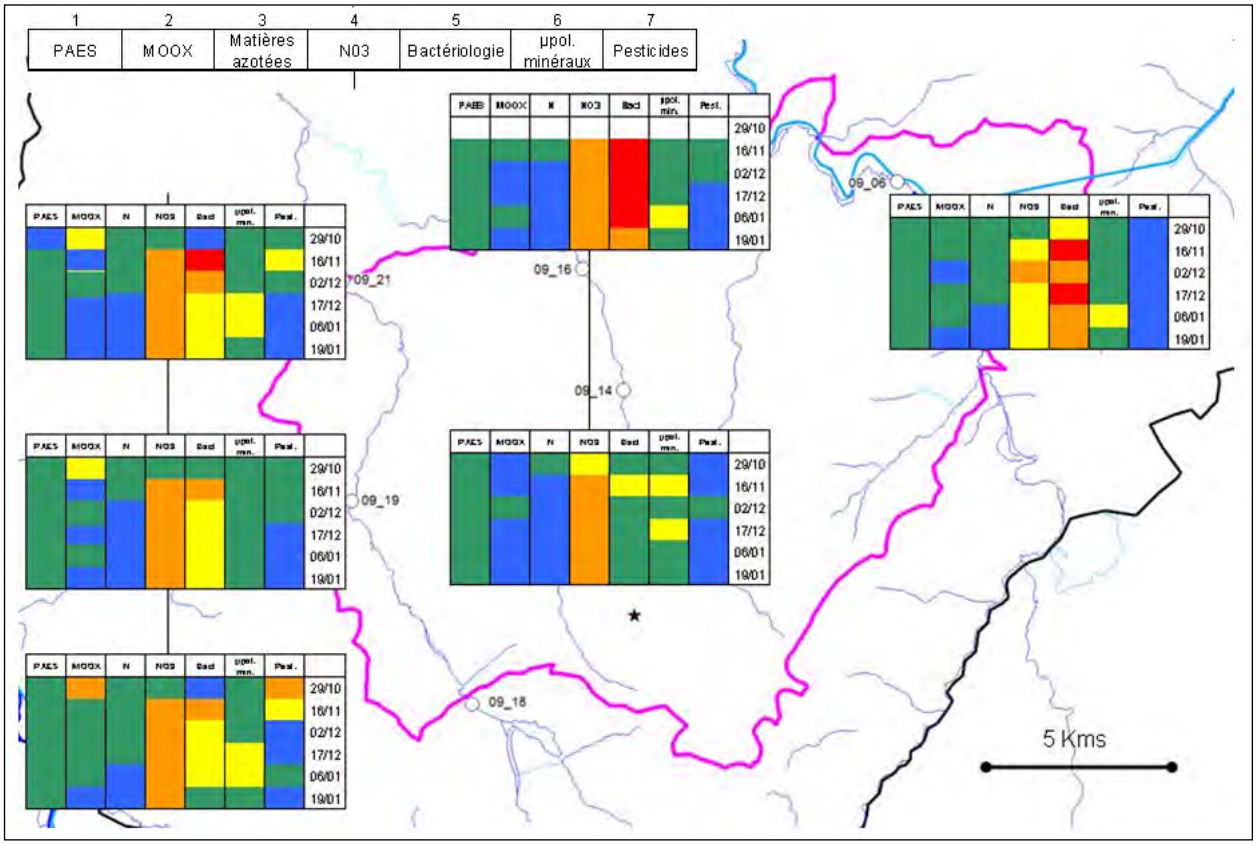


Figure 6-9 *Evolution temporelle de la qualité des eaux de surface lors des 6 campagnes réalisées entre le 29 octobre 2009 et le 19 janvier 2010*

Même si les origines des dégradations de ces altérations sont anthropiques (agricoles et domestiques), les facteurs de variation de leur qualité sur la durée de l'étude sont clairement environnementaux. Ainsi, la période d'étiage prolongée survenu avant le début des prélèvements a permis une diminution des nitrates dans le milieu, du fait de l'assimilation par les végétaux, et une épuration des rejets

domestiques permettant de préserver les cours d'eau du secteur d'étude d'une contamination bactériologique. Les premières pluies automnales ont eu pour conséquences de réactiver les écoulements au niveau des corridors fluviaux entrainant dans le même temps la hausse des teneurs en nitrates (lessivage des terres agricoles et mise en charge de la nappe) et la dégradation de la qualité bactériologique (augmentation des apports domestiques) (*Figure 6-10*).

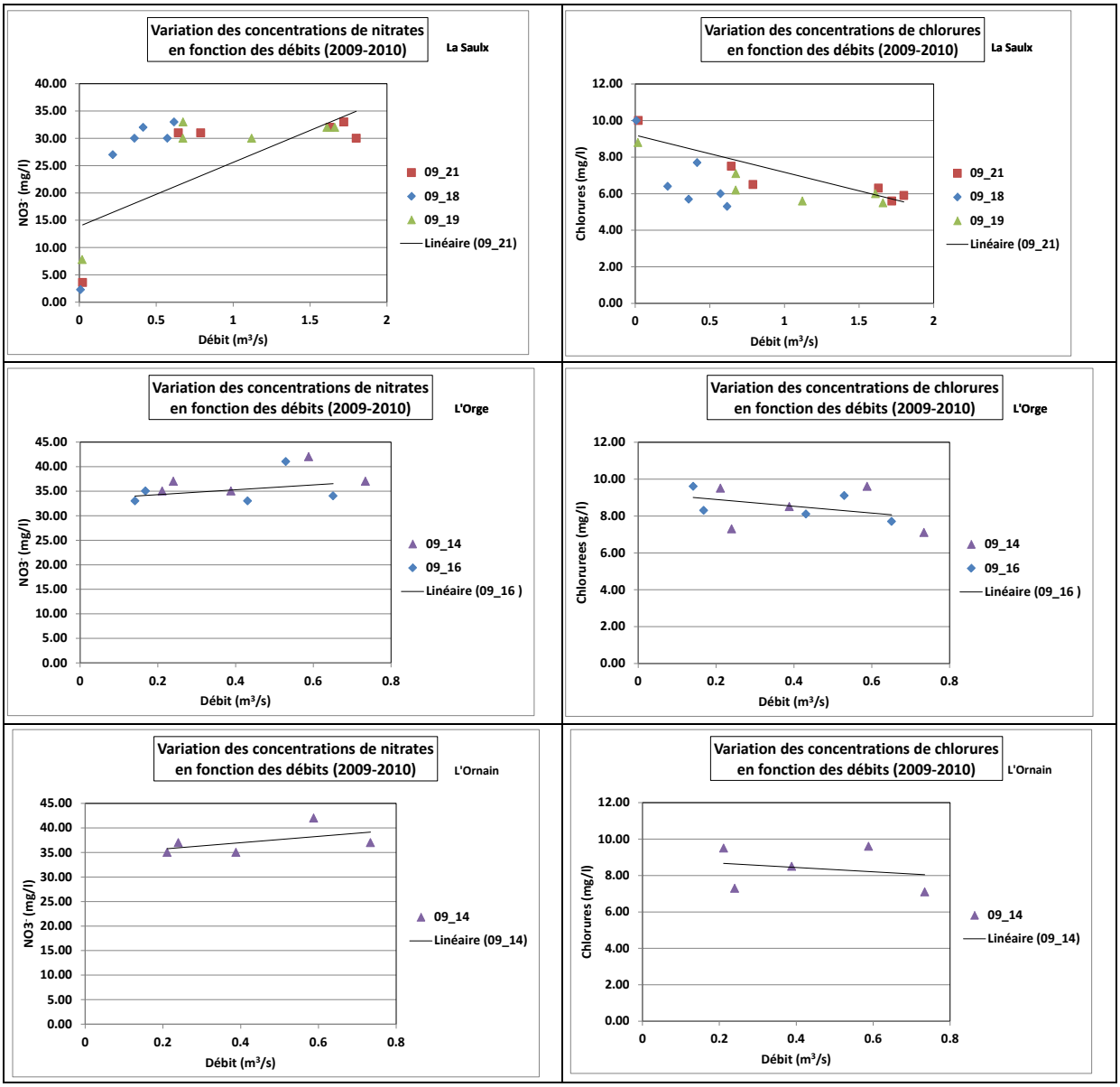


Figure 6-10 *Variations des concentrations en nitrates et chlorures en fonction des débits sur les cours de'eau de la Saulx, l'Orge et l'Ornain au cours de la période 2009-2010*

Les variations de la qualité des micropolluants sont plus ponctuelles sans évolution temporelle marquée. Cette observation semble indiquer que le facteur de variation est davantage anthropique pour cette altération. Ainsi, l'apparition du zinc sur les trois cours d'eau étudiés et du chrome seulement sur l'Orge et la Saulx est probablement liée à une utilisation ponctuelle de ces éléments (agricole pour le zinc, domestique ou industrielle pour le chrome). Toutefois, vu la composition du fond géochimique du secteur d'étude, une origine naturelle de la présence intermittente de ces composés dans les eaux de surface n'est pas à exclure.

Cette dernière hypothèse suppose l'apparition à un instant 't' de conditions environnementales qui permettent la libération de ces ions métalliques du sous-sol vers le milieu superficielle (mise en charge de la nappe, conditions réductrices).

Les autres altérations étudiées, les PAES (particules en suspension), les matières azotées, les MOOX (matières organiques et oxydables)et les pesticides, sont globalement stables sur la durées de l'étude et

présentent la plupart du temps une « bonne » qualité. La nature du bassin versant de l'Ornain, de l'Orge et de la Saulx permet à ces trois cours d'eau d'être préservés vis à vis de ces composés quelles que soient les conditions hydrologiques. Ainsi, la nature calcaire du sous-sol favorisant l'infiltration rapide des précipitations, le couvert végétal permettant une épuration des apports latéraux et la faible densité de population du secteur participent à une alimentation de l'Ornain par de l'eau pauvre en matières organiques et azotées, en particules et en pesticides.

Sur la Saulx, on remarque tout de même une dégradation par les pesticides en début de suivi liée à l'utilisation des substances herbicides Isoproturon et Chlortoluron et une dégradation des MOOX du fait d'un faible taux de saturation en oxygène. Les faibles écoulements observés sur de nombreux tronçons de ce cours d'eau lors de cette période de fin d'étiage ne permettent pas le renouvellement en oxygène du milieu.

Comme évoqué précédemment la pauvreté en PAES des eaux de surface explique la quasi absence de dépôts et de phénomènes de colmatage au sein des cours d'eau de la zone d'étude. Ainsi, le fond des lits des ruisseaux est principalement constitué d'éléments minéraux grossiers (galets, pierres et blocs) et est caractérisé par l'absence de milieu interstitiel, ce compartiment étant généralement le lieu de réactions biogéochimiques participant à l'épuration des eaux s'infiltrant vers le milieu souterrain. Les échanges entre le milieu superficiel et le milieu souterrain ne sont donc pas filtrés et interviennent de façon permanente, ce qui représente une menace pour les aquifères souterrains en cas de pollution de surface.

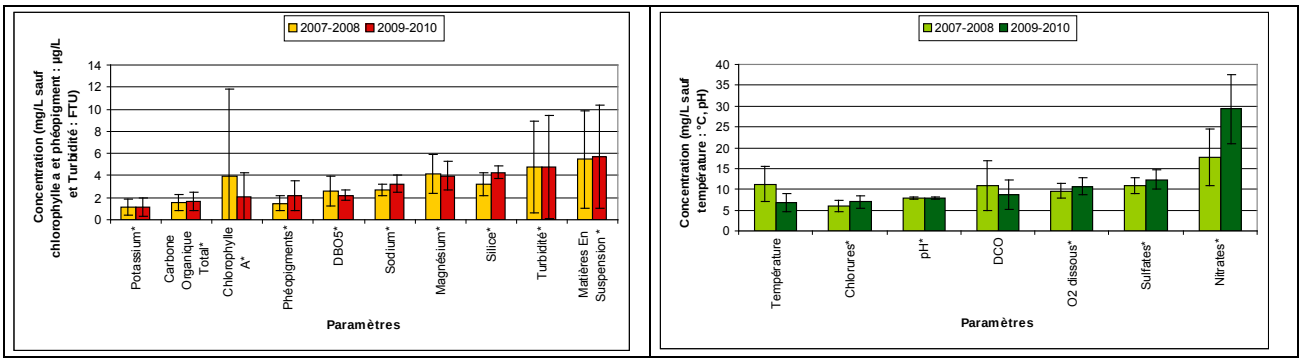
La variabilité spatio-temporelle de la qualité des cours d'eau est sensiblement différente d'un bassin versant à l'autre. Cette étude révèle également qu'il n'y a pas de relation étroite entre la variation des débits et l'évolution de la qualité des eaux. Le contexte hydrologique en milieu karstique est relativement complexe en tête de bassin versant et ne permet pas à lui seul de définir les points stratégiques pour mettre en place un suivi pérenne de la qualité des eaux à l'échelle de la zone OPE. Pour parvenir à définir ce réseau, une expertise plus détaillée de la variation des paramètres physico-chimiques devait être préalablement réalisée à partir de l'ensemble des données eaux collectées de 2007 à 2010. Ce travail fût mené en collaboration avec le LNE (Laboratoire National de Métrologie et d'Essais)

6.4.3 Expertise des réseaux de suivi 2007/2008 et 2009/2010 de la qualité des eaux

En 2010, l'Andra a fait appel au laboratoire National de Métrologie et d'essais pour réaliser une mission d'expertise des premières campagnes 2007/2008 et 2009/2010 du réseau d'observation de la qualité des eaux et des sédiments sur la zone OPE. L'analyse des données a été réalisée selon 3 axes : une analyse descriptive basée sur la moyenne et la dispersion des valeurs mesurées, une analyse au moyen de diagrammes ternaires afin d'identifier les relations entre les cations et les anions par exemple et enfin une analyse statistique ANOVA pour certains paramètres.

6.4.3.1 Analyse descriptive des données

Il est important de noter que les nutriments, tels que les nitrates, les nitrites, l'ammonium et les phosphates, les matières en suspension et la matière organique présentent une variabilité spatio-temporelle forte (*Figure 6-11*). A l'inverse, les paramètres comme le calcium, les bicarbonates, les chlorures, les sulfates et le sodium sont relativement stables dans le temps et sur la zone d'étude (coefficients de variation compris entre 7 et 25 %). Enfin, le magnésium et le potassium sont caractérisés par un coefficient de variation de l'ordre de 30-40 % à 65-70 % respectivement, montrant qu'une hétérogénéité spatiale ou temporelle existe pour ces 2 paramètres, contrairement aux autres alcalins et alcalinoterreux.



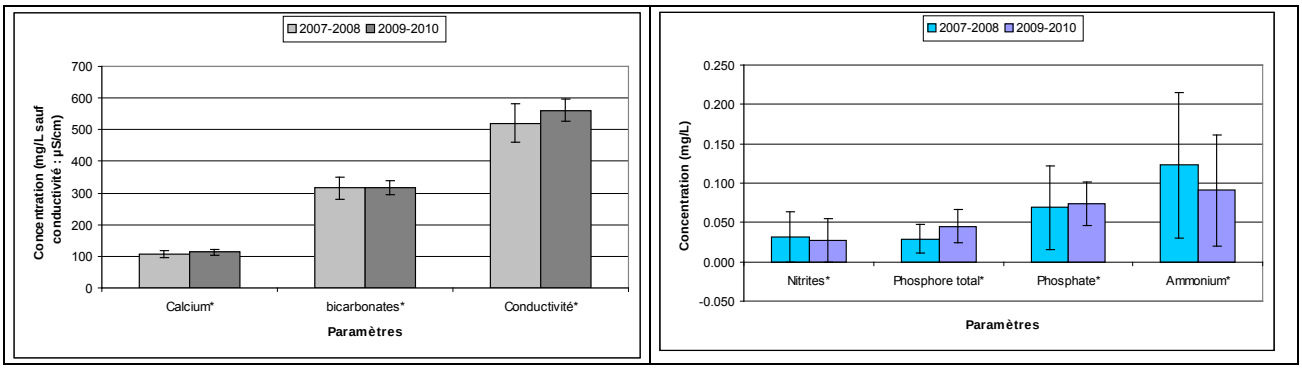


Figure 6-11 *Comparaison entre les moyennes des campagnes 2007-2008 et 2009-2010 pour les paramètres in situ et physico-chimiques*

Par ailleurs, si les paramètres les plus variables pour chacune des campagnes sont classés par ordre décroissant, alors il apparaît que les différences principales entre les campagnes 2007-2008 et 2009-2010 sont les phosphates, le phosphore total et le magnésium car ils présentent une variabilité moindre en 2009-2010 alors que les autres paramètres ont des variabilités similaires pour les deux séries de campagnes. Enfin, si les moyennes de chaque paramètre sont comparées pour les 2 séries de campagnes de prélèvements, il apparaît qu'il n'y a pas de différence significative entre les campagnes 2007-2008 et 2009-2010, comme le montre Figure 6-11, ce qui n'est pas surprenant notamment pour les paramètres les plus variables (CV supérieur à 50%). La répartition des différents pesticides détectés dans les échantillons prélevés en 2007-2008 ou 2009-2010 montre qu'il y a des différences importantes selon la date de prélèvement et par cours d'eau (*Figure 6-12*).

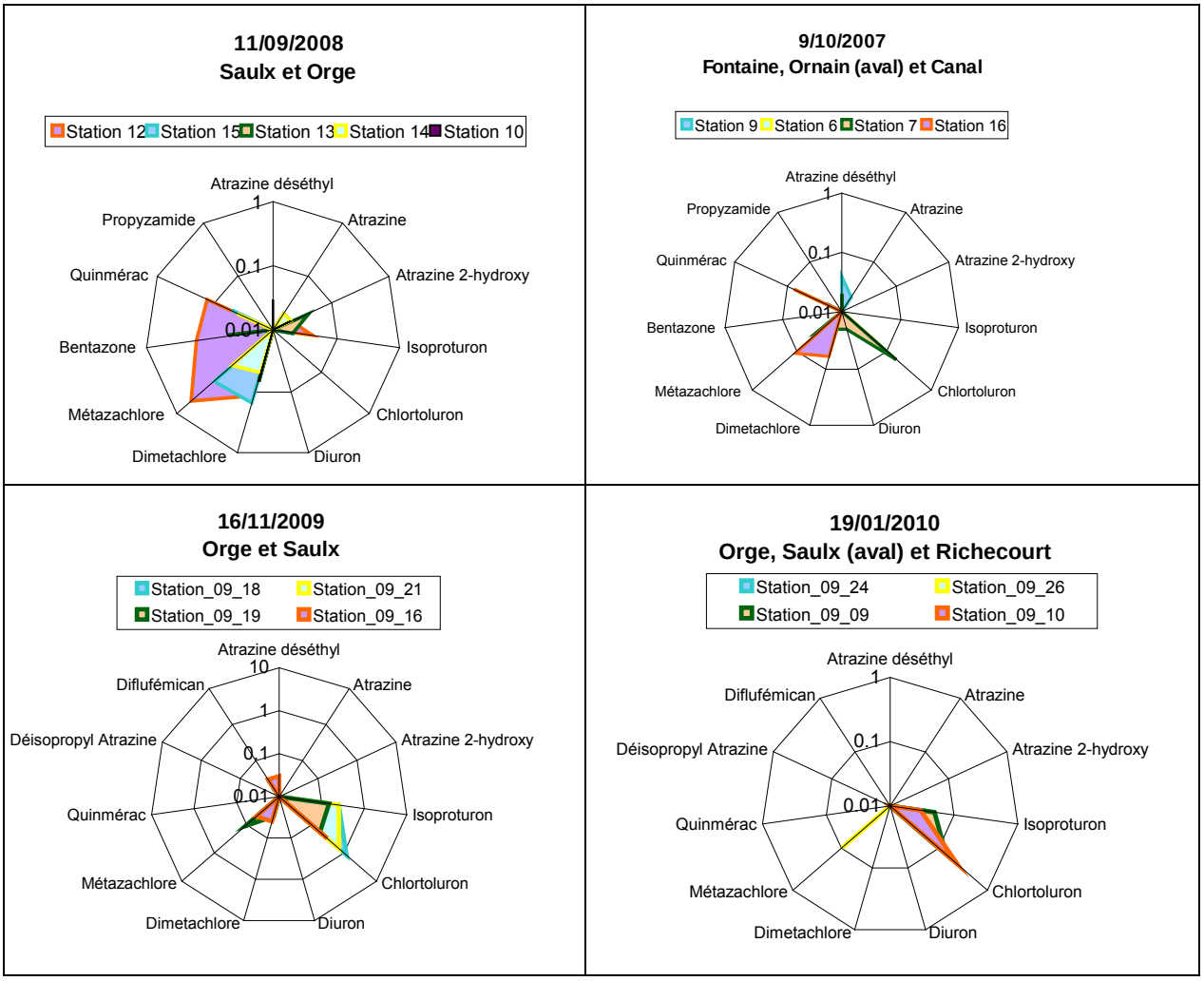


Figure 6-12 *Exemples de Diagrammes Radar de distribution des pesticides*

En général la Saulx et l'Orge sont souvent plus impactées par les pesticides, en particulier à la fin de l'été et en automne. Par ailleurs, l'isoproturon et le chlortoluron sont principalement détectés à la fin de l'automne et en hiver, alors que le dimétachlore, le métazachlore, la bentazone et le quinmérac sont essentiellement présents en automne.

La variabilité des concentrations en métaux ne semble pas liée directement à la date de prélèvement ou aux stations de mesure pour le cuivre, le mercure, l'antimoine, l'arsenic et le chrome, ce qui est probablement le résultat d'un nombre de données supérieure à la LQ très faible. Le plomb, dont la fréquence d'occurrence est plus importante en 2009-2010, est préférentiellement détecté sur l'Orge et la Saulx (Figure 6-13. Le zinc, souvent relativement concentré, est détecté en 2007-2008 le plus souvent sur l'Ornain, alors qu'en 2009-2010, il est retrouvé sur l'Orge et la Saulx le plus fréquemment.

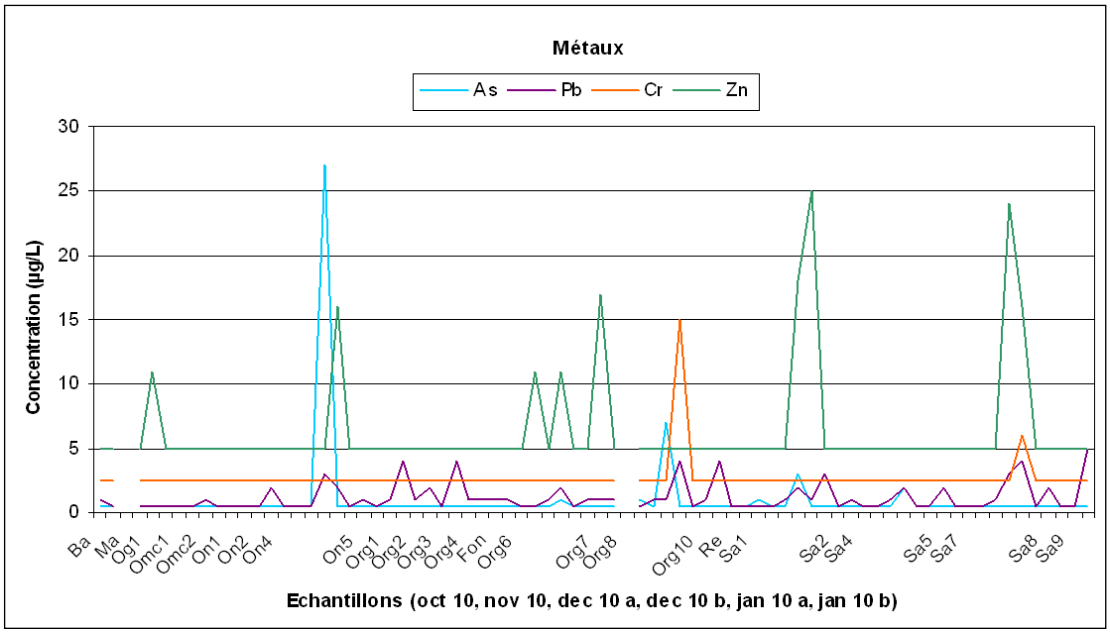


Figure 6-13 *Profils de concentration des métaux en fonction des stations pour les campagnes réalisées en 2009-2010*

Synthèse

Les résultats de ces analyses des données montrent que les paramètres les plus variables sont les nutriments (nitrates, nitrites, ammonium, phosphates), les MES, la matière organique (DCO et oxydabilité) ou encore les métaux qui sont principalement sous forme particulaire (Al, Fe, Mn) et quelques pesticides (isoproturon et atrazine).

Variabilité des paramètres (par ordre décroissant) :

Physico-chimiques

Nitrites MES, turbidité Phosphates, ammonium	Potassium DCO, oxydabilité au KMnO4 Nitrates, magnésium, température

Métaux

Manganèse Fer	Aluminium, baryum

Pesticides

Isoproturon DEA	Atrazine

6.4.3.2 Analyse ANOVA

Des analyses ANOVA ont été réalisées sur quelques paramètres identifiés comme ayant une variabilité importante et sur les chlorures et le calcium. Les facteurs d'influence qui ont été utilisés pour réaliser les ANOVA sont :

- le sous bassin : Canal, Ornain amont, Ornain Aval, Saulx et Orge ;

- le cours d'eau : Ognon, Maldite, Ormançon, Ornain, Saulx, Orge, Fontaine et Canal ;
- les dates de prélèvements.

Afin d'identifier la part respective de chaque facteur influant, une ANOVA à 2 facteurs a été réalisée en prenant la date et la station (et non le cours d'eau) comme facteur d'influence. Une gradation de l'importance a ensuite été réalisée en considérant le rapport des carrés moyens de chaque facteur par rapport au résidu, dans le tableau de l'ANOVA (*Tableau 6-2*).

Tableau 6-2 Importance relative des facteurs temporel et spatial sur les concentrations en paramètres physico-chimiques (NS : non significatif)

Paramètre	Temporel sur 15 mois (2007-2008)	Temporel sur 3 mois (2009-2010)	Spatial sur 15 stations (2007-2008)	Spatial sur 26 stations (2009-2010)
MES	**+++**	**+**	**+**	**NS**
DCO	**++++**	**+++**	**+**	**+**
MO	**+++**	**+++**	**+**	**+**
NO2	**++**	**++**	**+**	**+**
NH4	**+++**	**+++**	**NS**	**NS**
PO4	**++**	**++**	**+**	**NS**
NO3	**+++**	**++++**	**+++**	**+++**
HCO3	++	NS	+++	++
Cl	+++	+++	+++	++
SO4	++	++	++	++
Ca	+++	NS	+++	++
Mg	**++**	**+++**	**++++**	**++**
Na	++	++	+	++
K	**++**	**++**	**+**	**+**
SiO2	+++	NS	+	NS

Synthèse

Principaux facteurs explicatifs de la variabilité spatio-temporelle des principaux paramètres physico-chimiques étudiés :

Variabilité temporelle

Cycles climatique et biologique : matière organique, nitrates, calcium,
Cycle hydrologique : MES,
Cycle saisonnier : ammonium (concentrations maximales en été), nitrites et phosphates (concentrations maximales en automne et hiver).

Variabilité spatiale

Importante pour les nitrates, les chlorures, les sulfates, les bicarbonates, le calcium et le magnésium.
Faible pour les MES (2007-2008), la matière organique, les nitrites et les phosphates (2007-2008)

6.4.3.3 Classification hiérarchique ascendante

Sur l'ensemble des campagnes de suivi, une classification hiérarchique ascendante a été établie à partir des paramètres physico-chimiques permettant d'identifier les stations de même nature pour éviter une redondance des stations à suivre dans le cadre d'un réseau pérenne de suivi de la qualité des eaux. Les classifications ont, dans un premier temps, été réalisées avec l'ensemble des variables terrain, support biologique et chimie de base, puis avec les micropolluants seuls.

Un arbre de classification appelé le dendrogramme (graphique de distance entre les groupes agrégés : plus la distance est grande, plus les classes sont différentes) permet d'apprécier graphiquement le nombre de classes pertinent à retenir. Une fois le nombre de classes choisi, une description de chaque classe peut être réalisée.

Dendrogrammes

Au cours de la campagne 2007-2008, la classification hiérarchique met en évidence des différences de nature de qualité des eaux d'une station à l'autre par cours d'eau (*Figure 6-14*) :

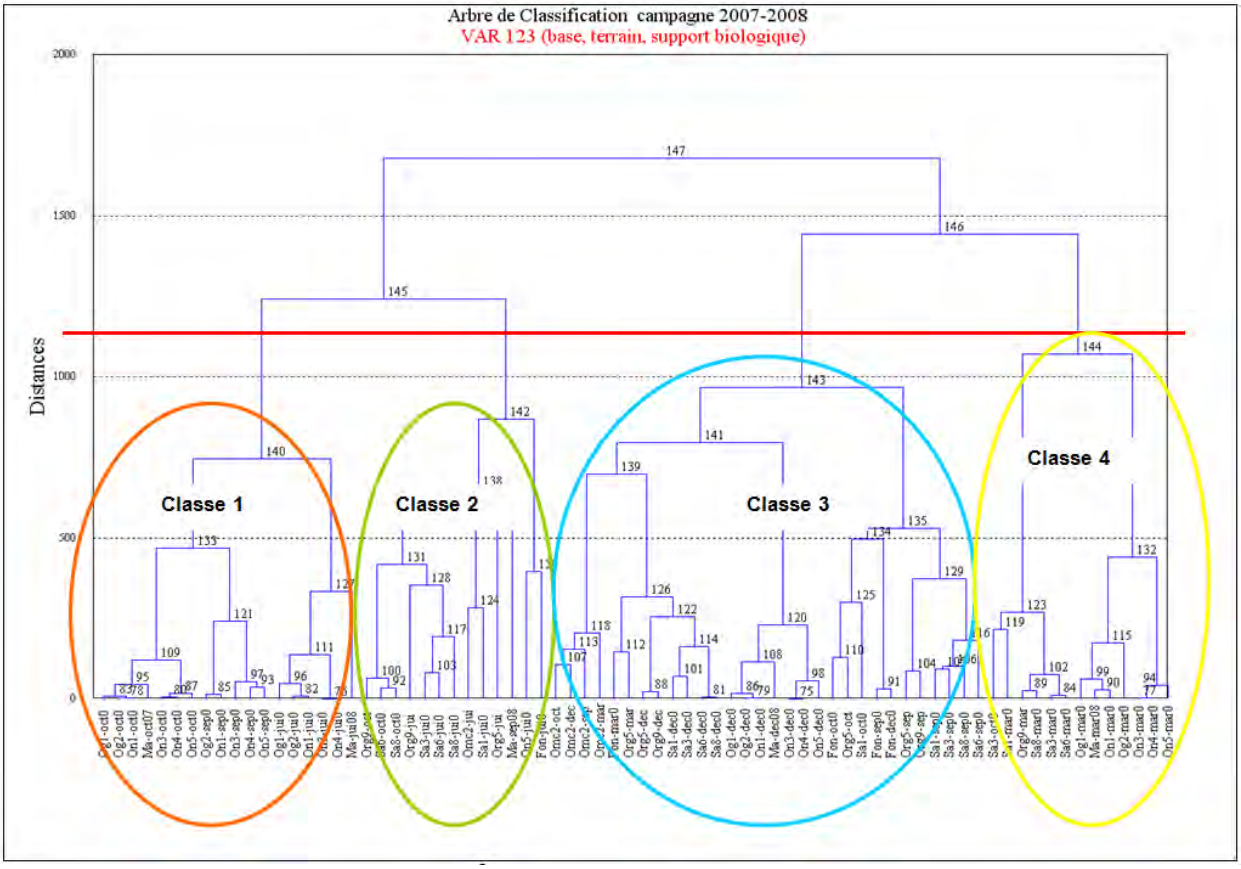


Figure 6-14 *Dendrogramme des échantillons des campagnes 2007-2008 (groupe de variables 1,2, 3) – 4 classes principales retenues aux nœuds 140 (classe 1), 142 (classe 2), 143 (classe 3) et 144 (classe 4).*

- Ornain : sur les 5 prélèvements, il y a relativement peu de différence entre les quatre stations à l'exception de la station On 6 en juin 2008 qui se différencie. Pour les deux stations en amont de l'Ornain sur l'Ognon et la Maldite, les différences sont minimes mais dépendent étroitement du contexte hydrologique puisque ces deux stations ont des écoulements discontinus et donc plus sensibles à des variations de la qualité de l'eau ;
- Ormançon : la seule station présente sur ce cours d'eau se différencie nettement de l'Ornain ;
- L'Orge : la station localisée sur la source de la Fontaine se distingue de la station localisée en aval de Biencourt-sur-Orge sur l'Orge ;
- Saulx : globalement les 4 stations localisées sur la Saulx sont peu différentes à l'exception des deux premières qui occasionnellement montrent une différence en octobre 2007.

Au cours de la campagne 2009-2010, la classification hiérarchique confirme les premières observations effectuées au cours de la première campagne (*Figure 6-15*) :

- Ornain : la station On4 à Demanges-aux-eaux se distingue des autres pour trois prélèvements sur les 6 au total ;
- Orge : la qualité de l'eau mesurée à la fontaine est significativement différente de celle de l'Orge. Les deux stations situées en amont de l'Orge à Echenay et Saudron ont une qualité d'eau sensiblement différente des stations situées plus en aval à Ribeaucourt, et Biencourt-sur-Orge ;
- Saulx : parmi les 7 stations suivies en 2009/2010, les deux premières à l'amont de la Saulx (Echeney et Paroy) révèlent des différences significatives, de même à l'aval de la Saulx au-delà de la confluence avec l'Orge.

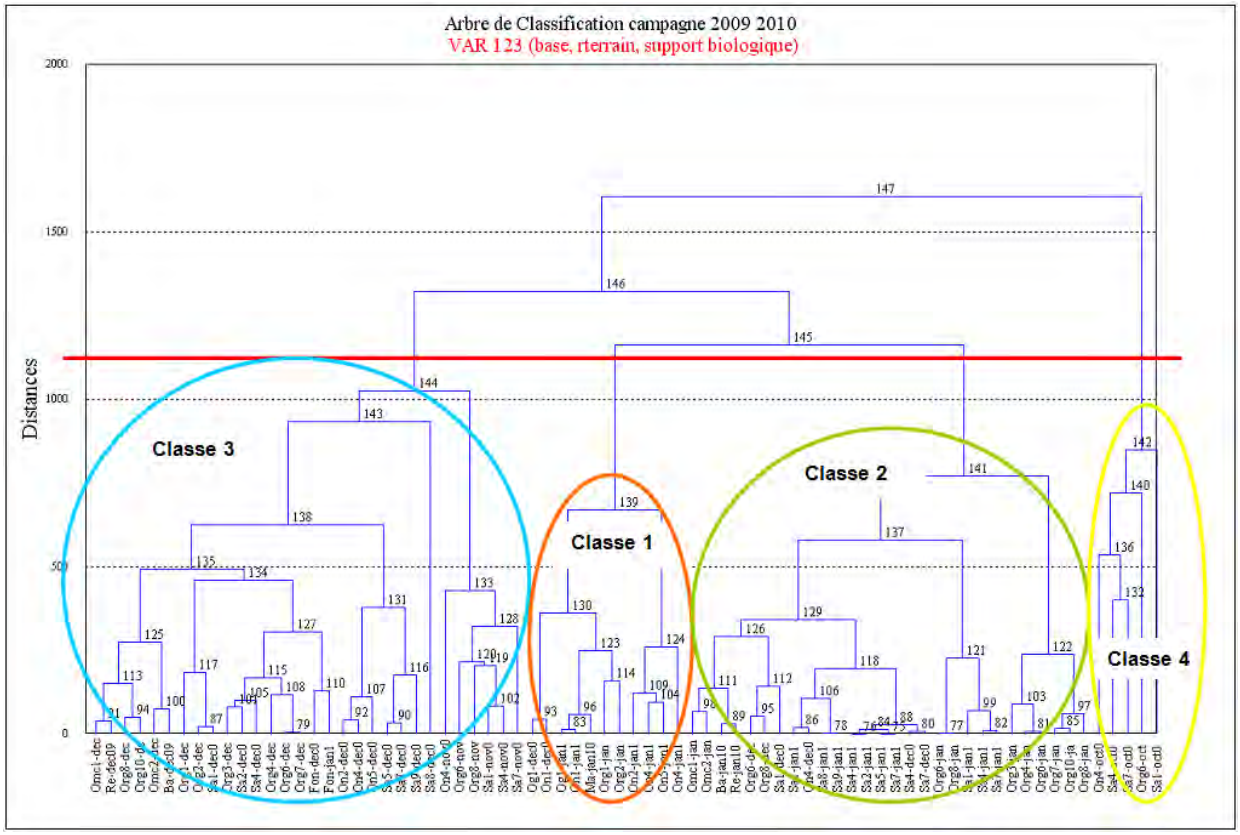


Figure 6-15 *Dendrogramme des échantillons de la campagne 2009-2010 (groupe variables 1, 2, 3) – 4 classes principales retenues aux nœuds à 139 (Classe 1), 141 (classe 2), 142 (classe 4) et 144 (classe 3)*

A partir des dendrogrammes des campagnes 2007-2008 et 2009-2010, il est possible de définir 12 groupes de stations qui sont caractérisées par une composition chimique similaire (Tableau 6-3 et Figure 6-16) et regroupées par couleur.

Tableau 6-3 *Regroupement des stations de la zone OPE*

Groupe	Stations
1	Omc1, Omc2, Ba, Re
2	Og1, Og2, Ma, On1
3	On2, On3, On4, On5
4	On6
5	Org1, Org2
6	Org3, Org4, Org5, Org6, Org7
7	Org8, Org9, Org10
8	Fon
9	Sa1
10	Sa2, Sa 3, Sa4
11	Sa5, Sa 6, Sa7, Sa9
12	Sa8

Ce travail d'expertise des réseaux de suivi de la qualité des réseaux menés de 2007 à 2010 permet de définir avec précision les points de suivi représentatifs de la variabilité de la qualité des eaux sur lesquels un dispositif pérenne pourrait être établi à l'échelle de la zone OPE.

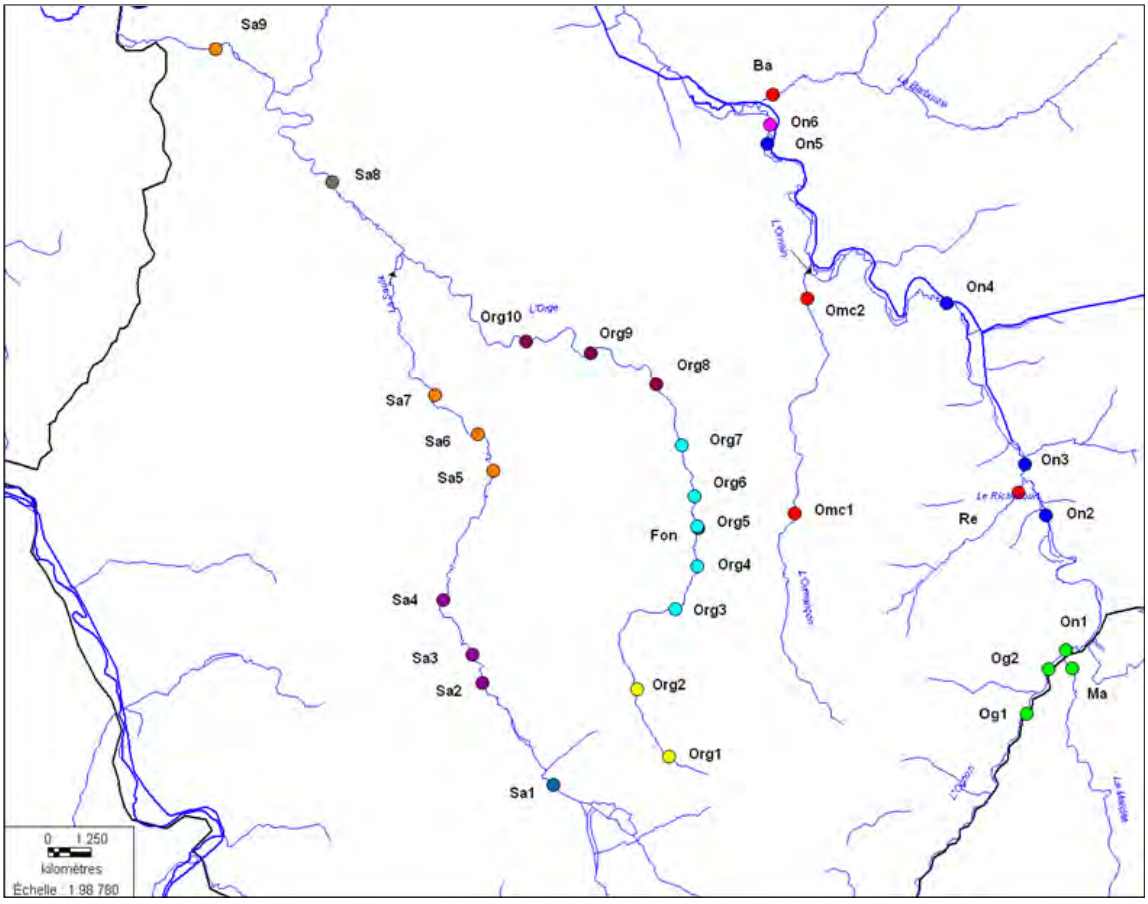


Figure 6-16 *Carte des groupes de stations ayant une composition chimique similaire*

6.4.4 Définition du réseau pérenne de suivi de suivi de la qualité des eaux

L'objectif premier de ce suivi des eaux pour l'Andra est de réaliser un état de référence avant même le début de ses activités industrielles dans le cadre du projet de création du site de stockage dont les travaux pourraient débuter à partir de 2017. Par ailleurs, ce réseau doit également servir de base pour la surveillance de la qualité des eaux qui devra être mise en place afin de contrôler d'éventuels impacts liés à la construction et à l'exploitation du site de stockage.

Compte-tenu du suivi environnemental pratiqué sur cette zone d'étude, le suivi des eaux doit également contribuer à étudier la sensibilité des milieux aquatiques à différentes échelles spatio-temporelles en fonction de l'évolution des activités socio-économiques (agricole, sylvicole et urbains) mais également de forçages plus globaux comme le réchauffement climatique.

Dans le cadre du projet Andra de mise en place de stations pérennes de surveillance des eaux en tête de bassin versant de la Marne, il s'est avéré qu'il y avait un intérêt partagé entre l'Andra et l'AESN à collaborer pour valoriser ces suivi dans un souci de rationalisation des réseaux de surveillance et de maîtrise des coûts.

Le suivi des eaux superficielles qui sera mis en place dès 2011 intégrera les réseaux nouvellement définis en application de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) et appliquera les programmes d'analyses pour non seulement répondre aux objectifs industrielles de l'Andra mais également permettre l'évaluation de l'état écologique et chimique des différentes masses d'eau selon les critères de la DCE Pour ce nouveau réseau, la sélection des stations a été effectuée afin d'assurer un suivi de la qualité de l'eau de l'amont à l'aval du secteur de référence OPE. Pour ce faire, plusieurs critères ont été retenus :

- l'expertise de la variabilité spatio-temporelle des paramètres physico-chimiques et des micropolluants sur les 3 sous-bassins (Orge, Ornain, Saulx) ;
- la localisation par rapport au futur centre de stockage (ZIRA) ;
- les différentes pressions anthropiques sur la zone d'étude (agricoles, artisanales, urbaines etc.) ;

- l'existence sur le bassin de stations de type RCS (Réseau de contrôle de surveillance), RCO (Réseau de contrôle opérationnel) ou RCB (Réseau complémentaires de bassin) de l'Agence de l'eau Seine Normandie (AESN).

6.4.4.1 Définition du réseau de stations

A partir de ces critères, deux types de stations ont été définies en fonction de la nature des cours d'eau étudiés (*Figure 6-17*) :

- 6 stations de type RC : stations sur cours d'eau permanent ;
- 11stations de type RCP : stations sur cours d'eau intermittent.

Stations de type RC

Dans cette sélection de 6 points de suivi de la qualité des eaux pour l'installation de station de type RC, quatre d'entre elles sont localisées sur la Saulx dont une à l'aval de la confluence de l'Orge dans la Saulx et deux sur l'Ornain. Pour chaque station, l'aire d'alimentation topographique a été spatialisée afin d'identifier la zone d'influence des activités de surface. Compte-tenu de l'importance du bassin de l'Orge dans la zone d'étude et de son hétérogénéité hydrographique, il a été préféré pour suivi d'installer une station de type RC après sa confluence dans la Saulx. Ces stations pourront faire l'objet d'une instrumentation pour assurer un suivi en continu de plusieurs paramètres

Stations de type RCP

Neuf stations de type RCP ont été positionnées sont les cours d'eau intermittents : 5 sur l'Orge dont une à la source de la Fontaine, 3 sur l'Ormançon et 1 sur le Réchicourt. Deux autres stations ont été positionnées sur le canal de la Marne au Rhin à son arrivée et à sa sortie sur la zone de référence OPE à la hauteur de Demange-aux-Eaux et Saint-Joire.

Dans le cadre de ce projet, le suivi de la qualité des eaux superficielles sera couvert :

Sur le secteur de référence OPE

- 6 stations de type RC (suivies par l'Andra) à mettre en place
- 10 stations de type RCP (suivies par l'Andra) à mettre en place
- 2 stations de suivi des sources au CMHM (suivies par l'Andra)
- 1 station du réseau AESN à Montiers-sur-Saulx et une autre en limite de zone à Abainville.

Sur le reste de la zone OPE

- 17 sources AEP (Réseau RNSISEAU)
- 4 stations du réseau AESN (Abainville, Givrauval, Stainville et Joinville).

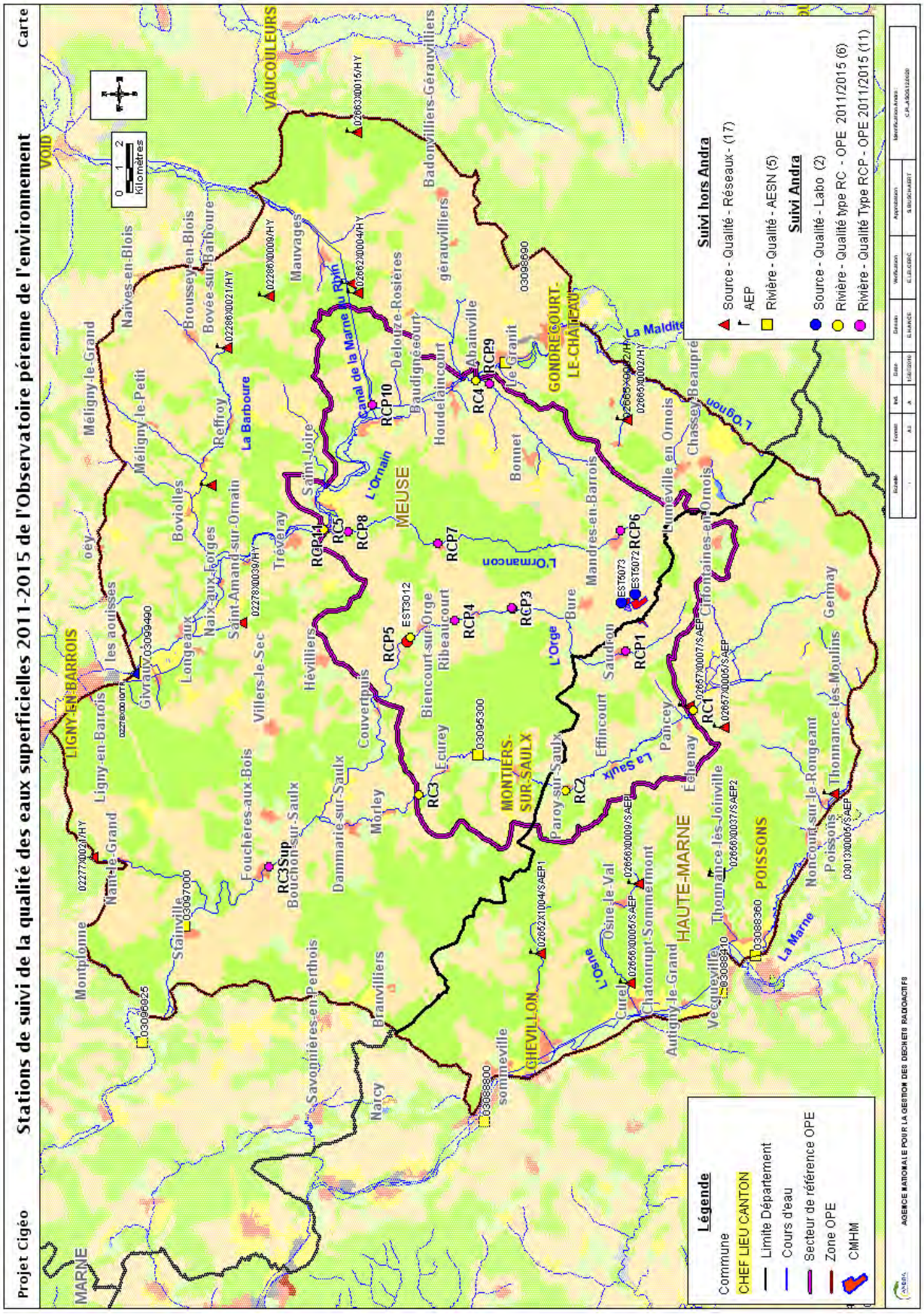


Figure 6-17 *Carte du réseau de suivi de la qualité des eaux superficielles de la zone OPE (2011-2015)*

6.4.4.2 Programme de suivi analytique des eaux superficielles

Le programme de suivi analytique sur ses stations s'appuiera entre autres sur ceux nouvellement définis par l'Agence de l'Eau Seine-Normandie en cohérence avec la directive-cadre sur l'Eau. La liste des paramètres et la fréquence des analyses ont été établies en fonction des enjeux liés aux activités Andra et des différents textes réglementaires suivants :

- Circulaire DCE 2006/16 relative à la constitution et la mise en œuvre du programme de surveillance (contrôle de surveillance, contrôles opérationnels, contrôles d'enquête et contrôles additionnels) pour les eaux douces de surface (cours d'eau, canaux et plans d'eau) en application de la directive 2000/60/CE du 23 octobre 2000 du Parlement et du Conseil établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau.
- Circulaire du 7 mai 2007 définissant les « normes de qualité environnementale provisoires (NQEp) » des 41 substances impliquées dans l'évaluation de l'état chimique des masses d'eau ainsi que des substances pertinentes du programme national de réduction des substances dangereuses dans l'eau. Cette circulaire fixe également les objectifs nationaux de réduction des émissions de ces substances et modifie la circulaire DCE 2005/12 du 28 juillet 2005 relative à la définition du « bon état ».
- Arrêté du 25 janvier 2010 établissant le programme de surveillance de l'état des eaux en application de l'article R. 212-22 du code de l'environnement.
- Arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement.
- Guide technique actualisant les règles d'évaluation de l'état des eaux douces de surface de métropole - Mars 2009.

Le suivi de la qualité des eaux superficielles reposera sur l'analyse de plusieurs matrices :

- Echantillon d'eau ;
- Echantillon de sédiment.

6.5 Etudes des sédiments et des matières en suspension

La construction du projet Cigéo peut générer des poussières par le creusement et le transport routier dont les dispersions potentielles bien que maîtrisées peuvent éventuellement diffuser vers les cours d'eau. Afin d'évaluer ce risque, un suivi spécifique a été engagé pour étudier les sédiments dans les rivières de la zone OPE. Au cours des campagnes 2007/2008 de suivi des eaux superficielles, des échantillonnages de sédiments avaient pratiquées à plusieurs reprises sur certaines stations pour la recherche de métaux lourds En 2009/2010, une étude spécifique a porté sur les matières en suspension

6.5.1 Rappel du suivi sur sédiments en 2007/2008

Certaines stations de mesures en 2007/2008 avaient fait l'objet de recherche de métaux lourds et de micropolluants sur les sédiments. L'interprétation des résultats d'analyses sur les sédiments a été faite selon différents référentiels (le SEQ-EAU et les Valeurs de Définition de Source-Sol (VDSS)).

Globalement, on observe une présomption de contamination des sédiments par les métaux lourds allant de faible à modérée sur tous les cours d'eau (*Figure 6-18*). Quelques présomptions de fortes contaminations ont toutefois été observées sur certaines campagnes de prélèvements :

- En septembre 2008 pour l'arsenic aux stations 11 et 14, pour le plomb à la station 7, pour le nickel à la station 8 et pour le mercure pour la station 3 ;
- En décembre 2008 pour l'arsenic à la station 4.

Ces niveaux de contamination laissent supposer des flux métalliques sur tous les cours d'eau qui s'accumulent au niveau des sédiments, dégradant progressivement ce compartiment, sans pour autant que cela n'altère la colonne d'eau, comme le montrent les analyses physico-chimiques et les mesures sur bryophytes. Ces composés métalliques sont peu biodisponibles et vraisemblablement liés à des matériaux non transportables dans les conditions de débits rencontrés en septembre et décembre 2008.

La campagne de prélèvement la plus défavorable du point de vue de la qualité des sédiments a été réalisée en septembre 2008. L'augmentation des teneurs en métaux lourds dans les sédiments est probablement liée aux caractères physiques des sédiments prélevés : la diminution des débits a permis

une meilleure décantation des particules fines sur lesquelles sont fixées préférentiellement les éléments organo-métalliques.

Suite aux quatre campagnes de mesure d'octobre 2007, juin, septembre et décembre 2008, il est assez délicat de définir exactement l'origine des teneurs plus ou moins élevées des éléments métalliques retrouvés. En effet certains d'entre eux peuvent être d'origine anthropique (agricole, industrielle ; actuelles et/ou passées (anciennes fonderies, usines…). Pour d'autres, la comparaison des ce niveaux de contamination avec la nature du fond géochimique local (données fournies par l'ENSAIA) permet de distinguer les impacts anthropiques de l'influence de ce «bruit» géochimique.

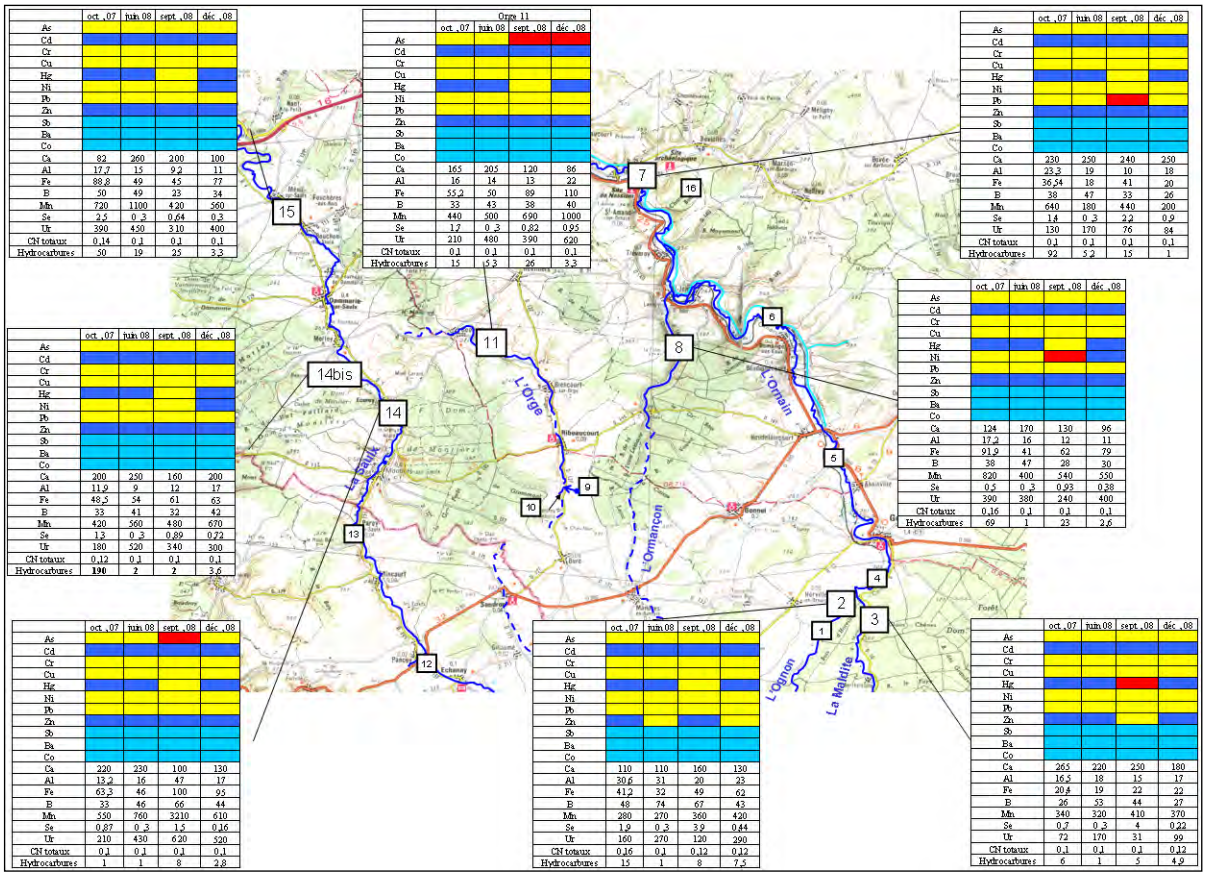


Figure 6-18 Evolution de la contamination des sédiments par les métaux

6.5.2 Suivi sur matières en suspension 2009/2010

6.5.2.1 Objectifs

Les activités de création d'un stockage par excavation la mise en dépôt en surface d'un important volume de matériaux argileux peuvent engendrer une dispersion particulaire vers les cours d'eau selon l'influence des vents et les phénomènes de ruissellement. Afin de disposer dès à présent d'un suivi des matières en suspension dans les cours d'eau, un dispositif spécifique de piégeage a été développé et mis en place sur plusieurs stations de suivi de la qualité des eaux.

6.5.2.2 Dispositif de piégeage des particules en suspension

Le dispositif de piégeage retenu est tiré d'une étude dirigée en 2007 par l'Agence de l'Eau Seine-Normandie et basée sur les travaux du PIREN-Seine (Programme Interdisciplinaire de Recherche sur l'ENvironnement de la Seine). Pour l'installation des dispositifs dans les cours d'eau, un socle en béton permettant de lester et de maintenir le piège verticalement a été utilisé. Le principe de la trappe verticale est basé sur le piégeage des particules transitant dans le cylindre du fait du ralentissement du flux au sein de ce dernier qui favorise le processus de sédimentation (*Figure 6-19*).

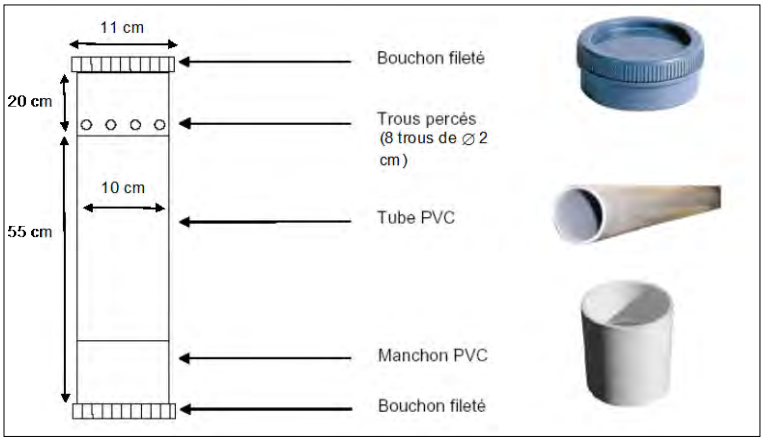


Figure 6-19 Illustration du modèle de trappe à PAES utilisé

Ce dispositif de piégeage a été expérimenté sur toute la durée du suivi de la variabilité temporelle de la qualité des eaux mis en place en 2009/2010 sur six stations (*Figure 6-21*).

6.5.2.3 Résultats

L'évaluation des masses de particules en suspension piégées permet d'établir les flux de matériaux transitant dans les cours d'eau. Une exploitation des teneurs en polluants a également été réalisée selon le référentiel SEQ-Eau version 2 pour les cours d'eau afin d'établir la qualité des cours d'eau vis-à-vis du compartiment PAES.

Evolution des flux de PAES

Les flux de PAES présentent des valeurs oscillant entre 0,5 et 9 g MS/j selon les campagnes sur l'ensemble des stations étudiées. Globalement, les variations des flux suivent l'évolution des débits (*Figure 6-20*).

Ainsi, le pic de débit observé lors de la campagne du 2 décembre 2009 a entrainé un effet de chasse au niveau des cours d'eau conduisant dans le même temps à une augmentation des particules en suspension dans la colonne d'eau. Sur la suite du suivi, les flux de PAES sur l'Ornain continuent de suivre la progression des débits, ce qui suppose qu'il reste du matériel mobilisable déposé au fond de ce cours d'eau ou sur le bassin versant. Ce phénomène est moins perceptible au niveau de l'Orge et de la Saulx où les flux de PAES diminuent le 19 janvier 2010 alors que le débit augmente. Ceci peut s'expliquer par le fait qu'après la première chasse observée le 2 décembre 2009, le fond des cours d'eau ne présente plus une quantité de particules mobilisables suffisante pour générer des flux de PAES.

Qualité des cours d'eau vis-à-vis des PAES

- Sur les 6 stations d'étude, seule la station 09_06 de l'Ornain présente une bonne qualité tout au long du suivi. Sur les autres cours d'eau, plusieurs métaux sont responsables des déclassements observés :
- le mercure, le cadmium et le plomb provoquent un déclassement en qualité moyenne sur la plupart des stations le 19 janvier (seulement le mercure et le cadmium sur la station 09_14) ;
- le cadmium provoque un déclassement en qualité moyenne sur la station 09_18 de la Saulx et en qualité médiocre sur la station 09_14 de l'Orge le 6 janvier ;
- l'arsenic provoque un déclassement en qualité moyenne le 2 décembre et le 16 février sur la station 09_16 de l'Orge ;
- le nickel provoque un déclassement en qualité moyenne le 17 décembre sur la station 09_21 de la Saulx.

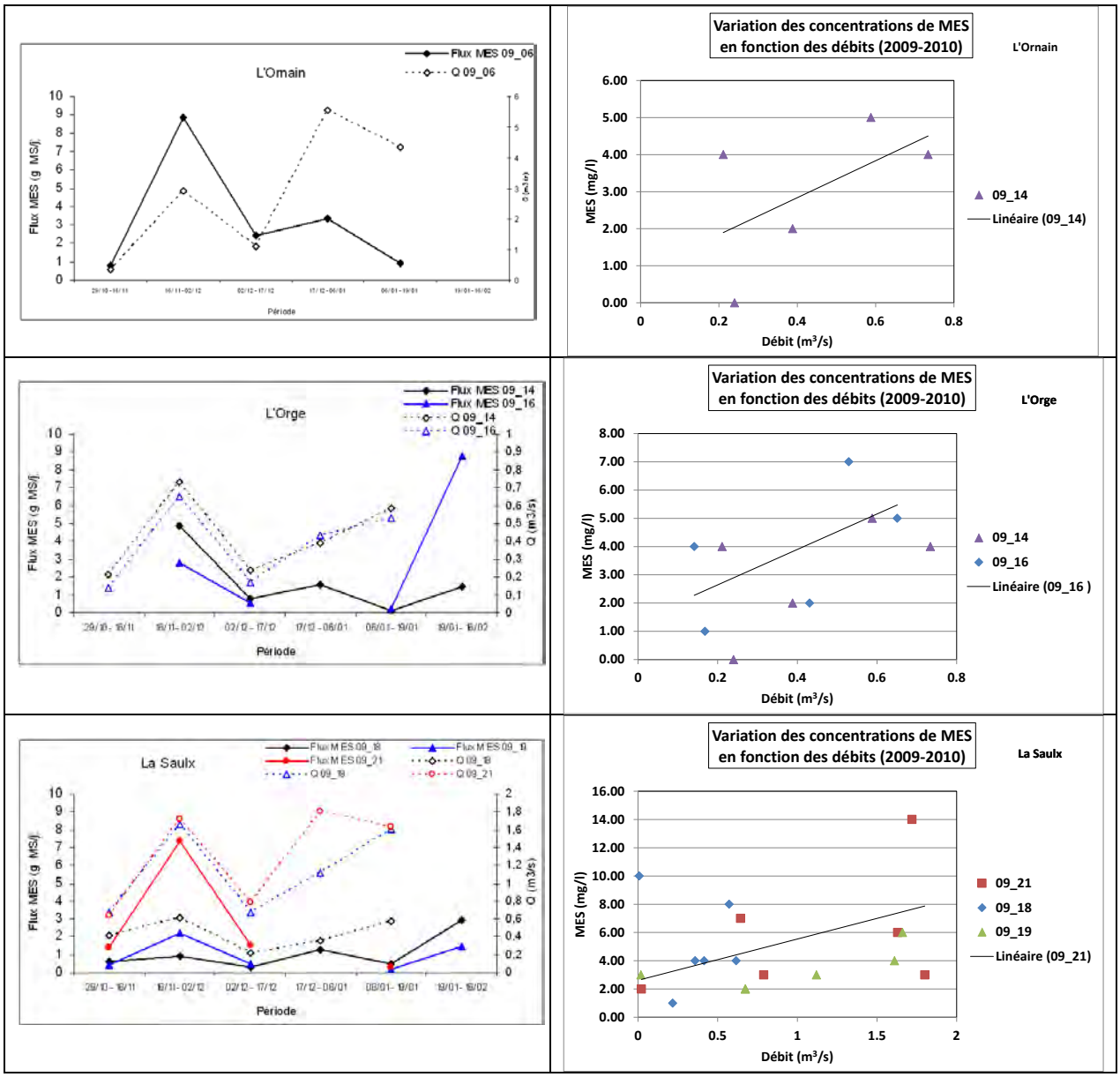


Figure 6-20 Evolution des flux de PAES sur les 6 stations d'études

Les déclassements par les métaux observés au niveau des PAES sont différents de ceux observés dans la colonne d'eau des cours d'eau de la zone OPE qui sont principalement touchés par le zinc et le chrome. Par contre, les métaux dégradant les PAES sont les mêmes que ceux observés dans les sédiments. Ces similitudes paraissent cohérentes vu que les PAES représentent un matériau susceptible de sédimenter au niveau des zones de faible courant et que, à l'inverse, les sédiments constituent des particules mobilisables lors des pics de débit. Les déclassements interviennent davantage en milieu et en fin de suivi. Il semble que les charges métalliques mesurées dans les PAES augmentent avec les apports d'eaux de ruissellement et les remontées de nappe provoquées par l'intensification des précipitations. L'origine des métaux retrouvés dans les PAES peut être multiple (anthropique et/ou naturelle).

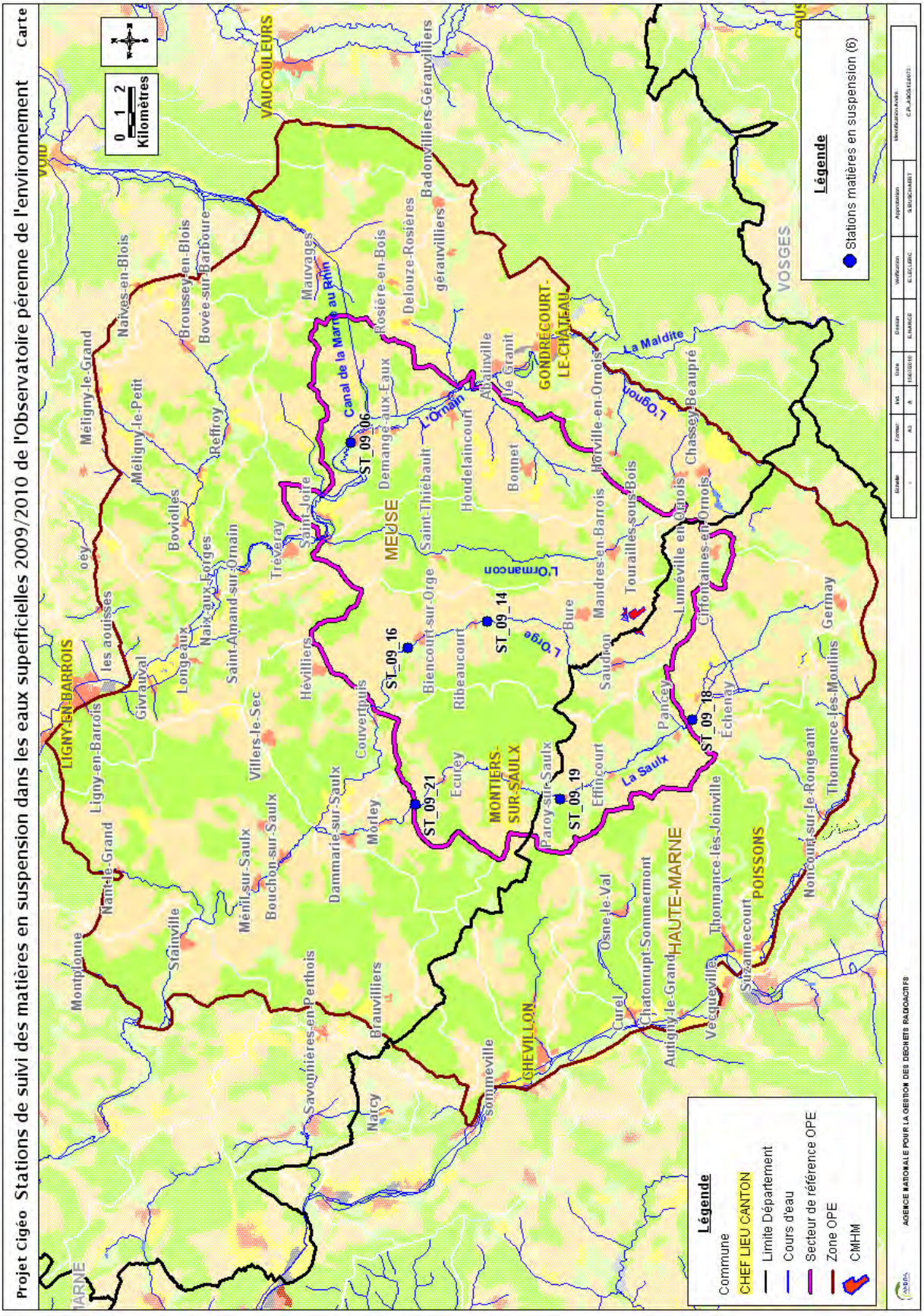


Figure 6-21 *Carte du réseau d'étude des matières en suspension dans les eaux superficielles (2009/2010)*

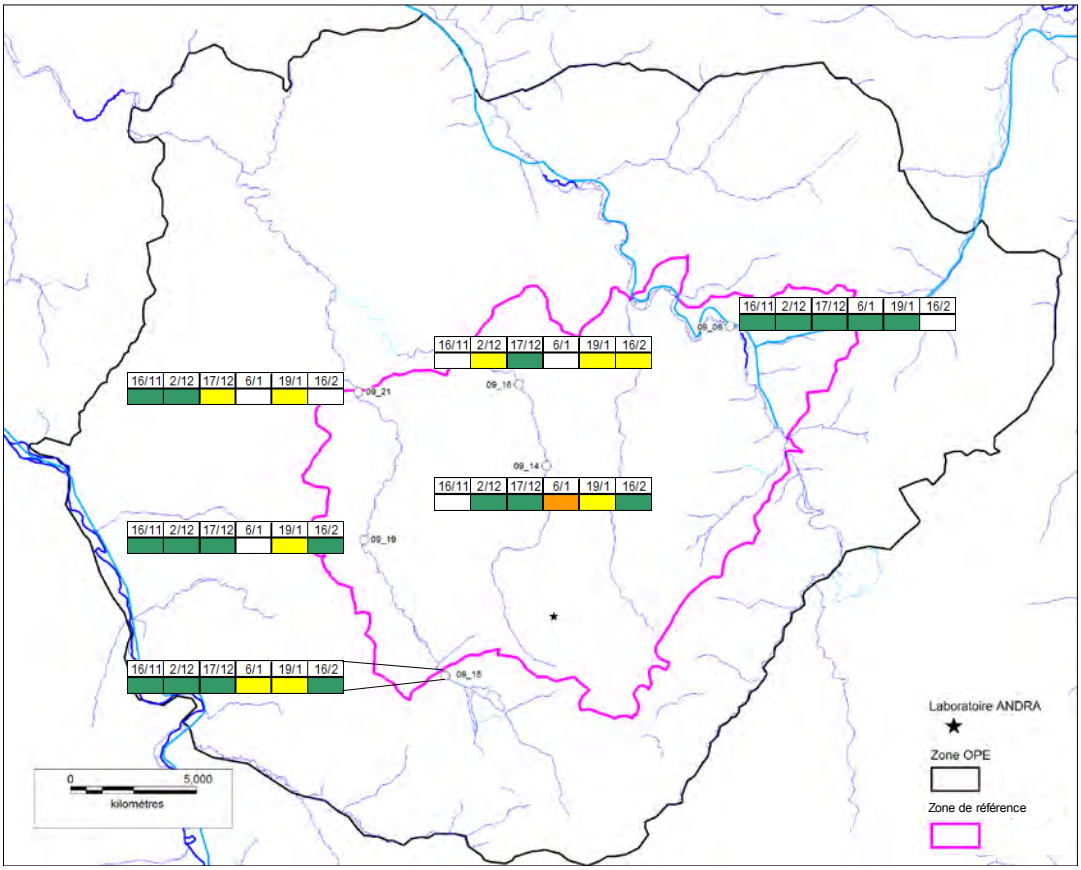


Figure 6-22 *Qualité des cours d'eau de la zone OPE vis-à-vis des PAES*

6.6 Radiologie des eaux superficielles

A la demande du Comité Local d'Information et de Suivi (CLIS), un suivi radiologique des eaux souterraines et superficielles est réalisé depuis 2002 par le Laboratoire souterrain de Meuse/Haute-Marne. Les prélèvements sont réalisés, pour les eaux superficielles dans le grand bassin d'orage du site, et pour les eaux souterraines sur trois piézomètres (EST1011, EST1038 et EST1037) et sur les AEP de Fains-les-Sources et Rupt-aux-Nonains situé à environ 35 km au Nord du site (Figure 6-23).

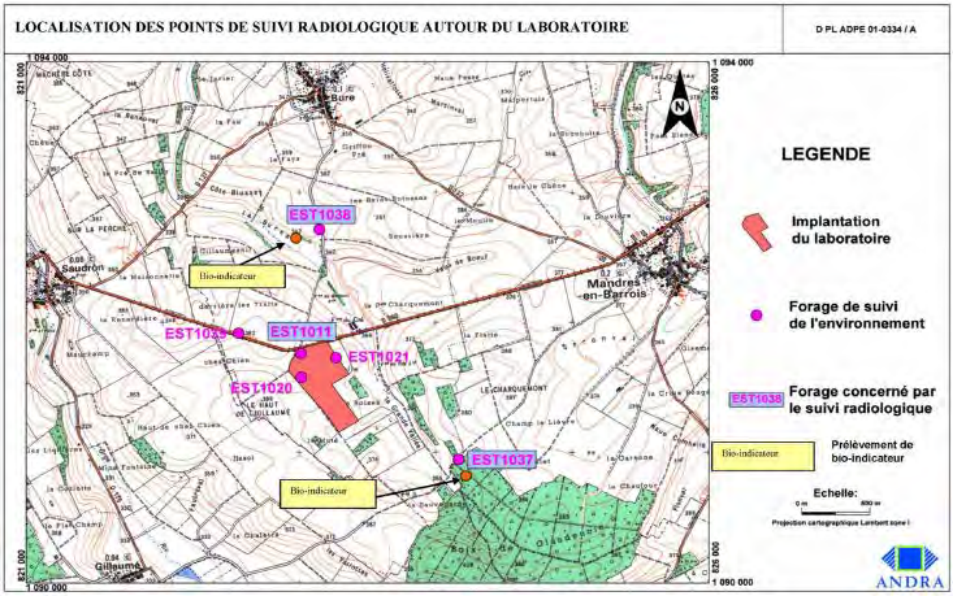


Figure 6-23 *Carte du réseau de forages pour le suivi radiologique par le laboratoire souterrain de Meuse/Haute-Marne*

6.6.1 Echantillonnage des eaux superficielles sur la zone OPE

Au-delà de ce suivi, 7 points complémentaires du réseau OPE représentatifs des principales voies d'exhaure du périmètre d'étude ont été sélectionnés pour élargir le fond radiologique des eaux superficielles du secteur de référence OPE en 2007 (*Figure 6-24*).

6.6.2 Les résultats

Radionucléides détectés par spectrométrie gamma : aucun radionucléide émetteur gamma (d'origine naturelle ou artificielle) n'est mis en évidence dans les 7 eaux de surface étudiées.

Indices de radioactivité alpha et bêta global : sur les 7 eaux analysées, 3 présentaient un indice de radioactivité alpha global dépassant la limite de détection et 5 présentaient un indice de radioactivité bêta global dépassant la limite de détection. Les indices de radioactivité alpha global et bêta global mesurables varient respectivement de 0,025±0,022 Bq/l à 0,041±0,025 Bq/l et de 0,038±0,036 Bq/l à 0,07±0,038 Bq/l (*Tableau 6-4*).

Tableau 6-4 *Indices de radioactivité alpha et bêta global mesurées sur les eaux superficielles*

Station	Nature	Date de prélèvement	Qualité	Activité Bq.l^{-1}	
				alpha global	bêta global
Ornain 7	Eau de surface	09/10/07	concentrée	0,038 ± 0,023	0,038 ± 0,036
Ormançon 8	Eau de surface	09/10/07	concentrée	0,041 ± 0,025	0,049 ± 0,04
Canal 16	Eau de surface	09/10/07	concentrée	< 0,029	0,042 ± 0,039
La Maldite 3	Eau de surface	09/10/07	concentrée	< 0,035	< 0,077
La Saulx 15	Eau de surface	09/10/07	concentrée	0,025 ± 0,022	0,069 ± 0,038
Ognon 2	Eau de surface	09/10/07	concentrée	< 0,034	< 0,076
L'Orge 11	Eau de surface	09/10/07	concentrée	< 0,03	0,07 ± 0,038

Autres éléments mesurés : Les activités en ^{14}C, ^{3}H, ^{79}Se, ^{36}Cl et ^{41}Ca sont inférieures aux limites de détection.

6.6.3 Perspectives

Cet état de référence radiologique des eaux superficielles de la zone OPE sera de nouveau étudié dans le cadre du partenariat établi avec l'IRSN. Ces mesures concerneront plus particulièrement les sédiments, les matières en suspension, la flore et la faune aquatique. L'objectif est d'établir un constat rendant compte du niveau de radioactivité dans les matières solides en Suspension (MES) et les sédiments dans la zone OPE.

Les MES et les sédiments sont des indicateurs abiotiques représentatifs des concentrations en éléments traces. Ces indicateurs sont ainsi largement utilisés pour évaluer les niveaux de radioactivité dans les milieux aquatiques continentaux car la grande majorité des radionucléides artificiels ont une forte affinité avec les matières solides naturellement présentes dans les cours d'eau. Dans le cadre d'un observatoire pérenne de l'état radioécologique de l'environnement, il convient de déterminer les valeurs et les incertitudes associées au sein de ces matrices abiotiques. Les valeurs produites constitueront une référence pour le bruit de fond géochimique (radionucléides d'origine naturelle) ou anthropique (radionucléides d'origine artificielle) du milieu cible.

Certaines valeurs des bruits de fond sont susceptibles d'avoir fluctué au cours du temps (diminution des retombées atmosphériques, variabilité des termes sources). Les sédiments des cours d'eau sont soumis au processus de dépôts/érosion, en particulier lors des épisodes de crues et sont ainsi particulièrement mobiles. Il est ainsi important de déterminer les valeurs historiques des bruits de fond à minima sur les dernières décennies, en prévision des remaniements sédimentaires potentiels.

L'OPE est inscrit dans le bassin versant de la Marne et en marque d'ailleurs la limite ouest. L'observation des bassins versants de l'Orge, l'Ornain, l'Ormançon et la Saulx permettra d'acquérir des états de référence sur chaque bassin hydrographique élémentaire de l'OPE, et d'appréhender les importations et exportations du système hydrologique global.

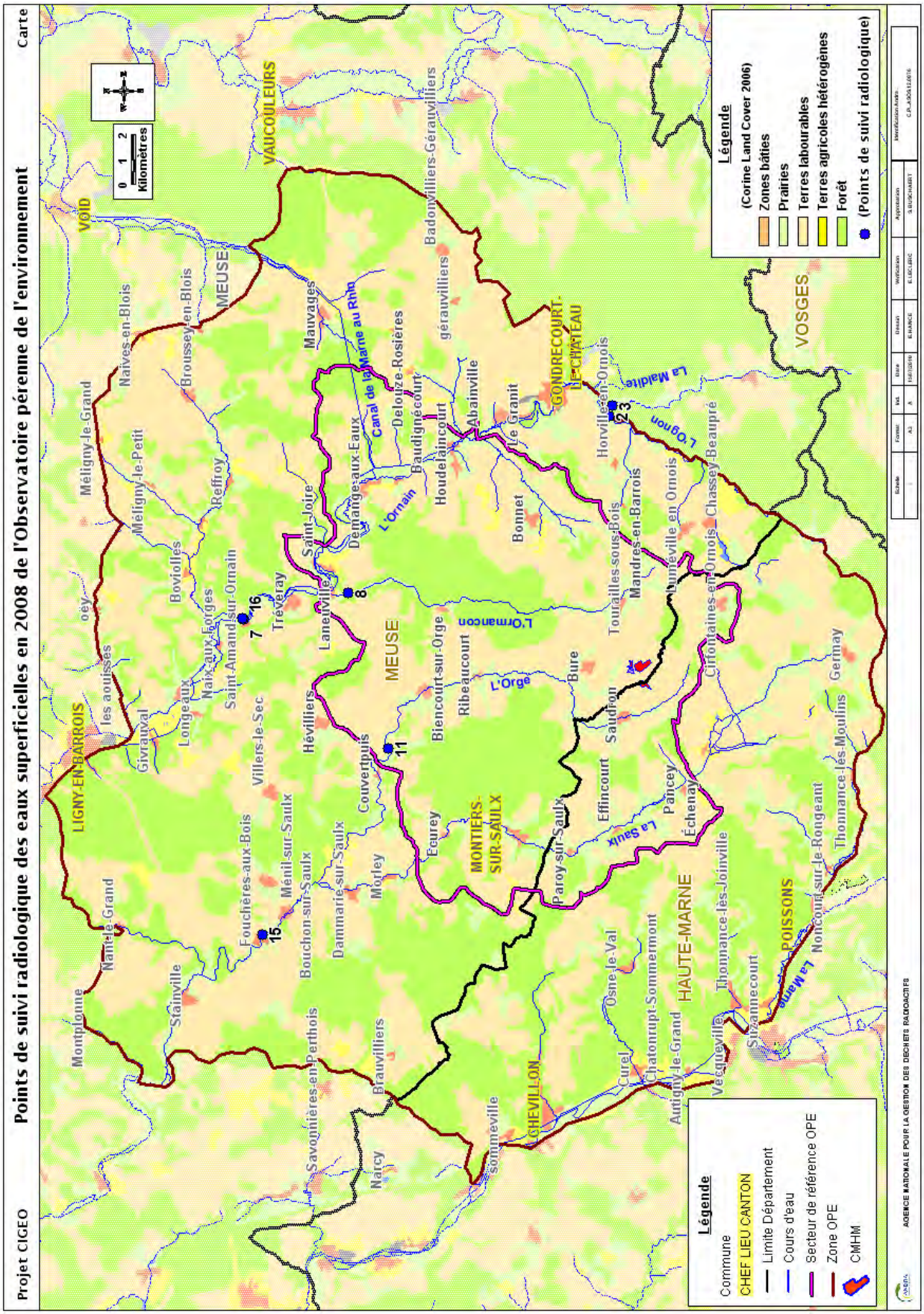


Figure 6-24 *Carte du réseau de suivi radiologique des eaux superficielles de la zone OPE (2008)*

6.7 Conclusion générale sur la qualité des eaux superficielles

Le **suivi physico-chimique** fait apparaître une évolution contrastée des eaux superficielles du secteur de référence selon le type de qualité considéré. La qualité générale est principalement marquée par les teneurs en nitrates qui selon les stations conduisent à une qualité évoluant de bonne à médiocre. Les stations les moins impactées sont localisées en tête du bassin versant (exemple de l'Ornain), la période estivale étant la plus favorable, du fait du couvert végétal qui assimile et limite le lessivage des nitrates.

La **qualité bactériologique** des stations étudiées est très variable et évolue entre médiocre et très bonne. La qualité très bonne reste réservée à la station particulière localisée sur le Canal de la Marne au Rhin. La qualité bactériologique des stations est souvent dépendante de l'importance des rejets d'effluents domestiques non ou partiellement traités et de l'accès du bétail aux cours d'eau.

La **qualité micropolluant** est généralement bonne voire très bonne, elle reste toutefois impactée ponctuellement par des teneurs en éléments métalliques qui la déclasse d'un ou de deux rangs par rapport aux seuils fixés par «le bon état écologique». Les éléments métalliques concernés sont le zinc, le cuivre et le chrome. L'origine anthropique de ces contaminations ponctuelles dans le temps et l'espace est fortement suspectée. Il est à noter que les métaux détectés ne se retrouvent pas dans les bryophytes analysés simultanément, indiquant leur faible biodisponibilité.

La **qualité pesticide** est constamment très bonne sur l'ensemble des stations. Des traces de molécules phytosanitaires, liées au contexte agricole du secteur d'étude, sont toutefois détectées, sans remettre en cause cette très bonne qualité.

Les **analyses de métaux sur bryophytes** mettent en évidence une qualité généralement très bonne marquée ponctuellement par des déclassements liés à la présence de nickel, mercure ou cuivre. Ces contaminations sont aléatoires dans le temps, sans lien particulier entre les stations considérées.

Les **sédiments** analysés présentent des présomptions modérées de contamination pour les métaux suivants : arsenic, chrome, cuivre, nickel et plomb. Ces contaminations semblent pour partie liées au fond géochimique (arsenic et chrome) ou d'origine anthropique (cuivre, nickel et plomb). Quelques déclassements plus importants mais ponctuels sont observés, surtout lors de la campagne réalisée à l'étiage, en septembre 2008, probablement liés aux caractéristiques physiques des sédiments prélevés. La diminution des débits a permis une meilleure décantation des particules fines sur lesquelles sont fixées préférentiellement les éléments organo-métalliques. Ces niveaux de contamination laissent supposer des flux métalliques sur tous les cours d'eau qui s'accumulent au niveau des sédiments, dégradant progressivement ce compartiment, sans pour autant que cela n'altère la colonne d'eau, comme le montrent les analyses physico-chimiques et les mesures sur bryophytes.

L'étude hydrobiologique révèle une stabilité de la qualité biologique du suivi qui s'établit au minimum à «bonne» vis-à-vis des macroinvertébrés comme des diatomées sur l'ensemble des ruisseaux faisant l'objet de ce type d'analyses, hormis sur l'Orge amont fortement influencée par les rejets de la commune de Saudron. Cette étude montre d'abord que les différentes dégradations de la qualité physico-chimique des eaux n'ont pas ou très peu d'impacts sur la vie aquatique au sein des cours d'eau. L'évolution des indices montre ensuite que sur la période d'étude, les milieux étudiés sont stables, rythmés, en ce qui concerne les macroinvertébrés, par le cycle biologique des espèces qui se traduit en septembre 2008 par une augmentation globale de la richesse faunistique provoquant un rééquilibrage de la structure des peuplements. Cette stabilité est le résultat d'un habitat de bonne qualité, peu artificialisé, avec la présence de supports biogènes (végétaux, substrats minéraux non colmatés) et d'un certain hydrodynamisme, et d'une qualité physico-chimique globalement non pénalisante pour l'installation d'une faune et d'une flore fragile. Toutefois, on a pu mettre en évidence la présence d'espèces de macroinvertébrés et de diatomées trahissant un enrichissement trophique du milieu principalement sur la Saulx, l'Orge et l'Ormançon et l'Ornain sur sa station aval. Cette observation renvoie aux analyses physico-chimiques qui indiquent la présence généralisée de microorganismes et/ou de nitrate liée aux activités agricoles et domestiques du secteur de référence OPE.

Les **analyses radiologiques** effectuées ne permettent pas de mettre en évidence de radioactivité d'origine artificielle. Les valeurs des indices de radioactivité alpha global et bêta global sont faibles. Elles sont très en deçà des valeurs fixées par l'arrêté du 12 mai 2004 pour lesquelles des investigations complémentaires doivent être conduites pour déterminer la potabilité radioactive des eaux (0,1 Bq/l en alpha global et 1 Bq/l en bêta global en dehors de la contribution du 40K). De même, pour le tritium, toutes les valeurs sont inférieures aux limites de détection dont la plus élevée (5,4 Bq/l) est très en deçà de la valeur de 100 Bq/l fixée par la réglementation pour engager des investigations complémentaires

pour statuer sur la potabilité radioactive d'une eau destinée à la consommation humaine. L'ensemble des valeurs mesurées sont similaires à celles antérieurement observées lors des suivis radioécologiques conduits depuis 2002 et lors de l'état de référence du site du CMHM (Cf. rapport A.RP.0SUB 2007-01/A).

Par ailleurs, ces mesures sont compatibles avec les valeurs publiées par l'IRSN soit dans le cadre des synthèses annuelles des résultats des réseaux de surveillance (années 2004 à 2006) soit disponible sur le site internet de l'IRSN.

L'étude de la **variabilité spatiotemporelle** de la qualité des eaux a montré que la qualité des cours d'eau était sensiblement différente d'un bassin versant à l'autre et qu'elle n'y était pas directement dépendante de la variation des débits.

L'expertise détaillée de la variation des paramètres physico-chimiques par le LNE (Laboratoire National de Métrologie et d'Essais) a permis de dissocier la représentativité des stations de suivi à pérenniser pour assurer un suivi de la qualité des eaux de l'ensemble des bassins-versants du secteur de référence OPE.

Dès 2011, le réseau pérenne de suivi de la qualité des eaux superficielles sera mis en place avec 17 stations de mesures dont 5 seront instrumentées pour effectuer des mesures en continu de plusieurs paramètres physico-chimiques et biologiques.

7. Qualité des eaux souterraines des calcaires du Barrois

Comme pour les eaux superficielles, un suivi physico-chimique, microbiologique, et hydrobiologique des eaux souterraines des calcaires du barrois est pratiqué dans le cadre du plan de surveillance du Laboratoire Souterrain de Meuse/Haute-Marne conformément à l'arrêté préfectoral IOTA (Installation Ouvrages et Travaux d'Aménagements du 10 mars 1998). Parmi ces points, sept piézomètres situés dans le secteur référence OPE ont fait l'objet d'analyses complémentaires dans le cadre du volet eau de l'Observatoire Pérenne de l'Environnement. D'octobre 2007 à décembre 2008. 5 campagnes de prélèvement et d'analyses ont été pratiquées par Aspect Environnement.
En complément de ces suivis réalisés dans le cadre des activités de l'Andra, un travail d'inventaire des données historiques de la qualité des eaux souterraines des calcaires du Barrois a été réalisé en 2010.

7.1 Recensement des réseaux de suivi de la qualité des eaux souterraines des calcaires du Barrois

L'actualisation et la récupération des informations et des données des eaux souterraines de la zone OPE ont été réalisées auprès de différents services):

- L'ADES, portail national d'Accès aux Données sur les Eaux Souterraines ;
- Les Agences de l'eau Seine-Normandie (AESN) et Rhin-Meuse (AERM) via le site internet de mise à disposition des données de qualité des eaux – le Système d'Information sur l'Eau (SIE) ;
- Les DDAS de Meuse et de Haute-Marne.

7.1.1 Caractéristiques des stations de suivi des eaux souterraines de la zone OPE

La consultation des différents services de l'état a permis de recueillir différents types de données. Concernant les résultats d'analyse, seules les données fournies par l'ADES et le SIE des Agences de l'Eau sont validées officiellement et peuvent, de ce fait, être exploitées en termes de qualité des eaux. Toutes les données disponibles entre 1980 et 2007 sur l'ensemble des captages d'eaux souterraines des départements de la Meuse et de la Haute-Marne ont été récupérées. Les stations de la zone OPE, pour lesquelles les données de qualité ont été récupérées, sont au nombre de 52 réparties sur 6 masses d'eau (*Figure 7-1*) :

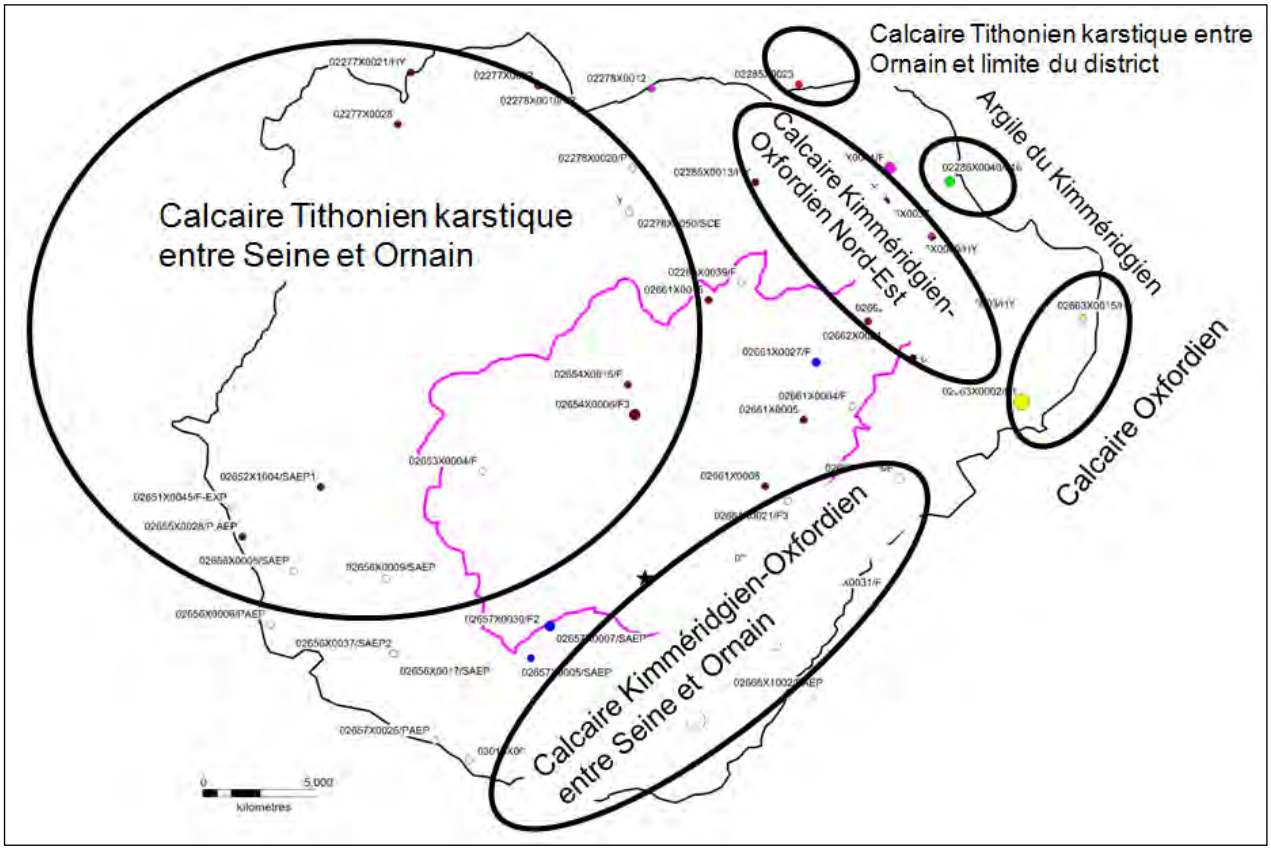


Figure 7-1 *Carte de localisation des 6 masses d'eau et des 52 stations recensées*

7.1.2 Synthèse historique de la qualité des eaux souterraines des calcaires du Barrois

L'évaluation de la qualité des eaux souterraines a été faite selon la méthode SEQ-Eau et afin de prendre en compte un maximum de paramètres dans l'analyse, les seuils de la « qualité générale » du SEQ-Eau sont ceux établis en version 0. Ces indices permettent de juger de la qualité de l'eau et définissent des classes représentées par un code couleur permettant une interprétation simple et rapide des données en fonction des usages considérés (*Tableau 7-1*).

Tableau 7-1 *Indices et classes de qualité définis dans le SEQ-Eau*

Classe	Indice de qualité	Définition de la classe de qualité
Bleu	80 à 100	Eau de très bonne qualité
vert	60 à 79	Eau de bonne qualité
Jaune	40 à 59	Eau de qualité moyenne
Orange	20 à 39	Eau de qualité médiocre
Rouge	0 à 19	Eau de mauvaise qualité

Un captage présent à l'est du secteur de référence (secteur Ornain), présente une fréquence analytique trimestrielle depuis 1999, intéressante à exploiter. Cet ouvrage est référencé 0266X0027F, il appartient à la formation des calcaires Kimméridgien – Oxfordien karstiques. La qualité de cet ouvrage est stable et bonne à très bonne selon les altérations. Il présente peu d'influence anthropique. Seuls deux déclassements ont été observés sur les micropolluants minéraux liés aux concentrations en plomb et antimoine au cours des dix années étudiées.

L'ouvrage référencé 02654X0015F appartenant aux «Calcaires Tithonien Karstique entre Seine et Ornain» a fait l'objet d'analyses à des fréquences trimestrielles ou semestrielles depuis 1996. Sa qualité est relativement stable, périodiquement passable du fait des concentrations en nitrates.

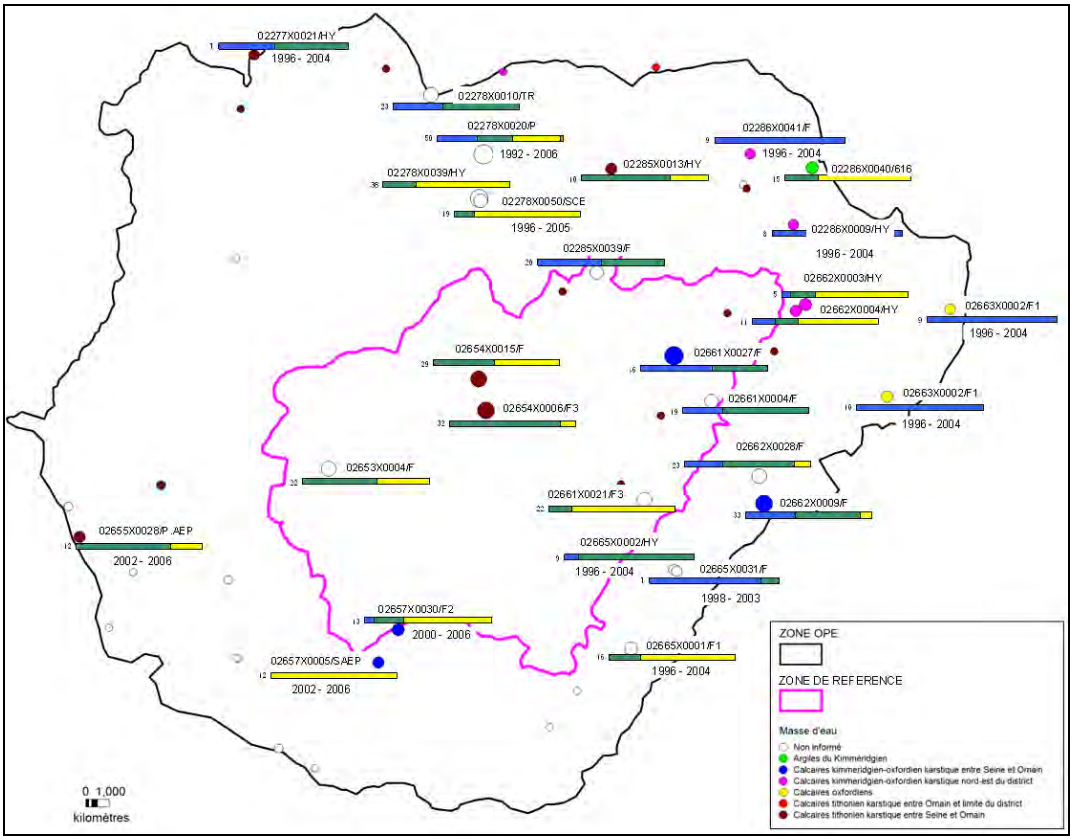


Figure 7-2 *Qualité des eaux souterraines pour l'altération « nitrates » - Période 1983 - 2006*

Les ouvrages localisés dans ou à proximité de la zone OPE sont majoritairement caractérisés par des déclassements fréquents liés aux teneurs en nitrates dont l'origine est agricole, et à la présence de bactéries pathogènes.

Le contexte karstique de la zone d'étude favorise le transfert rapide et important des éventuelles pollutions répandues sur les formations superficielles vers les réservoirs souterrains.

7.2 Suivi réglementaire du Laboratoire Souterrain de Meuse/Haute-Marne

Depuis 1999 et comme pour les eaux superficielles, un suivi physico-chimique, microbiologique, et hydrobiologique des eaux souterraines est pratiqué sur 6 forages Andra et 2 forages AEP gérés par le Syndicat de la Vallée de l'Orge, dans le cadre du plan de surveillance du Laboratoire Souterrain de Meuse-Haute-Marne, conformément à l'arrêté préfectoral IOTA (Installation Ouvrages et Travaux d'Aménagements du 10 mars 1998). Ces forages font également l'objet de mesures piézométriques (*Figure 7-3*).

Ces forages permettent de contrôler le 1er aquifère rencontré des calcaires du Barrois. Cette nappe peut être en contact rapide avec les eaux de surface du fait du caractère karstique de la géologie locale provoquant la disparition de cours d'eau par endroit en période de nappe basse (comme par exemple pour les ruisseaux de l'Orge, de l'Ormançon). Elle est donc la plus sensible à toutes contaminations par des activités anthropiques de surface.

- 6 Forages Andra :

Forage de la plate-forme A sur site	EST 1020,
Forage de la plate-forme B sur site	EST 1021,
Forage de la plate-forme sur site	EST 1011,
Forage de la Côte Blussey, aval hydraulique du site	EST 1038,
Forage de la Côte Blussey, aval hydraulique du site	EST 1039,
Forage du bois de Glandenoie, amont hydraulique du site	EST 1037,

- 2 Forages d'adduction en eau potable :

Forage AEP de Biencourt sur Orge	EST 5056.

Le suivi de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux souterraines depuis 1999 montre :

- que les concentrations mesurées en calcium comparées à celles des hydrogénocarbonates (HCO_3^-) révèlent une solubilisation des calcaires du Barrois (calcaires cariés de type magnésiens ou dolomitiques, oolithes de Bure) ;
- des fluctuations importantes de la turbidité sur certains points de suivi qui résultent très probablement des conditions météorologiques (en période de fortes précipitations, il y a lessivage des sols et calcaires « tachetés » marneux) ;
- que les concentrations en métaux (aluminium, cuivre, fer, manganèse et zinc) sont globalement conformes au seuil de référence (pour une eau destinée à la consommation humaine) ;
- des dépassements réguliers des teneurs en aluminium et/ou fer sur les forages 1020, 1021, 1037, 1038 et 1039. Ce phénomène est sans doute à lier à l'origine géochimique des aquifères captés et analysés (argiles et marnes sous couverture calcaire) et vraisemblablement aux conditions météorologiques (lessivage des composants géochimiques des sols) ;
- que les cations majeurs (Na^+, Mg^+, K^+) et les anions majeurs (Cl^-, NO_3-, SO_4^{2-} et HCO_3^-) sont conformes aux seuils de référence (1) ;
- une variation des teneurs en NH_4^+ qui peut s'expliquer par les activités agricoles et domestiques alentours ;
- des contaminations bactériologiques régulières dont la principale origine est à lier également aux activités anthropiques agricoles de surface (les bactéries présentes dans les amendements réalisés étant lessivées vers les réservoirs souterrains).

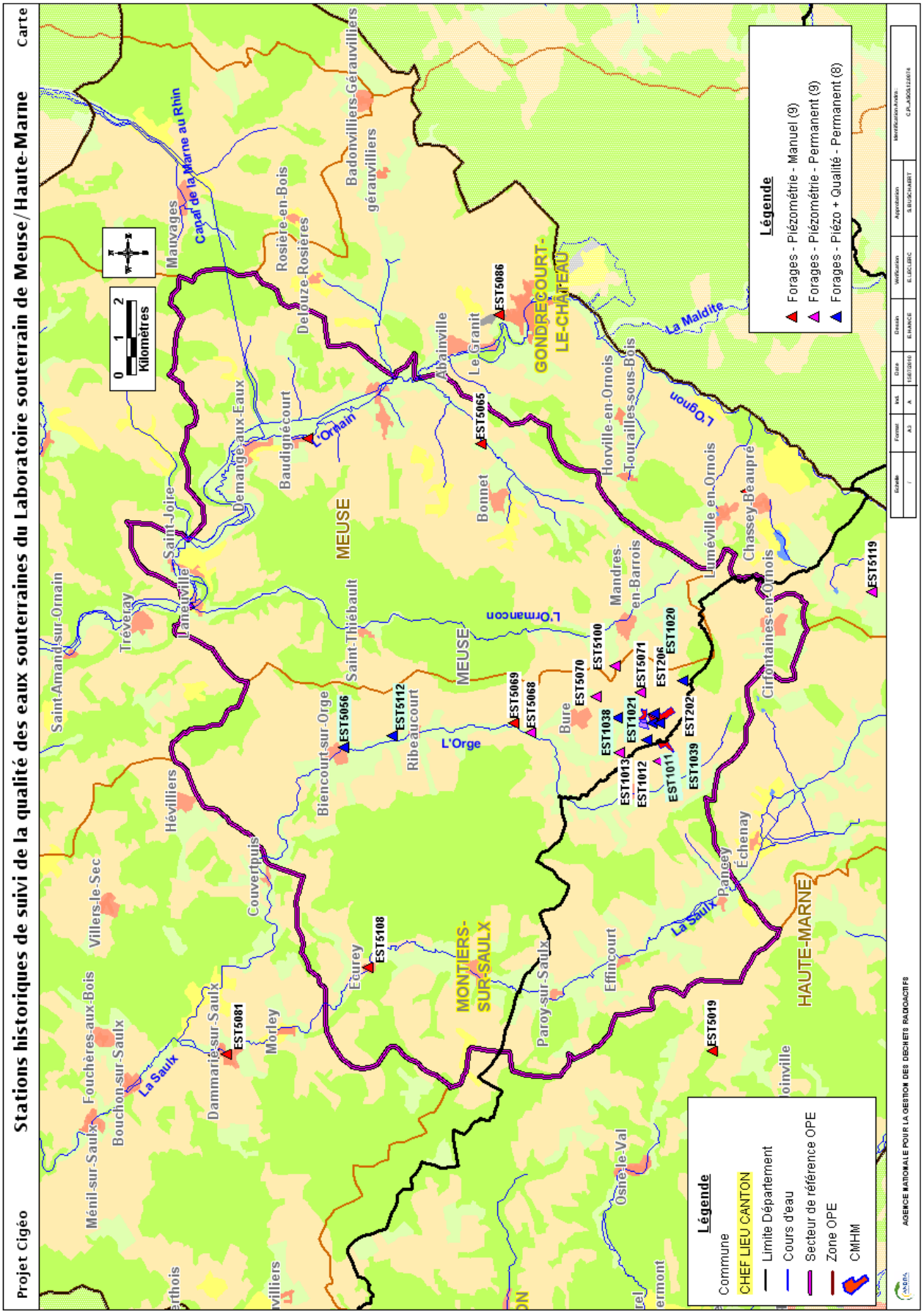


Figure 7-3 *Carte du réseau de suivi réglementaire de la qualité des eaux souterraines par le Laboratoire souterrain de Meuse/Haute-Marne*

7.3 Réseau de suivi de la qualité des eaux souterraines des calcaires du Barrois

Dans le cadre des premières campagnes de suivi de la qualité des eaux souterraines mises en place sur la zone OPE, sept piézomètres avaient faits l'objet de suivis spécifiques en 2007-2008 (*Figure 7-4*):

Forages Andra :

- Forage de la plate-forme A sur site : EST 1020,
- Forage de la plate-forme B sur site : EST 1021,
- Forage de la plate-forme sur site : EST 1011,
- Forage de la Côte Blussey, aval hydraulique du site : EST 1038,
- Forage de la Côte Blussey, aval hydraulique du site : EST 1039,
- Forage du bois de Glandenoie, amont hydraulique du site : EST 1037.

Forage pour l'adduction en eau potable :

- Forage AEP de Biencourt sur Orge : EST 5056.

Comme pour les eaux superficielles 5 campagnes de prélèvements avaient été effectuées d'octobre 2007 à décembre 2008. Tous les résultats de ce suivi ont été présentés en détail dans le bilan OPE 2007-2008 et dont ne seront repris dans ce document que les principaux éléments de conclusions.

7.3.1 Evaluation de la qualité pour un usage eau potable

Excepté pour le forage du réseau AEP de Biencourt-sur-Orge (Est 5056), les prélèvements réalisés sur les six ouvrages contrôlés présentent de fréquents déclassements de l'aptitude à la production d'eau potable, du fait des paramètres liés à l'altération «particules en suspensions». Cette situation est vraisemblablement liée au caractère karstique de l'aquifère. Les teneurs mesurées en antimoine dans les ouvrages Est 1020, Est 1021 et sur le captage de Biencourt-sur-Orge et Est 5056 lors de la campagne de juin 2008 entraînent un déclassement important de la qualité. L'origine de la présence ponctuelle d'antimoine est très probablement anthropique, cet élément étant utilisé dans l'industrie du plomb et de l'étain pour en assurer une plus grande dureté (usage possible dans certaines fonderies), mais également comme agent durcisseur dans la fabrication des plastiques, et dans la fabrication de médicaments et de cosmétiques. Au niveau des pesticides recherchés, on constate que la qualité des eaux des forages contrôlés est généralement optimale pour être consommée. On peut toutefois relever quelques déclassements au cours des campagnes de septembre et décembre 2008 sur l'ensemble des piézomètres de la plateforme du fait des concentrations en Diuron. Cet herbicide, interdit d'utilisation depuis le 13 décembre 2008, était généralement utilisé en entretien de voiries pour ses propriétés anti-algues et anti-mousses. Sa durée de demi-vie est de 372 jours et varie toutefois selon la nature des sols.

7.3.2 Evaluation de l'état patrimonial

La qualité des eaux souterraines analysées lors des 5 campagnes varie de très bonne (eau dont la composition est naturelle ou sub-naturelle » à très mauvaise (dégradation très importante par rapport à l'état naturel». Les paramètres déclassant sont :

- Les nitrates sur les ouvrages Est 1020 (plateforme), Est 1039 (Côte de Bussey) et Est 5056 (AEP de Biencourt) pour les campagnes réalisées en Avril, Juin, Septembre et Décembre 2008. Ils occasionnent généralement une dégradation significative par rapport à l'état naturel.
- Les pesticides dont l'Atrazine et son dérivé l'Atrazine déséthyl, détectés sur les ouvrages Est 1011 et Est 1020 (plateforme) et ponctuellement sur Est 1039 ainsi que sur l'AEP de Biencourt (Est 5056).
- L'herbicide Diuron présent majoritairement dans les piézomètres de la plateforme entraîne également ponctuellement des déclassements très importants.

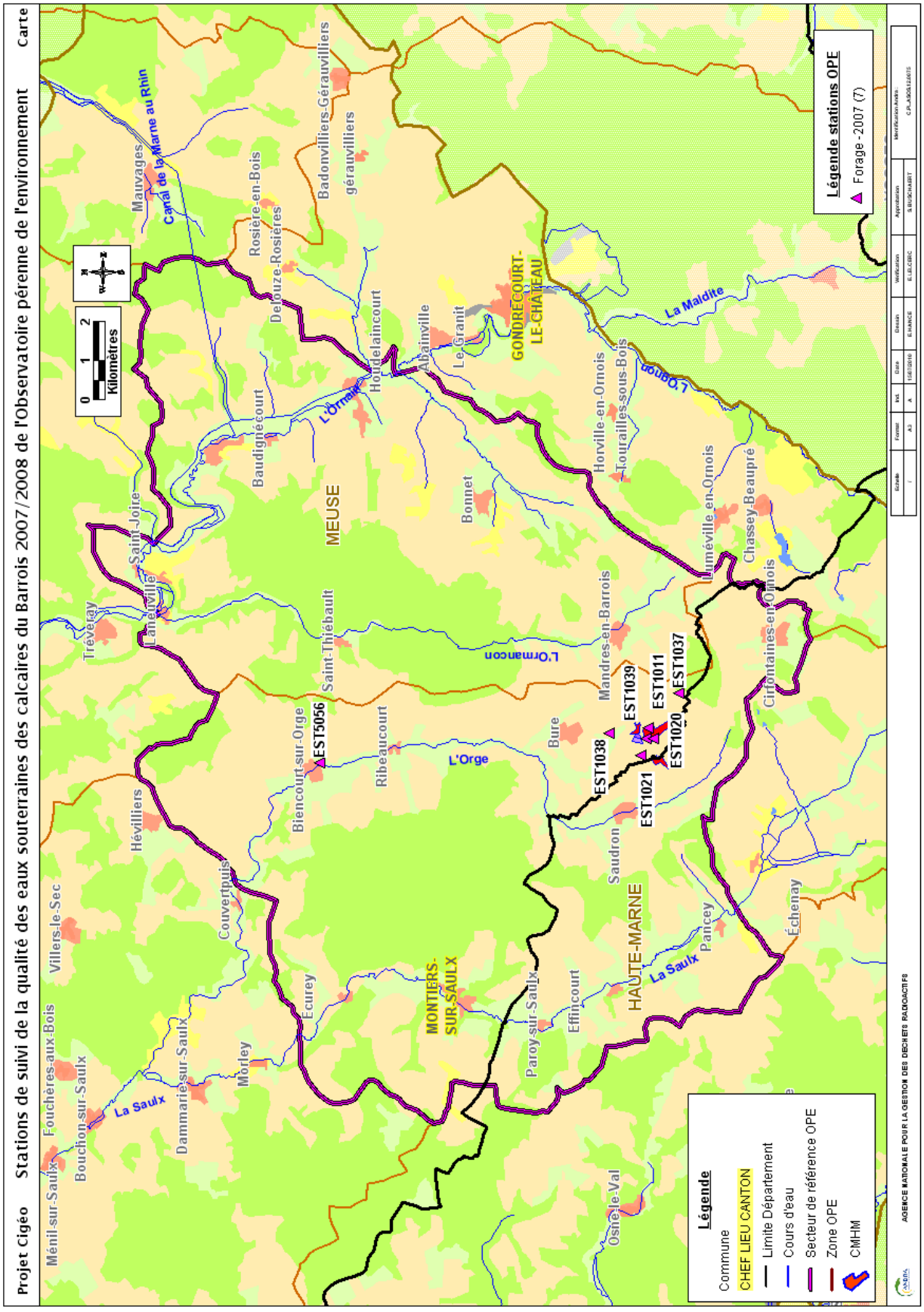


Figure 7-4 *Carte du réseu de suivi de la qualité des eaux souterraines des calaires du Barrois de la zone OPE (2007/2008)*

7.4 Définition du réseau pérenne de suivi de la qualité des eaux souterraines des calcaires du Barrois

Les eaux souterraines de la zone OPE font déjà l'objet de nombreux suivis analytiques dans la cadre de la surveillance des AEP (RNSISEAU Réseau National de Suivi au titre du contrôle Sanitaire sur les eaux brutes utilisées pour la production d'eau potable) et de la surveillance des eaux par le Laboratoire Souterrain de Meuse/Haute-Marne sur plusieurs forages Andra (*Tableau 7-2*).

Tableau 7-2 Inventaire des points de suivi qualité eau souterraine

	Secteur de référence (OPE)	Zone OPE	Total
Forage AEP (RNSISEAU)	9	10	19
Puits AEP (RNSISEAU)	1	4	5
Forages Andra	7		7

Un des principaux objectifs de l'Andra est de disposer d'un réseau de points lui permettant d'assurer une surveillance du secteur de référence OPE et de données pour étudier les processus de transferts dans ces milieux karstiques. A partir des données de référence, un réseau spécifique de suivi de la qualité des eaux souterraines a été défini à l'échelle de la zone OPE.

7.4.1 Sélection des points de suivi

Il a été retenu de suivre plusieurs forages représentatifs des différentes situations hydrologiques (*Figure 7-5*). Ces points s'appuient en autres sur des nouveaux forages réalisés dans le cadre de la reconnaissance sismique 3 D de la ZIRA (Zone d'intérêt pour la reconnaissance approfondie), trois forages historiques faisant déjà l'objet d'un suivi piézométrique (mensuel) depuis 1995 par le CMHM, et d'un forage piézométrique (02653X0001/F1) du BRGM à Couvertpuis.

Les deux forages (EST 1204 et EST 1210) devant être fermés fin 2011 ne pourront être échantillonnés et analysés que pendant une année. Malgré cette période relativement courte, leur suivi apportera de nombreuses données complémentaires à l'étude des transferts de certains polluants entre les masses d'eau de surface et souterraines. Dès 2012, trois autres forages localisés sur la zone d'étude seront suivis (EST 5065, EST 5100 et EST 5076).

7.4.2 Programme de suivi analytique

Comme pour les eaux superficielles, le suivi analytique des eaux souterraines devra assurer une surveillance de l'évolution de la qualité des eaux mais également aider à l'étude de la compréhension des transferts avec les eaux superficielles. Le choix des paramètres et la fréquence des analyses sont calés entre autres sur les modalités définies par deux types de références.

L'arrêté du 25 janvier 2010 qui établit le programme de surveillance de l'état des eaux en application de l'article R. 212-22 du code de l'environnement, pour lequel deux niveaux d'analyses sont déterminés:

- une analyse de type « photographique » réalisée tous les six ans sur tous les sites de contrôle, la première année du programme de surveillance : elle s'applique à une liste complète de paramètres et permet de disposer régulièrement d'un état complet de la masse d'eau (tableau ci-après à adapter en fonction du contexte de chaque masse d'eau) ;
- des analyses 1 à 2 fois par an avec un prélèvement en période de hautes eaux et un prélèvement en période de basses eaux pour les nappes libres, un prélèvement par an pour les nappes captives.

L'Agence de l'Eau Seine-Normandie qui réalise ses programmes de suivi des eaux souterraines selon les réseaux de contrôle de type RCE[52] ou DCE[53]. Ces données de suivi des eaux souterraines seront intégrées aux bases de données ADES.

[52] RCE : réseau de contrôle d'enquête
[53] DCE : Directive Cadre sur l'Eau

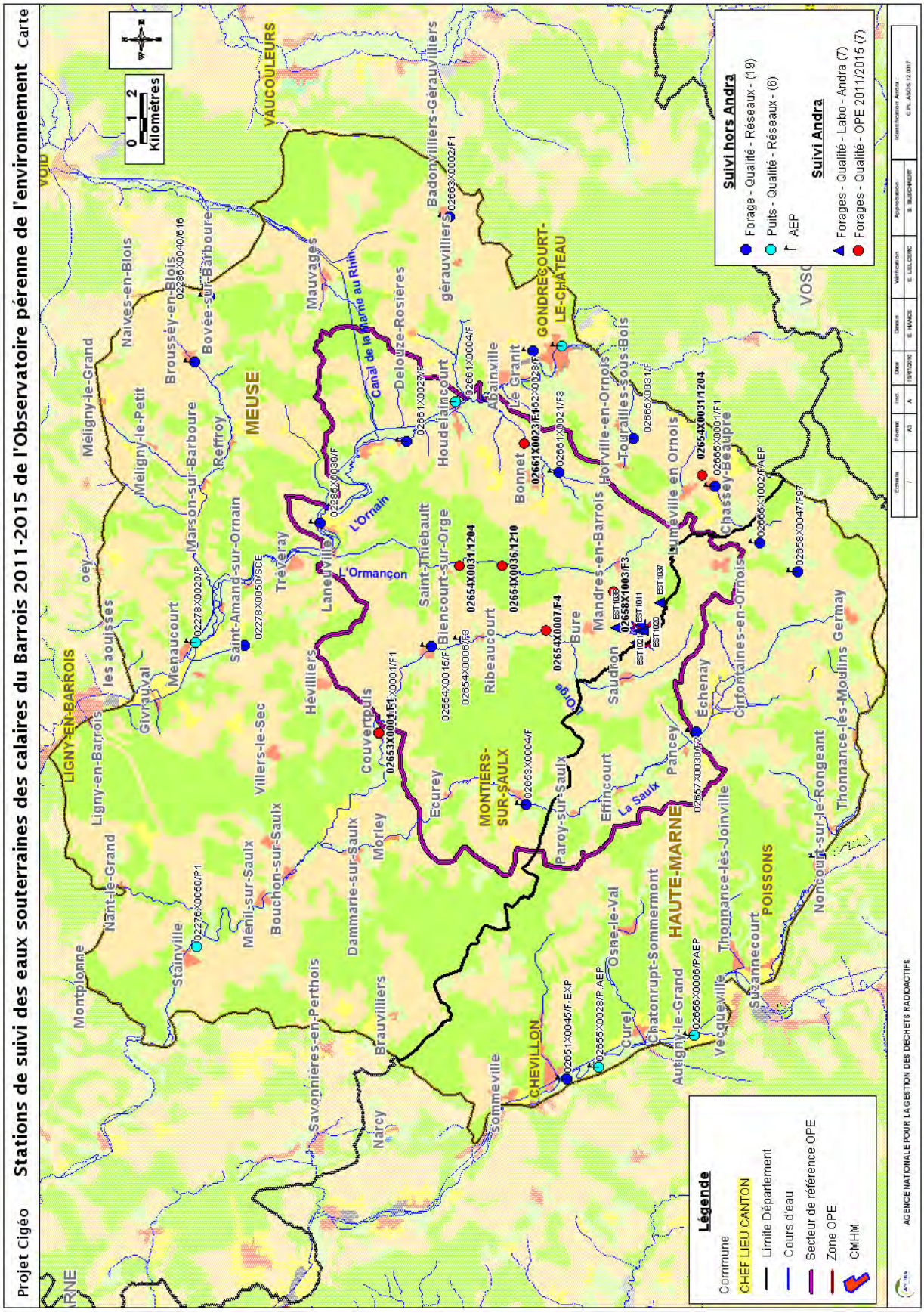


Figure 7-5 *Carte du réseau de suivi de la qualité des eaux souterraines de la zone OPE (2011-2015)*

7.5 Radiologie des eaux souterraines des calcaires du Barrois

7.5.1 Suivi radiologique par le Laboratoire Souterrain de Meuse/Haute-Marne

A la demande du Comité Local d'Information (CLIS), un suivi radiologique sur les eaux souterraines est réalisé depuis 2002 dans le cadre du suivi de l'environnement pratiqué sur le CMHM. L'objectif de ce suivi est de s'assurer que les résultats des mesures effectuées sur les prélèvements annuels ne laissent pas apparaître d'évolution majeure vis-à-vis de ceux obtenus lors des campagnes précédentes et de la constitution de l'état de référence radiologique (sur les mêmes points lorsqu'ils sont disponibles ou par défaut à des valeurs obtenues sur des points présentant les mêmes caractéristiques). Les prélèvements sont réalisés sur trois piézomètres (EST1011, EST1038 et EST1037) et sur les AEP de Fains-les-Sources et Rupt-aux-Nonains situé à environ 35 km au nord du site (*Figure 7-6*).

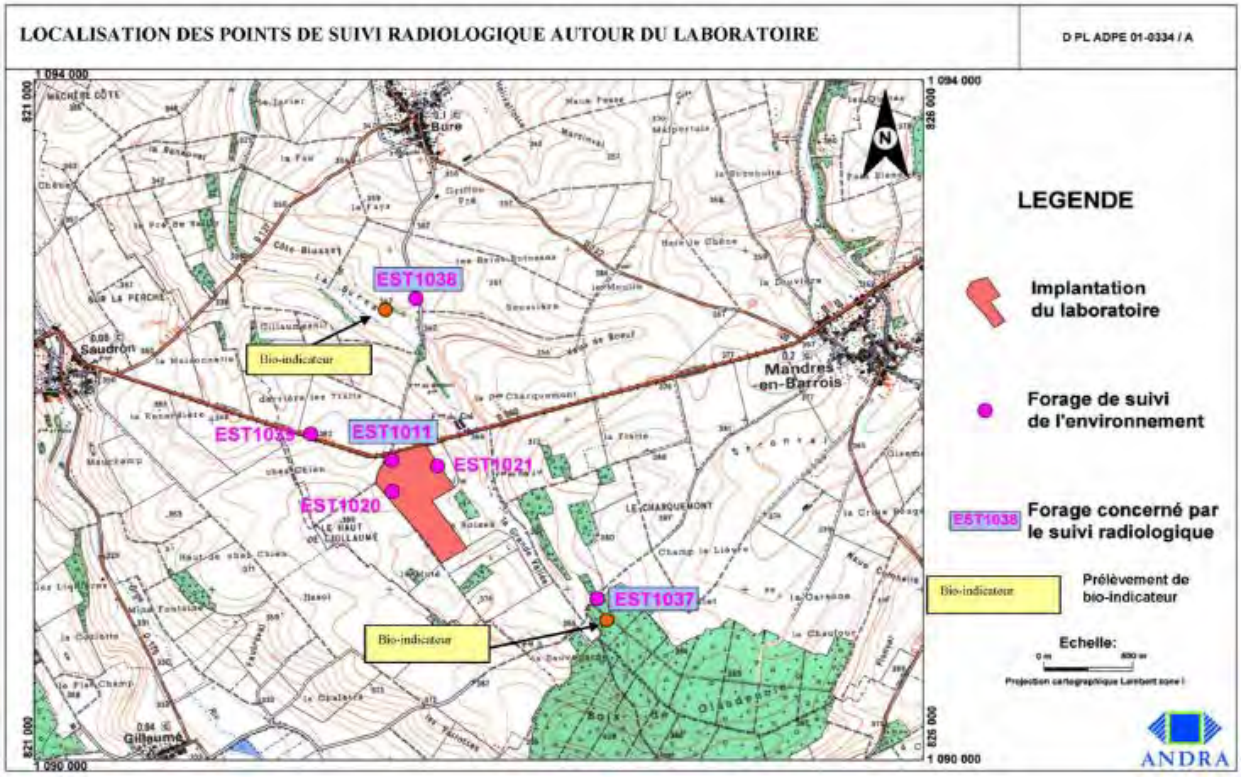


Figure 7-6 *Carte des points de prélèvement des eaux souterraines*

Les mesures effectuées dans le cadre des campagnes de suivi radiologique du Laboratoire souterrain de Meuse/Haute-Marne, les résultats ne laissent pas apparaître d'évolution significative par rapport à l'état de référence et aux campagnes de suivi précédentes.

7.5.2 Suivi radiologique complémentaire

Au-delà du suivi pratiqué par le Laboratoire Souterrain de Meuse/Haute-Marne, sept points complémentaires du réseau OPE ont été sélectionnés et analysés en 2008.

7.5.3 Résultats des mesures radiologiques sur les eaux souterraines

Radionucléides détectés par spectrométrie gamma : En ce qui concerne les eaux souterraines, la radioactivité d'origine naturelle est mise en évidence sur 2 des 7 échantillons analysés :

- L'eau du piézomètre EST 1011 dont l'activité en ^{226}Ra (radioélément appartenant la chaîne radioactive naturelle de l'^{238}U) atteint 0,41±0,30 Bq/l. Bien que significative cette valeur se situe cependant dans la gamme des limites de détection, pour ce radioélément, des autres eaux souterraines mesurées (de 0,34 à 0,85 Bq/l) ;

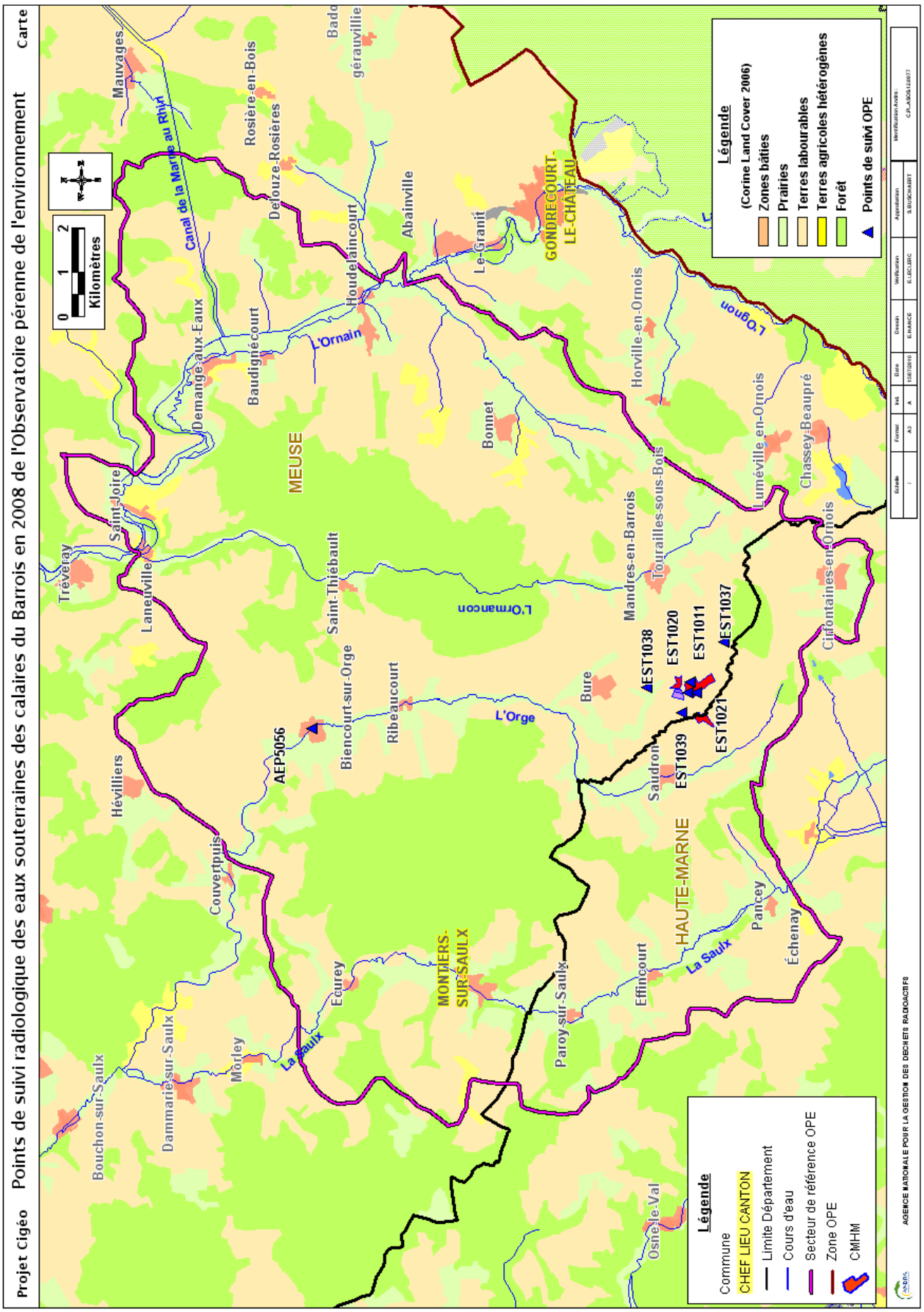


Figure 7-7 *Carte du réseau de suivi radiologique des eaux souterraines des calcaires du Barrois (2008)*

- L'eau prélevée dans le piézomètre EST 1038. Cette eau présente une activité en ^{40}K (radioélément naturel) de 0,52±0,34Bq/l, dont la valeur, bien que significative, reste dans la gamme des limites de détection, pour ce radioélément, des autres eaux souterraines mesurées (de 0,39 à 1 Bq/l). Cette eau présente également une activité significative de 1,4±0,2 en ^{212}Pb (radioélément appartenant la chaîne radioactive naturelle du ^{232}Th).

Indices de radioactivité alpha et bêta global : Sur les 7 eaux analysées, 2 présentent un indice de radioactivité alpha global dépassant la limite de détection et 4 présentent un indice de radioactivité bêta global dépassant la limite de détection (*Tableau 6-4*). Les indices de radioactivité alpha global et bêta global mesurables varient respectivement de 0,032±0,025 Bq/l à 0,038±0,024 Bq/l et de 0,058±0,043 Bq/l à 0,15±0,085 Bq/l.

Autres éléments mesurés : Les activités en ^{14}C, ^{3}H, ^{79}Se, ^{36}Cl et ^{41}Ca sont inférieures aux limites de détection.

Tableau 7-3 *Indices de radioactivité alpha et bêta global mesurées sur les eaux souterraines*

Station	Nature	Date de prélèvement	Qualité	Activité Bq.l^{-1}	
				alpha global	bêta global
EST 1020	Eau souterraine	07/09/07	concentrée	0,038 ± 0,024	0,064 ± 0,043
EST 1039	Eau souterraine	07/09/07	concentrée	< 0,036	< 0,07
EST 1038	Eau souterraine	07/09/07	concentrée	< 0,028	0,058 ± 0,043
AEP 5056	Eau souterraine	07/09/07	concentrée	< 0,031	< 0,078
EST 1011	Eau souterraine	07/09/07	concentrée	< 0,027	0,093 ± 0,046
EST 1021	Eau souterraine	07/09/07	concentrée	0,032 ± 0,025	0,15 ± 0,06
EST 1037	Eau souterraine	07/09/07	concentrée	< 0,053	< 0,085

7.6 Conclusion générale sur la qualité des eaux souterraines des calcaires du Barrois

Qualité physico-chimique : Les analyses des eaux souterraines mettent en évidence une situation contrastée concernant l'importance des contaminations en pesticides. Ainsi les forages de la plateforme du CMHM et le forage Est 1039 de la côte de Blussey voient la qualité de leur état patrimonial évoluer de bonne (eau de composition proche de l'état naturel) à très mauvaise (dégradation très importante par rapport à l'état naturel). La molécule la plus impactante est le Diuron. Cette situation résulte de la fragilité de l'aquifère des calcaires du Barrois par rapport aux activités anthropiques de surface. Le caractère karstique du milieu et des écoulements au sein de l'aquifère, facilitant les transferts rapides et en quantité abondante, car non filtrées, de substances superficielles, occupe une place importante dans ce constat.

Radiologie : Les analyses effectuées ne permettent pas de mettre en évidence de radioactivité d'origine artificielle. La radioactivité naturelle mesurée par spectrométrie gamma est quant à elle mise en évidence à des niveaux très faibles sur seulement 2 eaux souterraines.

Les valeurs des indices de radioactivité alpha global et bêta global sont faibles. Elles sont très en deçà des valeurs fixées par l'arrêté du 12 mai 2004 pour lesquelles des investigations complémentaires doivent être conduites pour déterminer la potabilité radioactive des eaux (0,1 Bq/l en alpha global et 1 Bq/l en bêta global en dehors de la contribution du ^{40}K). De même, pour le tritium, toutes les valeurs sont inférieures aux limites de détection dont la plus élevée (5,4 Bq/l) est très en deçà de la valeur de 100 Bq/l fixée par la réglementation pour engager des investigations complémentaires pour statuer sur la potabilité radioactive d'une eau destinée à la consommation humaine.

L'ensemble des valeurs mesurées sont similaires à celles antérieurement observées lors des suivis radioécologiques conduits depuis 2002 et lors de l'état de référence du site du CMHM.

Par ailleurs, ces mesures sont compatibles avec les valeurs publiées par l'IRSN soit dans le cadre des synthèses annuelles des résultats des réseaux de surveillance (années 2004 à 2006) soit disponible sur le site internet de l'IRSN.

Dans le cadre de la refonte pour 2011 du suivi des eaux souterraines de la zone OPE, 7 forages ont été sélectionnés en fonction de leur situation géographique pour assurer une surveillance de l'évolution de la qualité des eaux mais également aider à l'étude de la compréhension des transferts avec les eaux superficielles. Le choix des paramètres et la fréquence des analyses sont calés en cohérence avec les programmes de contrôle nouvellement définis dans le cadre de la DCE. Toutes ces données sur les eaux seront intégrées aux bases de données de l'AESN et du BRGM.

8. Biodiversité

Avant même d'entreprendre une étude de la biodiversité, un inventaire des zones d'intérêts écologiques a été mené sur toute la zone OPE.

8.1 Zonages d'intérêts écologiques

Les données administratives concernant les zonages d'intérêts écologiques sont de deux types :

Les zonages réglementaires : zonages de sites au titre de la législation ou de la réglementation en vigueur dans lesquels l'implantation d'un projet peut être interdit ou contraint. Ce sont les arrêtés préfectoraux de protection de biotope, les réserves naturelles, les sites du réseau Natura 2000 (ZSC désignée au titre de la Directive Habitats/Faune/Flore).

Les zonages d'inventaires : zonages qui n'ont pas de valeur d'opposabilité mais qui témoignent d'un patrimoine écologique à forte valeur patrimoniale et devant être pris en compte lors de l'élaboration de projets. Ce sont les Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique (ZNIEFF) à l'échelon national ou les Espaces Naturels Sensibles (ENS) à l'échelle du département.

8.1.1 Zones Natura 2000

Le réseau Natura 2000 a pour objectif de préserver la biodiversité sur le territoire de l'Union Européenne. Il correspond à l'application de deux Directives européennes, la Directive Habitats/Faune/Flore et la Directive Oiseaux, qui fixent des critères d'habitats et d'espèces pour la désignation des sites.

Un seul site Natura 2000 est recensé dans le secteur de référence OPE (*Tableau 8-1*). Ce site est une Zone de Conservation Spéciale, désignée au titre de la Directive Habitats/Faune/Flore. 5 sites Natura 2000 sont recensés hors secteur de référence sur et/ou à proximité de la zone OPE.

Tableau 8-1 Site Natura 2000 dans le secteur de référence OPE

SITE NATURA 2000 PRESENT DANS LE SECTEUR DE REFERENCE OPE			
Code	**Nom**	**Description - intérêts**	**Surface (ha)**
FR41000180	Bois de Demange et Saint-Joire	DOCOB disponible, réalisé en 2005 par l'ONF. Milieux forestiers, rivulaires et aquatiques d'intérêt communautaire.	463

8.1.2 Les Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique Floristique et Faunistique (ZNIEFF)

Etablis pour le compte du Ministère de l'environnement, les inventaires ZNIEFF constituent l'outil principal de la connaissance scientifique du patrimoine naturel et servent de base à la définition de la politique de protection de la nature. Il existe deux types de ZNIEFF :

- Les ZNIEFF de type I sont des secteurs particulièrement intéressants sur le plan écologique, d'une superficie en général limitée, caractérisés par la présence d'espèces ou de milieux rares, remarquables ou caractéristiques du patrimoine naturel régional ou national.
- Les ZNIEFF de type II sont de grands ensembles naturels riches et peu modifiés ou offrant des potentialités importantes.

2 ZNIEFF de type I sont présentes sur le secteur de référence (*Tableau 8-2*).

Tableau 8-2 ZNIEFF sur le secteur de référence OPE

ZNIEFF PRESENTES SUR LE SECTEUR DE REFERENCE OPE			
Code	**Nom**	**Description - intérêts**	**Surface (ha)**
410015811	Vallée de l'Ormançon entre Saint-Joire et Mandres-en-Barrois	Fiche disponible sur le site de l'INPN. Intérêt floristique.	91
410020016	Canal d'alimentation et canal de la Marne au Rhin	Fiche non disponible sur le site de l'INPN.	6

Une vingtaine de ZNIEFF de type I et une de type II sont recensées hors secteur de référence sur et/ou à proximité de la zone OPE.

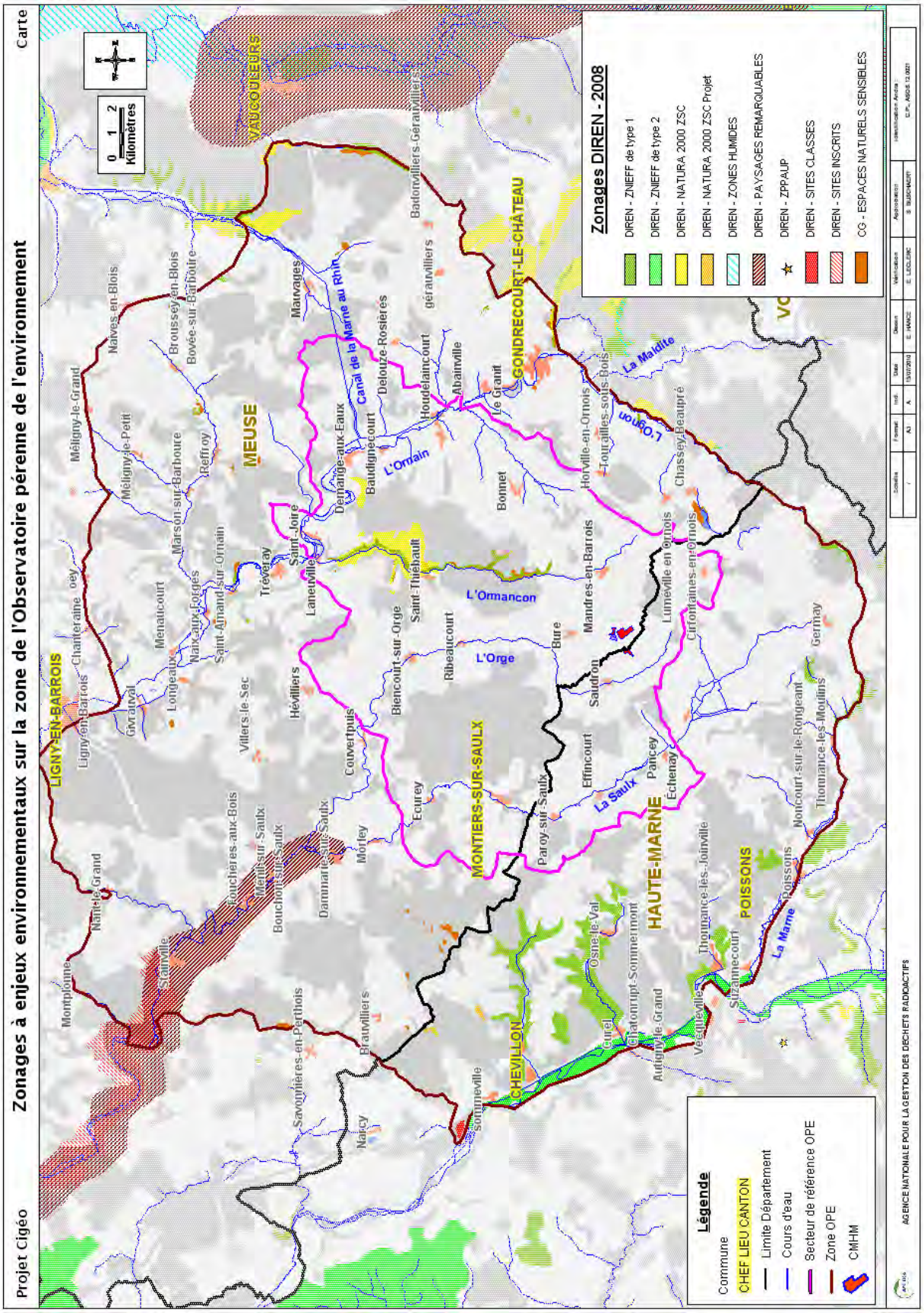


Figure 8-1 *Carte des zonages environnementaux de la zone OPE*

8.1.3 Les Espaces Naturels Sensibles (ENS)

Les Espaces Naturel Sensibles (ENS) résultent de la mise en œuvre par les départements d'une politique de protection, de gestion et d'ouverture au public des espaces naturels sensibles devant permettre :

- la préservation de la qualité des sites, des paysages et des milieux naturels ;
- la sauvegarde des habitats naturels ;
- la création d'itinéraires de promenade et de randonnée.

Un ENS est présent sur le secteur de référence OPE (*Tableau 8-3*) et 22 ENS sont recensés hors secteur de référence sur et/ou à proximité de la zone OPE.

Tableau 8-3 ENS sur le secteur de référence OPE

ENS PRESENT DANS LE SECTEUR DE REFERENCE OPE			
Code	**Nom**	**Description - intérêts**	**Surface (ha)**
F32	Bois en vallée de l'Ormançon	Habitats forestiers d'intérêt européen.	201

8.1.4 Conclusion

Il existe quelques périmètres officiels du patrimoine naturel dans le secteur de référence OPE. Ceux-ci sont localisés en deux secteurs : la vallée de l'Ormançon et le canal de la Marne au Rhin.

La vallée de l'Ormançon en particulier cumule plusieurs statuts : site Natura 2000, ZNIEFF et ENS. Les données sur ces périmètres sont partiellement disponibles. Ces sites concernent en grande partie des milieux forestiers. Autour de l'aire d'étude, le patrimoine naturel est plus riche comme le montre les nombreux zonages présents dans le périmètre de l'Observatoire Pérenne de l'Environnement. Les reliefs y sont plus marqués et accueillent notamment des pelouses calcaires diversifiées.

8.2 Données habitats

Afin de préciser les zones d'étude de la flore et de la faune, un inventaire et une description des habitats ont été réalisés sur la zone OPE en 2009.

8.2.1 Inventaire des habitats de la zone OPE

L'écosystème semi-naturel est constitué principalement par les zones humides aux abords des étangs ainsi que les pelouses calcaires et les espaces forestiers situés sur les versants des vallées et les plateaux.

- ***Les zones humides***. La présence de certaines espèces rares conduit à souligner l'intérêt du site de l'étang du Fourneau à Chassey-Beaupré, renforcé par une grande diversité d'espèces végétales. Les étangs du Petit Moulin à Chassey-Beaupré et de Chevilloncourt à Cirfontaines-en-Ornois sont également remarquables au plan des espèces présentes, de leur diversité et des habitats. Ils représentent des sites départementaux d'intérêt majeur. Ces trois étangs correspondent aux plus grandes zones humides de la zone d'étude.
- ***Les pelouses calcaires***. L'intérêt des quelques pelouses observées est bien moindre que celui des zones humides. Soulignons néanmoins que plusieurs sites possèdent quelques espèces végétales remarquables. Ces sites ont un intérêt local.
- ***Les milieux forestiers***. Les forêts sont anciennes et présentent fréquemment un stade de maturité avancée. Elles font très souvent l'objet de mesures de gestion. L'exploitation forestière est en effet une activité répandue en relation avec la qualité et l'importance de la ressource. La production de bois de chauffage est prépondérante. Les bois et forêts sont particulièrement étendus sur les versants des vallées (Orge, Saulx, Ornain) et sur les plateaux où domine le Hêtre (Fagus sylvatica) avec localement la présence de résineux, comme le Pin noir (Pinus nigra. nigra) et sylvestre (Pinus sylvatica). On note également quelques haies et boisements à Frêne élevé (Fraxinus excelsior), Saules (Salix sp.pl.), Peupliers (Populus sp.pl.).

8.2.2 Statuts des Habitats remarquables

En droit européen, la protection des habitats est régie la Directive 92/43/CEE du 21 mai 1992, dite Directive Habitats/Faune/Flore. L'Etat français a transposé cette Directive par voie d'ordonnance (ordonnance n°2001-321 du 11 avril 2001). Pour l'étude de l'intérêt écologique des habitats, il est également nécessaire de considérer d'autres outils de bioévaluation (*Tableau 8-4*). Ces outils de bioévaluation sont utilisés pour déterminer la valeur patrimoniale des habitats : listes rouges, synthèses régionales ou départementales, littérature naturaliste... Elles rendent compte du statut des habitats (rareté, menace...) dans le secteur géographique auquel elles se réfèrent : l'Europe, le territoire national, une région, un département. Ces listes de référence n'ont pas de valeur juridique. Ainsi, les habitats patrimoniaux recensés dans ces outils ne sont pas forcément protégés mais sont néanmoins remarquables.

Tableau 8-4 Synthèse des outils de bioévaluation flore/habitat

SYNTHESE DES OUTILS DE BIOEVALUATION FLORE/HABITAT			
Groupe	**Niveau européen**	**Niveau national**	**Niveau local**
Habitats	Manuel d'interprétation des habitats de l'Union européenne EUR 25 (Commission européenne, 2003)	(néant)	Liste Rouge des habitats de Champagne-Ardenne (DIREN, 2007) Liste des espèces et des habitats déterminants ZNIEFF de Lorraine (DIREN Lorraine, Décembre 2010)

8.2.3 Habitats remarquables

Le Site Natura 2000 «Bois de Demange-aux-Eaux et Saint-Joire » est totalement inclus dans le secteur de référence OPE. Une cartographie des habitats est disponible dans le DOCOB. La majeure partie des habitats présents sur le site Natura 2000 sont des habitats forestiers (*Tableau 8-5*).

Tableau 8-5 Habitats remarquables présents dans le secteur de référence OPE

HABITATS REMARQUABLES PRESENTS DANS LE SITE NATURA 2000 « BOIS DE DEMANGE ET SAINT-JOIRE »			
Code Corine Biotopes	**Nom de l'habitat**	**Code Natura 2000**	**Nom Natura 2000**
41.43	Forêts de pente alpiennes et périalpiennes (*Aceri-Fraxinetum*)	9180*	Forêts de pentes, éboulis ou ravins du *Tilio-Acerion*
41.231	Frênaies-chênaies à Arum	9160	Chênaies pédonculées ou chênaies-charmaies sub-atlantiques et médio-européennes du *Carpinion betuli*
41.27	Chênaies-charmaies acidiphiles (*Antherico-Carpinetum*)		
41.13	Hêtraies neutrophiles (*Asperulo-Fagenion*)	9130	Hêtraie du *Asperulo-Fagetum*
62.152	Falaises calcaires médio-européennes à Fougères	8210	Pentes rocheuses calcaires avec végétation chasmophytique
37.714	**Communautés riveraines à Pétasites**	**6430**	**Mégaphorbiaies hydrophiles d'ourlets planitaires et des étages montagnard à alpin**
24.44	**Végétation des rivières eutrophes à Renoncules**	**3260**	**Rivières des étages planitaires à montagnard avec végétation du *Ranunculion fluitantis* et du *Callitricho-Batrachion*.**
34.32x31.81	**Faciès d'embouissonnement de pelouses calcaires**	**5130**	**Formation à *Juniperus communis* sur lande ou pelouses calcaires**

L'étude Aquascop (1995) pour l'étude d'impact à la création du CMHM mentionnait certains habitats remarquables sur des sites localisés dans la zone OPE qui sont listés dans le tableau suivant (*Tableau 8-6*).

Tableau 8-6 Habitats remarquables présents dans le site Natura 2000 « Bois de Demange-aux-Eaux et de Saint-Joire »

HABITATS REMARQUABLES CITES DANS L'ETUDE D'IMPACT ET PRESENT DANS LE SECTEUR DE REFERENCE OPE				
Site	**Code Corine Biotopes**	**Nom de l'habitat**	**Code Natura 2000**	**Nom Natura 2000**
Côte Saint-Bonnet	**31.881**	**Landes à Genévriers**	**5130**	**Formation à *Juniperus communis* sur lande ou pelouses calcaires**
Côte Saint-Bonnet	**34.32**	**Pelouses calcaires sub-atlantiques semi-aride du *Mesobromion***	**6210**	**Pelouses sèches semi-naturelles et faciès d'embouissonnement sur calcaires (*Festuco-Brometalia*)**
Pelouse Gillaumé				
Forêt d'Ormançon				
Forêt de Montiers				
Forêt Glandenoie	41.16	Hêtraies sur calcaire	9150	Hêtraies calcicoles médio-européennes du *Cephalenthero-Fagion*
Forêt d'Ormançon				
Forêt de Montiers				
Forêt d'Ormançon	41.43	Forêts de pente alpiennes et périalpiennes (*Aceri-Fraxinetum*)	9180*	Forêts de pentes, éboulis ou ravins du *Tilio-Acerion*
Forêt de Montiers				
Cote Saint-Bonnet	**38.22**	**Prairies des plaines médio-européennes à fourrage**	**6510**	**Prairies maigres de fauche de basse altitude**
Forêt d'Ormançon				
Forêt de Montiers				

D'autres habitats remarquables hors secteur de référence ou non considérés comme patrimoniaux sont également cités dans cette étude.

Conclusion

Un certain nombre d'habitats remarquables cités sur le secteur de référence correspondent à des habitats forestiers. Depuis 2009, un inventaire et une cartographie des habitats en milieu ouvert ont été pratiqués sur le secteur de référence OPE. 28 habitats ont été identifiés dont 8 habitats patrimoniaux (*Tableau 8-7* et *Figure 8-2*).

Tableau 8-7 Habitats patrimoniaux observés sur le secteur de référence OPE (hors forêt)

HABITATS PATRIMONIAUX OBSERVES SUR LE SECTEUR DE REFERENCE OPE (HORS FORET)					
Nom	**Code Corine**	**Code Natura 2000**	**Liste rouge de Champagne-Ardenne**	**Liste ZNIEFF de Lorraine**	**N° fiche habitat**
Prairie de fauche mésophile	38.22	6510	Oui	-	1
Mégaphorbiaie eutrophe humide de bordure des eaux	37.1, 37.7, 53.13	6410	-	-	2
Végétation aquatique à Renoncules flottantes	24.44	3260	-	Oui	3
Aulnaie-frênaie rivulaire	44.3, 44.13	91E0*	Oui	Oui	4
Eaux stagnantes à lentilles d'eau	22.41	3150	-	-	5
Pelouse calcaire	34.32	6210	Oui	Oui	6
Fourré à Genévriers	31.88	5130	-	-	7
Prairie de fauche humide	37.21	-	Oui	Oui	8

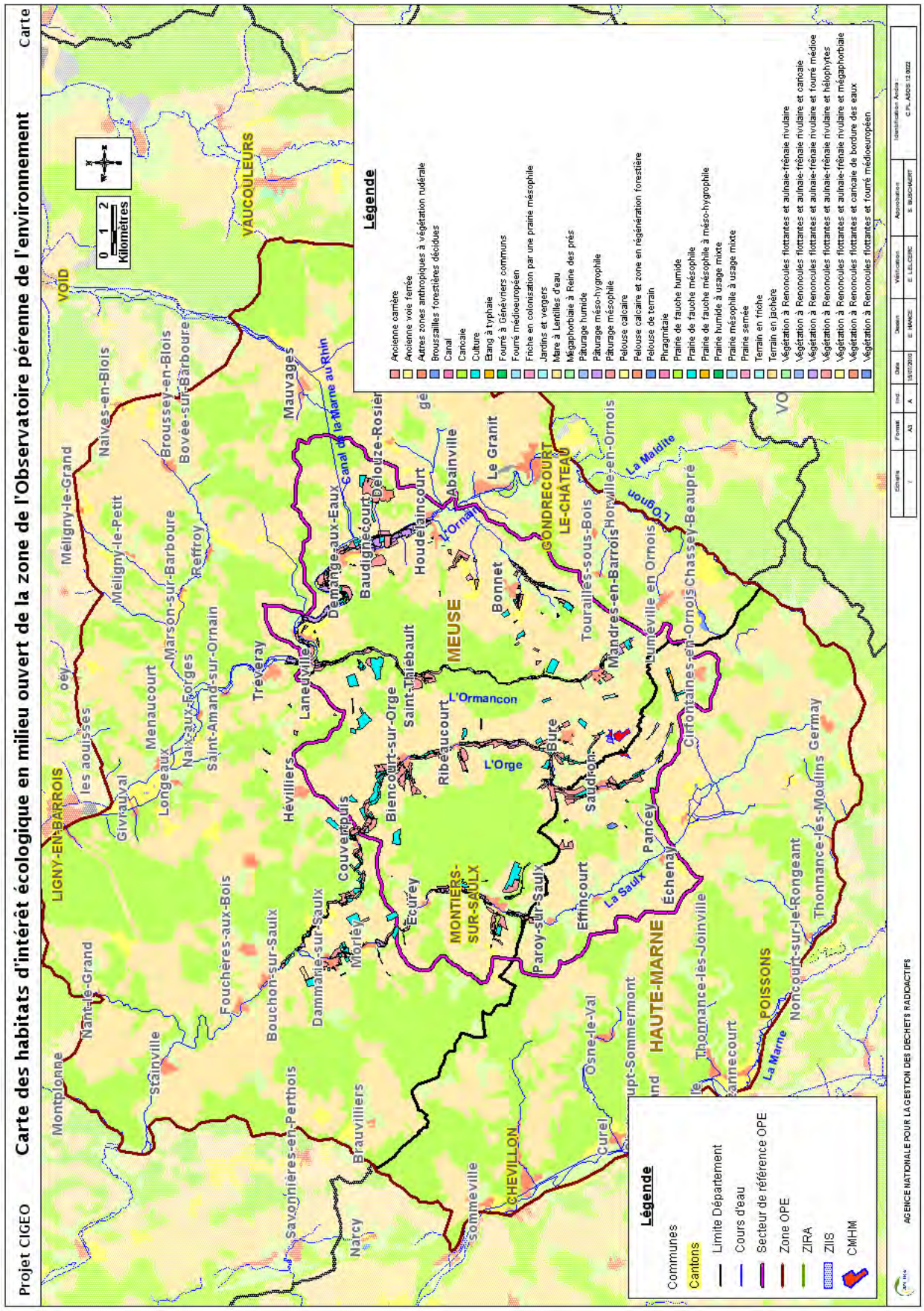


Figure 8-2 *Carte des habitats d'intérêt écologique recencés en milieu ouvert (2010)*

8.3 Diversité floristique

En complément de l'inventaire des habitats, le bureau d'étude Biotope a recensé les données bibliographiques sur la flore et mis en place un suivi de la flore commune dès 2009 .

8.3.1 Données bibliographiques floristiques

La recherche bibliographie et les consultations menées en 2008/2009 ont permis d'obtenir des données floristiques plus ou moins précises sur le plan géographique. Certaines données sont localisées uniquement au niveau de la commune et d'autres sont plus précises au niveau d'un lieu-dit ou localisées sur les zonages officiels :

Les données communales : Les données récoltées au niveau communal sont issues de l'atlas des plantes protégées de Lorraine (Muller, 2006) et de la base de données du Conservatoire Botanique National du Bassin Parisien. La recherche s'est effectuée pour toutes les communes de l'OPE.

Les données localisées à des lieux-dits : D'autres sources bibliographiques et les consultations ont permis de récolter des données localisées sur des lieux-dits.

Les données localisées sur les zonages officiels : L'étude des documents disponibles sur les périmètres officiels du patrimoine naturel ont permis d'obtenir des données sur des espèces végétales remarquables et/ou protégées à l'échelle de ces périmètres.

En conclusion, il existe peu de données floristiques à l'intérieur du secteur de référence. 13 espèces végétales remarquables et/ou protégées sont citées. Le tableau ci-dessous liste ces espèces ainsi que leur milieu de vie (*Tableau 8-8*).

Tableau 8-8 Espèces végétales remarquables et/ou protégées connues sur le secteur de référence OPE

ESPECES VEGETALES REMARQUABLES ET/OU PROTEGEES CONNUES SUR LE SECTEUR DE REFERENCE OPE	
Espèce	**Ecologie**
Leucojum vernum L.	Boisements frais
Veronica opaca Fries	Cultures, friches, bords de chemin
Epipactis muelleri Godf.	Bois clairsemés, clairières et pelouses calcaires
Corydalis cava (L.) Schweigg. Et Koerte	Boisement frais
Cardamine heptaphylla (Vill.) O.E.Schulz.	Boisement frais
Epipactis purpurata Smith	Boisements sombres
Ranunculus aquatilis L.	Cours d'eau
Vicia pisiformis L.	Taillis, broussailles, lisères forestières
Lathrea squamaria L.	Forêt en fond de vallon
Valerianella rimosa Bastard	Cultures
Dryopteris affinis (Lowe) Fr.-Jenk. *ssp. borreri* (Newm.) Fr.	Boisements frais
Asplenium adiatum-nigrum L.	Rochers ombragés
Polystichum aculeatum (L.) Roth.	Boisements de ravins

La majeure partie de ces espèces sont associées à des milieux boisés. Hormis sur le site bien connu de la vallée de l'Ormançon, il existe un manque de données à l'échelle du secteur de référence OPE. Compte-tenu des milieux en présence sur le secteur de référence, des espèces connues à proximité sont potentiellement présentes par exemple : Teucrium scordium, espèce typique des pâturages humides, milieux bien représentés sur le secteur de référence OPE.

8.3.2 Suivis floristiques des milieux ouverts

8.3.2.1 Stratégie générale

La mise en place du suivi floristique a été réalisée sur deux années : 2009 et 2010 avec l'application progressive du protocole Vigie-Flore du Muséum national d'histoire naturelle qui repose sur une méthode d'échantillonnage aléatoire de mailles de 1 km x1 km. Compte-tenu du constat d'un état des connaissances botaniques limitées sur le secteur de référence OPE ainsi que de la méthode d'échantillonnage du protocole Vigie-flore, son application dès l'année 2009 aurait pu conduire à un manque de représentativité des différents habitats en présence dans le positionnement des mailles échantillonnées (12 mailles prévues + 1 maille positionnée par le MNHN).

Il a donc été décidé d'organiser la mise en place du suivi floristique en deux étapes :

Etape 1 – année de suivi 2009 : réalisation d'un suivi « prospectif » sur la base d'un échantillonnage systématique et la réalisation de relevés phytosociologiques. Cette première phase a eu pour but d'avoir une bonne connaissance de la diversité des habitats sur la zone de transposition.

Etape 2 – année de suivi 2010 : choix du positionnement des 12 mailles de mise en application du protocole Vigie-Flore du MNHN sur la base des connaissances acquises sur le terrain en 2009 (année de suivi 2009 + inventaire des habitats et de la flore remarquable également mené en 2009).

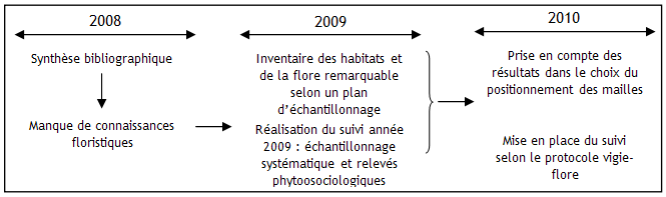


Figure 8-3 *Schéma illustrant la stratégie générale adoptée pour la mise en place du suivi de la flore*

8.3.2.2 Suivi de l'année 2009

Le suivi de la flore mené en 2009 s'est basé sur un échantillonnage systématique et la réalisation de relevés phytosociologiques. Il a eu pour but de recouvrir l'ensemble de la zone de transposition afin d'améliorer les connaissances botaniques de cette aire d'étude (*Figure 8-4*).

8.3.2.3 Suivi de l'année 2010

Le suivi de la flore mené en 2010 s'est basé sur la mise en place du protocole Vigie-Flore. Il est à noter que le suivi de l'année 2010 a été réalisé à l'échelle du secteur de référence OPE. Le positionnement des mailles a été déterminé en fonction des connaissances botaniques acquises à partir de la bibliographie et des prospections de 2009 (*Figure 8-5*). En complément de l'inventaire de la flore, chaque relevé a fait l'objet d'un pointage GPS du centre de la placette et d'une photographie sur site. L'ensemble des données brutes ainsi récoltées a été saisi directement dans la base de données du MNHN (12 mailles en plus de la maille 13 prédéfinie par le MNHN).

Les 104 placettes ainsi échantillonnées ont été inventoriées de mai à août 2010 en fonction des couverts. Chaque placette a été caractérisée et associée à un habitat. La distribution du nombre d'espèces observées par milieu en révèle la diversité et la richesse floristique (*Tableau 8-9*).

Tableau 8-9 *Nombre d'espèces observées par milieu en 2010*

Milieu	Nb_espèces	Milieu	Nb_espèces
Boisée	14	Naturel	56
Culture	87	Pelouse	58
Humide	22	Prairie	117

Plusieurs méthodes d'analyses statistiques ont été appliquées sur les données brutes afin de regrouper les différentes placettes de relevés selon leur composition floristique. Parmi l'ensemble des milieux inventoriés, les espèces spécifiques de chacun d'eux ont été observées dans la plupart des situations. Toutefois, plusieurs espèces dites compagnes/accidentelles ont été identifiées (*Tableau 8-10*).

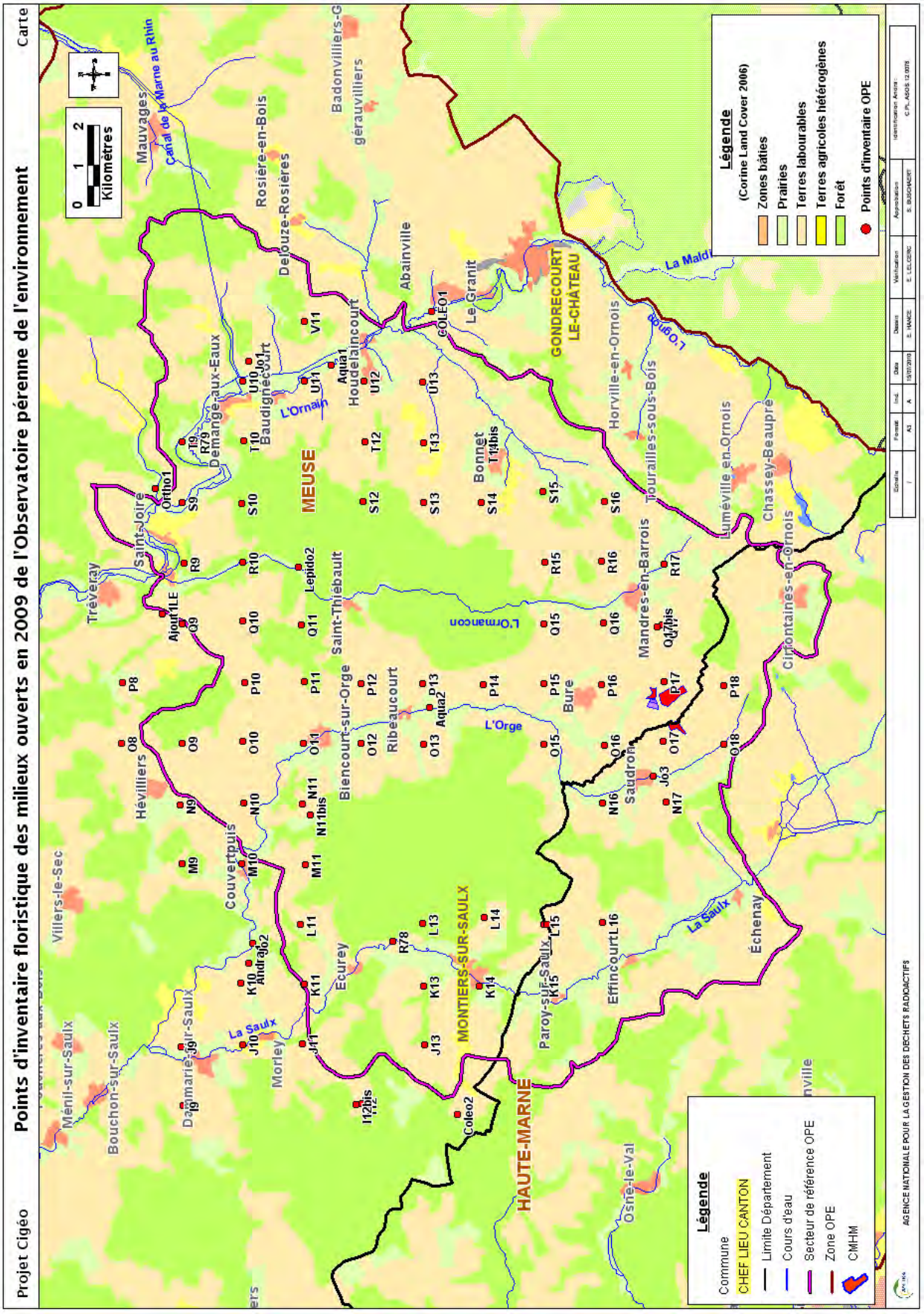


Figure 8-4 *Carte des sites d'inventaires floristique et phytosociologique des milieux ouverts (2009)*

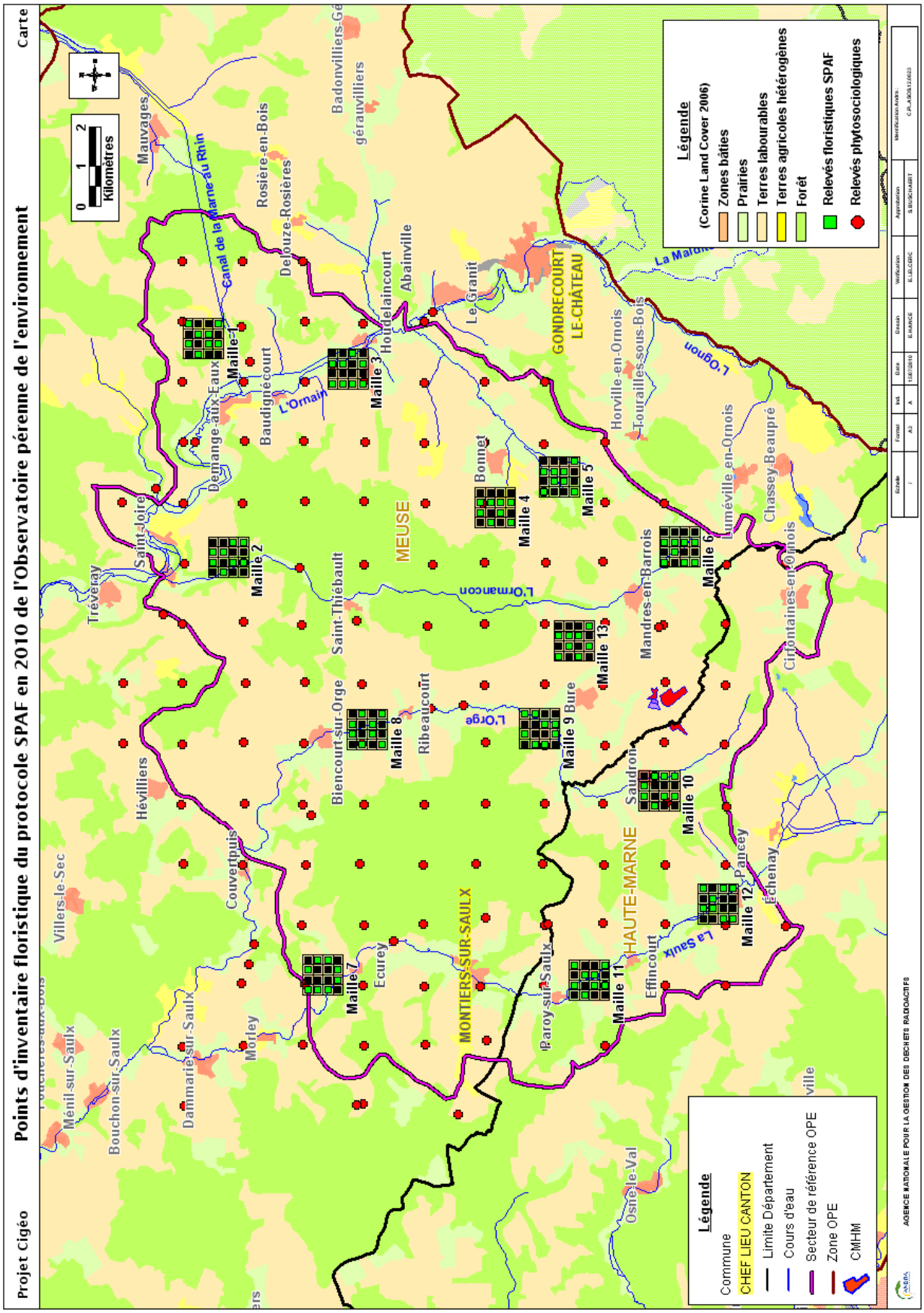


Figure 8-5 *Carte des sites d'inventaire floristique du protocole SPAF (2010)*

Tableau 8-10 Liste des espèces compagnes/accidentelles observées en 2010

Espèces compagnes/accidentelles			
Cirsium arvense	*Vicia cracca*	*Daucus carota*	*Medicago sativa*
Convolvulus arvensis	*Cruciata laevipes*	*Cirsium vulgare*	*Rumex crispus*
Geranium molle	*Fragaria vesca*	*Poa annua*	*Equisetum arvense*
Galium aparine	*Thlaspi perfoliatum (Kandis perfoliata)*	*Geranium pyrenaicum*	*Rumex obtusifolius*
Vicia sativa	*Hypericum perforatum*	*Capsella bursa-pastoris*	*Urtica dioica*
Taraxacum campylodes	*Arenaria serpyllifolia*	*Stellaria media*	*Atriplex patula*
Poa trivialis	*Glechoma hederacea*	*Geranium dissectum*	*Trifolium rubens*
Poa pratensis	*Valerianella locusta*	*Stachys recta*	*Genista sagittalis*
Dipsacus fullonum	*Epilobium tetragonum*	*Elytrigia repens*	*Geum urbanum*
Espèces compagnes/accidentelles des zones humides			
Mentha aquatica	Fraxinus excelsior	Scirpus sylvaticus	Lycopus europaeus
Salix alba	Scrophularia auriculata	Polygonum amphibium	Lythrum salicaria
Schoenoplectus lacustris	Epilobium palustre	Carex acutiformis	

8.3.2.4 Découvertes floristiques remarquables/protégées

Les inventaires floristiques menés en 2009 et 2010 ont permis d'observer 19 espèces remarquables dont 2 protégées (liste Lorraine) sur le secteur de référence OPE (*Tableau 8-11*) :

Tableau 8-11 Liste des espèces remarques/protégées observées sur le secteur de référence OPE en 2009 et 2010

NOM_SCIENTIFIQUE	Plantes protégées			Listes Rouge		ZNIEFF Lor.	Rmq Lor.	Abondance
	Europe France	Ch. - Ard.	Lor.	Fr.	Ch.-Ard.			
Althaea hirsuta	non	non	non	non	oui	non	R	1
Carduus tenuiflorus	non	non	non	non	non	non	RR	2
Cf. Orobanche alba	non	non	non	non	oui	non	RR	1
Cirsium tuberosum	non	non	non	non	non	oui	R	5
Cuscuta europaea	non	non	non	non	non	non	R	1
Filipendula vulgaris	non	non	**oui**	non	oui	oui	R	2
Galium boreale	non	non	**oui**	non	oui	oui	R	2
Legousia hybrida	non	non	non	non	oui	oui	R	4
Legousia speculum-veneris	non	non	non	non	non	non	RR	2
Orchis morio	non	non	non	non	oui	oui	R	0
Orobanche purpurea	non	non	non	non	oui	oui	R	1
Papaver dubium ssp. lecoqii	non	non	non	non	non	non	RR	1
Phyteuma orbiculare	non	non	non	non	non	non	R	2
Scandix pecten-veneris	non	non	non	non	non	oui	R	3
Tetragonolobus maritimus	non	non	non	non	non	non	RR	2
Trifolium striatum	non	non	non	non	oui	oui	R	4
Valerianella rimosa	non	non	non	non	oui	non	R	1
Viola tricolor	non	non	non	non	non	non	RR	5

Figure 8-6 *Carte de localisation des espèces floristiques remarquables/protégées (2010)*

8.4 Peuplement et biomasse forestière

Au cours des années 2007 à 2009, un important travail d'inventaire forestier a été pratiqué sur toute la zone de transposition par de l'INRA de Champenoux. Les inventaires du peuplement forestier et floristique ont été réalisés sur les mêmes points de l'étude des sols présentée dans le chapitre « 3.10 Les sols forestiers ».

8.4.1 Caractérisation des peuplements forestiers

A partir des 111 points d'inventaire, une description de peuplement forestier a été établie pour la zone de transposition.

8.4.1.1 Structure du peuplement

L'essentiel du massif est occupé par des peuplements équiennes. La futaie adulte représente 42 % des points inventoriés et si on inclut ses différents stades de développement (régénération, gaulis, perchis), ce sont 82 % des parcelles (Figure 8-7).

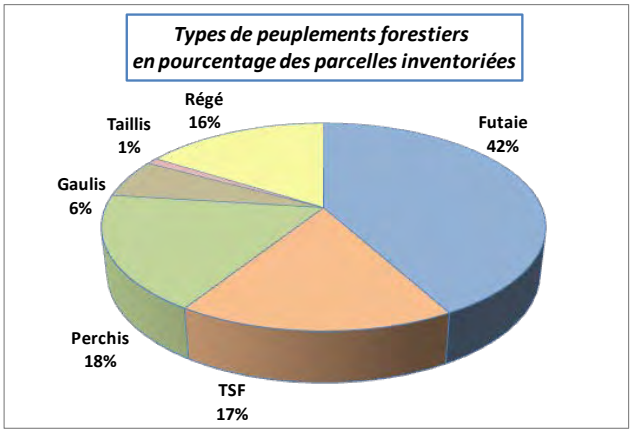


Figure 8-7 *Types de peuplements forestiers en pourcentage des parcelles inventoriées*

Le taux élevé des parcelles en régénération s'explique par le passage de la tempête Lothar. La plupart des zones alors abîmées ont été entre temps nettoyées par l'ONF et sont aujourd'hui en régénération. Le chiffre de 16 % de parcelles au stade jeune de régénération (10 ans et moins) concorde avec l'estimation des dégâts faite par l'ONF qui estime autour de 20 % les dommages causés sur les principaux massifs de la zone (forêt domaniale de Montiers et massif composé de la Forêt d'Houdelaincourt, du Bois de Vauva, du Bois de la Fosse Lemaire, du Grand Bois, et de la forêt domaniale de Demange-aux-Eaux).

8.4.1.2 Essences

Une distinction a été faite entre les peuplements adultes et ceux en régénération (stade fourré). La catégorie « autres » regroupe les essences suivantes : Bouleau, Saule, Merisier, Noisetier, Frêne, Aubépine, Orme, Tilleul, Alisier, Robinier, Résineux divers (*Figure 8-8*).

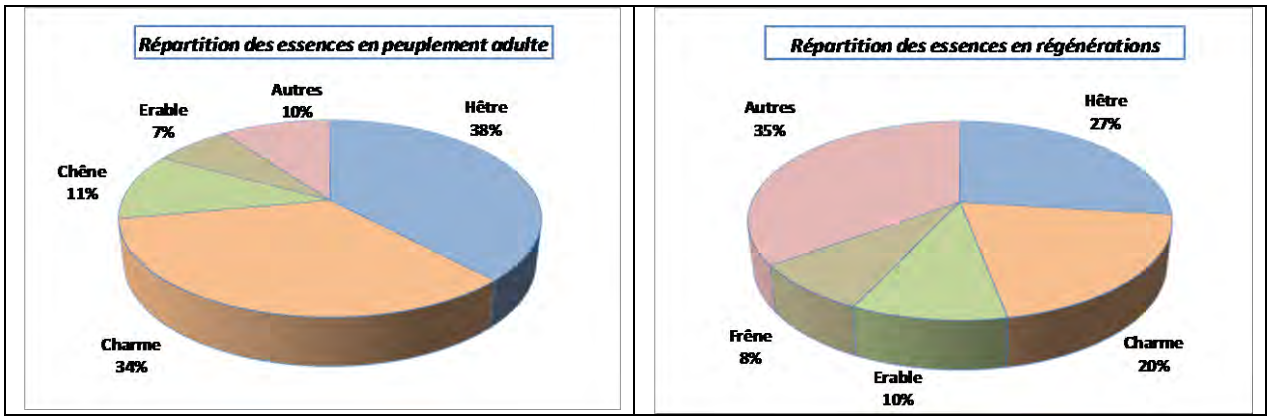


Figure 8-8 *Répartition des essences en peuplements adultes en tenant compte des effectifs*

Pour les peuplements adultes, les essences les plus représentées sur la zone d'étude sont le hêtre (38 %) et le charme (34%). Le chêne (11%) et l'érable (7 %) sont également fréquents.

En régénération, si le hêtre et le charme restent les essences les plus représentées, elles le sont dans des proportions inverses par rapport à celles rencontrées lorsqu'il s'agit de peuplements plus matures.

8.4.1.3 Densité et hauteur

Selon les stades de développement, les plus jeunes pour lesquels les « gros » arbres sont rares voire absents, on obtient des densités allant jusqu'à 6 500 tiges/ha. Au stade perchis, les éclaircies successives ramènent cette valeur à près de 4 000 tiges/ha alors qu'au stade adulte la densité atteint à peine 700 tiges/ha en futaie et 830 tiges/ha en TSF (Taillis sous futaie).

La futaie étant la formation la plus représentée sur la zone et vers laquelle tendent les autres formations, on peut dire que la hauteur dominante moyenne d'un arbre adulte sur le massif est d'environ 25 m (*Figure 8-9*).

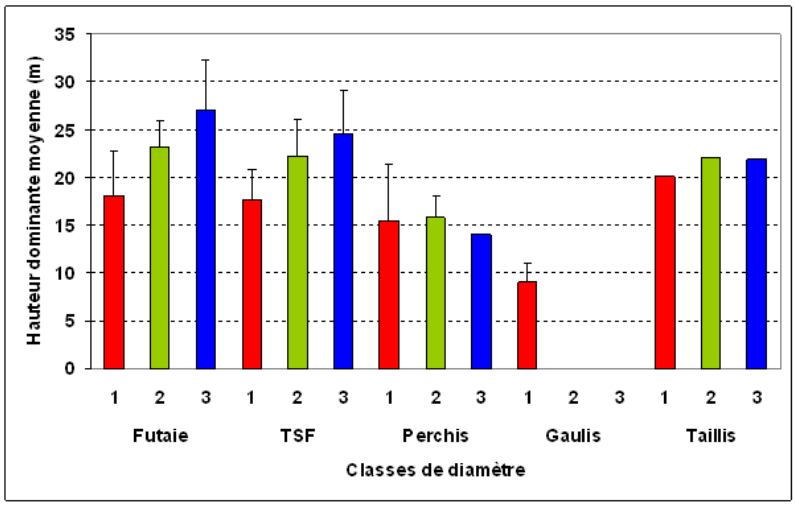


Figure 8-9 *Hauteurs moyennes par classes de diamètre des différentes structures et stades de développement*

Dans le cadre de cette étude d'autres mesures ont été pratiquées pour caractériser les litières et les rémanents.

8.4.1.4 Inventaire floristique

La description du peuplement forestier avait été complétée par un inventaire floristique sur les 111 points. De manière générale, la flore forestière est riche en espèces végétales vasculaires mais reste banale (aucune espèce rare ou protégée n'a été rencontrée). Le principal gradient floristique oppose les Hêtraies à aspérule odorante présentes sur milieux calcaires aux Hêtraies à Canches cespiteuses souvent présentes sur des couvertures limoneuses épaisses à pH plus faible et à niveau d'engorgement plus fort que ceux rencontrés sur les milieux calcaires. Sur l'ensemble des 111 placettes réalisées, ce sont 198 espèces végétales qui ont été relevées : 15 mousses et hépatiques, 7 fougères, 4 gymnospermes, 42 monocotylédones et 125 dicotylédones. La fréquence des espèces dans les placettes est très inégale comme c'est le cas dans toutes les études régionales de la végétation. Les dix espèces les plus fréquemment rencontrées sont les suivantes : Hedera helix (84 occurrences), Fagus sylvatica (82), Carpinus betulus (81), Carex sylvatica (80), Eurhynchium striatum (80), Milium effusum (78), Viola reichenbachiana (78), Rubus gp fruticosus (76), Corylus avellana (73), Galium odoratum (71). Il existe donc des espèces comme le lierre, la violette ou la ronce pour la strate herbacée ou le hêtre et le charme pour la strate arborée qui sont présentes dans presque tous les relevés. La mousse Thuidium tamariscinum est elle aussi très fréquente puisque elle est présente dans 62 placettes.

8.4.1.5 Cartographie des stations forestières

Une carte (Figure 8-10) des stations forestières a été établie par croisement de la carte des peuplements forestiers (l'IFN) et la carte pédologique des massifs forestiers de la zone de transposition (Carte pédologique Andra).

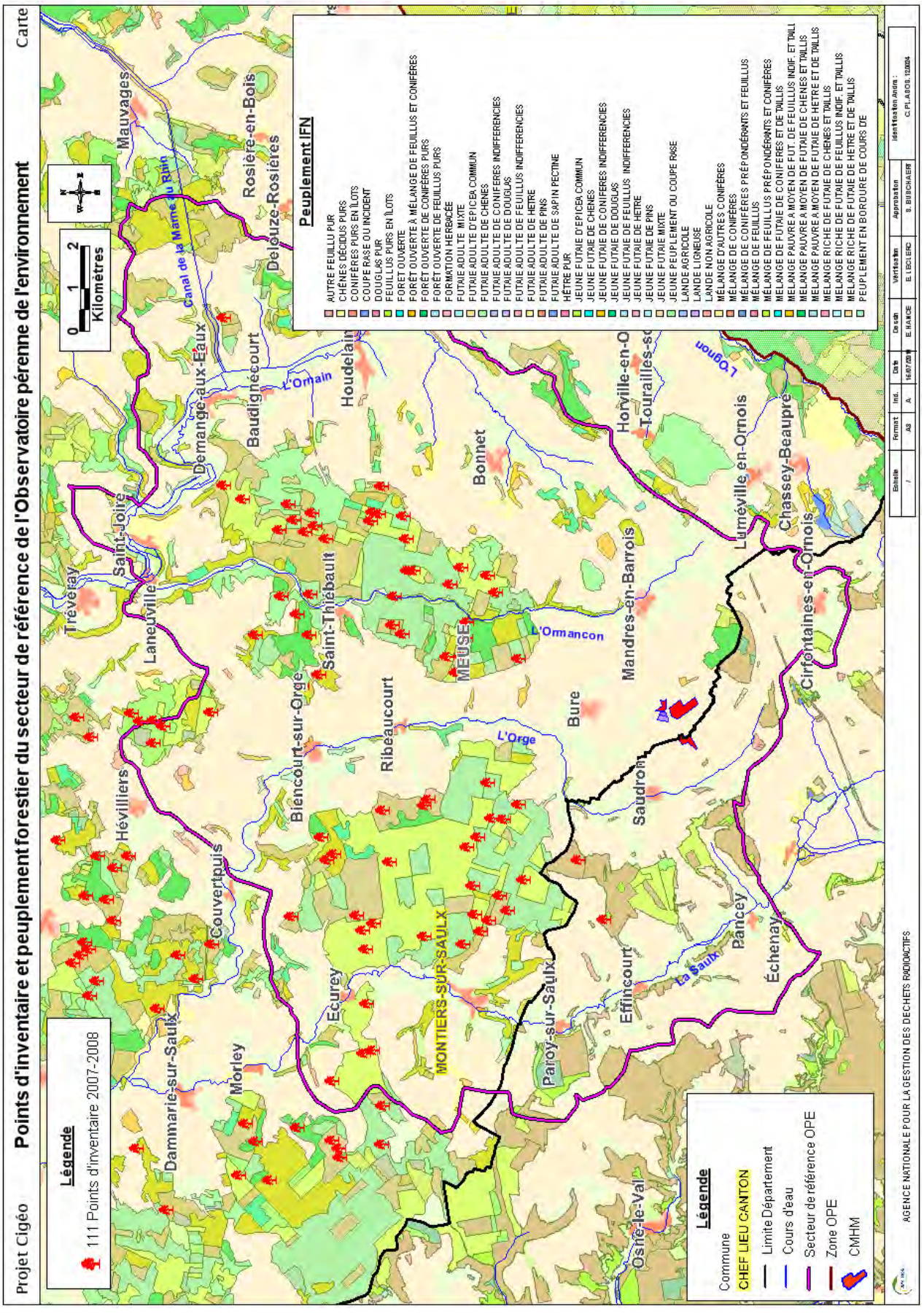


Figure 8-10 *Carte des points d'inventaire et du peuplement forestier du secteur de référence OPE (2008)*

8.5 Diversité faunistique

Les milieux qui occupent la zone d'étude comportent trois grands types de population faunistique : espèces du milieu forestier, espèces des terrains découverts, espèces des milieux aquatiques. Certaines espèces forestières débordent largement sur les lisières car les milieux agricoles et prairiaux constituent des zones de recherche de nourriture.

8.5.1 Inventaire et suivi des Oiseaux communs

Dans le cadre du volet Faune-Flore-Habitat de l'Observatoire Pérenne de l'Environnement, l'Andra a confié à Neomys et au Centre Ornithologique Lorrain (COL) une étude des populations locales d'oiseaux communs. L'Andra a souhaité appliquer la méthodologie du programme national de Suivi Temporel des Oiseaux Communs (STOC) de manière à pouvoir disposer d'indices décrivant l'évolution des populations au niveau local et permettant la comparaison à diverses échelles géographiques (jusqu'au niveau national). Ce suivi ornithologique est pratiqué annuellement depuis 2008.

8.5.1.1 Caractéristiques des habitats avifaunistique sur la zone

Les inventaires réalisés dans la zone d'étude au cours de ces dernières années a permis de mettre en avant la diversité des espèces présentes, liées au milieu forestier, aux espaces prairiaux et agricoles.

Espèces des milieux boisés :

36 % du peuplement avifaunistique total utilisent les massifs boisés pour nicher. C'est le peuplement le plus important. Les espèces qui le composent se répartissent dans l'étagement de la végétation forestière. Cette avifaune bio-indicatrice du milieu forestier est localisée dans les massifs de grande taille situés au nord de la zone d'étude (Forêt domaniale de Montiers-sur-Saulx, Bois Lejuc, Bois de la Caisse à Mandres-en-Barrois).

Espèces des plaines agricoles :

En parcelles céréalières, les espèces utilisent les cultures céréalières du plateau agricole de la zone d'étude comme aire de nidification. La perdrix grise (Perdrix perdrix) fait partie des espèces remarquables. Quelques-unes sont protégées au niveau européen : Busard Saint Martin (Circus cyaneus), Oedicnème criard (Burhinus œdicnèmes) et Busard cendré (Circus pygargus). Les busards sont également protégés au niveau national.

Dans les prairies humides : les espèces les plus présentes sont le Vanneau huppé (Vanellus), Pipit farlouse (Anthus pratensis) et Tarier d'Europe (Saxicola rubetta). Aucune de ces trois espèces n'est protégée au niveau européen. Le cortège des espèces remarquables inféodées à ce milieu prairial est concentré dans les seuls secteurs maintenus en prairie : vallée de la Saulx, vallée de l'Orge et vallée de l'Ormançon.

Espèces des zones humides :

Les rivières et les étangs, qui sont les principales zones humides de la zone d'étude, abritent plusieurs espèces dont une seule est protégée au niveau européen : le Martin pêcheur (Alcedo atthis). La taille réduite des étangs et leur dispersion dans le paysage agricole ne confèrent pas à ce secteur du Barrois une vocation de zone humide d'intérêt régional.

Espèces des haies basses, arborescente et peupleraies :

Dans la zone d'étude, les haies arbustives ou arborescentes sont localisées dans les fonds de vallée, là où persistent des prairies. C'est également là que se développent les alignements ou les plantations de peupliers.

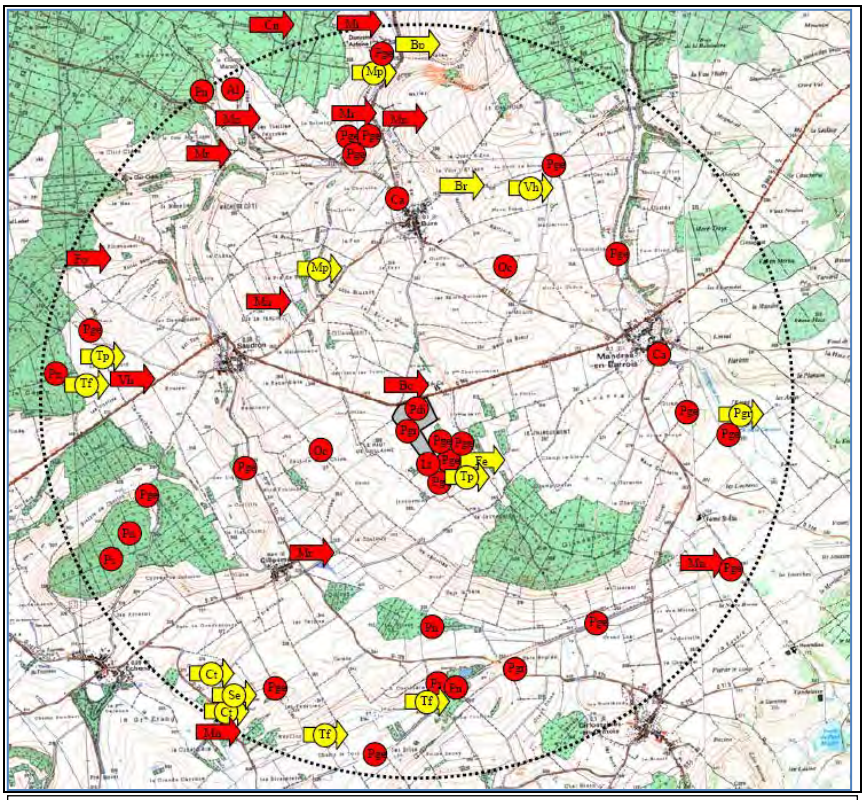
Haies basses : Elles sont souvent composées en partie d'arbustes épineux producteurs de baies. Ce couvert dense, ponctué d'arbres, permet à l'avifaune de rechercher sa nourriture (baies, insectes, rongeurs), mais offre aussi un refuge temporaire, un poste d'affût ou un lieu de nidification. Les haies basses abritent en particulier une espèce protégée aux niveaux européen et national : la Pie grièche écorcheur (Lanius collurio).

Haies arborescentes et peupleraies : Cette strate abrite une avifaune très diversifiée, elle attire aussi bien les espèces des milieux forestiers que celles des milieux ouverts. Cet habitat est un lieu de nidification,

la recherche de nourriture s'effectuant dans les milieux proches : prairie, culture, rivière. Ces milieux arborés abritent 2 espèces protégées aux niveaux européen et national : le Milan noir (Milvu migrans) et le Milan royal (Milvus). Les bouquets arborescents composés de peupliers ou de frênes implantés en bordure de rivière sont attractifs pour des espèces comme le Milan royal. La présence d'une population de Pie grièche écorcheur très disséminée indique la régression des réseaux de haies.

8.5.1.2 Suivi avifaunistique autour du Laboratoire Souterrain de Meuse/Haute-Marne

Depuis 1999, le suivi des oiseaux sur une zone d'étude proche autour du Laboratoire Souterrain de Meuse/Haute-Marne est effectué tous les deux ans en alternance avec le suivi des mammifères (*Figure 8-11*). En cumulant les cinq années de recensement, 140 espèces ont été notées sur le secteur d'étude. Parmi celles-ci et après une nouvelle analyse des données antérieures, 92 sont considérées comme nicheuses certaines ou probables et 20 comme nicheuses possibles. Les 28 espèces complémentaires sont des oiseaux soit en migration active soit en halte migratoire, pour lesquels la nidification locale ne semble pas envisageable.



Légende :
: migration active
: halte migratoire
: limite du périmètre d'étude
: nicheur local en chasse/déplacement
: nicheur local
: implantation du laboratoire de l'ANDRA

Symbole	Espèce	Code	Symbole	Espèce	Code
	Busard des roseaux	Br		Chevêche d'Athéna	Ca
	Balbuzard pêcheur	Bp		Alouette lulu	Al
	Faucon émerillon	Fe		Faucon hobereau	Fh
	Grue cendrée	Gc		Locustelle tachetée	Lt
	Cygne tuberculé	Ct		Phragmite des joncs	Pdj
	Merle à plastron	Mp		Petit Gravelot	Pgr
	Sarcelle d'été	Se		Oedicnème criard	Oc
	Tarier des prés	Tp		Pic noir	Pn
	Busard cendré	Bc		Pie-grièche écorcheur	Pge
	Cigogne noire	Cn		Torcol fourmilier	Tf
	Milan noir	Mn		Vanneau huppé	Vh
	Milan royal	Mr		Pouillot siffleur	Ps

Figure 8-11 Répartition des espèces au statut de conservation défavorable

La bonne richesse ornithologique de ce secteur du Barrois se maintient, au moins au niveau de la diversité spécifique, malgré une baisse quantitative globale mise en évidence par les deux dernières campagnes d'Indices Ponctuels d'Abondance (2007 et 2009). Au total, 103 espèces ont été recensées en 2009, dont 87 par l'intermédiaire des stations d'écoute, 12 autres via les parcours complémentaires et

les observations diverses, et 4 autres lors des écoutes nocturnes. Les nouveautés de l'année 2009 sont le Bihoreau gris, le Courlis corlieu, la Grande Aigrette, la Rousserolle turdoïde et le Râle des genêts. La Rousserolle turdoïde, notée dans un biotope favorable à la nidification, et le Râle des genêts (un chanteur contacté), sont considérés comme nicheurs possibles dans la zone étudiée. A l'inverse, parmi les espèces considérées comme assez régulières jusqu'ici, huit n'ont pas été contactées en 2009 : le Faucon hobereau, la Perdrix grise, le Pic épeichette, l'Alouette lulu, le Phragmite des joncs, les Mésanges noire et boréale et le Bruant des roseaux. Pour elles aussi l'avenir dira si leur statut local a réellement évolué ou s'il s'agit d'une « année sans » qui n'aura pas de conséquence à plus long terme.

Sur le site du CMHM, on note une hausse de la diversité qui s'explique par l'évolution favorable de la végétation ligneuse et de la roselière bordant les bassins d'orage. De plus, la présence de deux couples de Petit Gravelot est un élément remarquable.

Le suivi spécifique de l'Oedicnème criard a permis de prouver sa reproduction et la persistance de cette petite population à proximité du CMHM.

8.5.1.3 Suivi Temporel des Oiseaux Communs (STOC) sur la zone OPE

Le programme national STOC du MNHN

En 1989, le Centre de Recherches sur la Biologie des Populations d'Oiseaux (C.R.B.P.O.), qui coordonne notamment les activités de baguage en France au sein du Muséum National d'Histoire Naturelle (MNHN), a mis en place, avec la caution de la communauté scientifique et le soutien financier du Ministère de l'Environnement, un programme de Suivi Temporel des populations d'Oiseaux Communs nicheurs en France (Vansteenwegen 1992). Ce dernier s'appuie sur le réseau des bagueurs bénévoles (programme STOC-capture). A l'aide d'un échantillonnage standardisé, au printemps, dans différentes stations de référence réparties dans toute la France, l'objectif de ce programme est de fournir une estimation des tendances démographiques des passereaux les plus communs de nos campagnes. Des programmes similaires existent dans un certain nombre de pays d'Europe.

Depuis 2001 et la mise en place d'un échantillonnage par points d'écoute, le programme STOC se compose donc de deux volets complémentaires :

- l'un est conçu pour évaluer les variations spatiales et temporelles de l'indice d'abondance des populations nicheuses d'oiseaux communs. Il est basé sur des points d'écoute (le STOC-EPS, Echantillonnages Ponctuels Simples ; Julliard & Jiguet 2002) ;
- l'autre vise à étudier les variations de deux des plus importants paramètres démographiques (survie des adultes et succès de la reproduction ; STOC-Capture). Cette approche est basée sur la capture et la recapture de passereaux nicheurs à l'aide de filets japonais (Julliard & Jiguet 2002).

Dans le cadre de l'Observatoire Pérenne de l'Environnement, les deux protocoles sont pratiqués depuis 2008.

Dispositif sur le terrain du STOC-EPS et du STOC Capture

Concernant le STOC-EPS, 10 carrés-EPS ont été suivis au cours de trois printemps (2008, 2009 et 2010). Chaque année et pour chaque carré, deux sessions d'écoute ont été réalisées entre fin avril et début juin. Afin de couvrir le secteur de référence OPE (240 km²) défini fin 2009, il a été nécessaire d'adapter le réseau de carrés STOC-EPS initialement établi en 2008. Deux nouveaux carrés ont donc été définis, en 2010 (*Figure 8-12*).

Concernant le suivi STOC-Capture, un réseau de 5 stations est suivi depuis 2008. Une 6ème station a été initiée en 2010 pour couvrir le secteur de référence OPE (*Figure 8-12*). L'objectif de ce programme n'étant pas, comme le STOC-EPS, de mesurer l'évolution des populations des espèces les plus communes mais d'obtenir des paramètres démographiques (taux de survie et de reproduction, recrutement …), il n'est pas nécessaire d'échantillonner l'ensemble des milieux naturels présents. Le choix s'est donc porté sur des secteurs boisés ou de type bocager en prenant garde qu'ils soient relativement bien répartis sur l'ensemble du secteur de référence OPE. Les stations n°1, 2, 3, 5 et 6 sont incluses dans des massifs forestiers de superficies différentes alors que la station n°4 se situe au niveau de boisements plus modestes (bosquets) dans un environnement globalement plus ouvert. Chaque année et pour chaque station, trois sessions de baguage ont été réalisées entre la fin mai et la mi-juillet.

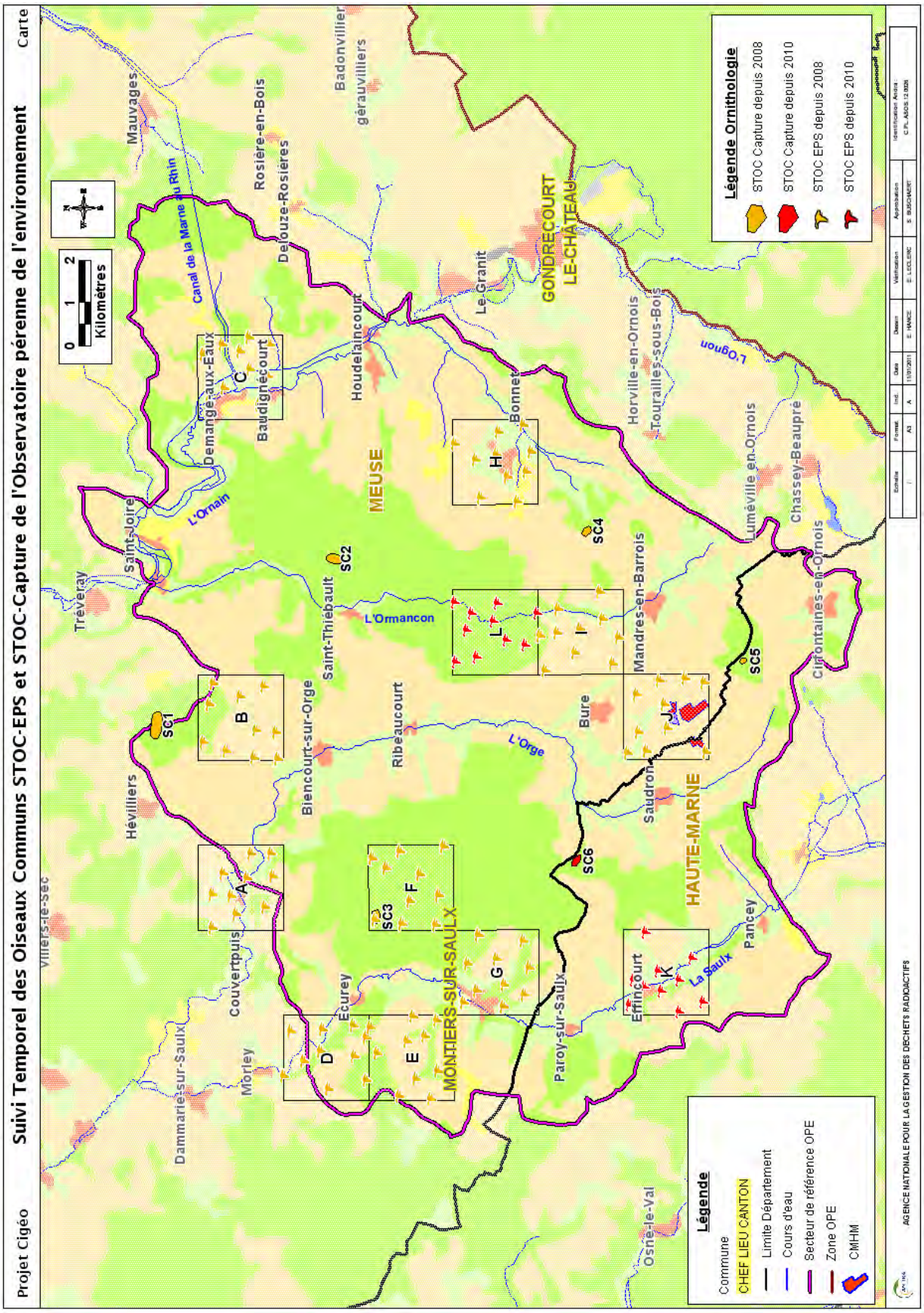


Figure 8-12 *Carte des réseaux de Suivi Temporel des Oiseaux-Communs STOC-EPS et STOC-Capture de la zone OPE (2008-2010)*

Les espèces indicatrices

Le CRBPO produit chaque année des indicateurs plurispécifiques combinant les indices de plusieurs espèces. Le calcul de la valeur de l'indicateur d'une année donnée, correspond à la moyenne géométrique des indices des espèces concernées pour l'année concernée. Il faut bien sûr que l'année à laquelle l'indice a été fixé arbitrairement à '1' soit la même pour toutes les espèces.

Le CRBPO produit 4 indicateurs, regroupant les espèces selon leur spécialisation par rapport à trois grands types d'habitat.

Ces indicateurs sont ceux :

- des espèces spécialistes des milieux agricoles ;
- des espèces spécialistes des milieux forestiers ;
- des espèces spécialistes des milieux bâtis ;
- des espèces généralistes.

Le degré de spécialisation est calculé à partir de la répartition des effectifs de l'espèce (dénombrés par le STOC) dans les trois grands types d'habitat, en proportion de la disponibilité de ces derniers. Ainsi, si une espèce est plus abondante dans un habitat que ce que prédirait une répartition homogène dans les trois habitats, elle est dite spécialiste de cet habitat. Par contre, si une espèce ne présente pas de biais de répartition entre les habitats, elle est classée parmi les espèces généralistes. Au total, 65 espèces sont utilisées pour construire les indicateurs.

Les espèces se répartissent de la manière suivante :

- ***Espèces généralistes*** : Pigeon ramier, Coucou gris, Pic vert, Fauvette à tête noire, Hypolaïs polyglotte, Rossignol philomèle, Merle noir, Accenteur mouchet, Loriot d'Europe, Mésange charbonnière, Mésange bleue, Corneille noire, Geai des chênes, Pinson des arbres.
- ***Espèces spécialistes des milieux agricoles*** : Buse variable, Faucon crécerelle, Perdrix rouge, Perdrix grise, Vanneau huppé, Caille des blés, Huppe fasciée, Alouette des champs, Alouette lulu, Pipit farlouse, Bergeronnette printanière, Fauvette grisette, Tarier pâtre, Tarier des prés, Pie-grièche écorcheur, Corbeau freux, Linotte mélodieuse, Bruant jaune, Bruant zizi, Bruant proyer.
- ***Espèces spécialistes des milieux forestiers*** : Pic épeiche, Fauvette mélanocéphale, Pouillot de Bonelli, Pouillot siffleur, Pouillot véloce, Pouillot fitis, Roitelet huppé, Roitelet triple-bandeau, Sittelle torchepot, Grimpereau des jardins, Troglodyte mignon, Grive musicienne, Rouge-gorge familier, Mésange huppée, Mésange noire, Mésange nonnette, Grosbec casse-noyaux, Bouvreuil pivoine.
- ***Espèces spécialistes des milieux bâtis*** : Tourterelle turque, Martinet noir, Hirondelle de fenêtre, Hirondelle rustique, Rougequeue noir, Rougequeue à front blanc, Choucas des tours, Pie bavarde, Chardonneret élégant, Verdier d'Europe, Serin cini, Moineau domestique, Moineau friquet.

Le programme STOC permet ainsi, depuis 1989, d'établir l'évolution d'espèces d'oiseaux communs selon leur spécialisation (*Figure 8-13*).

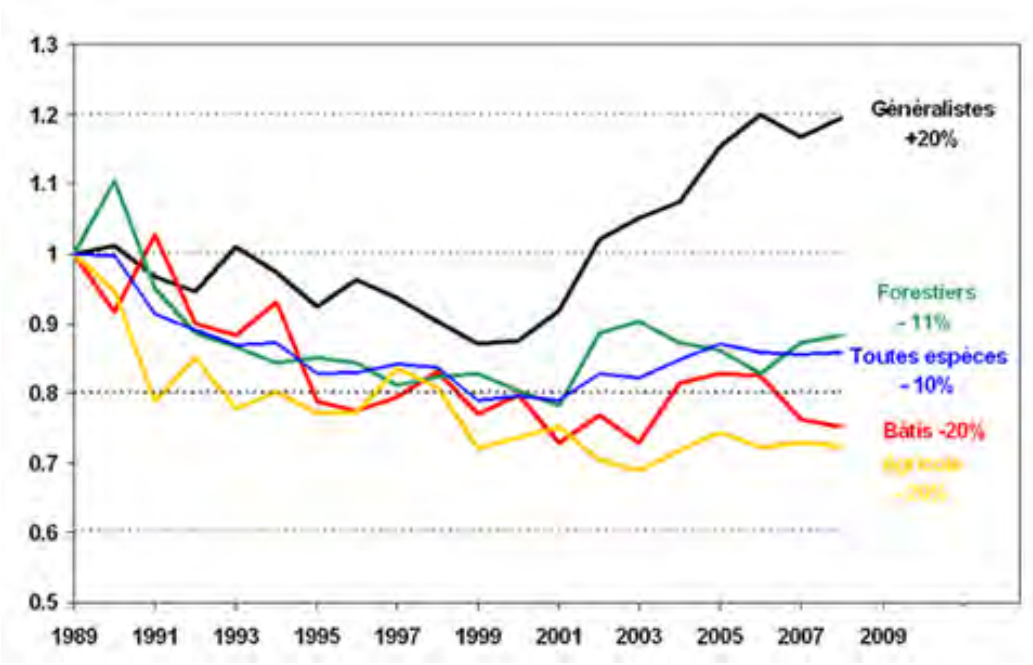


Figure 8-13 *Représentation des indicateurs (Les valeurs sont arbitrairement fixées à 1 en 1989).*

Résultats STOC-EPS

Le nombre d'espèces contactées chaque année par carré STOC-EPS varie de 32 pour le plus faible à plus de 60 pour le plus élevé (*Tableau 8-12*).

Tableau 8-12 *Nombre d'espèces contactées par carré STOC-EPS au cours des campagnes « points d'écoute » 2008, 2009 et 2010*

Carré n°	Nombre d'espèces par carré			
	2008	2009	2009	Total
55-1426 - A	45	49	56	**65**
55-1428 - B	47	45	45	**64**
55-1432 - C	56	53	61	**69**
55-1445 - D	53	53	50	**65**
55-1466 - E	45	46	46	**59**
55-1468 - F	33	32	36	**45**
55-1487 - G	58	56	59	**70**
55-1493 - H	48	45	41	**59**
55-1507 - I	49	39	43	**59**
55-1521 - J	39	42	43	**56**
52-0134 - K	/	/	54	**54**
55-1491 - L	/	/	39	**39**
Nombre d'espèces total	**81**	**84**	**87**	**97**
Espèces généralistes	14	10	14	
Espèces spécialistes des milieux agricoles	12	16	15	
Espèces spécialistes des milieux forestiers	15	13	14	
Espèces spécialistes des milieux bâtis	14	13	12	
Total espèces indicatrices	**55 / 65 (CRBPO)**	**52 / 65 (CRBPO)**	**55 / 65 (CRBPO)**	

Evolution des effectifs 2008/2009

Au cours des deux premières campagnes de terrain, 91 espèces ont été contactées sur l'ensemble des 10 carrés STOC-EPS. Parmi celles-ci, 14 sont des espèces dites généralistes, 17 sont spécialistes des milieux agricoles, 12 sont spécialistes des milieux bâtis et enfin 15 sont spécialistes des milieux forestiers; soit un total de 58 sur les 65 espèces indicatrices définies par le CRBPO. Les espèces restantes ne sont quant à elles pas intégrées à des indicateurs de spécialisation d'un habitat. En 2008, 4 036 individus ont été contactés, contre 4 213 en 2009. Le nombre d'individus en 2009 et légèrement plus important que celui de la première année de suivi (+ 17 %).

Tableau 8-13 Evolution des effectifs par type de spécialisation STOC-EPS (2008-2009)

Type de spécialisation	***CAMPAGNE 2008***	***CAMPAGNE 2009***	***TENDANCE LOCALE 2008-2009***	***TENDANCE NATIONALE 2008-2009***	***TENDANCE NATIONALE 2001-2009***
	Nb d'individus	***Nb d'individus***			
Espèces généralistes	1604	1726	Augmentation (+7,61 %)	Diminution	Augmentation
Espèces spécialistes des milieux agricoles	808	830	Stable (+2,72 %)	Diminution	Diminution
Espèces spécialistes des milieux forestiers	853	670	Diminution (-21,45 %)	Diminution	Diminution
Espèces spécialistes des milieux bâtis	343	420	Augmentation (+22,45 %)	Stable	Diminution

En comparant ces résultats aux tendances nationales obtenues dans le cadre du suivi STOC-EPS, on se rend compte que les tendances locales observées sur la zone de l'OPE sont assez proches de celles obtenues au niveau national. 32 espèces parmi les 55 présentant des effectifs «statistiquement utilisables» présentent une tendance locale (période 2008-2009) similaire à la tendance nationale sur cette même période (*Tableau 8-13*).

Parmi les 23 espèces ne suivant pas la tendance nationale pour 2008-2009, 6 suivent toutefois la tendance nationale pour la période 2001-2009. Ainsi, ce sont donc 38 espèces sur 55 observées sur la zone de référence (69 %), qui présentent une tendance locale similaire à la tendance nationale.

En regroupant les espèces par spécialisation, on constate que les tendances nationales sont globalement suivies pour les espèces spécialistes des milieux forestiers (en diminution sur la période 2008-2009) et pour les espèces généralistes (en augmentation sur la période 2001-2009) au niveau local. Les espèces spécialistes des milieux agricoles et des milieux bâtis ne suivent toutefois pas localement la tendance nationale.

Evolution des effectifs 2009/2010

Au cours de ces deux campagnes de terrain, 92 espèces ont été contactées sur l'ensemble des 10 carrés STOC-EPS. Parmi celles-ci, 14 sont des espèces dites généralistes, 15 sont spécialistes des milieux agricoles, 12 sont spécialistes des milieux bâtis et enfin 14 sont spécialistes des milieux forestiers. Les espèces restantes ne sont quant à elles pas intégrées à des indicateurs de spécialisation à un habitat.

En 2010, 4 571 individus ont été contactés, contre 4 213 en 2009. Le nombre d'individus en 2010 est donc légèrement plus important que celui de 2009 (+ 8,5 %).

En l'absence de résultats nationaux pour la période 2009-2010 qui ne seront disponibles qu'en 2011, la tendance locale pour la période 2009-2010 a été uniquement comparée à la tendance nationale pour la période 2001-2009. En comparant ces résultats du suivi STOC-EPS, les tendances locales observées sur la zone de l'OPE ne sont pas très proches de celles obtenues au niveau national. Seulement 24 espèces sur 56 observées sur la zone de référence (43 %), présentent une tendance locale (2009-2010 ou 2008-2010) similaire à la tendance nationale (période 2001-2009). Ce constat est toutefois à prendre avec prudence, dans l'attente des résultats nationaux de 2010.

En regroupant les espèces par spécialisation, on constate que les tendances nationales sont globalement suivies pour les espèces spécialistes des milieux forestiers (en diminution sur la période 2008-2010) et pour les espèces généralistes (en augmentation sur la période 2008-2010) au niveau local. Les espèces spécialistes des milieux agricoles et des milieux bâtis ne suivent toutefois pas localement la tendance nationale (*Tableau 8-14*).

Tableau 8-14 Evolution des effectifs par type de spécialisation STOC-EPS (2009-2010)

TYPE DE SPECIALISATION	CAMPAGNE 2009	CAMPAGNE 2010	TENDANCE LOCALE 2009-2010	TENDANCE LOCALE 2008-2010	TENDANCE NATIONALE 2001-2009
	Nombre d'individus	Nombre d'individus			
Espèces généralistes	1726	1934	Augmentation (+12,05 %)	Augmentation (+20,57 %)	Augmentation
Espèces spécialistes des milieux agricoles	830	896	Augmentation (+7,95 %)	Augmentation (+10,89 %)	Diminution
Espèces spécialistes des milieux forestiers	670	761	Augmentation (13,58 %)	Diminution (-10,79 %)	Diminution
Espèces spécialistes des milieux bâtis	420	432	Stable (+2,86 %)	Augmentation (+25,95 %)	Diminution

Parmi les espèces contactées, 34 d'entre elles sont inscrites à la liste des espèces "déterminantes ZNIEFF" établie par la DREAL Lorraine et présente un statut d eprotection en France (*Tableau 8-15*).

Nom vernaculaire	LR mondiale	LR France	Convention Berne Annexe II (Faune)	Annexe III	Statut en France	HABITAT	Directive Oiseuax Annexe I	*Directive Oiseuax Annexe III*	LR Ch. Ard.	ZNIEFF Lorraine	Eligible CARNET B	Nb sites OPE
Busard Saint-Martin	LC	LC			P	7	**1**		V	2	OUI	1
Cincle plongeur	LC	LC	**1**		P	7			R	3	OUI	1
Faucon hobereau	LC	LC			P	7			V	2	OUI	1
Gobemouche gris	LC	VU	**1**		P	7			AP	3	OUI	1
Gobemouche noir	LC	LC	**1**		P	7			R	3	OUI	1
Grand Cormoran	LC	LC		1	P	5			R	3	OUI	1
Martin-pêcheur d'Europe	LC	LC	**1**		P	7	**1**		AS	3	OUI	1
Oedicnème criard	LC	NT	**1**		P	7	**1**		V	2	OUI	1
Pipit farlouse	LC	VU	**1**		P	7			V	3	OUI	1
Cigogne noire	LC	EN	**1**		P	7	1		R	1	Oui	2
Bruant zizi	LC	LC	**1**		P	7			R	3	OUI	2
Busard cendré	LC	VU			P	7	**1**		V	2	OUI	2
Grimpereau des bois	LC	LC	**1**		P	7			R	3	OUI	2
Pic cendré	LC	VU	**1**		P	7	**1**		V	3	OUI	2
Tarier des prés	LC	VU	**1**		P	7			E	2	OUI	2
Hirondelle de rivage	LC	LC	**1**		P	7			AS	3	OUI	3
Huppe fasciée	LC	LC	**1**		P	7			E	2	OUI	3
Milan royal	NT	VU			P	7	**1**		E	2	OUI	5
Pic épeichette									AS			5
Pic mar	LC	LC	**1**		P	7	**1**		AS	3	OUI	5
Pigeon colombin	LC	LC		1	P	7		1	AS	3	OUI	5
Tarier pâtre		LC	**1**	**1**	P	3			AS	3	OUI	5
Traquet motteux	LC	NT	**1**		P	7			R	2	OUI	5
Alouette lulu	LC	LC		1	P	7	**1**		V	3	OUI	6
Hirondelle de fenêtre									AS			6
Locustelle tachetée	LC	LC	**1**		P	7				3	OUI	7
Pouillot siffleur	LC	VU	**1**		P	7			V	3	OUI	7
Faucon crécerelle									AS			9
Rougequeue à front blanc	LC	LC	**1**		P	7			AS	3	OUI	1
Milan noir	LC	LC			P	7	**1**		V	3	OUI	11

Nom vernaculaire	LR mondiale	LR France	Convention Berne Annexe II (Faune)	Annexe III	Statut en France	HABITAT	Directive Oiseuax Annexe I	*Directive Oiseuax Annexe III*	LR Ch. Ard.	ZNIEFF Lorraine	Eligible CARNET B	Nb sites OPE
Torcol fourmilier	LC	NT	**1**		P	7			V	3	OUI	12
Moineau friquet									V			15
Pie-grièche écorcheur	LC	LC	**1**		P	7	**1**		V	3	OUI	17
Grive litorne									AP			18
Pic noir	LC	LC	**1**		P	7	**1**			3	OUI	21
Caille des blés	LC	LC		1	P	7		1	AS	3	OUI	22
Héron cendré	LC	LC		1	P	7				3	OUI	22
Bruant proyer		NT		1	P	7			AS	3	OUI	23
Bouvreuil pivoine	LC	VU		1	P	7				3	OUI	32
Fauvette babillarde									AS			35
Hirondelle rustique									AS			45
Pic vert									AS			49
Linotte mélodieuse	LC	VU	**1**		P	7				3	OUI	67
Tourterelle des bois									AS			73
Alouette des champs									AS			77
Bruant jaune									AP			83

Tableau 8-15 Liste des espèces remarques/protégées observées sur le secteur de référence Ope en 2008 à 2010

Ces espèces ont été contactées sur l'ensemble des carrés STOC-EPS avec des variations notables (*Figure 8-14*).

Résultats STOC-Capture

Le bilan général, après les trois premières saisons de terrain (2008, 2009 et 2010) sur les 5 stations STOC-Capture (initiées en 2008), ainsi que sur la 6ème station (initiée en 2010) au sein du secteur de référence OPE, est présenté dans les tableaux suivants (*Tableau 8-16*).

Tableau 8-16 Bilan par station des campagnes de capture 2008, 2009 et 2010

Localisation de la station de capture	*CAMPAGNE 2008*				*CAMPAGNE 2009*				*CAMPAGNE 2010*				*TOTAL*	*Nombre d'espèces capturées*
	Nombre d'individus capturés				*Nombre d'individus capturés*				*Nombre d'individus capturés*					
	B	*C*	*R*	*Total*	*B*	*C*	*R*	*Total*	*B*	*C*	*R*	*Total*		
St - 1 -TREVERAY	91	15		***106***	66	16		***82***	75	14		***89***	**277**	**22**
St - 2 - HOUDELAINCOURT	76	11		***87***	66	17		***83***	84	21		***105***	**275**	**16**
St - 3 -MONTIERS-SUR-SAULX	99	26		***125***	91	19	1	***111***	78	21		***99***	**335**	**22**
St - 4 -BONNET	83	15		***98***	74	16	1	***91***	110	39		***149***	**338**	**26**
St - 5 - CIRFONTAINES-EN-ORNOIS	96	20	1	***117***	73	23		***96***	113	24		***137***	**350**	**23**
St - 6 - SAUDRON									104	17		***121***	**121**	**19**
TOTAL	**445**	**87**	**1**	**533**	**370**	**91**	**2**	**463**	**564**	**136**		**700**	**1696**	**40**

Evolution des effectifs 2009/2008

En 2008, 533 captures ont été réalisées, contre 463 en 2009. Bien qu'inférieur à ce qui a été capturé lors de la première année de suivi, le nombre d'oiseaux attrapés en 2009 n'en est cependant pas significativement différent. Au cours des deux premières campagnes de terrain, 32 espèces ont été capturées sur l'ensemble des 5 stations. Parmi celles-ci, 8 sont des espèces dites généralistes, 3 sont spécialistes des milieux agricoles, 1 est spécialiste des milieux bâtis et enfin 11 sont spécialistes des milieux forestiers. Les espèces restantes ne sont quant à elles pas intégrées à des indicateurs de spécialisation à un habitat.

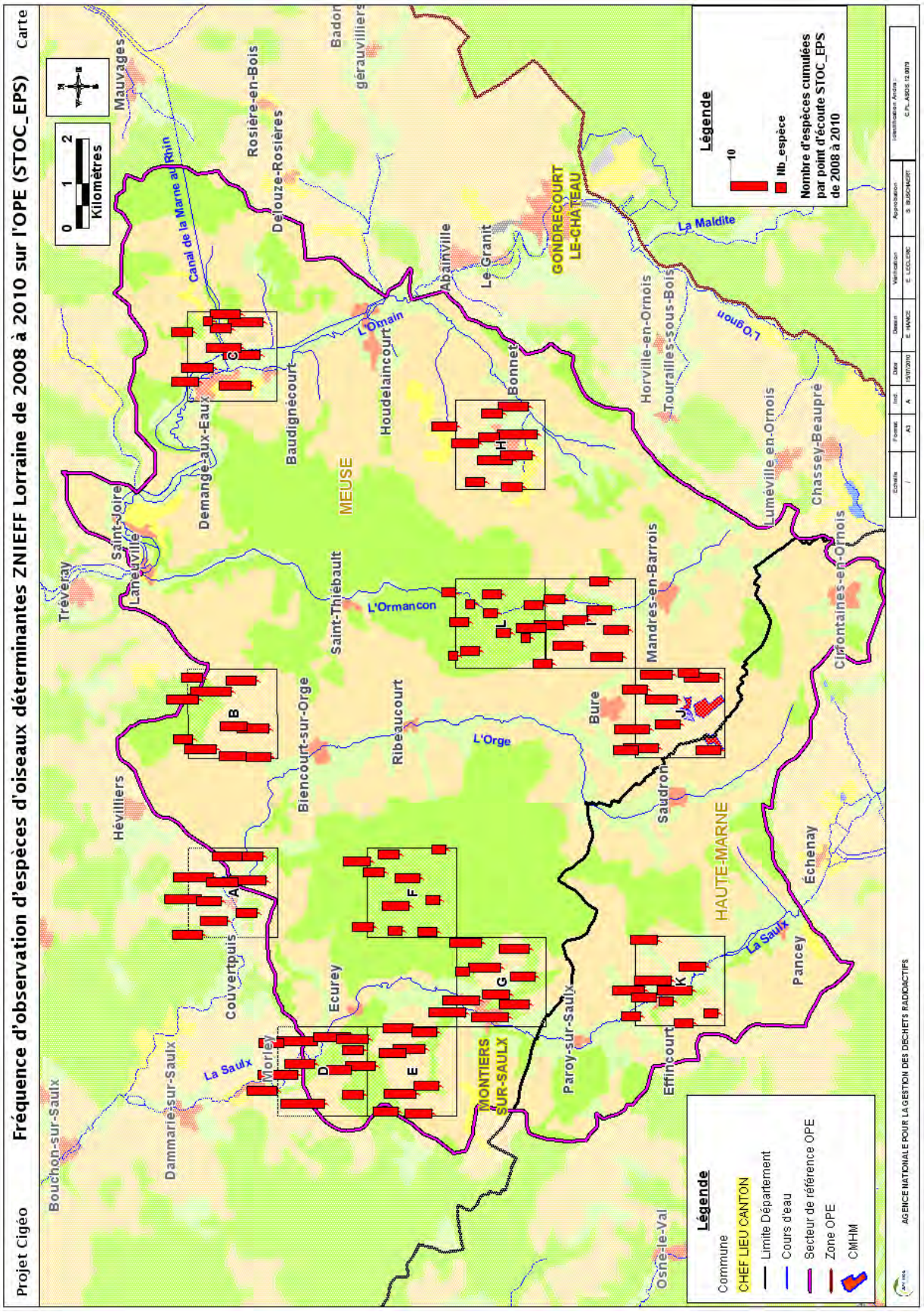


Figure 8-14 *Carte de la fréquence d'observation d'espèces d'oiseaux déterminantes ZNIEFF Lorraine sur les carrés STOC-EPS (2008 à 2010)*

En regroupant les espèces par type de spécialisation, les tendances locales suivent globalement les tendances nationales. Les espèces spécialistes des milieux forestiers sont en forte baisse localement (-31,4 %), tout comme à l'échelle du pays (*Tableau 8-17*). Les espèces généralistes sont quant à elles relativement stables en termes d'effectifs d'adultes capturés (- 3 % : NS) sur le plan local, mais sont en légère diminution au niveau national. Le faible nombre d'individus capturés parmi les espèces spécialistes des milieux agricoles et les espèces spécialistes des milieux bâtis n'ont pas permis de tirer de conclusion quant à l'évolution des effectifs de ces espèces. Deux espèces parmi les 10 les plus souvent capturées ne suivent pas les tendances nationales. Il s'agit de l'Accenteur mouchet, qui augmente localement alors qu'il baisse au niveau national et de la Mésange nonnette qui baisse localement alors qu'elle est en augmentation modérée au niveau national. Les autres espèces sont soit stables, soit suivent la tendance nationale.

Tableau 8-17 Evolution des effectifs des espèces indicatrices capturées par catégorie de spécialisation (2008-2009)

TYPE DE SPECIALISATION	***CAMPAGNE 2008***	***CAMPAGNE 2009***	***TENDANCE LOCALE 2008-2009***	***TENDANCE NATIONALE 2008-2009 (issu du STOC-EPS)***
	Nombre d'adultes capturés	***Nombre d'adultes capturés***		
Espèces généralistes	201	195	Stable (-2,99 %)	Diminution
Espèces spécialistes des milieux forestiers	172	118	Diminution (-31,40 %)	Diminution

Campagnes 2009/2010

En 2009, 463 captures ont été réalisées, contre 579 en 2010. Le nombre d'oiseaux attrapés en 2010 est donc en augmentation par rapport à celui obtenu en 2009 (augmentation d'environ 25 %). Au cours de ces deux campagnes de terrain, 36 espèces ont été capturées sur l'ensemble des 5 stations. Parmi celles-ci, 9 sont des espèces dites généralistes, 3 sont spécialistes des milieux agricoles, 1 est spécialiste des milieux bâtis et enfin 11 sont spécialistes des milieux forestiers. Les espèces restantes ne sont quant à elles pas intégrées à des indicateurs de spécialisation à un habitat.

En regroupant les espèces par type de spécialisation, les tendances locales suivent globalement les tendances nationales. Les espèces spécialistes des milieux forestiers sont en baisse localement (-13,9 %) sur la période 2008-2010, tout comme à l'échelle du pays (*Tableau 8-14*). Les espèces généralistes sont quant à elles relativement stables en terme d'effectifs d'adultes capturés (- 3 % : NS) sur cette même période au plan local, mais sont en légère augmentation sur la période 2009-2010, tout comme au niveau national sur la période de référence (1989-2009). Le faible nombre d'individus capturés parmi les espèces spécialistes des milieux agricoles et les espèces spécialistes des milieux bâtis n'ont pas permis de tirer de conclusion quant à l'évolution des effectifs de ces espèces.

Une espèce parmi les 10 les plus capturées ne suit toutefois pas la tendance nationale. Il s'agit de la Fauvette à tête noire, qui est stable localement alors qu'elle augmente au niveau national. Une des hypothèses pour expliquer la stabilité de cette espèce, serait qu'au sein de la station de capture, elle ait atteint sa densité maximale pour le secteur donné.

Tableau 8-18 Evolution des effectifs des espèces indicatrices par catégorie de spécialisation (2009-2010)

Type de spécialisation	***CAMPAGNE 2008***	***CAMPAGNE 2009***	***CAMPAGNE 2010***	***TENDANCE LOCALE 2009-2010***	***TENDANCE LOCALE 2008-2010***	***TENDANCE NATIONALE 1989-2009[7] (issu du STOC-EPS)***
	Nombre d'adultes capturés	***Nombre d'adultes capturés***	***Nombre d'adultes capturés***			
Espèces généralistes	201	189	197	Augmentation (+8,08 %)	Stable (-1,99%)	Augmentation
Espèces spécialistes des milieux forestiers	172	104	148	Augmentation (+42,31%)	Diminution (-13,95%)	Diminution

Taux de reproduction

Le taux de reproduction n'est pas aisé à calculer, d'autant plus qu'il est fluctuant d'une espèce à une autre et d'un site à un autre. Cependant, à partir du ratio JEUNES/ADULTES, on peut estimer la production de jeunes (toutes espèces confondues) sur un site donné. Le taux de jeunes capturés est variable d'une station à une autre et parfois d'une année sur l'autre. Toutefois, ce taux reste stable d'une année sur l'autre, toutes stations confondues (environ 20 %) (*Tableau 8-19*).

Tableau 8-19 Evolution du pourcentage de jeunes capturés sur un site donné, de 2008 à 2010

Station de capture	2008	2009	2010	Moyenne
Station n°1	15,09%	9,76%	7,87%	**11,19%**
Station n°2	24,14%	19,28%	18,09%	**19,27%**
Station n°3	11,20%	22,52%	23,23%	**18,51%**
Station n°4	35,71%	33,33%	24,83%	**30,27%**
Station n°5	17,95%	14,58%	23,36%	**19,14%**
Station n°6			27,27%	**27,27%**
Total général : (Station n°6 exclut)	**20,08%**	**20,13%**	**20,38%**	**20,20%**

Taux de contrôles et taux de recrutement

Campagnes 2008/2009 :

En 2009, 25 individus, bagués sur la zone OPE en 2008, ont été recapturés, soit près de 6 % (5,62). Les adultes bagués en 2008 ont été plus fréquemment recapturés en 2009 que les jeunes bagués cette même année (6,05 % contre 4,08 %). Ce faible nombre de contrôle se traduit par un fort taux de recrutement. La majorité des oiseaux présents en 2008 n'ont donc pas été retrouvés en 2009. Parmi ces autocontrôles interannuels, un sort de l'ordinaire. En effet, il s'agit d'un Merle noir, né et bagué dans le bois de Tréveray (Station de capture n°1) en 2008, qui a été contrôlé nicheur, en 2009, dans le massif forestier « la Vallotte d'Hôtel » sur la commune d'Houdelaincourt (Station de capture n°2). Ce cas d'échange de sites, bien que n'étant pas unique en France, était statistiquement très peu probable.

Campagnes 2009/2010 :

En 2010, 14 individus bagués en 2008 ont été recapturés, soit un peu plus de 3 % et 20 individus bagués en 2009, soit plus de 5 %. Les adultes bagués en 2009 ont été plus fréquemment recapturés en 2010 que les jeunes bagués cette même année (6 % contre 3 %). Là encore, ce faible nombre de contrôle se traduit par un fort taux de recrutement.

Le taux de contrôle interannuel (2008-2009 et 2009-2010) des adultes capturés reste globalement stable (6,05 % contre 5,90 %), ce qui traduit une redistribution des oiseaux chaque année. En effet, les stations de captures se situent, pour la plupart, dans des massifs forestiers où le milieu est relativement homogène et favorable aux espèces présentes.

8.5.1.4 Suivis spécifiques

Suivi de la Cigogne noire en 2010

- ***Généralités***

L'objectif de ce premier suivi spécifique de la Cigogne noire (Ciconia nigra) consistait à localiser le ou les cantonnements de cette espèce dans le massif forestier situé à l'est de la commune de Montiers-sur-Saulx, puis de déterminer précisément l'emplacement du ou des nids. Cette espèce a été observée à plusieurs reprises ces dernières années dans la vallée de l'Orge et à proximité, notamment lors de différents suivis réalisés pour l'Andra (NEOMYS, 2003-2009). Elle est inscrite dans plusieurs listes de protection (*Figure 8-15*).

- ***Résultats***

Au cours du printemps 2010, un nid actif a été trouvé et un suivi de la reproduction a été mis en place conformément au protocole fourni qui a permis de mener une opération de bagage de 4 jeunes cigognes noires (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). Suite à l'envol des jeunes qui a eu lieu autour du

18/07/2010, un des cigogneaux a été observé fin août 2010 par un ornithologue champenois (Rémi HANOTEL) à quelques dizaines de kilomètres du site de reproduction, sur la commune d'Eclaron-Braucourt-Sainte-Livière (52) au niveau du Réservoir de Champaubert.

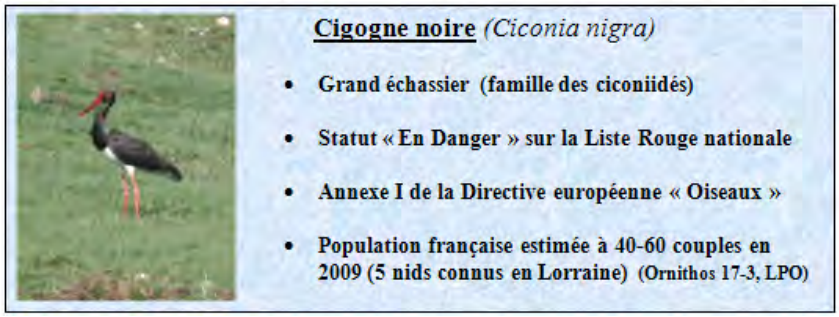


Figure 8-15 Statuts de protection de la cigogne noire

Suivi des Milans royaux et Milans noirs en 2010

- ***Généralités***

Le second suivi spécifique mis en place concerne deux rapaces diurnes : le Milan royal (Milvus milvus) et le Milan noir (Milvus migrans). Ces deux rapaces sont typiques de l'avifaune lorraine et champardennaise. Ils font partie du patrimoine naturel de ces deux régions. Sur le plan mondial, le Milan royal est un rapace rare car il n'est présent que dans l'ouest du Paléarctique et avec des densités rarement importantes.

- ***Résultats***

Les recherches ont permis de mettre en évidence le cantonnement de 4 couples de Milans royaux et de 13 couples de Milans noirs (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**) avec une issue de la nidification très variée (9 réussites, 1 échec, 7 inconnues). Le marquage alaire des jeunes Milans royaux au nid initialement prévu n'a pas été possible, faute d'accord des responsables nationaux.

Figure 8-16 Statuts de protection du Milan royal et du Milan noir

8.5.1.5 Conclusion du suivi ornithologique

Suivis Temporels des Oiseaux Communs

STOC-EPS

En 2010, 4 571 individus ont été contactés, contre 4 213 en 2009 et seulement 4 036 en 2008. Le nombre d'individus contactés en 2010 est sensiblement plus élevé qu'en 2008 et 2009. Depuis 2008, 97 espèces d'oiseaux ont été contactées (91 en 2008). Des différences apparaissent au sein des espèces, certaines étant en augmentation et d'autres en diminution en fonction des années. En regroupant les espèces par spécialisation, on constate que les tendances nationales sont globalement suivies pour les espèces spécialistes des milieux forestiers (en diminution sur la période 2008-2010) et pour les espèces généralistes (en augmentation sur la période 2008-2010) au niveau local. Les espèces spécialistes des milieux agricoles et des milieux bâtis ne suivent toutefois pas localement la tendance nationale. Ces premiers résultats ne mettent pas en évidence de dysfonctionnement local.

STOC-Capture

Bien qu'en diminution en 2009, le nombre de capture a ré-augmenté en 2010, atteignant le niveau de 2008. La diversité capturée est relativement bonne. Certaines espèces capturées sont en diminution, d'autres en augmentation, mais ces fluctuations sont globalement comparables à celles obtenues au niveau national dans le cadre du STOC-EPS. Le taux de reproduction est globalement stable d'une année sur l'autre, toutes espèces confondues et toutes stations confondues, ne révélant pas un dysfonctionnement majeur au cours d'une année. Le taux de contrôles interannuel est relativement faible au sein des stations, traduisant un fort taux de recrutement d'une saison à l'autre, ce qui est très probablement lié à la relative homogénéité du milieu entrainant des rotations de territoires.

Ce suivi devra, pour répondre à son objectif, s'inscrire dans la durée. Le protocole retenu s'appuie sur une répétition à long terme d'un même travail et se base sur la comparaison deux à deux des années consécutives à suivi équivalent. La poursuite du suivi les années à venir devra permettre de confirmer ou non ces tendances, qui seront une nouvelle fois comparées à celles obtenues au niveau national.

Suivis spécifiques

Cigogne noire

Le cantonnement d'un couple a pu être mis en évidence dans la zone de référence. Le baguage des jeunes au nid et le suivi de ceux-ci jusqu'à leur envol ont été assurés dans de bonnes conditions.

Milans royaux et Milans noirs

La localisation de 13 cantonnements pour le Milan noir et de 4 pour le Milan royal des nids a pu être assurée pour une bonne proportion des couples. Le succès reproducteur a été recherché dans la mesure du possible, mais n'a pas pu être systématiquement déterminé de manière certaine, du fait d'un déficit d'informations collectées en début de saison. En ce qui concerne le marquage des jeunes milans royaux, envisagé au lancement de l'étude, celui-ci n'a pu être mis en place, car considéré non pertinent par le coordinateur national en charge du programme de marquage de cette espèce.

8.5.2 Inventaire et Suivi des grands mammifères sur la zone OPE

En 2008, un inventaire des grands mammifères a été mené sur l'ensemble de la zone OPE à partir de données ONCFS[54], FNC[55] et FDCE[56] 52 et 55. Ce travail a été réalisé avec la collaboration de l'ONCFS, des Fédération départementales de la chasse (52 et 55) et l'ONF. Au cours de la campagne de chasse 2009/2010, une étude des populations des grands mammifères a été menée sur plusieurs massifs avec la collaboration de plusieurs sociétés de chasse.

[54] Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage
[55] Fédération National de la Chasse
[56] Fédérations Départementales de la Chasse

8.5.2.1 Lots de chasse et prélèvements

La *Figure 8-17* montre la répartition des lots de chasse entre ACCA[57] et détenteurs privés du droit de chasse. La surface totale des ACCA couvre presque 60 % du secteur de référence soit près de 150 km².

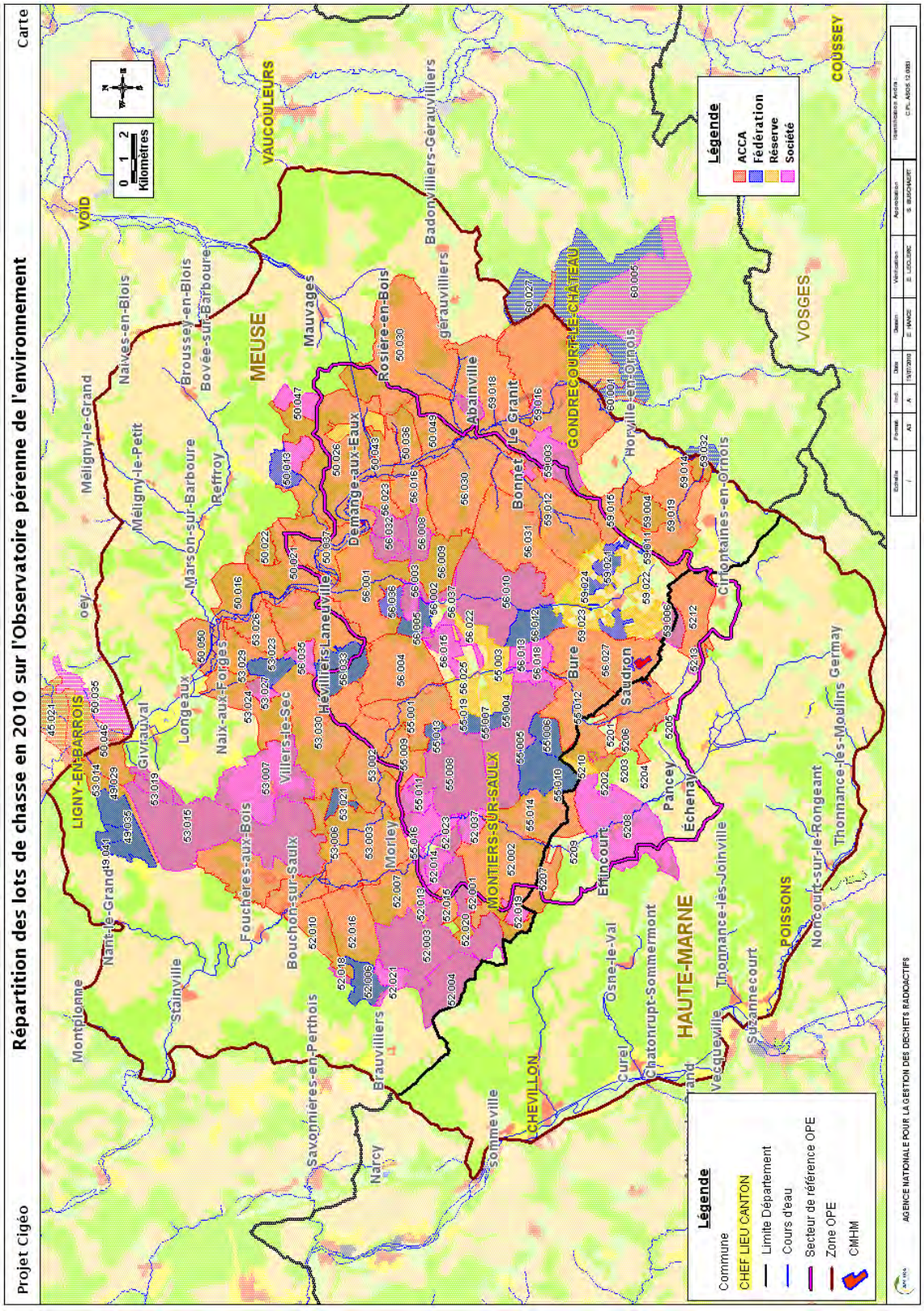


Figure 8-17 *Carte de répartition des lots de chasse sur la zone d'étude OPE et détenteurs du droit de chasse (2010)*

[57] ACCA : Associations Communales (ou Intercommunales) de Chasse Agréées

La quasi-totalité de la superficie du secteur de référence est composée d'espaces chassables. En effet, la chasse est pratiquée, dans le cadre de plans de chasse déclarés sur 83 % du secteur de référence, soit près de 215 km². Par conséquent, 3 250 ha ne sont pas considérés comme des espaces chassés. En moyenne, le nombre de partenaires chassant au sein d'une ACCA du secteur de référence est deux fois plus important que celui des autres structures détentrices du droit de chasse : respectivement 22 personnes, contre 11. Les limites des lots de chasse sont généralement fonction de l'occupation du sol. Elles coïncident généralement avec les limites des massifs forestiers, car les lots sont souvent définis comme des unités spatiales relativement homogènes.

Prélèvements de chevreuils

Contrairement aux augmentations des prélèvements de chevreuils observées au niveau national (+ 36 %), en Meuse et en Haute-Marne (+ 17 %) de 1997 à 2007, ces derniers stagnent dans le secteur de référence (+ 7 %) (*Figure 8-18*). Au total, 10 100 chevreuils ont été prélevés dans le secteur de référence au cours des onze dernières saisons de chasse, soit une moyenne annuelle de 918 bêtes.

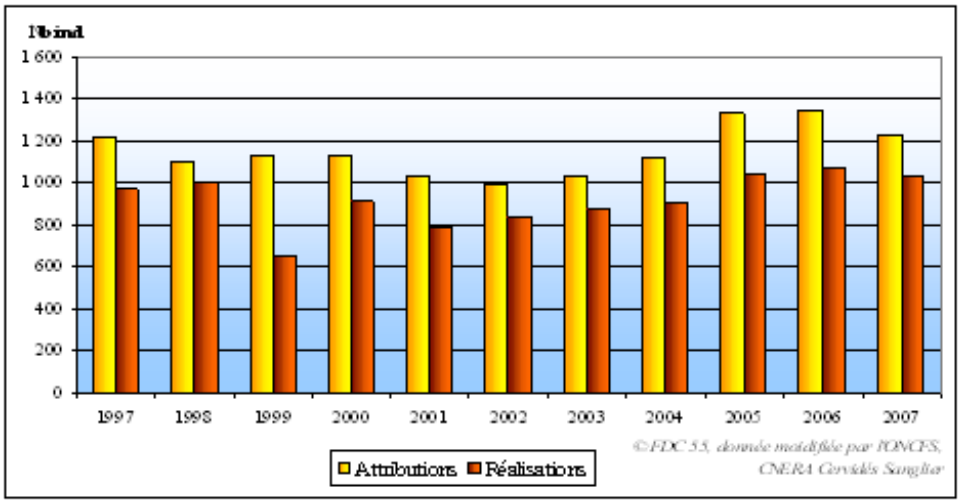


Figure 8-18 *Attributions et réalisations de chevreuil dans le secteur de référence OPE*

La carte ci-dessous (*Figure 8-19*) montre que les prélèvements les plus importants sont réalisés dans les lots de chasse les plus vastes. Mais au-delà de cette évidence, elle indique aussi que ces forts prélèvements coïncident avec les lots forestiers, qui constituent l'essentiel de l'habitat du chevreuil.

Le taux de prélèvement moyen du chevreuil pour les lots du secteur de référence, sur la période considérée, est de 2,49 individus par an et par km². Ce chiffre est à comparer avec les valeurs nationale (0,83 bête par km² et par an sur la même période) et départementales : 1,78 chevreuil/km²/an en Haute-Marne et 1,73 chevreuil/km²/an dans la Meuse, toujours sur la même période. Le secteur de référence apparaît donc comme une zone de fort prélèvement pour ce qui est du chevreuil.

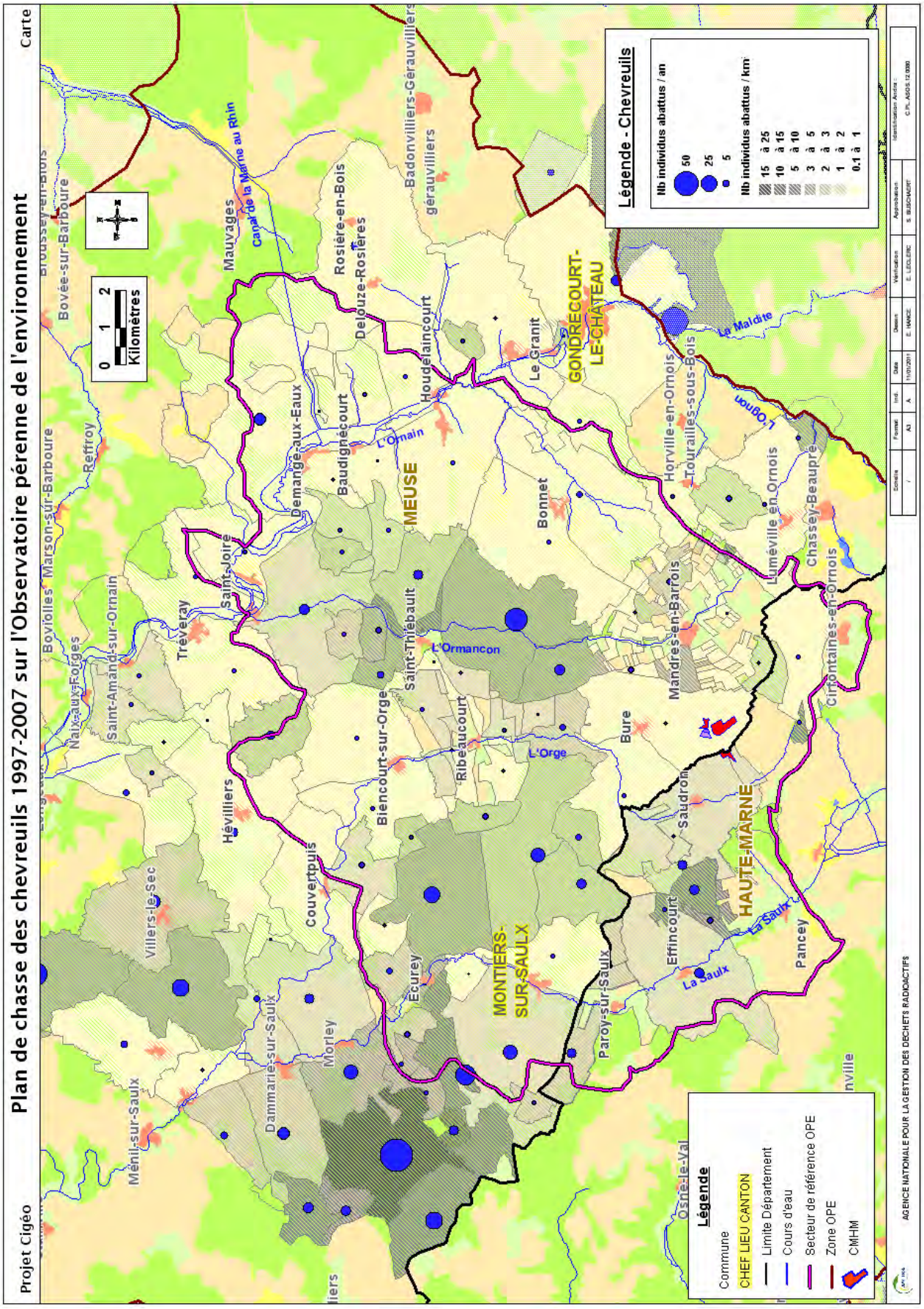


Figure 8-19 *Carte des taux de prélèvement annuels de chevreuils par lot de chasse de 1997 à 2007*

Prélèvements de sangliers

Les prélèvements de sangliers ont fortement progressé de 1997 à 2007 au niveau national (+ 60 %) et dans les deux départements concertés (+ 130 % en Meuse et + 77 % en Haute-Marne (Figure 8-20). Cette évolution est également observée sur le secteur de référence avec une augmentation des prélèvements de plus de 130 %, et on constate, comme au plan national, un pic entre 2001 et 2004. Avec plus de 9 100 individus prélevés en dix ans (soit une moyenne annuelle de plus de 900 individus), le secteur de référence est l'une des plus importantes zones à sanglier du département de la Meuse.

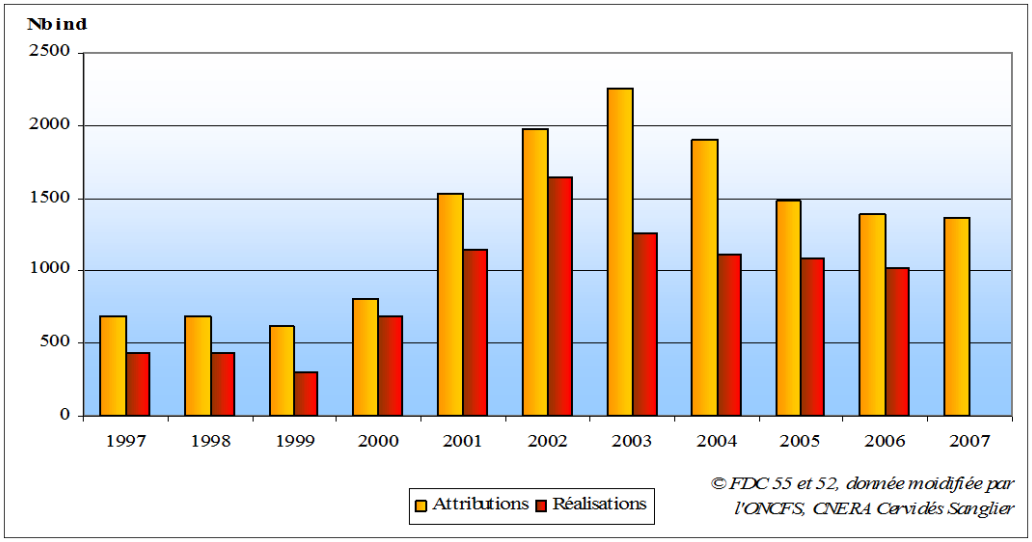


Figure 8-20 Attributions et réalisations de sanglier dans le secteur de référence OPE

La carte suivante (*Figure 8-21*) montre encore une fois que les lots forestiers sont bien ceux qui fournissent le plus fort taux de prélèvement.

En effet, le taux de prélèvement moyen du sanglier pour les différents lots du secteur de référence, sur la période considérée est de 1,91 individus au km². Cela confirme le fait que le secteur de référence soit une zone de prélèvement important du sanglier, puisque la Meuse est l'un des départements ayant les tableaux de chasse les plus importants de France, présente une moyenne annuelle de 1,85 sanglier/km²/an sur la période. En Haute-Marne, cette moyenne est de 1,27 ; alors qu'au niveau national elle est de 0,76 sanglier/km²/an.

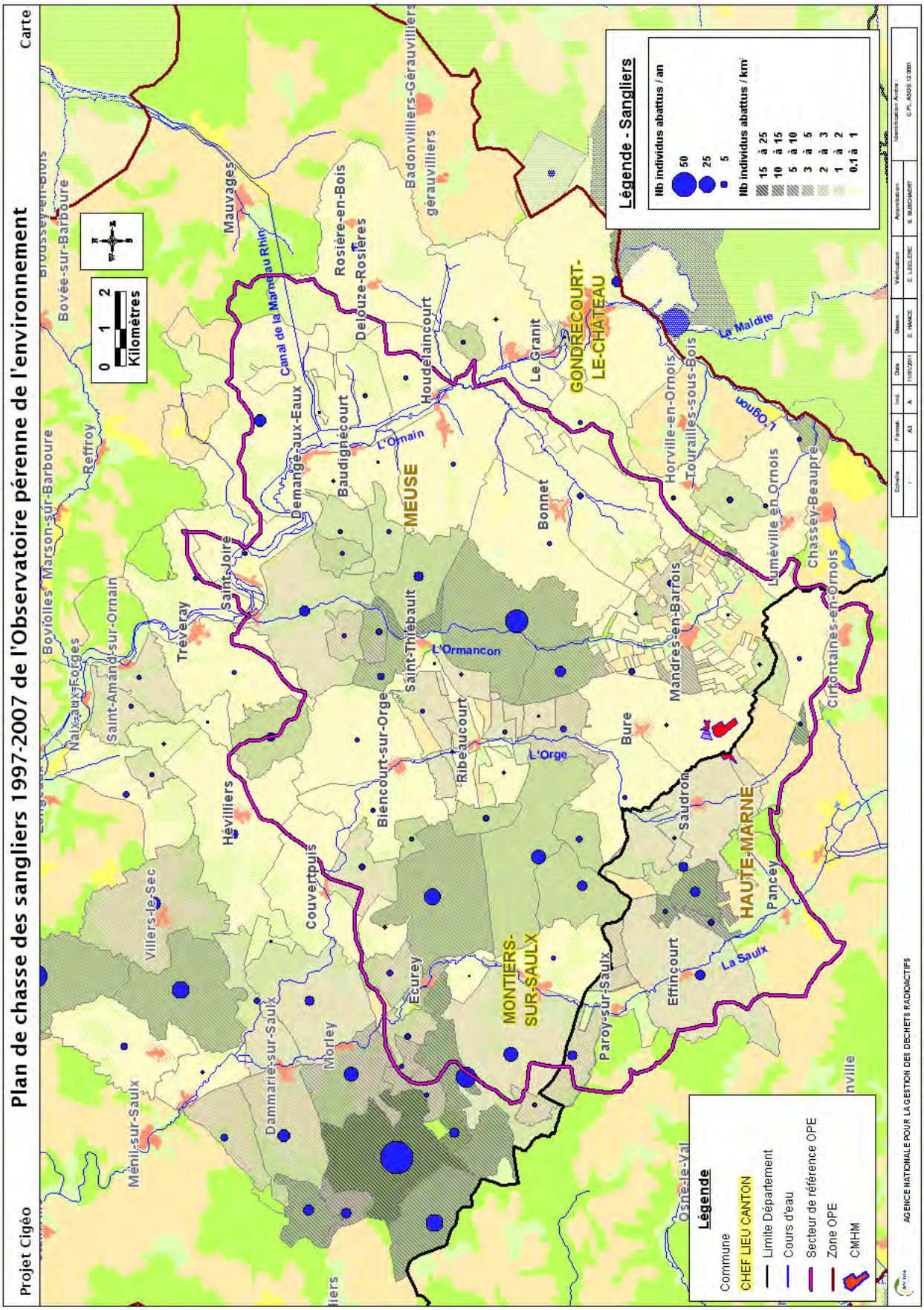


Figure 8-21 *Carte des taux de prélèvement annuels de sangliers par lot de chasse de 1997 à 2007*

Situation du cerf dans la région

Bien que les prélèvements de cerfs soient en nette progression au niveau national et départemental et qu'il occupe de nombreux massifs forestiers aux alentours de la zone OPE, il ne fait pas encore l'objet de prélèvement sur cette zone. Toutefois, une enquête « Présence de cerfs » menée en 2010 auprès des adjudicataires de la plupart des lots de chasse inclus dans la zone d'étude OPE a confirmé plusieurs observations de cerfs mâles et femelles. La présence de cerfs solitaires peut se traduire par des déplacements dans un but de prospection de territoires propices. La présence de femelles correspondrait à une tentative de colonisation et donc d'établissement (*Figure 8-22*).

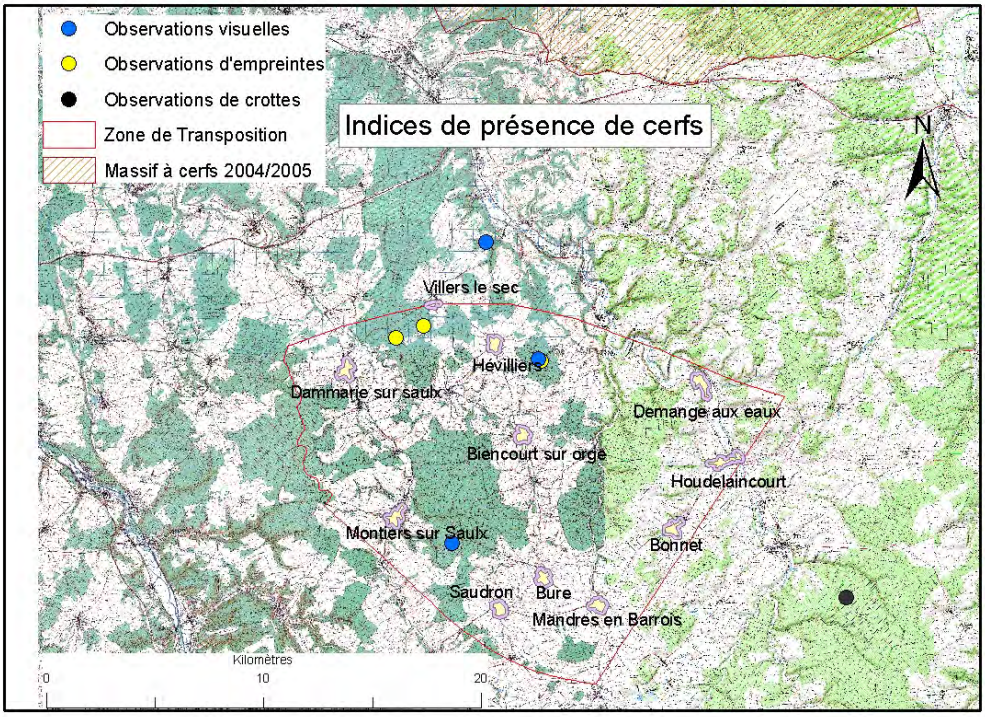


Figure 8-22 *Représentation cartographique des indices de présence de cerfs sur le secteur de référence OPE*

Depuis 1984, le cerf colonise peu à peu les massifs entourant le secteur de référence OPE, et se rapproche de plus en plus de celui-ci (*Figure 8-23*).

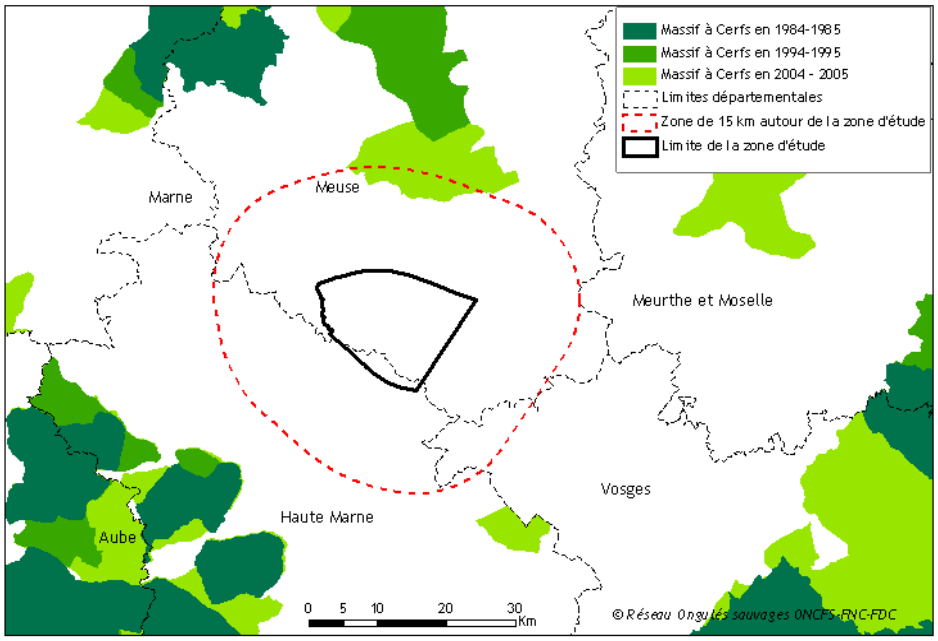


Figure 8-23 *Localisation du cerf aux alentours de la zone de transposition et du secteur de référence OPE*

Une colonisation du secteur de référence OPE est donc envisageable à moyen terme, d'autant que les populations alentours voient leurs effectifs augmenter considérablement.

Collisions et dégâts de gibier

Collisions

Le nombre de collisions entre automobiles et animaux constatées dans chaque commune du secteur de référence sont en augmentation. Mis à part Gondrecourt-le-Château et Ligny-en-Barrois qui sont en limite de ce secteur, les communes concernées par ces collisions ont sur leur territoire des massifs boisés traversés par des routes (Montiers-sur-Saulx, Saint-Joire, Houdelaincourt, etc.). Rapporté au linéaire de voies, le secteur de référence présente une moyenne de 0,17 collision par kilomètre en 2008, une valeur trois fois plus importante qu'au niveau national (0,05 collision par km).

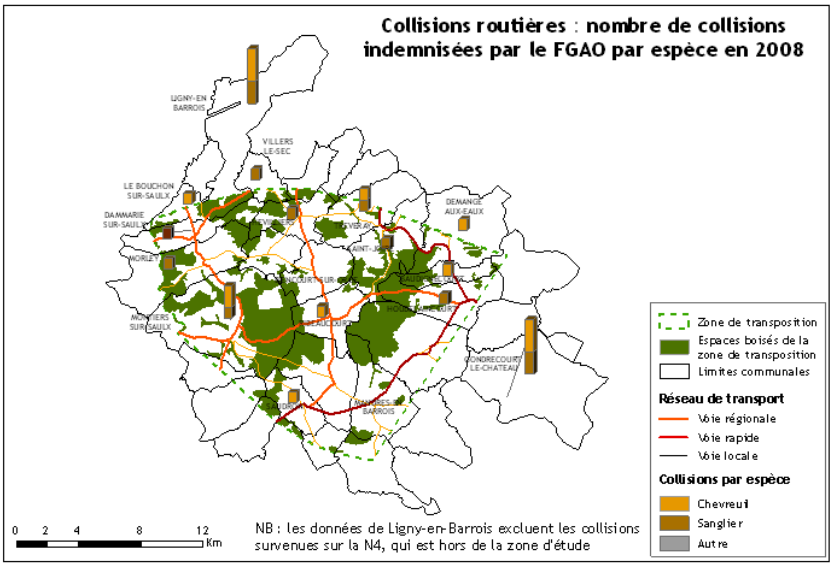


Figure 8-24 *Collisions routières : nombre de collisions indemnisées par le FGAO58 par espèce en 2008*

Les dégâts agricoles

Les dégâts indemnisés par les fédérations départementales de chasseurs sont en forte progression depuis une vingtaine d'années. Les indemnisations sont passées de 55 000 € en 1997 à presque 310 000 € en 2008, soit une multiplication par près de 4 des sommes versées (Figure 8-25).

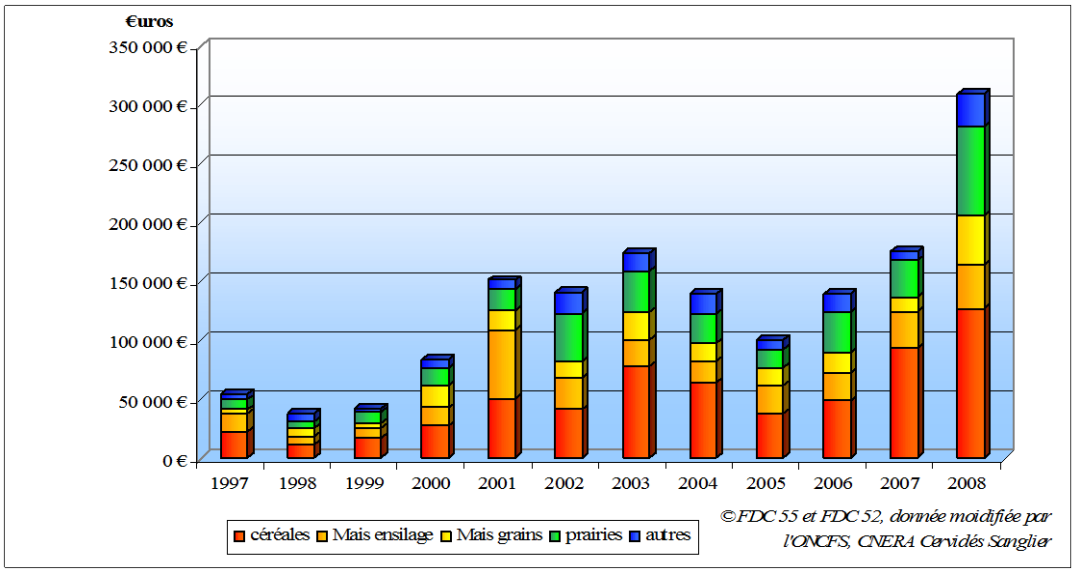


Figure 8-25 *Indemnisation des dommages agricoles par catégorie de culture*

[58] FGAO Fond de Garantie des Assurances Obligatoires de dommages

Cette augmentation des dégâts aux cultures et donc des indemnisations peut s'expliquer principalement par l'augmentation des populations de grands gibiers. Les indemnisations des dégâts agricoles peuvent aussi être reliées à l'occupation du sol et plus particulièrement à la présence d'espaces boisés. En effet, les communes pour lesquelles les indemnisations sont les plus importantes sont celles où l'on retrouve d'importantes forêts (*Figure 8-26*)

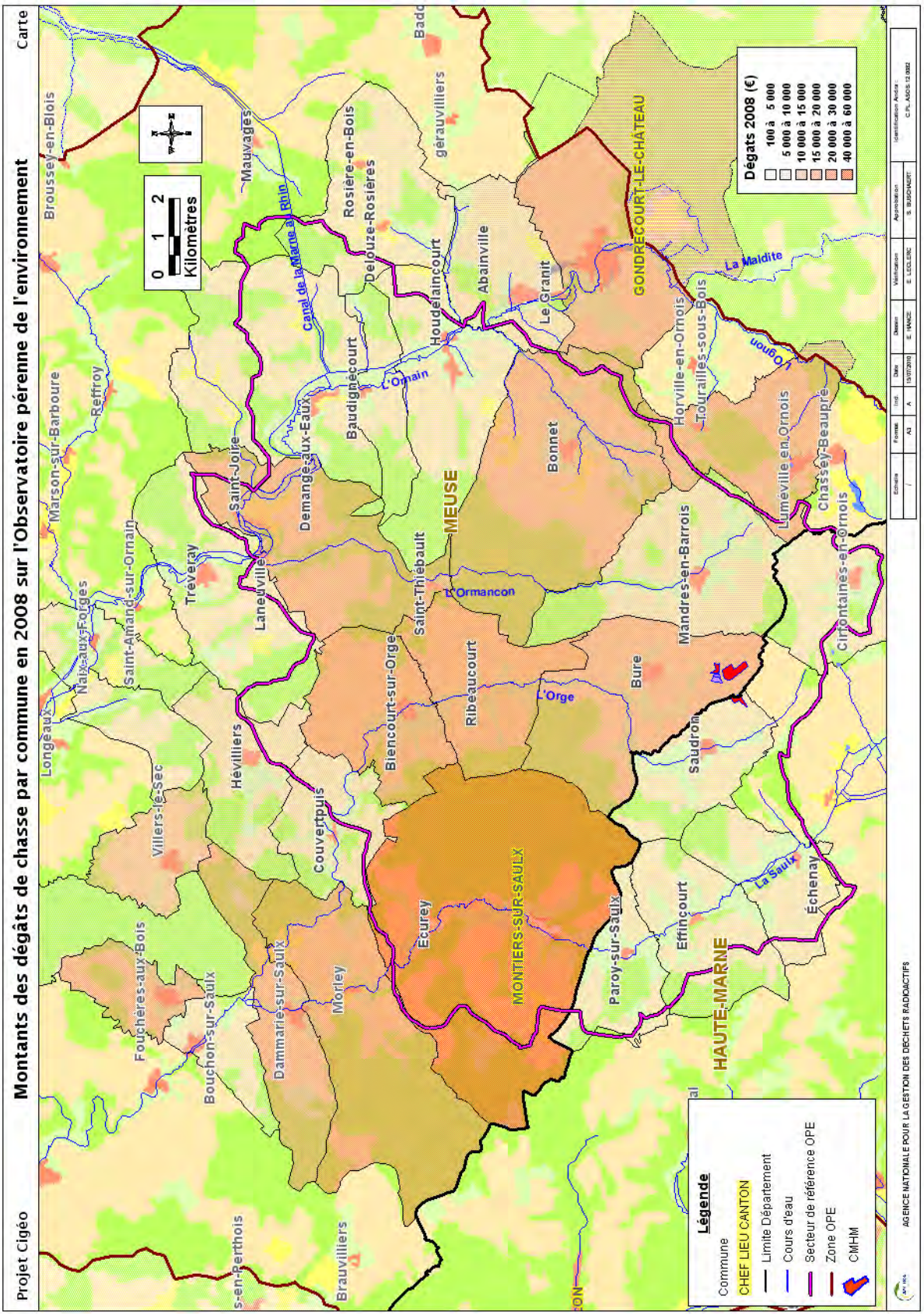


Figure 8-26 *Carte de répartition des Indemnisations des dégâts agricoles par communes (2008)*

8.5.2.2 Etude morphologique des chevreuils et des sangliers sur la zone OPE

Dans le cadre de ce programme, l'ONCFS a mené une étude des populations de chevreuils et de sangliers sur différents lots de chasse localisés pour certains en plaine mais pour la plupart dans des massifs forestiers du secteur de référence. Les lots de chasses étudiés ont été regroupés en trois sous-zones pour l'analyse des résultats (Forêts de Montiers-sur-Saulx, Forêt de Saint-Joire et Forêt au sud de Ligny-en-Barrois (*Figure 8-27*).

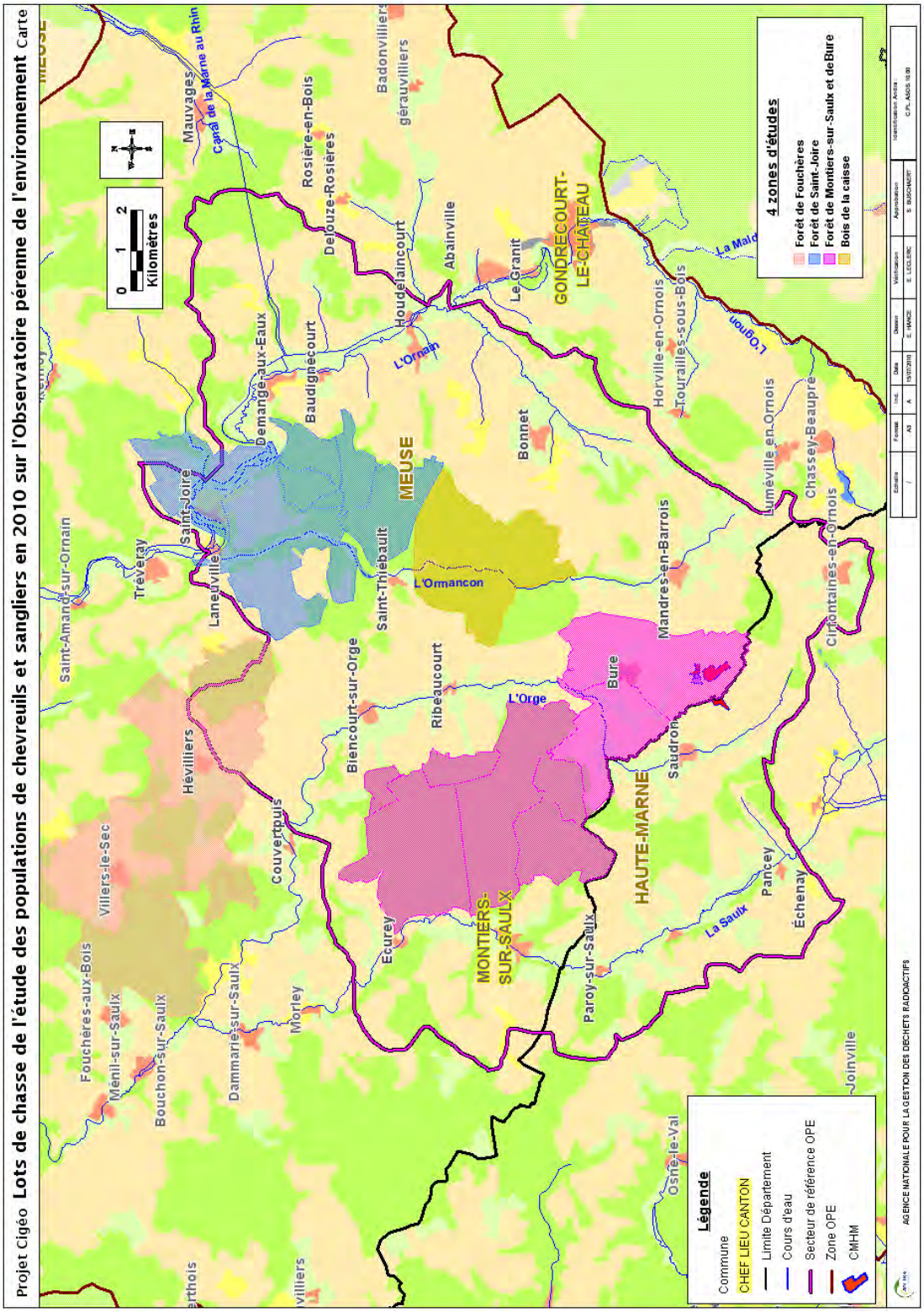


Figure 8-27 *Carte de localisation des quatre sous-zones d'étude des populations de chevreuils et de sangliers (2010)*

Cette étude a été menée au cours de la saison de chasse 2009/2010. Pour cette étude de la morphologie des animaux du secteur de référence, différentes mesures ont été pratiquées sur les animaux abattus au cours des journées de chasse : le poids des animaux, la classe d'âge, le sexe, la longueur de la patte arrière des chevreuils et une analyse du taux de fécondité par le prélèvement quand cela était possible de l'utérus, des trompes de Fallope et des ovaires, l'ensemble étant désigné comme le tractus génital. La méthodologie s'est basée sur l'analyse des tableaux de chasse. L'interprétation de ces données s'est appuyée sur des secteurs déjà étudiés par l'ONCFS (Trois-Fontaines pour le chevreuil et Arc-en-Barrois pour le sanglier).

Morphologie des chevreuils

- ***Généralités***

227 enregistrements ont été obtenus, dont 188 mesures de poids fiables qui sont pris en compte pour les analyses. Sur ces 227 chevreuils, on décompte 111 femelles et 116 mâles soit respectivement 49 % et 51 % ; ainsi que 61 chevrillards pour 166 adultes soit respectivement 27 % et 73 % (*Figure 8-28*).

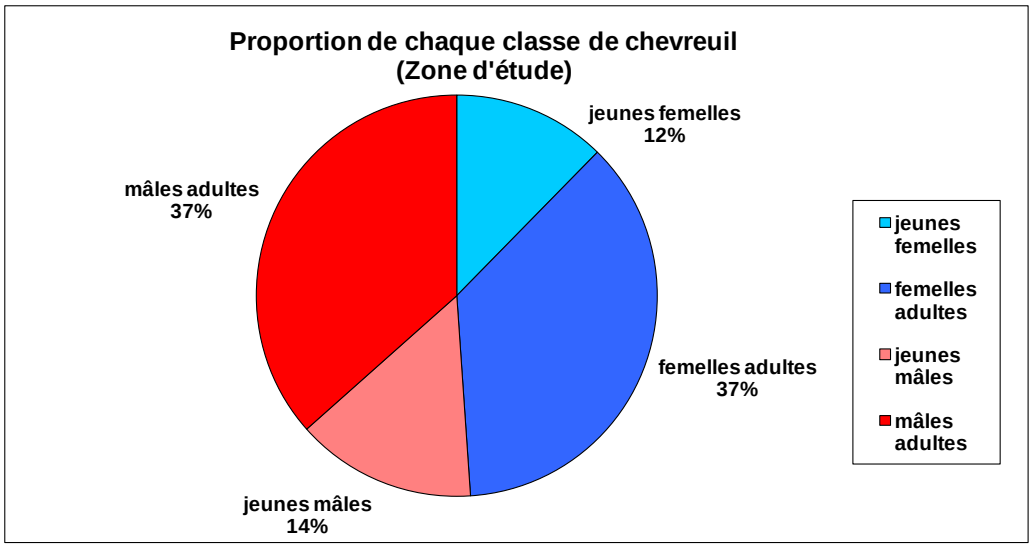


Figure 8-28 *Proportions par classes d'âge et sexe des chevreuils*

180 mesures de longueur de patte arrière ont été réalisées de façon rigoureuse ainsi que 49 prélèvements de tractus génitaux (*Tableau 8-20*).

Tableau 8-20 *Bilan des mesures réalisées sur chevreuil dans la zone d'étude*

227 enregistrements obtenus	
188 mesures de poids pris en compte	
180 longueurs de patte arrière	
49 prélèvements tractus génitaux	
106 mâles (51,1%)	82 femelles (48,9%)
46 chevrillards (26,9%)	142 adultes (73,1%)
Près de 83 % des animaux réalisés ont pu être mesurés	

- ***Synthèse pour les données chevreuils***

Les données mesurées sur les chevreuils sont synthétisées dans le Tableau 8-21 :

- Le poids moyen corrigé (en fonction de la date de pesée) des chevrillards abattus est de 14,8 kg sans différence significative entre les mâles et les femelles. La masse corporelle des jeunes est inférieure à celle du territoire de Trois-Fontaines. Il est possible qu'il puisse y avoir un dysfonctionnement récent de la population de chevreuils sur la zone d'étude OPE. Cela pourrait être confirmé dans l'avenir en renouvelant ce suivi. Le poids moyen des chevreuils adultes est significativement différent

entre les mâles (23 kg) et les femelles (20,6 kg). Le poids des chevreuils adultes sur la zone OPE pour la saison 2009/2010 est comparable à celui des chevreuils du territoire de Trois-Fontaines pour la même période. Au sein de la zone OPE, la comparaison des poids des chevreuils est significative différente entre les trois secteurs étudiés. La masse corporelle des chevrillards est une conséquence des conditions de l'année écoulée et qu'il n'y a pas de relation évidente entre la masse corporelle des chevreuils et la densité mesurée. L'état des adultes est le résultat d'un vécu de plusieurs années. La comparaison avec le poids moyen d'une année n'aurait pas de sens logique.

- En plus du poids, la longueur de la patte arrière du chevreuil est un indicateur fiable permettant de caractériser la relation population-environnement qui peut être parfois plus pertinente que le poids des animaux (A. Zannèse et al. 2006) (D.Delorme 2007). Sur la zone d'étude, la longueur moyenne de la patte arrière de tous les chevreuils est de 336 mm. Il n'y a pas de différence significative de longueur de patte arrière entre les chevrillards mâles et les chevrillards femelles. Ce phénomène est retrouvé chez les chevrillards de Trois-Fontaines. Toutefois, la longueur moyenne de la patte arrière des chevrillards à Trois-Fontaines de 335,8 mm est significativement supérieure à celle de la zone OPE qui est seulement de 320,6 mm. A l'échelle de la zone d'étude OPE, la longueur moyenne de la patte arrière des chevreuils par lot de chasse varie de moins de 300 mm à plus de 330 mm. La longueur de patte des mâles adultes (346,7 mm) est significativement supérieure à celle des femelles (340,7 mm) sur la zone d'étude. Des différences de longueur de patte de chevreuils adultes ont été observées entre les trois secteurs d'étude de la zone OPE.

Tableau 8-21 Ensemble des résultats de comparaison pour le chevreuil entre la zone de prélèvement et le territoire de Trois-Fontaines

Chevreuils	Valeurs sur la zone OPE	Valeurs à Trois-Fontaines 2009/2010	/ Trois-Fontaines 2009/2010
poids chevrillards	14,8 kg	16,5 kg	-
poids adultes	22,0 kg	22,7 kg	=
poids femelles adultes	20,6 kg	21,6 kg	-
poids mâles adultes	23,0 kg	23,6 kg	=
longueurs de pattes arrière chevrillards	320,6 mm	335,8 mm	-
longueurs de pattes arrière adultes	344,1 mm	351,8 mm	-
longueurs de pattes arrière adultes femelles	340,7 mm	348 mm	-
longueurs de pattes arrière adultes mâles	346,7 mm	357,1 mm	-

Morphologie des sangliers

- ***Généralités***

462 enregistrements ont pu être collectés et 351 mesures de poids ont été prises en compte pour les analyses. Parmi ces 462 sangliers dont 244 femelles et 194 mâles soit respectivement 55 % et 44 %, plusieurs classes d'âges ont été distinguées (*Tableau 8-22* et *Figure 8-29*).

Tableau 8-22 Bilan des mesures réalisées sur sangliers

462 enregistrements obtenus et			
351 mesures de poids pris en compte			
136 prélèvements tractus génitaux			
244 ♀ (55,71 %) et 194 ♂ (44,29 %)			
225 « - de 1 an »	77 « entre 1 et 2ans »	82 « + de 2 ans »	54 indéterminés
119♀ et 106♂	42♀ et 35♂	46♀ et 36♂	37♀ et 17♂
Plus de 86 % des animaux réalisés ont pu être mesurés			

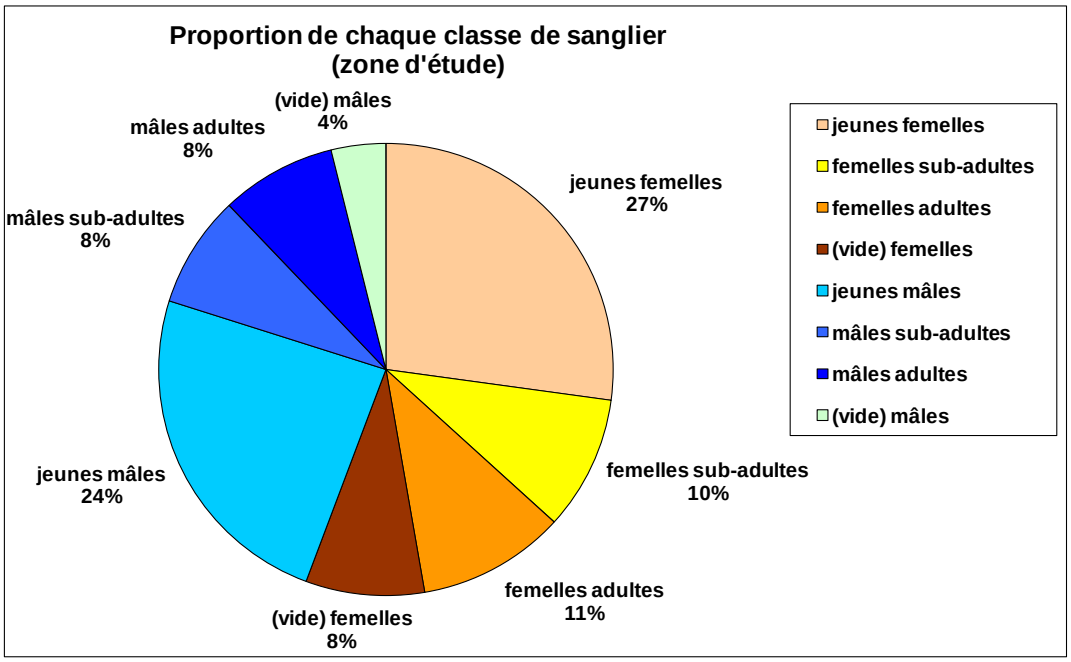


Figure 8-29 *Proportion des différentes classes d'âge et de sexe des sangliers sur la zone d'étude*

- ***Synthèse pour les données sangliers***

Les données mesurées sur les sangliers sont synthétisées dans le *Tableau 8-23* :

Tout comme pour les chevreuils, le poids des jeunes animaux a été corrigé en fonction de la date de tir durant la saison de chasse. Sur la zone d'étude OPE, le poids moyen des sangliers de moins d'un an est de 25,4 kg sans différence significative entre mâles et femelles. Ce poids est indépendant de la densité des jeunes sangliers, il varie de moins de 15 kg à plus de 30 kg entre les trois secteurs de chasse. Les sangliers de moins d'un an de la zone de prélèvement (25,3 kg) sont significativement plus lourds que ceux d'Arc-en-Barrois (24,3 kg). D'après les agents ONF, la fructification a été plutôt bonne sur la zone d'étude OPE alors qu'elle a été mauvaise sur le territoire d'Arc-en-Barrois. Ceci pourrait être la cause du poids plus élevé des sangliers de moins d'1 an sur la zone de prélèvement. Pour les sangliers d'âge compris entre 1 et 2 ans, le poids moyen de ces animaux sur la zone d'étude est de 56,0 kg et varie de 30,8 kg à 75,4 kg et sans différence significative entre sexe. Comme pour la classe précédente d'animaux, des écarts de poids ont été mesurés ente lots de chasse (moins de 50 kg pour les plus faibles à plus de 70 kg pour le plus élevé). Pour cette classe d'âge, une similitude est notable par rapport au poids moyen mesuré à Arc-en-Barrois (55,9 kg) ainsi que pour le sexe ratio. Pour les animaux de plus de 2 ans et contrairement aux autres classes d'âge, une différence entre le poids moyen des femelles (64,7 kg) et celui des mâles (77,5 kg) a été mise en évidence. En comparaison avec le territoire d'Arc-en-Barrois, il y a une différence avec les mâles de plus de 2 ans qui présentent un poids moyen de 87,1 kg. Pour les femelles, il y a une similarité entre les deux populations pour cette classe d'âge (à Arc-en-Barrois, le poids moyen est de 67,5 kg).

Sur les 136 prélèvements de tractus, 14 appartenaient à des femelles de moins d'un an qui étaient cycliques ou gestantes donc fertiles. En caractérisant cette distribution, il est possible de déterminer le critère pondéral d'éventuel passage à la puberté sur la zone étudiée (Tableau 8-24). Il semblerait qu'un poids seuil de 30 kg soit nécessaire pour accéder à la reproduction. Le nombre moyen de fœtus par portée peut être comparé à celui d'Arc en Barrois, les résultats indiquent une très forte correspondance entre les 2 bases de données. Le territoire d'Arc-en-Barrois présente une proportion de femelles gestantes plus grande ainsi que des poids de fœtus plus importants. Contrairement au chevreuil, la gestation fœtale est étendue sur toute la période de chasse. Ce phénomène se retrouve chez la population de sangliers d'Arc-en-Barrois où la pression de chasse est forte. Pour la gestation, un phénomène de désynchronisation des naissances pour les femelles «entre un et deux ans» est mis en évidence.

Tableau 8-23 Comparaison des données sangliers de la zone d'étude OPE par rapport à Arc-en-Barrois

Sangliers	Valeurs sur la zone OPE	Valeurs Arc-en-Barrois 2009/2010	Zone OPE / Arc-en-Barrois
Poids - 1 an	25,4 kg	24,3 kg	+
Poids sub-adultes	56,0 kg	55,9 kg	=
Poids adultes femelles	64,7 kg	67,6 kg	=
Poids adultes mâles	77,5 kg	87,2 kg	-
Proportion de chaque classe	225 / 77 / 82	491 / 87 / 61	≠
Nombre moyen de fœtus par portée	6,8	5,5	=
Poids moyen des fœtus	209,4 g	289,5 g	≠

Tableau 8-24 Caractéristiques des données de reproduction des laies pour les trois classes d'âge

Distribution par classe d'âge	- 1 an	entre 1 et 2 ans	+ 2 ans
Nombre de ♀ gestantes	3	22	18
Nombre de ♀ non gestantes	54	10	15
Proportion de gestantes	5,3 %	68,7 %	54,5 %
Nombre de tractus analysés	57	32	33
Nombre d'embryon/fœtus observé	10	126	116
Nombre moyen d'embryon/fœtus par femelle gestante	5	5,6	6,3

8.5.2.3 Synthèse du suivi des mammifères

La présence en nombre du grand gibier n'impacte pas seulement le monde de la chasse, mais aussi celui de l'agriculture, sans compter les éventuels problèmes de sécurité routière. En effet, le grand gibier cause de plus en plus de dégâts aux récoltes. De plus, l'augmentation des populations semble entraîner mécaniquement des collisions plus nombreuses sur les routes du secteur de référence OPE.

Ces éléments permettent de conclure que la grande faune constitue bel et bien un enjeu important pour le territoire de la zone OPE, notamment du point de vue cynégétique, agricole et de la sécurité. Mais plus largement c'est une partie importante de la population de la zone OPE qui est concernée par cet enjeu, de par leur activité de loisirs (chasse), mais aussi par les préjudices qu'ils peuvent subir à l'encontre de leur production, ou simplement par les risques qu'ils courent lors de leurs déplacements motorisés.

L'étude morphologique des chevreuils et des sangliers réalisées en 2009/2010 a permis d'en décrire les populations et de les comparer à des secteurs d'étude déjà bien connus de l'ONCFS (Trois-Fontaines pour le chevreuil et Arc-en-Barrois pour le sanglier).

De par la méthode, il apparaît évident que cette étude ne prendra tout son sens que si elle est réitérée. Les indices de changements écologiques sur lesquels s'appuie cette étude sont des outils élaborés pour permettre d'identifier des effets dynamiques, des variations dans le temps, propres à ces populations. Cette étude pourra évoluer d'une actuelle analyse descriptive à une analyse beaucoup plus complète par la dimension temporelle qui lui sera apportée.

Des modifications de l'habitat auront probablement des répercussions sur les populations d'ongulés présents sur le site. Un suivi continu de ces populations permettra de détecter des phénomènes et aussi d'être alerté dans le cas d'une altération du milieu.

8.5.3 Inventaire et suivi des Chiroptères

Dans le cadre du volet faune de l'Observatoire Pérenne de l'Environnement, une étude de recherche de gîtes, de colonies et de mesure d'activité des chiroptères est menée annuellement depuis 2009 avec la collaboration de plusieurs organismes:

- ONF : Office National de la Forêt,
- CPNCA : Conservatoire du Patrimoine Naturel et Champagne-Ardenne,
- CPEPESC : Commission de Protection des Eaux, du Patrimoine, de l'Environnement, du Sous-sol et des Chauves-souris de Lorraine,
- CPIES : Centre Permanent d'Initiatives à l'Environnement de Soulaines.

8.5.3.1 Les chiroptères

Les chauves-souris forment dans la classe des mammifères l'ordre des Chiroptères divisé en deux sous-ordres :

- Les Mégachiroptères : chauves-souris frugivores ou nectarivores de grande taille, réparties dans les régions tropicales et subtropicales de l'Ancien Monde. Elles sont aussi appelées renards-volants ou roussettes.
- Les Microchiroptères : contrairement aux Mégachiroptères, ils utilisent l'écholocation et n'ont pas de griffe au 2ème doigt des membres antérieurs. Les Microchiroptères sont généralement insectivores mais certaines espèces sont carnivores, piscivores, nectarivores, frugivores ou hématophages. Ils sont répartis sur toutes les terres émergées jusqu'au cercle polaire.
  On recense actuellement 34 espèces de chiroptères en France métropolitaine, dont 24 sont représentées en Champagne-Ardenne et 22 en Lorraine. Elles sont réparties en quatre familles :
- Les Rhinolophidés, caractérisés par leur feuille nasale en forme de fer à cheval : quatre espèces en France dont deux sont représentées dans la zone d'étude.
- Les Vespertilionidés, caractérisés par leur tragus : 28 espèces réparties dans huit genres en France, dont 16 espèces présentes dans la zone d'étude.
- Les Minioptéridés, représentés par une seule espèce caractérisée par son museau court et son front bombé : l'espèce n'est pas représentée dans la zone d'étude.
- Les Molossidés, caractérisés par une queue libre : une espèce en France, non représentée dans la zone d'étude.

Toutes les espèces de chiroptères représentées en France sont protégées au titre de l'article L. 411-1 du Code de l'Environnement et par arrêté ministériel du 23 avril 2007 (JORF du 10/05/2007) fixant la liste des mammifères terrestres protégés sur le territoire national et les modalités de leur protection. Les sites de reproduction et les aires de repos des espèces sont également protégés dans le cadre de cet arrêté.

Tableau 8-25 Statuts de protection et état de conservation des espèces de chiroptères représentées dans la zone d'étude

Nom vernaculaire	Directive HFF (annexe)	Convention de Bonn (annexe)	Convention de Berne (annexe)	Liste rouge française	Liste rouge Europe	Liste rouge mondiale
Grand rhinolophe	II & IV	II	II	Vulnérable	NT	LC
Petit rhinolophe	II & IV	II	II	Vulnérable	NT	LC
Grand murin	II & IV	II	II	Vulnérable	LC	LC
Vespertilion de Daubenton	IV	II	II	A surveiller	LC	LC
Vespertilion à oreilles échancrées	II & IV	II	II	Vulnérable	LC	LC
Vespertilion à moustaches	IV	II	II	A surveiller	LC	LC
Vespertilion de Brandt	IV	II	II	Rare	LC	LC
Vespertilion d'Alcathoe	IV				DD	DD
Vespertilion de Natterer	IV	II	II	A surveiller	LC	LC
Vespertilion de Bechstein	II & IV	II	II	Vulnérable	VU	NT
Noctule commune	IV	II	II	Vulnérable	LC	LC
Noctule de Leisler	IV	II	II	Vulnérable	LC	LC
Sérotine commune	IV	II	II	A surveiller	LC	LC
Pipistrelle commune	IV	II	III	A surveiller	LC	LC
Pipistrelle de Nathusius	IV	II	II	A surveiller	LC	LC
Barbastelle d'Europe	II & IV	II	II	Vulnérable	VU	NT
Oreillard gris	IV	II	II	A surveiller	LC	LC
Oreillard roux	IV	II	II	A surveiller	LC	LC

Légende : LC : préoccupation mineure, VU : espèce vulnérable, LR : risque faible, NT : espèce quasi menacée, DD : données insuffisantes

8.5.3.2 Etat des connaissances des chiroptères sur la zone OPE

En 2008, un inventaire des données bibliographiques disponibles sur la zone d'étude a permis d'identifier les zones d'observations connues pour établir un état des connaissances et en aucun cas un état initial des populations de chiroptères.

La carte (*Figure 8-30*) ci-dessous reprend toutes les observations de chiroptères en gîtes et somme les effectifs maximaux par gîte. Ainsi, les symboles les plus importants reprennent soit des colonies de mise bas (généralement monospécifique), soit des gîtes d'hibernation (généralement plurispécifique) comme c'est le cas au niveau des carrières du Perthois.

Au sein de la zone d'étude, plusieurs sites dont les enjeux pour les chiroptères sont identifiés font partie de périmètres d'inventaire du patrimoine naturel :

- L'ancienne carrière souterraine de Reffroy (55) située au nord-est de la zone d'étude est en gestion au Conservatoire des Sites Lorrains et fait partie des Espaces Naturels Sensibles du département de la Meuse.
- Le complexe des anciennes carrières souterraines du Perthois, situé à l'ouest de la zone d'étude, est également en partie classé en Espace Naturel Sensible du département de la Meuse. Ce réseau de carrières s'étend sur les deux régions et est classé en deux sites Natura 2000 (un site par région) : FR4100247 (Lorraine) et FR2102001 (Champagne-Ardenne). Il constitue un méta-site d'hibernation d'importance européenne notamment pour le Petit rhinolophe.
- La Zone Naturelle d'Intérêt Écologique, Faunistique et Floristique (ZNIEFF) n°210020162 « Vallée de la Marne de Chaumont à Gourzon » est située en limite sud-ouest de la zone d'étude. La fiche descriptive de cette ZNIEFF mentionne les chiroptères, mais aucune donnée de chauve-souris n'est recensée sur le périmètre de la ZNIEFF.

8.5.3.3 Inventaire et suivi des chiroptères

<u>Le suivi des chiroptères autour du CMHM</u>

Dans le cadre du programme de suivi des mammifères du CMHM, un suivi des chauves-souris y est réalisé tous les deux ans. Ce suivi repose sur trois techniques d'investigations :

Point d'écoute au sonomètre,

Recensement de colonies de reproduction,

Visite de sites d'hivernage.

Les campagnes de prospections ont confirmé la présence de 3 espèces sensibles classées sur l'Annexe de la Directive Européenne « Habitats » : le Petit Rhinolophe, le Grand Murin et la Barbastelle. Une quatrième espèce, le Vespertilion à oreilles échancrées a été observé en 1999 et 2000. Trois nouvelles colonies ont été découvertes en 2008, dont deux hors zone d'étude : colonies de Pipistrelles communes à Harnéville et à Guillaumé, colonie de Petits Rhinolophes à Thonnance-les-Moulins. Globalement, il y a une certaine instabilité dans les colonies de reproduction. En ce qui concerne le suivi sonomètre, la certaine stabilité (en effectif et en espèces) constatée jusqu'en 2006 dans les résultats n'apparaît plus en 2008 pour 2 espèces : la Sérotine commune et la Noctule commune. Le site du CMHM est toujours visité par quelques chiroptères : Pipistrelles communes et, pour la première fois, Noctuelles communes.

Ces données chiroptères ont été reprises dans l'étude des données disponibles sur la zone OPE avec l'ensemble des données bibliographiques (*Figure 8-31*).

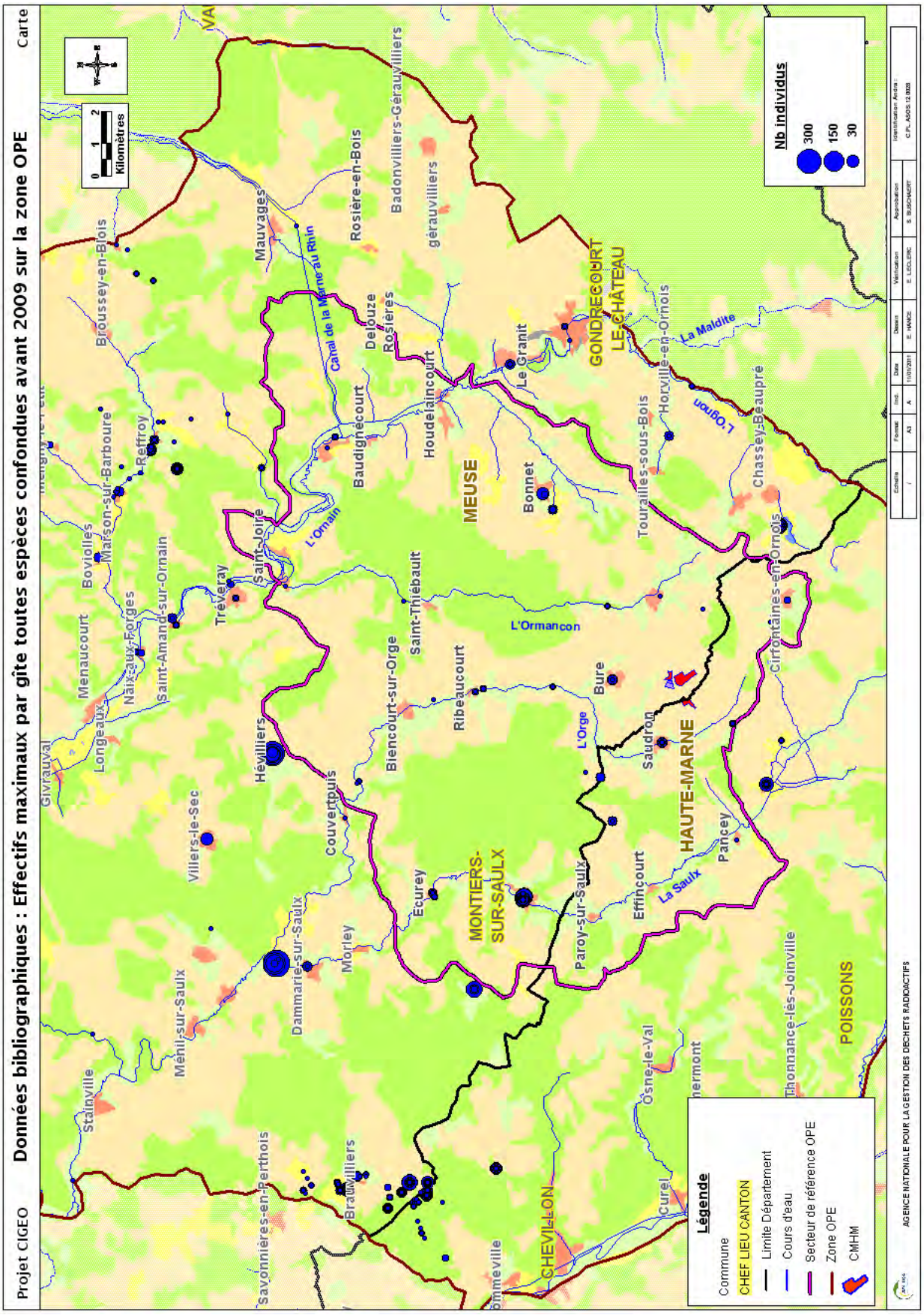


Figure 8-30 *Effectifs maximaux par gîte toutes espèces confondues*

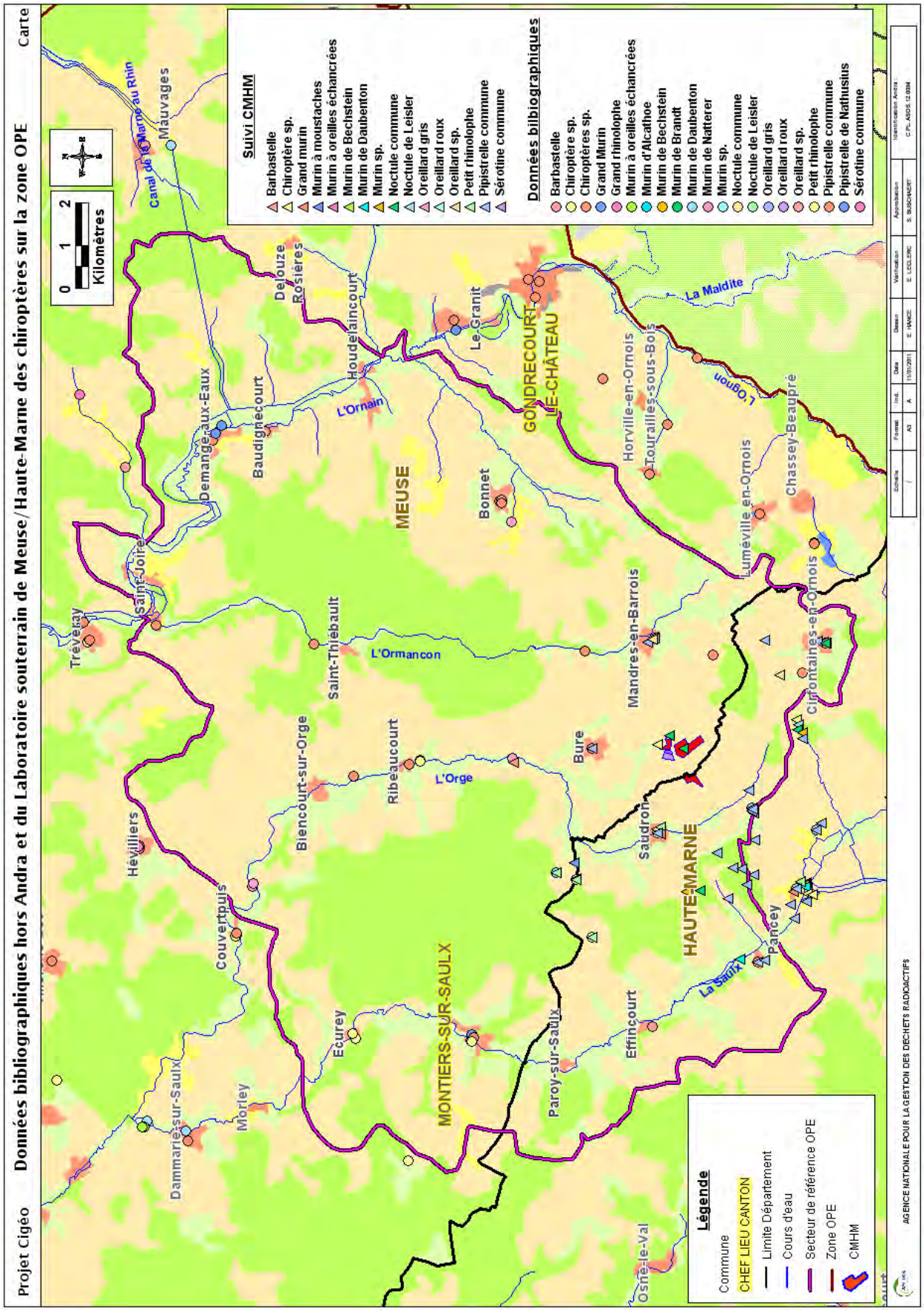


Figure 8-31 *Cartographie des données bibliographiques et du CMHM sur les chiroptères de la zone OPE*

Le suivi des chiroptères sur la zone OPE

Dans la cadre de cette étude, plusieurs techniques d'inventaire sont menées depuis 2009 :

- Détection ultrasonore : 41 pts d'écoute (Figure 8-32) ;
- Recherche de gîtes.

Pour cette détection ultrasonore, deux protocoles sont conduits en parallèle.

- Protocole ONF : par point d'écoute, 10 mn à 3 reprises (mai-juin, juillet-août et sept.) ;
- Protocole MNHN : enregistrement de 6 mn par point d'écoute à 2 reprises (juillet-août et sept.).

Sur les 41 points d'écoute, trois sessions de relevés sont faites sur la période d'activité des chiroptères. Chaque point d'écoute a fait l'objet d'une description de son environnement qui a consisté à signaler la présence d'éléments structurant à proximité de l'observateur (haies, bosquets, boisements plus important, arbre isolé…). 5 points ont été remplacés en 2010 pour être ajustés au secteur de référence OPE.

Tableau 8-26 *Répartition des points d'écoute dans les 3 grands types de milieux rencontrés*

Milieu "forêt"	Milieu "prairies"	Milieu "cultures"
21 points	9 points	16 points

8.5.3.4 Campagnes d'écoute au sonomètre en 2009 et 2010

Les premiers résultats de ce suivi confirment une richesse forte du peuplement chiroptérologique rencontré dans le périmètre de l'Observatoire Pérenne de l'Environnement. Seize espèces ont pu être déterminées au cours des relevés (nombre de points d'écoute où l'espèce a été déterminée, cumulé sur les 2 années de suivi) :

Pipistrelle commune (77), Sérotine commune (37), Barbastelle d'Europe (29), Vespertilion de Daubenton (13), Grand Murin (8), Noctule de Leisler (7), Oreillard gris (>5), Vespertilion à oreilles échancrées (5), Noctule commune (5), Vespertilion de Natterer (3), Vespertilion à moustaches (3), Oreillard roux (>1), Pipistrelle de Nathusius (1), Vespertilion de Bechstein (1), Vespertilion de Brandt (1), Petit Rhinolophe (1).

Le *Tableau 8-27* montre le nombre moyen de contacts avec un groupe par type d'écosystème, pour chacune des années.

Tableau 8-27 *Nombre moyen de contacts pour un point : parallèle des relevés 2009 et 2010*

Milieu	Groupe Noctules		Groupe Sérotines		Groupe Pipistrelles		Groupe Myotis		Total global	
	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010	**2009**	**2010**
Forêt	0.1	0.26	1.3	2	7.6	8.47	2.8	2.26	**11.8**	**13**
Prairie	0.12	0.88	0.88	3.12	7.62	9.37	3.38	3.88	**12**	**17.25**
Culture	0	0.86	2.38	1.5	6.08	4.86	0.46	1.28	**8.92**	**8.5**
Moyenne des contacts	**0.07**	**0.67**	**1.52**	**2.21**	**7.1**	**7.57**	**2.21**	**2.47**	-	-

On constate que les valeurs moyennes du nombre de contacts par point d'écoute de tous les groupes sont supérieures en 2010. La hausse est très nette pour les Noctules, particulièrement sur les points ouverts "prairie" et "culture" ; une hausse notable est aussi observée pour les Sérotines, en "prairie". Seuls 3 cas de baisse sont relevés, concernant le groupe des Sérotines en "culture" (2,38 en 2009 ; 1,5 en 2010), les Pipistrelles en "culture" (6,08 ; 4,86), et les Myotis en "forêt" (2,8 ; 2,26).

Les résultats positionnent clairement l'abondance relative des groupes de sonorité dans la zone d'étude : les Pipistrelles sont les plus abondamment notées ; suivent les espèces du groupe "Myotis", pour laquelle la quantité de contacts est très proche du groupe "Sérotines" ; enfin les Noctules sont les plus rares.

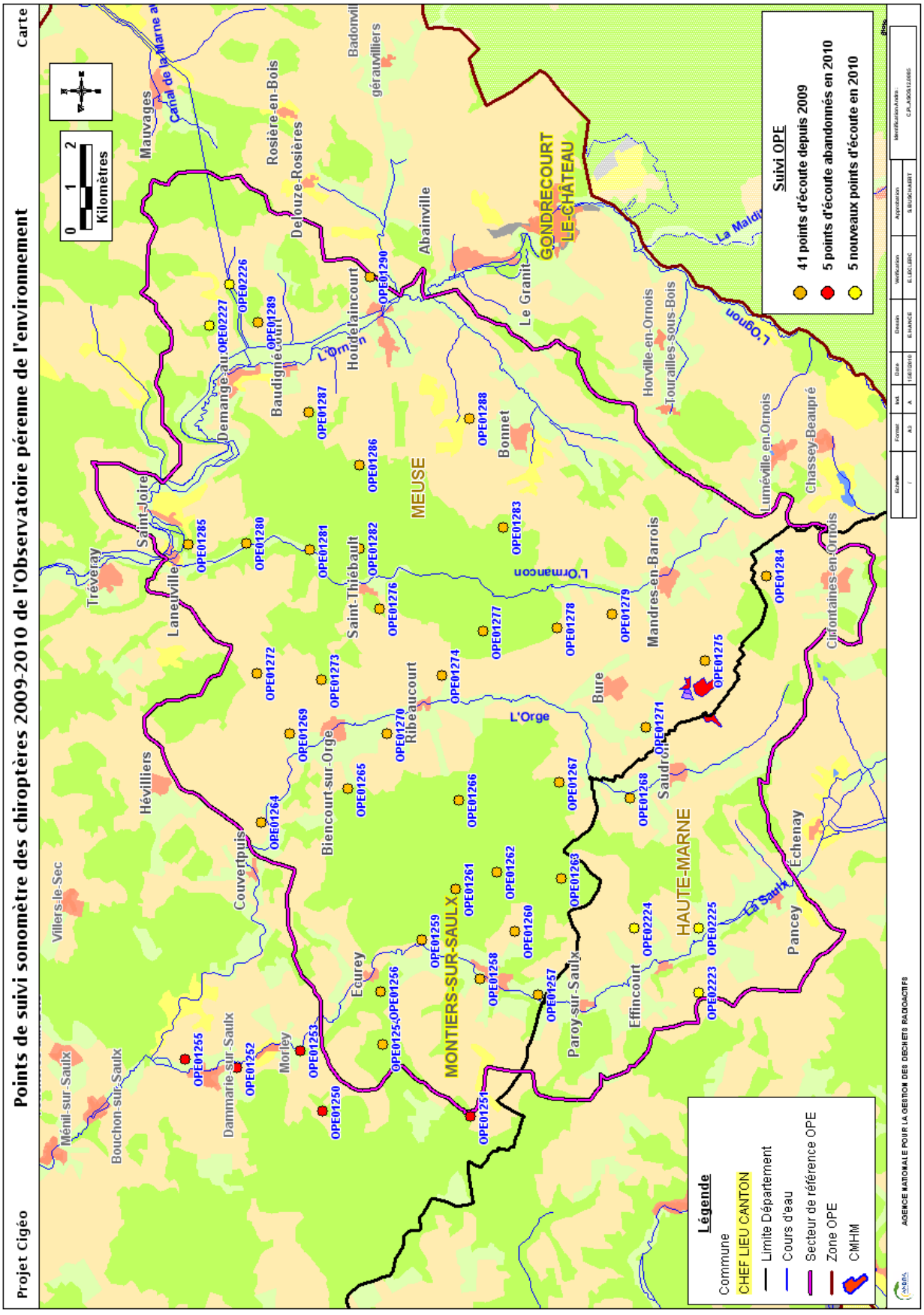


Figure 8-32 *Cartographie des points d'écoute au sonomètre des chiroptères (2009-2010)*

Il s'agit globalement des proportions de contacts retrouvées dans les études chiroptérologiques globales (c'est-à-dire non volontairement axées sur une espèce, un groupe d'espèces ou un habitat spécifique) opérées au détecteur ultrasonique (GASC 2008 ; KERBIRIOU & al. 2008).

Les Pipistrelles sont représentées en quasi exclusivité (un seul contact concerne une autre espèce) par la Pipistrelle commune, l'espèce la plus abondante en Lorraine (CPEPESC 2009) et Champagne-Ardenne (PARISE, 2009), ainsi qu'en France (ARTHUR & LEMAIRE 2009). Cette abondance explique les valeurs notées dans l'aire d'étude. A un degré moindre, c'est également le cas du groupe des Sérotines, représentées exclusivement par la Sérotine commune, assez répandue dans les régions concernées. Les Myotis, au contraire, sont représentés par un panel d'espèces diverses, en tête desquelles apparaît la Barbastelle d'Europe ; mais beaucoup de sonorités restent non déterminées.

Le *Tableau 8-28* indique les fréquences de contacts dans les points des 3 types de milieux échantillonnés, pour chaque groupe, pour les 2 années de relevés.

Tableau 8-28 *Fréquence des groupes d'espèces par type de milieu : parallèle 2009 et 2010*

Groupe d'espèces	**Points "forêt"**		**Points "prairie"**		**Points "culture"**	
	% 2009	% 2010	% 2009	% 2010	% 2009	% 2010
Noctules	10	16	12	37	0	28
Sérotines	45	47	50	62	46	36
Pipistrelles	95	100	100	100	85	86
Myotis	90	74	100	100	15	43
Fréquence globale (moy. des groupes)	60	59	65.5	75	36.5	48

Il est possible de voir une première tendance des points "culture" à avoir une fréquence globale de contacts plus faible que les autres milieux. Le faible attrait de cet écosystème pour les chiroptères est souvent mis en avant dans la bibliographie (DUFRENE 2009 ; GASC 2008 ; ARTHUR & LEMAIRE 2009 ; CPEPESC 2009). Les Pipistrelles y sont les plus fréquentes (85 et 86 % des points d'écoute).

Les points "prairie" ont la fréquence globale la plus élevée pour les 2 années. Cela peut paraître surprenant dans la mesure où le milieu forestier est le milieu de prédilection pour la plupart des chiroptères, toutes les espèces de la zone pouvant y être contactées ; on pouvait donc s'attendre à trouver la fréquence de contact la plus forte. L'écart entre "forêt" et "prairie" s'est même accru en 2010 (14 points de différence, contre 5,5 en 2009). C'est une observation qui peut s'expliquer dans un premier temps par un phénomène de dilution de l'activité chiroptérologique dans les étendues forestières, alors que les entités structurantes de petite taille auront tendance à concentrer cette activité. Ce résultat devra être affiné au cours de relevés ultérieurs.

Sur la fréquence des groupes, les Pipistrelles ont été notées sur tous les points "prairie" en 2009 et 2010, et sur tous les points "forêt" en 2010 (fréquence = 100 %). Les Myotis sont notés sur tous les points "prairie" en 2009 et 2010, mais ce n'est pas le cas en "forêt" (90 et 74 % des points) alors que ce groupe est d'affinité forestière très prononcée.

8.5.3.5 Recherche de gîtes 2009-2010

Suite à la synthèse des données bibliographiques sur la zone OPE et aux réunions d'informations réalisées en faveur du grand public par la CPEPESC Lorraine, il est apparu que :

- Les bâtiments publics de la zone d'étude, ainsi que les ponts ont pour la plupart été prospectés depuis moins de 10 ans. De nombreuses données sont donc déjà connues (*Tableau 8-29*).
- Peu de renseignements ont pu être recueillis sur la présence de chauves-souris dans les bâtiments privés.

Tableau 8-29 Synthèse des données connues (Prospection antérieure à 2003)*

	Données connues		
COMMUNE	Eglise	Mairie	Ponts
TREVERAY			oui
MANDRES-EN-BARROIS	oui*		
BAUDIGNECOURT	oui	oui	
BIENCOURT-SUR-ORGE	oui	oui	oui
BONNET	oui	oui	
BURE	oui	?	oui
COUVERTPUIS	oui	oui	oui
DAMMARIE-SUR-SAULX	oui	oui	oui
DEMANGE-AUX-EAUX	oui	oui	oui
HEVILLIERS	oui	oui	
HOUDELAINCOURT	oui	oui	oui
MONTIERS-SUR-SAULX	oui	oui	
MORLEY	oui	oui	oui
RIBEAUCOURT	oui	oui	oui
SAINT-JOIRE	oui	oui	
GILLAUME (Haute Marne)	oui	oui	
SAUDRON (Haute Marne)	oui	oui	oui

Au cours de l'été 2009, de nouvelles prospections ont été menées principalement sur les zones bâties et les ponts :

- bâtiments communaux, dans lesquels aucune prospection n'avait été réalisée auparavant ou pour lesquels les prospections ont été réalisées il y a plus de 10 ans,
- ponts, dans lesquels aucune prospection n'avait été réalisée auparavant,
- ponts connus pour être favorables aux chiroptères,
- bâtiments privés.

Ces prospections estivales n'ont pas permis de découverte majeure dans cette zone. Quatre espèces ont été observées : Pipistrelle commune, Grand Murin, Murin de Natterer et Murin de Daubenton. Seuls deux sites nouvellement prospectés ont permis des découvertes :

- Une colonie de Pipistrelles communes, à Villers-le-Sec, en dehors de la zone d'étude.
- Un pont favorable occupé par un Murin de Daubenton à Saint-Joire.

Au cours de l'hiver 2009/2010, des prospections ont été conduite pour rechercher de nouveaux sites d'hibernation. Aucun nouveau site hébergeant des animaux n'a été découvert au cours de ces prospections (*Tableau 8-30*). Le périmètre ne semble guère fourni en grands sites d'hibernation hypogés, carrières, glacières et cavités diverses. Il est très possible que le bâti privé accueille un large effectif d'hibernants.

Tableau 8-30 Synthèse des sites recherchés en période hivernale et résultats

	Nombre de cavités recherchées		Nombre de ponts prospectés	Résultats	
Commune	**Nombre de cavités recherchées**	**D'après carte IGN et informations recueillies auprès de privés)**		**Nombre de cavités trouvées/prospectées**	**Nombre de sites avec présence de chauves-souris**
Ribeaucourt	2				/
Biencourt-sur-Orge	1				/
Couvertpuis	8				/
Hevilliers	1				/
Morley	10	1		1	/
Dammarie-sur-Saulx	10	3	1	1	/
Montiers-sur-Saulx	7	1		1	/
Saint Joire		1	1		/

8.5.3.6 Constitution d'un état initial par suivi acoustique

L'image de l'activité chiroptérologique dressée par suivi acoustique constitue une première étape pour un suivi à long terme, tel qu'envisagé dans le cadre de l'Observatoire Pérenne de l'Environnement.

Il sera nécessaire d'accumuler des données pour réussir à affiner des tendances locales. In fine, des indicateurs sont toutefois mis en avant grâce à un nombre suffisant de données :

- Le groupe Pipistrelles, et à l'espèce la Pipistrelle commune, abondamment contactée et aisément identifiée en mode hétérodyne ;
- Le groupe Sérotines, et la Sérotine commune, identifiable in situ par un opérateur expérimenté (attention aux individus en chasse, qui peuvent être confondus avec les Noctules) ;
- Le groupe Myotis dans son ensemble (la poursuite de l'étude indiquera si la Barbastelle d'Europe seule peut constituer un indicateur pertinent).

Les données concernant ces 3 groupes, et ces 2 espèces sont les plus nombreuses et les plus à même de fournir des tendances fiables avec l'ajout de données dans le temps. Les Noctules ne semblent pas très abondantes sur la zone, leur utilisation comme indicateur fiable n'est pas à envisager sans un jeu de données plus important.

8.5.4 Inventaire des autres mammifères

Pour les autres mammifères, il n'y a pas eu de suivi spécifique de mis en place dans la zone OPE. Les données disponibles sont celles du suivi de l'environnement effectué pour le Laboratoire Souterrain de Meuse/Haute-Marne (D.RP.0GML.08.0001).

8.5.4.1 Les petits mammifères

Les rongeurs

Les Rongeurs fouisseurs sont très présents dans cette région. Certains sous-bois de la zone d'étude hébergent en grande densité le Campagnol terrestre ou Rat taupier (Arvicola terrestris) et le Campagnol souterrain (Pitymis subterraneus).

Le Campagnol roussâtre (Clethrionomys glareolus), plutôt en milieu boisé, ainsi que le Campagnol agreste (Microtus agrestis) et le Campagnol des champs (Microtus arvalis) sont également assez bien représentés.

Le Mulot gris (Apodemus sylvaticus) est commun sur la zone d'étude.

En revanche, l'observation d'un unique exemplaire du Mulot à gorge jaune (Apodemus flavicollis) en limite ouest de la zone d'étude confirme sa présence sur site sans pouvoir préjuger de sa concentration.

Les insectivores

Les Musaraignes carrelet (Sorex araneus) et couronnée (Sorex coronatus) sont présentes sur le site. La Musaraigne aquatique (Neomys fodiens) se rencontre en densité moyenne sur l'ensemble des cours d'eau de la zone d'étude. La Musaraigne pygmée (Sorex minutus) et la Musaraigne musette (Crocidura russula) sont également rencontrées.

Le Hérisson (Erinaceus europaeus) est très présent sur l'ensemble du site.

La densité totale de petits mammifères est amplement suffisante pour maintenir sur la zone un nombre important de prédateurs.

8.5.4.2 Les autres mammifères

Les carnivores

Les Mustélidés sont remarquablement nombreux, et les Renards en très grande densité. Le fait marquant reste néanmoins l'existence d'une très importante colonie de Chat forestier.

Les espèces suivantes ont été recensées :

- la famille des Mustélidés s'illustre sur la zone d'étude par 6 espèces, ce qui la place parmi les régions les plus richement peuplées de France, avec le Blaireau (Meles), la Fouine (Martes foina), la Martre (Martes), le Putois (Mustela nivalis), l'Hermine (Mustela erminea), et la Belette (Mustela nivalis) ;
- le Renard (Vulpes) est le Carnivore le plus abondant de la zone d'étude. Ses empreintes, terriers et laissées trahissent sa présence dans tous les milieux, même au cœur des petits hameaux (observation de déjections sur les trottoirs de Cirfontaines-en-Ornois) ;
- l'observation du Chat forestier ou Chat sauvage (Felis silvestris) n'est pas facilitée par ses moeurs très discrètes et nocturnes. Trois spécimens adultes ont néanmoins pu être observés en forêt de

Montiers-sur-Saulx, dans le bois de Lejuc ainsi qu'à l'orée du massif s'étendant entre Saudron et Effincourt.

Les Lagomorphes

Le Lapin de garenne (Oryctolagus cuniculus) est absent de la zone d'étude. Le Lièvre (Lepus capensis) a subi une forte pression de chasse.

8.5.5 Inventaire et suivi des Insectes

Dans le cadre du volet Faune de l'Observatoire Pérenne de l'Environnement, il a été entrepris de faire un inventaire des espèces d'insectes protégées et/ou patrimoniales de la zone OPE. Cette étude menée depuis 2009 a consisté à faire un travail bibliographique de l'ensemble des données disponibles sur la zone et à mettre en place un réseau de suivi pour 4 taxons.

8.5.5.1 Intérêt patrimonial entomologique

L'intérêt patrimonial des espèces a été établi à partir de plusieurs types de références données ci-dessous. Il est à noter que les insectes sont très mal représentés sur ces listes rouges ou de protection comme l'illustre les pourcentages d'espèces protégées par groupe, qui sont respectivement de : 100 % pour les reptiles/amphibiens, 71 % pour les oiseaux, 52 % pour les mammifères, 24 % pour les poissons, 9 % pour les plantes et 0,2 % pour les insectes. En conséquence, il n'est pas possible de s'appuyer exclusivement sur ces listes de protection. Il a donc été préféré de retenir la notion d'espèce rare lorsqu'elle était mentionnée par l'observateur. Cette notion donnée à titre d'expert est donnée en plus du statut de patrimonialité tel qu'il est défini par les listes de référence.

8.5.5.2 Synthèse bibliographique des connaissances entomologiques sur la zone d'étude

Les données bibliographiques ou celles des bases de données existantes sont lacunaires pour la plupart des taxons, à l'exception des lépidoptères rhopalocères. Cette analyse a permis toutefois de trouver 301 espèces. Cette liste donne des espèces de 9 taxons différents (*Figure 8-33*).

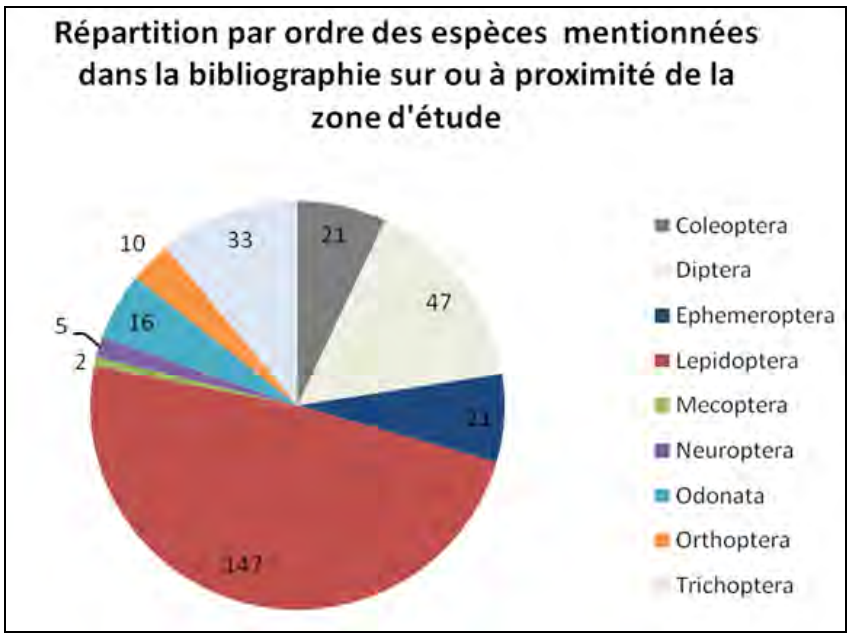


Figure 8-33 Répartition des différentes espèces mentionnées sur la zone

Parmi ces 310 espèces, 2 sont protégées (Cuivré des marais, et Agrion de mercure), 37 inscrites sur liste rouge ou déterminantes et 4 rares (ces espèces patrimoniales sont inscrites soit sur la liste rouge de Champagne-Ardenne, soit sur les listes des espèces déterminantes de Lorraine (*Figure 8-34*). Les 4 espèces rares (trichoptères) ont été observées en vallée d'Ormançon (Coppa 2002).

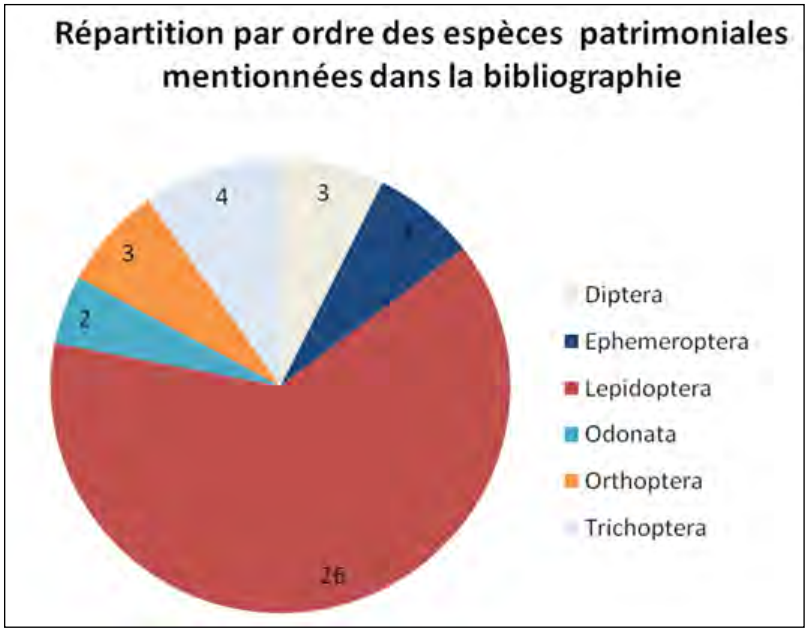


Figure 8-34 *Répartition par ordre des espèces patrimoniales mentionnées dans la bibliographie sur ou à proximité de la zone d'étude.*

8.5.5.3 Inventaires entomologiques sur la zone OPE en 2008 et 2009

Des inventaires entomologiques ont été menés en 2008 et 2009 sur un nombre limité de taxons. Les groupes retenus ont été choisis pour leur intérêt comme bioindicateur de la qualité des milieux ainsi que pour la présence éventuelle d'espèces patrimoniales dans l'aire d'étude. Il s'agit :

- des odonates (libellules et demoiselles) conjointement avec les éphéméroptères (éphémères), les plécoptères (perles) et les trichoptères (phryganes) ;
- les lépidoptères (papillons de jour et papillons de nuit) ;
- les orthoptères (sauterelles, grillons, criquet) ;
- les coléoptères carabidés (carabes) et cérambycidés (longicornes).

Deux méthodes d'observations ont été pratiquées en fonction de la biologie de chaque taxon : la chasse à vue ou les piégeages.

Résultats des observations de terrain par taxon

Odonates et insectes aquatiques

427 données concernant les insectes aquatiques ont été collectées. Elles se répartissent en 10 ordres, 45 familles et 115 espèces. Une espèce protégée au niveau français et européen a été trouvée sur la zone : l'Agrion de Mercure (Coenagrion mercuriale). Les 7 observations réalisées dans la zone d'études concernent 6 sites différents. L'espèce colonise divers types d'habitats avec peu de courant de tailles variables (sources, fossés alimentés, ruisseaux, petites rivières…), en général bien ensoleillés avec une végétation aquatique plus ou moins bien représentée. 13 espèces patrimoniales et 11 espèces rares ont été identifiées.

Les lépidoptères

Au cours de deux années de suivi des lépidoptères 1 290 données ont été collectées. Au total, 392 espèces ont été identifiées se répartissant en 33 familles différentes. Une espèce protégée au niveau français et européen a été trouvée sur la zone : le Cuivré des marais (Lycaena dispar). Elle a été aperçue sur 7 sites différents dans la zone d'étude. 26 espèces patrimoniales de lépidoptères ont été trouvées sur la zone d'étude et 17 espèces rares «à dire d'expert».

Orthoptères

L'ordre des orthoptères est scindé en deux sous-ordres : les ensifères (grillons et sauterelles) et les caelifères (criquets). 479 données concernant les orthoptères ont été collectées. Elles se répartissent en 7 familles et 32 espèces. Aucune espèce protégée n'a été trouvée. 13 espèces patrimoniales ont été identifiées et une de qualifiée de rare : Le Barbitiste des bois (Barbitistes serricauda).

Coléoptères

Les coléoptères forment l'ordre d'insectes dont on dénombre le plus d'espèces. 1 027 données ont été recueillies concernant 2 groupes de coléoptères. Au total 168 espèces ont été déterminées, appartenant à 34 familles différentes.

Deux types de coléoptères ont été collectés :

- Les carabes : 88 espèces pour 848 données. Ils ont été collectés essentiellement à l'aide des pièges de type Barber.
- Les insectes saproxyliques : 80 espèces se répartissant dans 33 familles différentes pour 179 données. Ils ont été collectés à l'aide des pièges PIMUL (pièges à émergence) ou lors des chasses à vue.

Aucune espèce protégée au niveau français ou au niveau européen n'a été trouvée chez les coléoptères mais 4 espèces déterminantes ont été trouvées.

Bilan des inventaires de terrain

Parmi les 3 274 données recueillies sur le terrain, 251 concernent des espèces remarquables, soit 7,6 % de l'ensemble des données. Le terme d'espèces remarquables est utilisé à la fois pour des espèces protégées et des espèces patrimoniales. Deux espèces protégées et 56 espèces patrimoniales ont été identifiées (ou 58 espèces si on considère que les insectes protégés sont aussi patrimoniaux). Les 2 espèces protégées citées dans la bibliographie ont été retrouvées à plusieurs endroits sur la zone. Le nombre d'espèces patrimoniales total est porté à 75 (58 issues uniquement des données de terrain, 17 issues uniquement de l'analyse bibliographique et 20 dans les 2 cas). Le *Figure 8-35* récapitule l'ensemble des espèces patrimoniales trouvées au cours de cette étude.

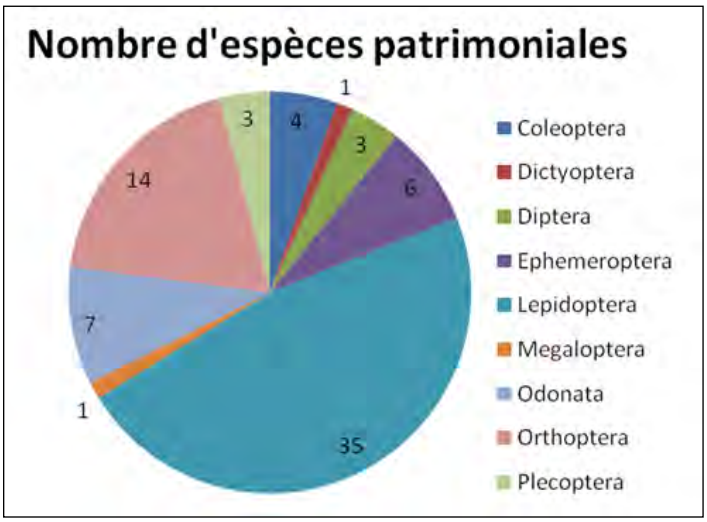


Figure 8-35 *Nombre d'espèces patrimoniales par taxon sur la zone OPE*

Zones d'intérêts entomologiques

Il n'y a pas de méthodologie établie permettant de classer les sites de façon satisfaisante en entomologie. Sur les 70 stations obtenues après regroupement selon les critères spécifiques définis pour la zone d'étude, 54 abritent au moins une espèce patrimoniale. L'intérêt de ces zones dépend du nombre d'espèces patrimoniales observées mais aussi de l'intégrité du milieu pour la faune entomologique. Si on prend uniquement les zones avec des espèces déterminantes de catégorie 1 (espèce prioritaire) dans un habitat bien conservé ainsi que les zones avec au moins 10 espèces patrimoniales, on peut retenir 6 zones de grands intérêts sur l'aire d'étude (*Figure 8-37*) :

- les Lacets de Mélaire sont des zones embuissonnées sur pentes avec des éboulis. Elles abritent 10 espèces patrimoniales, dont 1 espèce prioritaire le Petit Sylvandre (Hipparchia alcyone) ;
- les prairies de Mauvages (friche et voie ferrée) abritent 15 espèces patrimoniales dont 2 espèces déterminantes de niveau 2 (espèces rares) : la Mélitée du plantain (Melitaea cinxia) et le Grand Damier (Melitaea phoebe) ;
- l'Ormançon sur la commune de Mandres-en-Barrois abrite une belle population d'Agrion de mercure. Cette rivière est assez originale et son peuplement encore assez complet.

- la côte du Lévrier à Saint-Joire abrite 10 espèces patrimoniales dont 8 orthoptères. Une espèce est déterminante 2 : le Criquet des mouillères (Euchorthippus declivus) ;
- le ruisseau de Naillemont possède une belle population d'Agrion de mercure et un beau cortège d'odonates ;
- la fontaine du Cavet abrite elle aussi une belle population d'Agrion de mercure.

Le ruisseau des Machères a été écarté malgré la belle population d'Agrion de mercure car il y a vers l'aval un beau marais totalement piétiné par les vaches. Sur les 4 sites d'importance pour la grande diversité de la faune entomologique, 3 ne sont pas situés sur le secteur de référence OPE mais sur la zone OPE (lacets de Mélaire, prairies de Mauvages et côte du Lévrier). L'Ormançon situé sur le secteur de référence a déjà été remarqué car la zone est classée en Natura 2000. Les 2 autres sites sont prioritaires à cause de la présence d'une population notable d'Agrion de mercure. Ces sites sont le ruisseau Naillemont et la fontaine du Cavet. La *Figure 8-36* montre la répartition du nombre de sites pour chaque type d'enjeux.

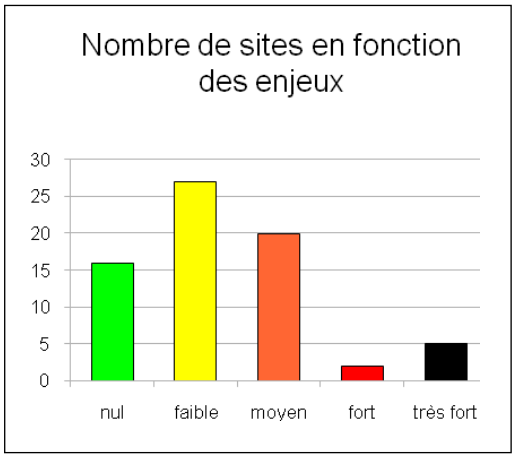


Figure 8-36 Nombre de sites par type d'enjeux

8.5.5.4 Conclusion et perspectives

Si l'ensemble des orthoptères, des insectes aquatiques et des odonates ont été inventoriés au cours de cette étude, les prospections des lépidoptères n'ont pris en compte que les micro-lépidoptères et uniquement les coléoptères saproxyliques et les coléoptères carabidés recherchés parmi l'ordre des coléoptères. Il faut aussi rappeler que ces groupes pris en compte ne représentent qu'une petite partie des insectes.

Il est difficile de comparer la zone d'étude avec des zones à fort enjeux environnementaux. La zone d'étude est couverte en grande partie en ce qui concerne les milieux ouverts de zones agricoles. Les ZNIEFF désignent des sites où les habitats sont rares ou menacés, ce qui n'est pas le cas de zones agricoles. Dans le cas des sites Natura 2000, leur désignation repose sur la présence d'espèces inscrites sur les annexes de la Directive Habitats. Les 2 espèces trouvées qui sont inscrites sur ces listes ne sont pas fortement menacées dans la région.

Le travail mené au cours de cette étude permet d'avoir une bonne idée des invertébrés pris en compte sur le secteur de référence de l'OPE et d'avoir un aperçu des zones remarquables. Dans le monde entomologique, on considère que pour avoir une bonne connaissance des populations, l'étude doit être faite sur au moins 3 ans. Une étude réalisée par André Claude en Lorraine sur 3 ans a montré que la deuxième année a apporté 35 % d'espèce de lépidoptères en plus que la première année, et 15 % pour la troisième année. Il reste donc certainement des espèces intéressantes à trouver sur la zone. De plus, il manque du recul pour avoir une bonne vision des populations présentes et des suivis annuels ou pluriannuels qui seraient nécessaire de mettre en place.

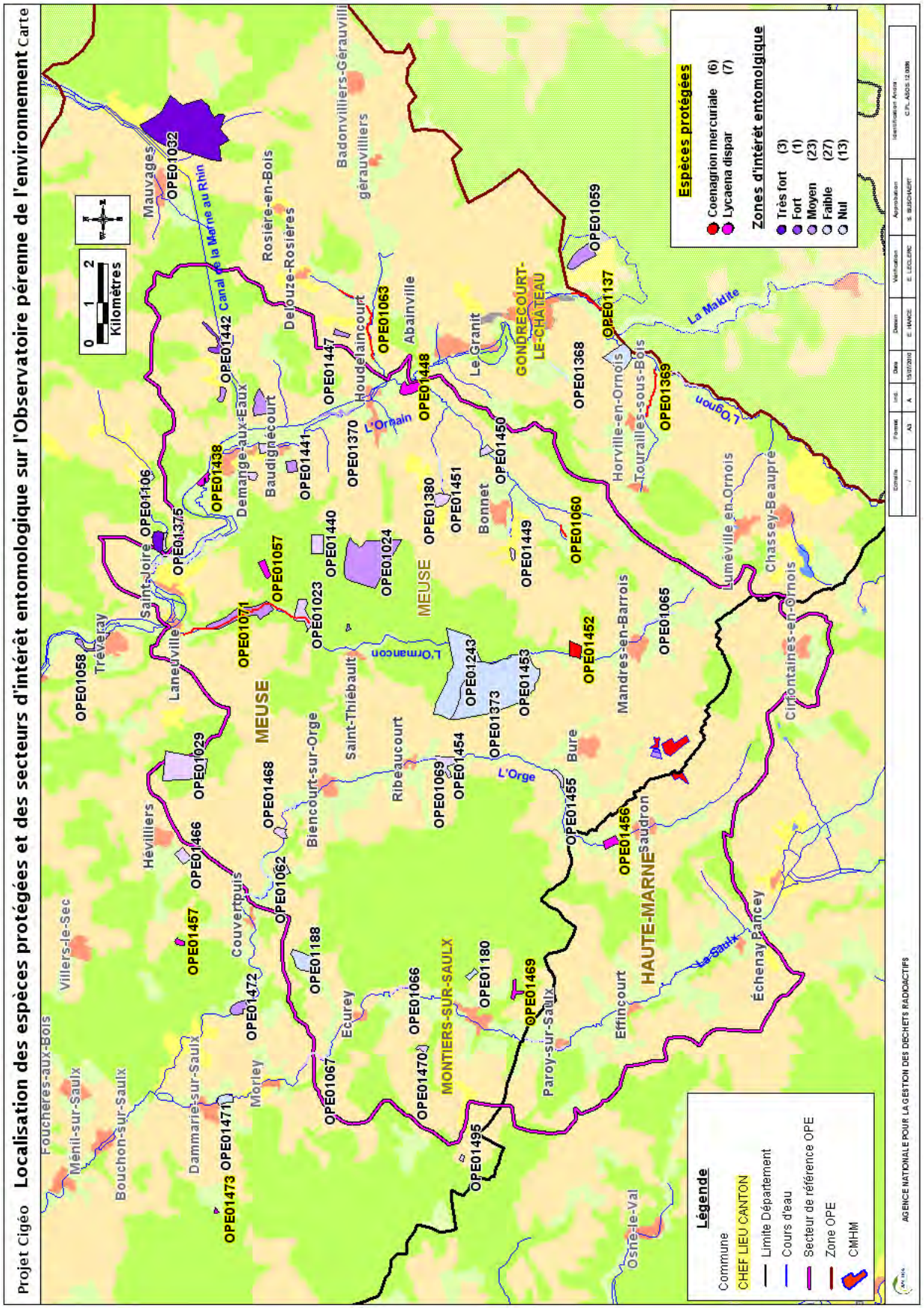


Figure 8-37 *Carte de localisation des espèces protégées et des zones d'intérêt entomologique*

8.5.6 État de l'apiculture

Compte-tenu de l'importance de l'apiculture dans la zone OPE, une étude spécifique a été menée en 2009 et 2010 avec la collaboration du CETAM (Centre d'Études Techniques Apicole de Moselle – Lorraine Laboratoire d'analyses et d'écologie apicole) pour établir un état de référence de l'activité apicole et utiliser les abeilles pour la surveillance biologique de l'environnement.

8.5.6.1 Etat de l'apiculture dans la zone OPE

Le recensement des apiculteurs de la zone OPE a été établi sur la base des fichiers détenus par les Directions Départementales des Services Vétérinaires (DDSV) de la Meuse et de la Haute-Marne. Sur les 155 apiculteurs recensés dont 109 résidants en Meuse et 46 en Haute-Marne (*Figure 8-40*), 57 apiculteurs ayant répondu à l'enquête menée par le CETAM ont déclaré posséder des ruches. Parmi ces apiculteurs, la moitié a participé à une étude complémentaire sur leurs pratiques apicoles.

La majorité des apiculteurs ne possède qu'un seul rucher dans la zone. Une minorité en possède plusieurs. Le nombre total de ruchers appartenant à ces apiculteurs est de 77 pour 564 ruches. Les 34 apiculteurs acceptant de participer à l'étude possèdent 47 ruchers pour 353 ruches. La répartition du nombre de ruches par rucher est présentée dans l'histogramme suivant (*Figure 8-38*).

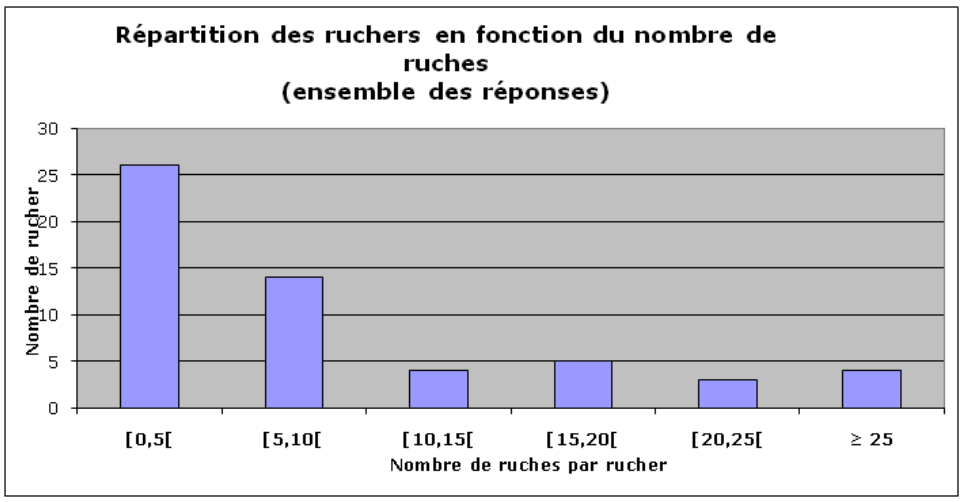


Figure 8-38 Répartition du nombre de ruches par rucher

71 % des apiculteurs ont moins de 10 ruches et 46 % en ont moins de 5. 12 % des apiculteurs ont au moins 20 ruches. Un seul en possède une centaine. Comme partout en France, l'apiculture dans la zone OPE est avant tout une apiculture de loisir. Le nombre moyen de ruches par apiculteur est de 10,1. Ce chiffre est néanmoins susceptible d'évoluer tout au long de l'année (pertes de ruches par mortalités, gains de ruches suite à des essaimages). 2 apiculteurs de la zone OPE transhument avec leurs abeilles pour diversifier leur production de miel. Quelques-uns signalent posséder également des ruches hors de la zone OPE. L'ensemble des apiculteurs signale une ou deux récoltes annuelles (une au printemps, l'autre en été) pour une récolte moyenne de miel (rarement indiquée de 10 à 15 Kg). Les miels sont commercialisés comme miels de printemps (souvent du colza), puis comme miel « Toutes fleurs ». Le diagramme ci-dessous précise la répartition des débouchés de cette production majoritairement destinée à la consommation personnelle (*Figure 8-39*).

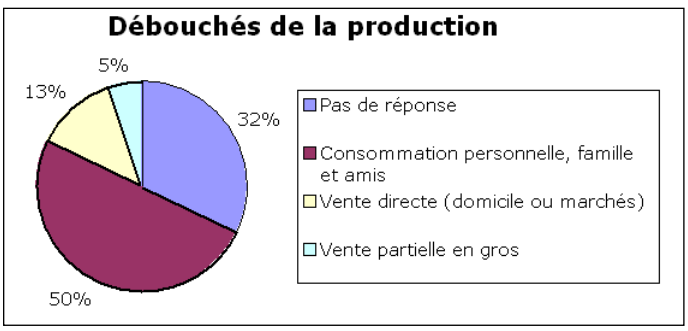


Figure 8-39 Débouchés de la production de miel

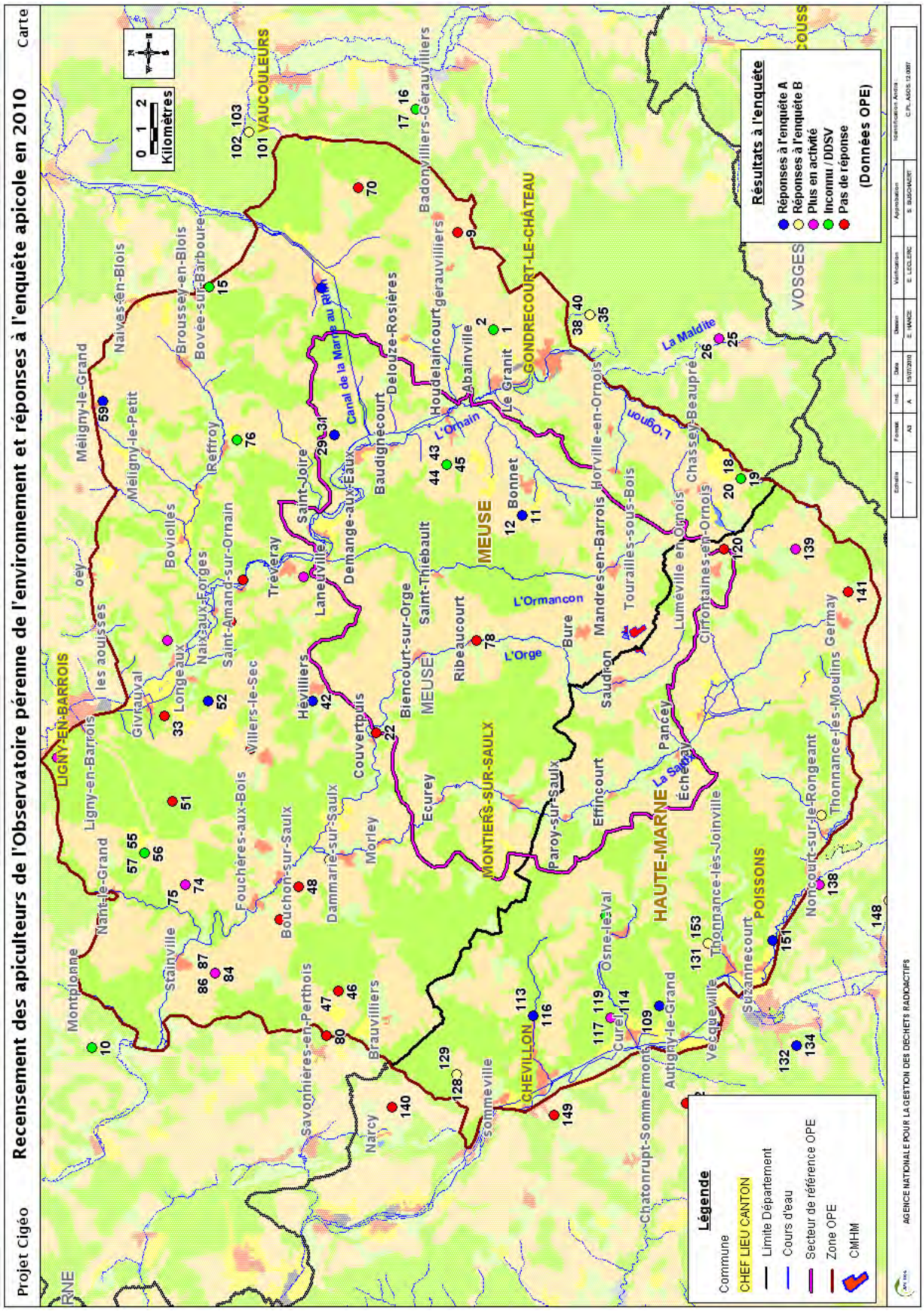


Figure 8-40 *Carte de localisation des apiculteurs enquêtés*

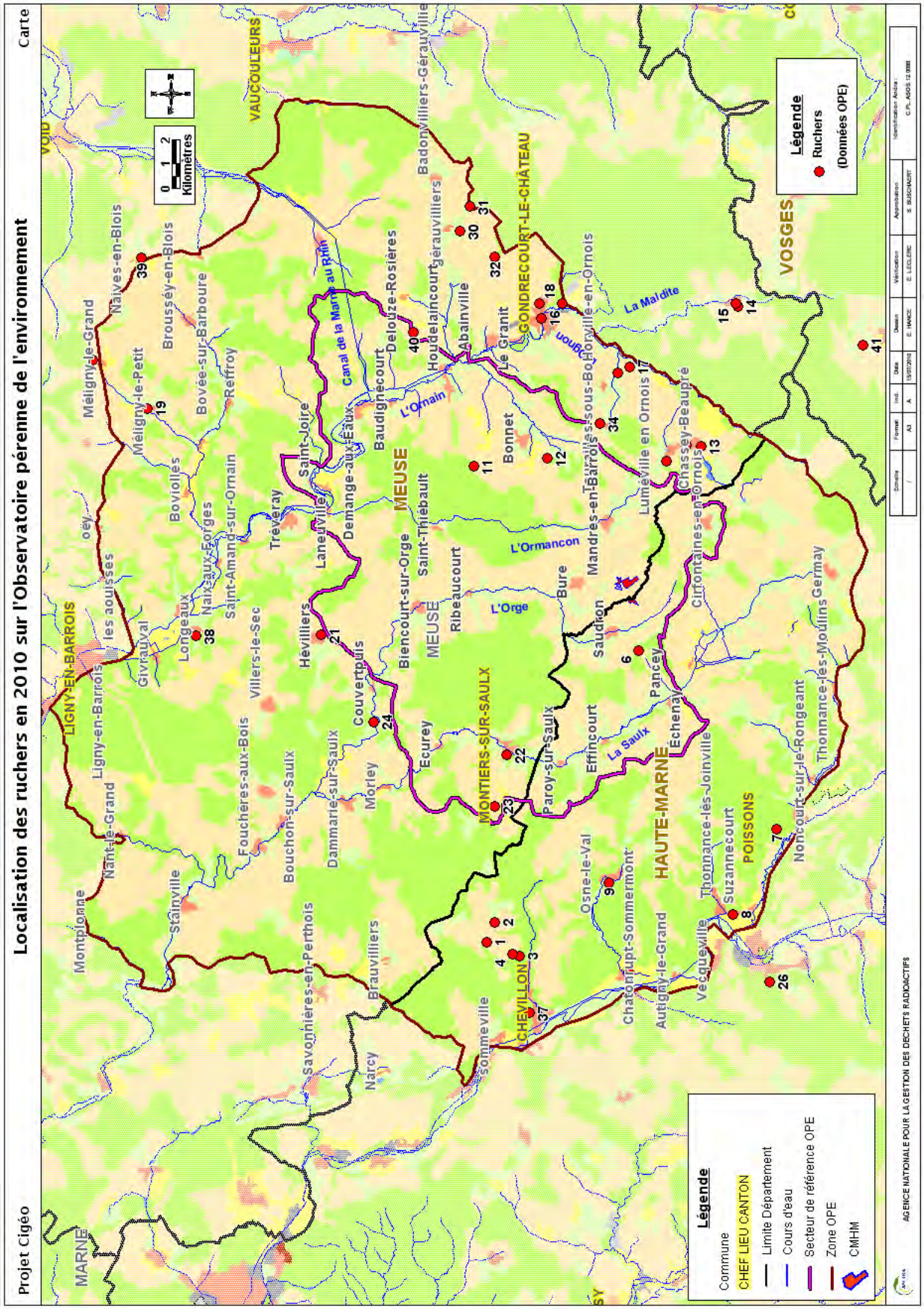


Figure 8-41 *Carte de localistaion des ruchers recensés dans la zone OPE*

Les 19 apiculteurs qui ont réellement participé à toute l'enquête possèdent sur la zone 26 ruchers (2 en possèdent 3 et 3 en possèdent 2) pour un total de 199 ruches actuellement en hivernage soit une moyenne de 10,5 ruches par apiculteur et de 7,7 ruches par rucher. Le nombre de ruches par rucher allant de 1 à 20 et l'apiculteur qui possède le plus de ruches, tous ruchers confondus en a 26 (*Figure 8-41*). A l'exception d'un seul apiculteur qui déclare faire de la transhumance, toutes ces ruches sont sédentaires.

8.5.6.2 L'abeille dans la zone OPE

Jusqu'au milieu du XXème siècle, l'abeille qui peuple le grand quart nord-est de la France est l'abeille noire, Apis mellifera mellifera L. Réputée assez agressive, les apiculteurs ont introduit des abeilles de différentes origines le plus souvent italiennes, carnioliennes, caucasiennes. Depuis quelques dizaines d'années, c'est une abeille hybride de couleur jaune, plus ou moins standardisée qui a la faveur, l'abeille « Buckfast », du nom de l'Abbaye d'Angleterre où elle a été créée. Largement élevée au Luxembourg, elle est de plus en plus répandue dans beaucoup de régions de France. La situation est donc aujourd'hui très compliquée. Une première étude sur la zone OPE a donc eu pour but de recenser les sous-espèces d'abeilles présentes à partir de critères morphométriques développés par l'INRA (Longueurs des segments alaires). 17 échantillons d'abeilles ont été prélevés dans 17 ruches réparties sur la zone OPE ce qui a représenté des mesures sur un échantillon de 935 abeilles ouvrières. Le traitement de ces données a permis de visualiser les dispersions entre ces colonies dans un espace à 3 dimensions (*Figure 8-42*).

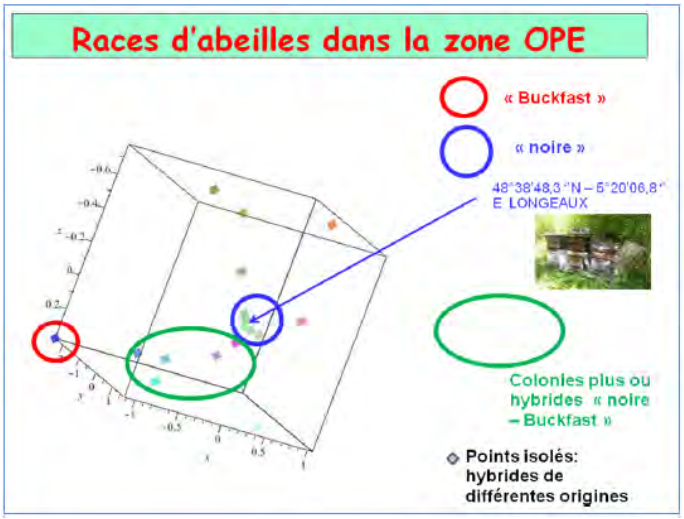


Figure 8-42 Races d'abeilles dans la zone OPE

En conclusion, l'abeille Apis mellifera mellifera est encore assez représentée dans la zone OPE. Elle est le plus souvent plus ou moins hybridée donnant des colonies généralement assez agressives comme cela a d'ailleurs été constaté sur le terrain. Quelques colonies sont néanmoins suffisamment homogènes pour être considérée comme des souches de l'abeille noire. La présence de l'abeille « Buckfast » est assez importante. Quelques apiculteurs achètent assez régulièrement ces reines au Luxembourg ou dans la région de Sierck-les Bains en Moselle où il existe un éleveur. Cette abeille en hybridation avec la « noire » se retrouve chez des apiculteurs n'ayant jamais acheté de « Buckfast ».

8.5.6.3 Etude la qualité du miel dans la zone OPE

En 2010, 17 échantillons de miels de la zone OPE ont été collectés et analysés (*Figure 8-43*). Les caractéristiques physico-chimiques de ces miels ont été analysées selon les critères suivants :

- Taux d'humidité ;
- Teneur en HMF (Hydroxy Méthyl Furfural) ;
- La coloration ;
- La conductivité électrique ;
- L'acidité ;
- Le profil des sucres ;
- Les activités enzymatiques ;
- La proline ;
- Le glycérol.

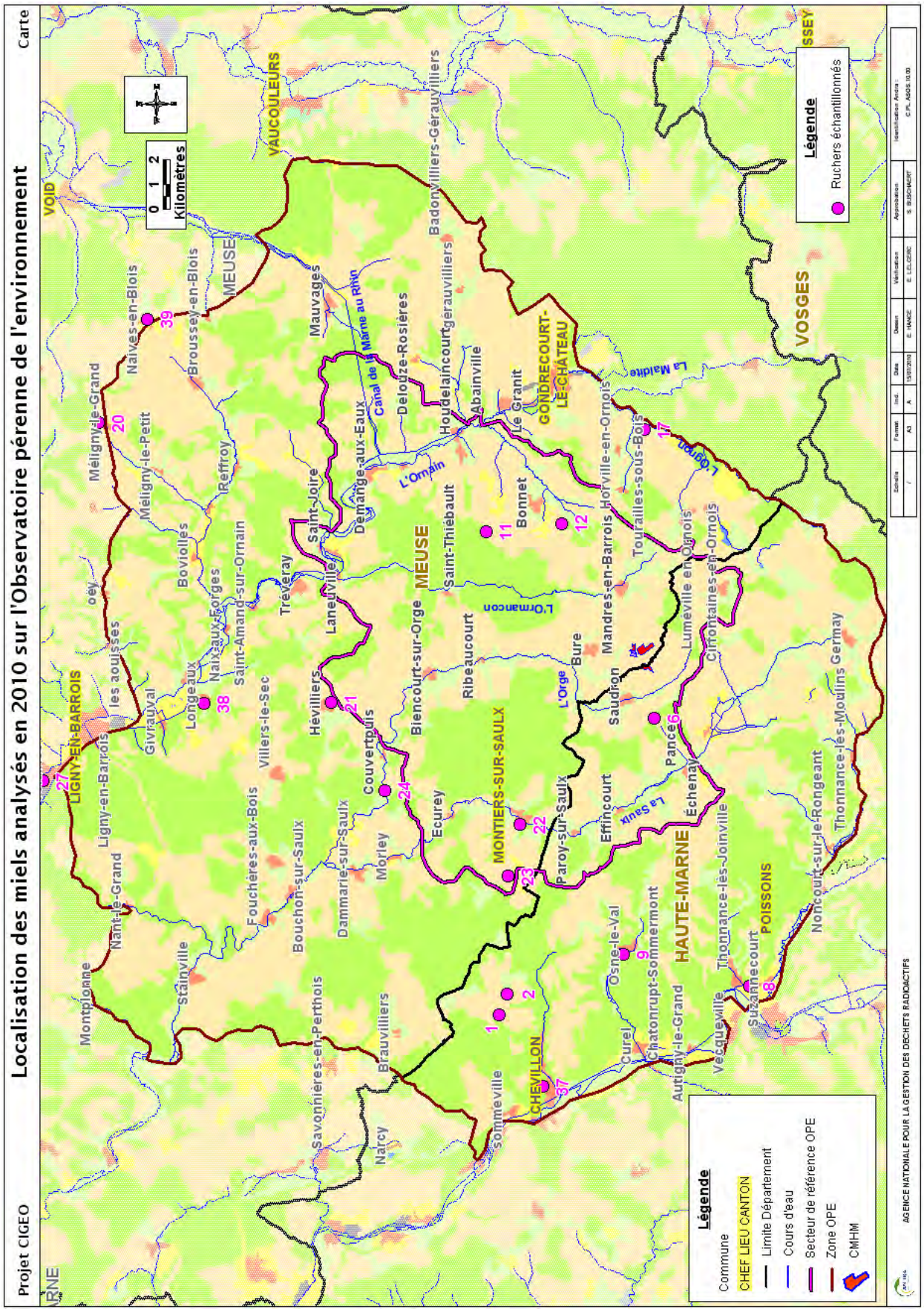


Figure 8-43 *Carte de localisation des échantillons de miel analysés en 2010*

Ces miels ont également fait l'objet d'une ***détermination palynologique*** (reconnaissance des pollens). Parmi tous les critères analysés, certains dépendent étroitement de l'origine botanique des miels, et d'autres sont davantage liés aux pratiques apicoles, aux conditions de stockage du miel, à son âge (humidité, HMF, enzymes…) (*Figure 8-44*). Les corrélations entre les critères qui dépendent plus spécifiquement de l'origine botanique du miel ont été recherchées (coloration, conductivité, pHi, acidité libre, lactones, glucose, fructose, rapport F/G et proline). Leur analyse en composantes principales a permis de bien mettre en évidence l'originalité du miel de COUVERTPUIS-MORLEY. Pour les autres, il existe certes une différence entre les miels d'été et les miels de printemps, mais la variabilité dans les dates de récoltes et les pratiques apicoles fait qu'il existe une certaine continuité entre les deux types de miels.

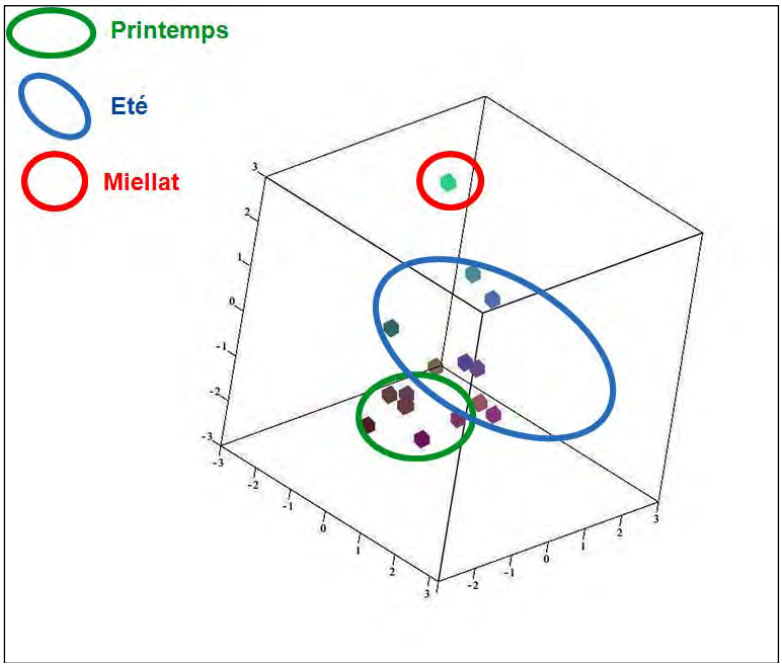


Figure 8-44 *Distribution des miels et critères de différenciation*

La palynologie est l'étude des grains de pollen présents dans les miels mais également d'autres éléments qui peuvent s'y trouver : spores, hyphes, asques, levures, algues vertes, particules végétales diverses, grains d'amidon. 34 taxons ont été identifiés dans les 17 échantillons de miels de la zone OPE ((*Figure 8-45*). Les plantes visitées, surtout parmi les minoritaires peuvent énormément différer d'une année à l'autre surtout en raison de conditions météorologiques favorables ou non à la sortie des abeilles et modifiant la compétitivité entre les différentes espèces. C'est un premier référentiel des plantes nectarifères visitées par les abeilles dans la zone :

- Le colza (Brassica napus) est présent dans tous les miels y compris dans les miels d'été bien après sa floraison. L'abondance de la récolte de son pollen et de son miel alliée à la persistance de réserve de ce miel et de ce pollen tout au long de l'année dans la colonie explique ce phénomène.
- Les autres pollens les plus importants sont : arbres fruitiers (Prunus/pyrus), aubépine (Crataegus sp), ronce (Rubus sp), tilleul (Tilia sp), féverole (Vicia faba), saule (Salix sp), trèfle blanc (Trifolium repens), bourdaine (Frangula alnus), cornouiller sanguin (Cornus sanguinea)…
- Importance de plantes calcicoles : aubépine, érables (Acer sp), cornouiller sanguin, bleuet (Centaurea cyanus), lotier (Lotus sp)…
- Le cas de châtaignier (Castanea sativa) est particulier car cette espèce produit du pollen en très grande quantité. Souvent la présence d'un seul arbre dans un secteur suffit à marquer de son pollen tous les miels dans un rayon de plusieurs km.

Les pollens très minoritaires ou isolés doivent être considérés avec une certaine réserve car il peut s'agir d'espèces cultivées çà et là dans des jardins et visitées de manière très sporadiques par les abeilles. La poursuite des relevés se traduit généralement par une diminution de leur fréquence.

En principe, sauf pénurie totale, les abeilles ne récoltent jamais de pollen de résineux (Pinaceae). Ce pollen se retrouve d'ailleurs surtout dans les miels de colza qui fleurit à la même époque que la production de pollen chez les sapins/épicéas et dont on peut retrouver la trace fort loin du lieu de leur

émission. A signaler la présence significative de pollens issus de plantes appartenant à des biotopes humides (spirée, massette, saules, myosotis…)

En raison de la grande variabilité annuelle et locale des espèces visitées par les abeilles seule une étude sur plusieurs années permettra d'affiner ce premier référentiel.

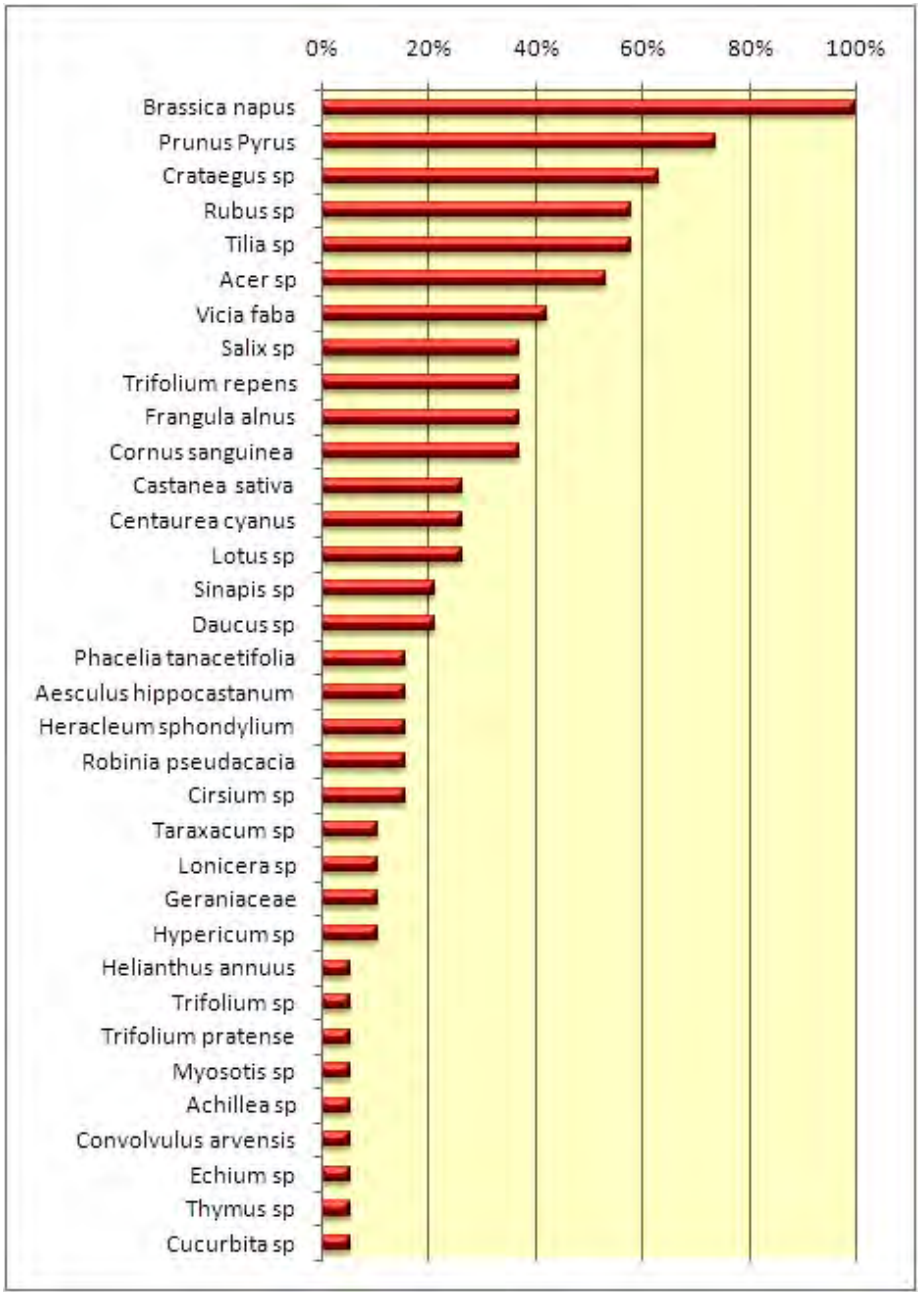


Figure 8-45 *Liste des pollens de plantes nectarifères visitées par les abeilles dans la zone*

8.5.6.4 Mise en place d'un réseau de suivi de ruches instrumentées

L'étude du comportement et de la morphologie des abeilles est un bioindicateur pertinent de l'évolution de l'environnement lorsqu'il est soumis à des forçages naturels et/ou anthropiques. Pour étudier ce bioindicateur, quatre nouvelles ruches seront instrumentées pour mesurer l'activité des abeilles en quantifiant le nombre d'entrée/sortie et différentes données climatiques (température et hygrométrie à l'intérieur et à l'extérieur des ruches). Sur ces mêmes ruches, sera également prélevé le miel pour des analyses telles que présentées précédemment.

Ces 4 ruches seront mises en service au printemps 2011 sur 4 sites :

- Site expérimental en forêt de Montiers-sur-Saulx ;
- Station atmosphérique d'Houdelaincourt ;
- Station à la Ferme de la Tanchotte) ;
- Site agrosystème d'Osne-le-Val.

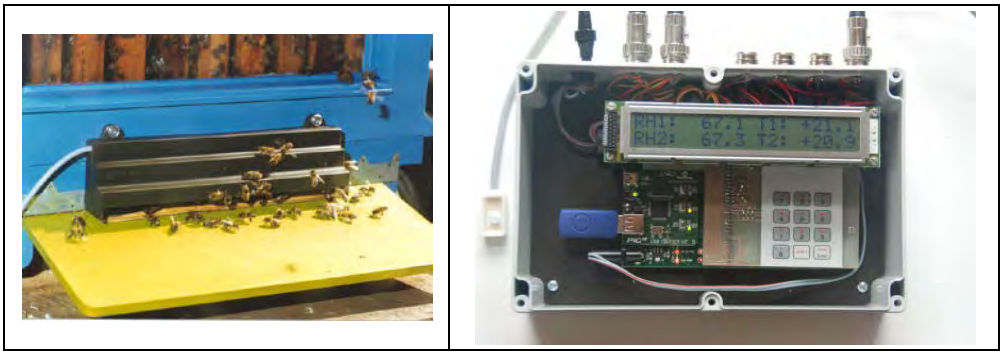


Figure 8-46 Dispositifs de mesure de l'activité des abeilles

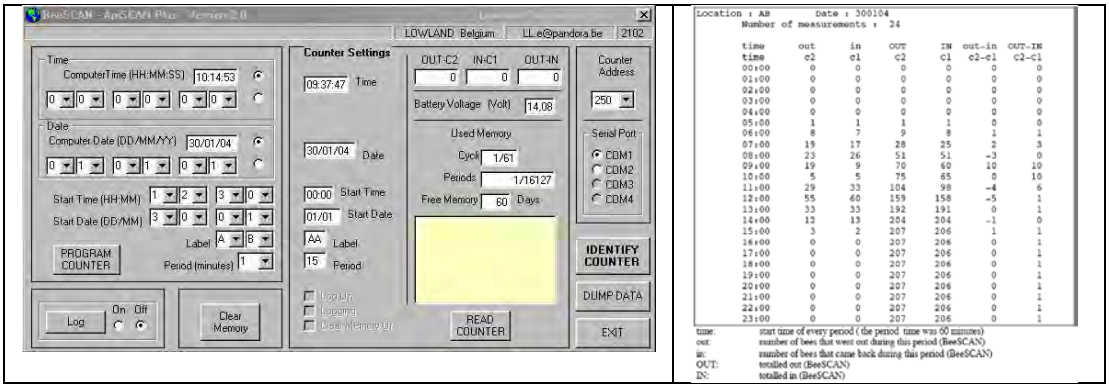


Figure 8-47 Illustrations des fichiers de mesure

8.5.7 Inventaire et suivi des Amphibiens

Les amphibiens constituent de très bons indicateurs de l'état de la biodiversité car quel que soit leur stade de développement (larvaire, juvénile ou adulte), ils sont très sensibles aux changements, que ce soit au niveau de leur habitat, du climat ou autre. Dans le cadre du volet Faune de l'Observatoire Pérenne de l'Environnement, il a été entrepris de faire un inventaire des amphibiens sur le secteur de référence OPE. Cette étude menée depuis 2009 a consisté à établir une bibliographique de l'ensemble des données disponibles sur la zone et à mettre en place un réseau de suivi annuel selon les deux protocoles du MNHN (Suivi des dynamiques des populations d'amphibiens et suivi des variations d'abondance des amphibiens).

8.5.7.1 Inventaire bibliographique

La Lorraine accueille actuellement 18 espèces d'amphibiens, soit 5 Urodèles et 13 Anoures. Le peuplement de Champagne-Ardenne (16 espèces) se différencie uniquement par l'absence de deux taxons très rares, en limite d'aire de répartition nord-est au plan national. Le *Tableau 8-31* précise également leur statut réglementaire au plan européen et leur statut de conservation au plan national.

Au total, 191 données géoréférencées sont disponibles sur un secteur d'une vingtaine de kilomètres de rayon, approximativement centré sur le secteur de référence OPE. Ces éléments sont pour l'essentiel issus des bases de données de l'association NEOMYS (134) et de celle du Conservatoire des Sites Lorrains (57). Une cartographie provisoire concernant les 11 espèces présentes sur le secteur de référence OPE et dans un rayon d'une vingtaine de kilomètres a été réalisée (*Figure 8-48*).

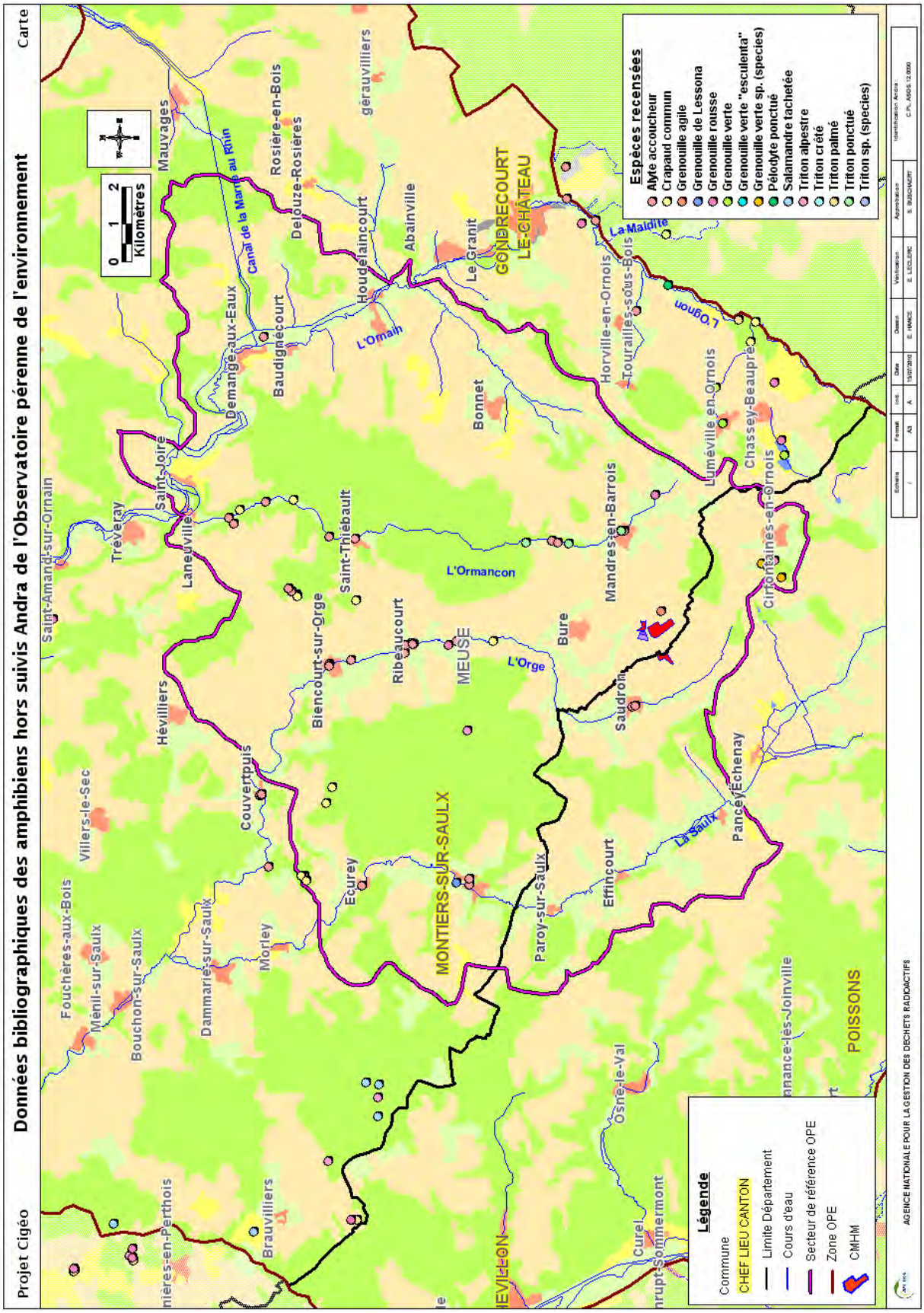


Figure 8-48 *Carte des données bibliographiues amphibiens disponibles sur la zone OPE (2010)*

Tableau 8-31 Statut de conservation des espèces présentes en lorraine et Champagne-Ardenne

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Annexes Directive Europe	Liste Rouge nationale *	Statut en Lorraine (ZNIEFF)	Liste Rouge Champagne-Ardenne
Salamandre tachetée	*SalamAndra salamAndra*		LC	Niv 3	V
Triton palmé	*Lissotriton helveticus*		LC	Niv 3	AS
Triton ponctué	*Lissotriton vulgaris*		LC	Niv 3	V
Triton alpestre	*Ichthyosaura alpestris*		LC	Niv 3	AP
Triton crêté	*Triturus cristatus*	A2	LC	Niv 2	V
Crapaud vert	*Bufo viridis*	A4	EN	Niv 1	X
Crapaud calamite	*Bufo calamita*	A4	LC	Niv 2	E
Crapaud commun	*Bufo bufo*		LC	Niv 3	AS
Alyte accoucheur	*Alytes obstetricans*	A4	LC	Niv 2	V
Pélodyte ponctué	*Pelodytes punctatus*		LC	Niv 2	E
Sonneur à ventre jaune	*Bombina variegata*	A2	VU	Niv 2	V
Pélobate brun	*Pelobates fuscus*	A4	EN	Niv 1	X
Grenouille verte de Lessona	*Pelophylax lessonae*	A4	NT	Niv 3	AP
Grenouille verte	*Pelophylax kl. esculentus*	A5	LC	Niv 3	-
Grenouille rieuse	*Pelophylax ridibundus*	A5	LC	(Introduite)	-
Grenouille agile	*Rana dalmatina*	A4	LC	Niv 2	V
Grenouille rousse	*Rana temporaria*	A5	LC	Niv 3	AS
Rainette verte	*Hyla arborea*	A4	LC	Niv 3	E

** Liste Rouge établie selon les critères définis par le Muséum National d'Histoire Naturelle (MNHN) et le Comité français de l'Union Internationale de Conservation de la Nature (UICN), liste du 26 mars 2008.*

8.5.7.2 Suivi des amphibiens sur la zone OPE en 2009 et 2010

La méthode d'inventaire retenue pour réaliser ce suivi des amphibiens repose sur plusieurs protocoles définis par le Muséum National d'Histoire Naturelle qui ont été appliquées en 2009 et 2010 :

- Suivi des dynamiques des populations d'amphibiens ;
- Suivi des variations d'abondance des amphibiens.

<u>Suivi des dynamiques des populations d'amphibiens</u>

En 2008 et 2009 des recherches de trajectoires de migration d'amphibiens furent réalisées sur les axes routiers de la zone d'étude et de ses abords proches, après une phase de sélection réalisée à partir des fonds de cartes IGN, mais aussi d'après les connaissances acquises et les informations collectées dans le cadre de l'étude bibliographique. Le réseau routier traversant les secteurs potentiels fut parcouru durant deux épisodes migratoires : automnal en 2008 et printanier en 2009. Les recherches furent menées de septembre à début novembre 2008 puis de fin février à fin mai 2009. Ces suivis ont permis d'observer 588 individus sur un parcours d'environ 90 km, soit 6,5 amphibiens/km sur la totalité des routes. Tous les points d'observations des amphibiens ont été géoréférencés pour chaque espèce observée (*Figure 8-49*).

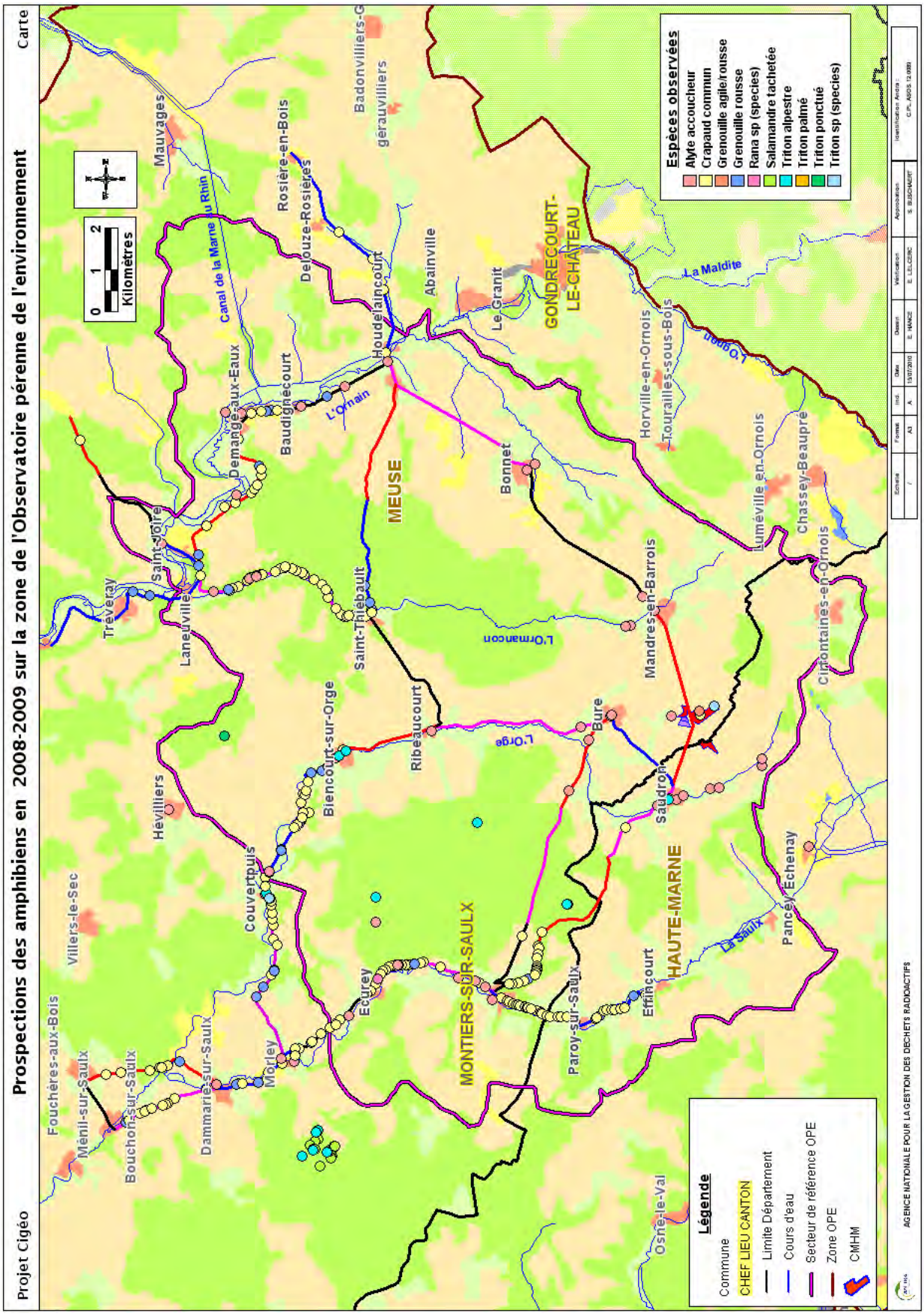


Figure 8-49 *Carte de localisation des prospections de recherche des amphibiens sur la zone OPE en 2008 et 2009*

Le suivi des dynamiques des populations d'amphibiens est effectué par capture des animaux dans un système temporaire composé d'une barrière et de seaux pièges installés le long d'un axe routier (*Figure 8-50*).

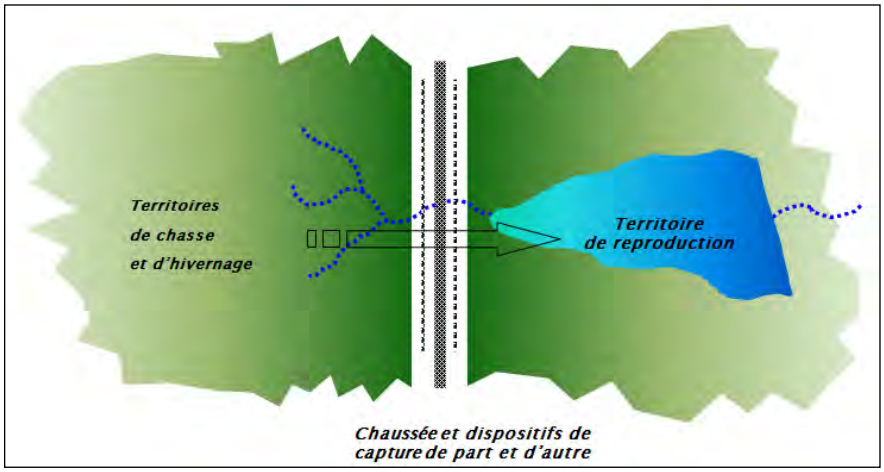


Figure 8-50 *Dispositif de suivi des dynamiques de populations d'amphibiens*

L'analyse ultérieure des données obtenues a permis la présélection de 10 segments dont 3 qui ont été retenus fin 2009 pour y appliquer un suivi des dynamiques des populations d'amphibiens (*Figure 8-52*). (Montiers-sur-Saulx, Biencourt-sur-Orge et Saint-Joire). Ces sites ont été choisis selon des critères de longueur, de nombre de contacts, mais aussi de la possibilité d'y installer les filets et de la facilité de visite des installations (NEOMYS, 2009).

- Site N°1 : Montiers-sur-Saulx - Les coupes à loups D 5 (longueur du dispositif 400 ml)
- Site N°2 : Biencourt-sur-Orge – Heurtebise D127b (longueur du dispositif 200 ml)
- Site N°3 : Saint-Joire - Côte du Val (longueur du dispositif 200 ml)

Trois campagnes de suivi de migrations ont été pratiquées sur les trois sites (automne 2009, printemps et automne 2010).

Campagne d'automne 2009 (9 septembre au 11 novembre 2009)

Au total, 1 925 individus ont été piégés au cours de cette campagne dont 80 % à Biencourt-sur-Orge, 17 % à Saint-Joire et 3 % à Montiers-sur-Saulx. 6 espèces différentes ont été contactées sur l'ensemble des 3 sites : Crapaud commun (Bufo bufo), Grenouille rousse (Rana temporaria), Alyte accoucheur (Alytes obstetricans), Triton alpestre (Ichthyosaura alpestris), Triton ponctué (Lissotriton vulagris) et la Grenouille « verte ». Parmi ces espèces, le Crapaud commun est de loin le plus abondant avec plus de 75 % du total (*Figure 8-51*). Vient ensuite la Grenouille rousse avec environ 19 % puis l'Alyte accoucheur avec 4,5 % du total piégé.

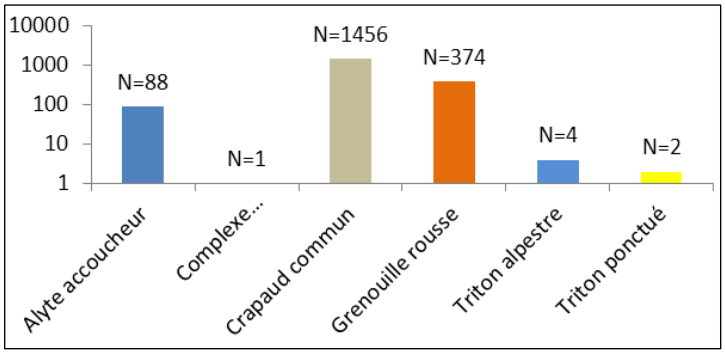


Figure 8-51 *Nombre total d'individus capturés par espèce sur l'ensemble des sites - automne 2009*

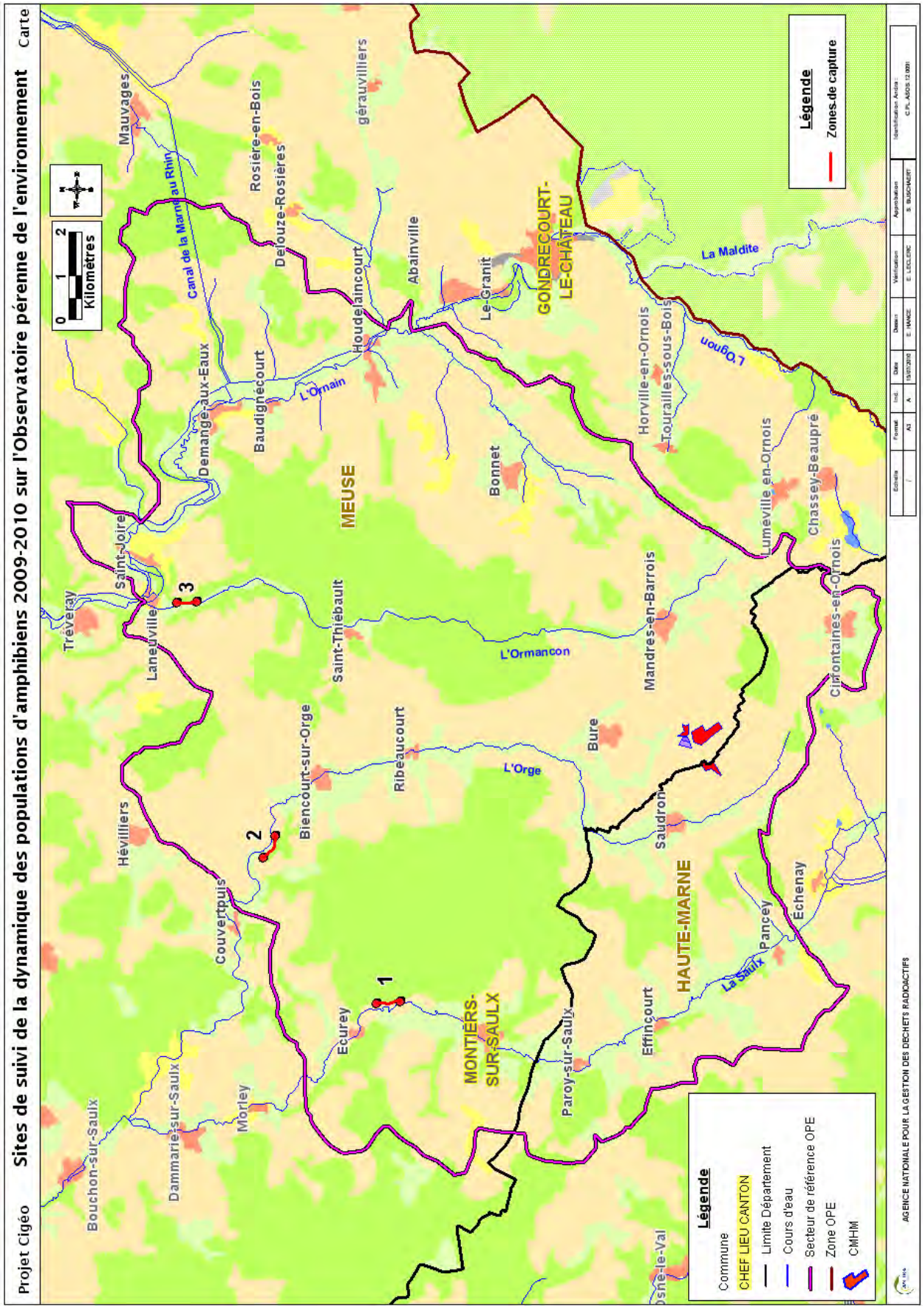


Figure 8-52 *Carte de localisation des trois sites de suivi des dynamiques de populations d'amphibiens en 2009 et 2010*

Campagne de printemps 2010 (22 février au 12 mai 2010)

5 171 amphibiens ont été capturés au cours de cette campagne de suivi dont 58 % au niveau du site N°1, 6 % au niveau du site N°2 et 35 % au niveau du site N°3. 5 espèces ont été contactées pour les trois sites : l'Alyte accoucheur (Alytes obstetricans), le Crapaud commun (Bufo bufo), la Grenouille rousse (Rana temporaria), le Triton alpestre (Ichthyosaura alpestris) et le Triton ponctué (Lissotriton vulgaris). Le Crapaud commun est de loin l'espèce la plus abondante soit 93 % du total. La Grenouille rousse représente quant à elle plus de 6 % du total capturé (*Figure 8-53*). Le sex-ratio (♀/♂) diffère beaucoup entre sites. Il est quasiment équilibré à Biencourt-sur-Orge (1/2) alors qu'à Montiers-sur-Saulx et Saint-Joire, il est respectivement de 1/6 et 1/8.

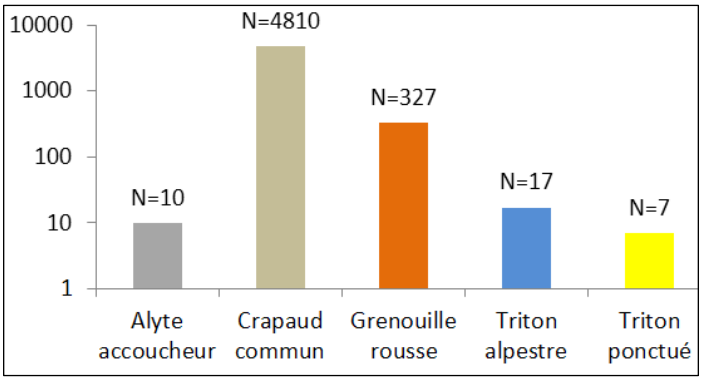


Figure 8-53 *Nombre total d'individus capturés par espèce sur l'ensemble des sites - printemps 2010*

Campagne d'automne 2010 (14 septembre au 27 novembre 2010)

731 amphibiens ont été dénombrés au cours de cette campagne dont 24 % à Montiers-sur-Saulx, 65 % à Biencourt-sur-Orge et 11 % à Saint-Joire. Quatre espèces ont été contactées : l'Alyte accoucheur (Alytes obstetricans) qui représente 2% du total, le Crapaud commun (Bufo bufo) : plus de 55 % du total, la Grenouille rousse (Rana temporaria) : 40 % du total et enfin le Triton alpestre (Ichthyosaura alpestris) représentant seulement 1% du total capturé (*Figure 8-54*). Le Crapaud commun a été majoritairement piégé à Montiers-sur-Saulx et Saint-Joire (sites N° 1 et 3) alors qu'à Biencourt-sur-Orge (site N°2) c'est la Grenouille rousse qui domine.

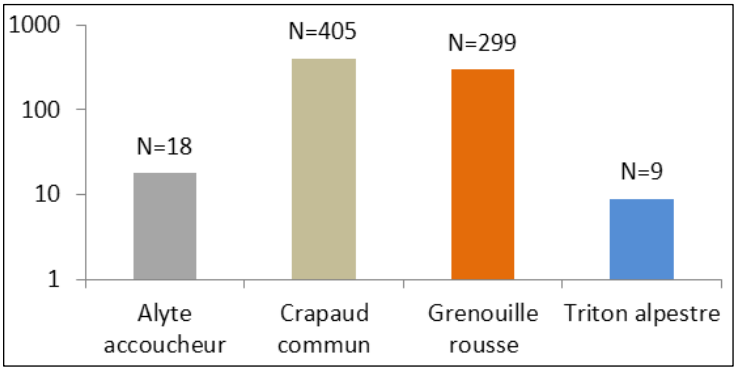


Figure 8-54 *Nombre total d'individus capturés par espèce sur l'ensemble des sites - automne 2010*

Analyse de la dynamique des populations d'amphibiens

7 859 individus ont été capturés au total au cours des 3 campagnes. Le maximum de capture a été réalisé à Montiers-sur-Saulx. 5 espèces ont été contactées à Montiers et Saint-Joire soit l'Alyte accoucheur (Alytes obstetricans), le Crapaud commun (Bufo bufo), la Grenouille rousse (Rana temporaria), le Triton alpestre (Ichthyosaura alpestris) et le Triton ponctué (Lissotriton vulgaris) et 6 à Biencourt-sur-Orge (mêmes espèces, plus la Grenouille verte ou verte de lessona). Le Crapaud commun est l'espèce la plus abondante pour les 3 sites, suivi de la Grenouille rousse. L'Alyte est présent partout mais plus abondant à Saint-Joire.

Les captures de l'automne 2010 ont été plus de 2 fois moins importantes qu'en 2009 : 731 individus en 2010 contre 1 925 en 2009. Cette nette diminution est visible à Biencourt-sur-Orge et à Saint-Joire mais à

Montiers-sur-Saulx, l'inverse est observé : plus de 2 fois plus d'individus ont été capturé en 2010 qu'en 2009. Cependant, les effectifs étant faibles pour ce site, cela ne permet pas de contrebalancer la tendance globale. Le maximum de captures a été réalisé à Biencourt-sur-Orge pour les 2 saisons. La Grenouille « verte », recensée en 2009, n'a pas été recontactée en 2010. La comparaison des dates de début et fin de capture pour chaque espèce révèle certaines similitudes :

- Pour la Grenouille rousse, les captures commencent dès la mise en place des filets et se prolongent jusqu'en fin de saison.
- Le Crapaud commun est également piégé dès le début des relevés mais les captures sont quasi nulles voire nulles à partir du 4 novembre en 2009 et du 14 novembre en 2010.
- Chez l'Alyte accoucheur, l'activité de passage se concentre dans la première période de suivi pour les 2 années.

Concernant la phénologie, il semblerait que la corrélation entre conditions météorologiques et évolution du nombre de captures soit moins marquée à l'automne. Ceci s'explique certainement du fait qu'à l'automne plus d'immatures et de juvéniles sont piégés et que ces derniers sont moins exigeants quant aux niveaux de températures et d'humidité que les adultes.

Suivi des variations d'abondance des amphibiens

Ce suivi concerne essentiellement les sites de reproduction selon trois approches :

- la recherche des pontes, larves et adultes et identification à vue (jour + nuit) ;
- des prospections des individus reproducteurs au chant (anoures) (nuit) ;
- le contrôle de l'ensemble des sites potentiels : mares, plans d'eau et berges de cours d'eau (jour + nuit).

10 sites ont été sélectionnés de manière à être répartis sur l'ensemble du secteur de référence OPE et à cibler l'ensemble des espèces recensées lors des prospections du printemps 2009 à savoir l'Alyte accoucheur, le Crapaud commun, la Grenouille rousse, la Grenouille verte, le Triton alpestre, le Triton ponctué, le Triton palmé et la Salamandre tachetée. Une diversité de typologie a ainsi été obtenue : cours d'eau (5 points), lavoir, égayoir, ornières, prairie inondée et étang (*Figure 8-55*).

La majorité des points se trouvent en milieu agricole. Seules les ornières du site N°5 sont situées en milieu forestier et les points 4, 8 et 9 en zone urbanisée. Ces derniers sont d'origine artificielle sauf le N°8 (Orge amont). La végétation aquatique est plus ou moins abondante d'un point à un autre et la typologie varie. Par exemple, l'étang de Pancey ou l'égayoir de Bonnet sont quasiment dépourvus de végétation alors que le point N°1 situé sur l'Ormançon aval au niveau de Mandres-en-Barrois est composé à 95 % d'hydrophytes à feuilles de type émergentes et flottantes et à 5 % d'algues affleurantes. Les fonds des plans d'eau sont composés de sédiments naturels et les berges sont végétalisées et composées de matériaux naturels, sauf au niveau du lavoir de Saudron et de l'égayoir de Bonnet. La proportion d'ombre au niveau de la mare varie entre site. Les points les plus ensoleillés sont l'Ormançon et l'Orge aval et l'étang de Pancey. Les points les plus ombragés sont les points 3 et 4 : respectivement la Saulx et le lavoir de Saudron.

Résultats de la recherche des pontes, larves et adultes et identification à vue

Ce premier suivi a été réalisé fin mars et début avril 2010. Ces dates ont été malheureusement en dehors de la période favorable décrite dans le protocole du fait de conditions météorologiques hivernales persistantes. 3 espèces ont été recensées : le Crapaud commun, la Grenouille rousse/agile et la Salamandre tachetée. Les espèces les plus abondantes sont la Grenouille rousse/agile puis le Crapaud commun. La Salamandre n'est présente qu'au niveau du site N°5. Certains points d'observation ne comptent aucune donnée. Bien que la cible prioritaire soit les pontes, on remarque qu'un adulte Crapaud commun a été contacté au niveau du site N°3 ainsi que des larves de Salamandre au niveau du site N°5. Aucune donnée n'a été collectée sur les plans d'eau N°4 et N°6 : lavoir de Saudron et prairie inondée de Demange aux Eaux.

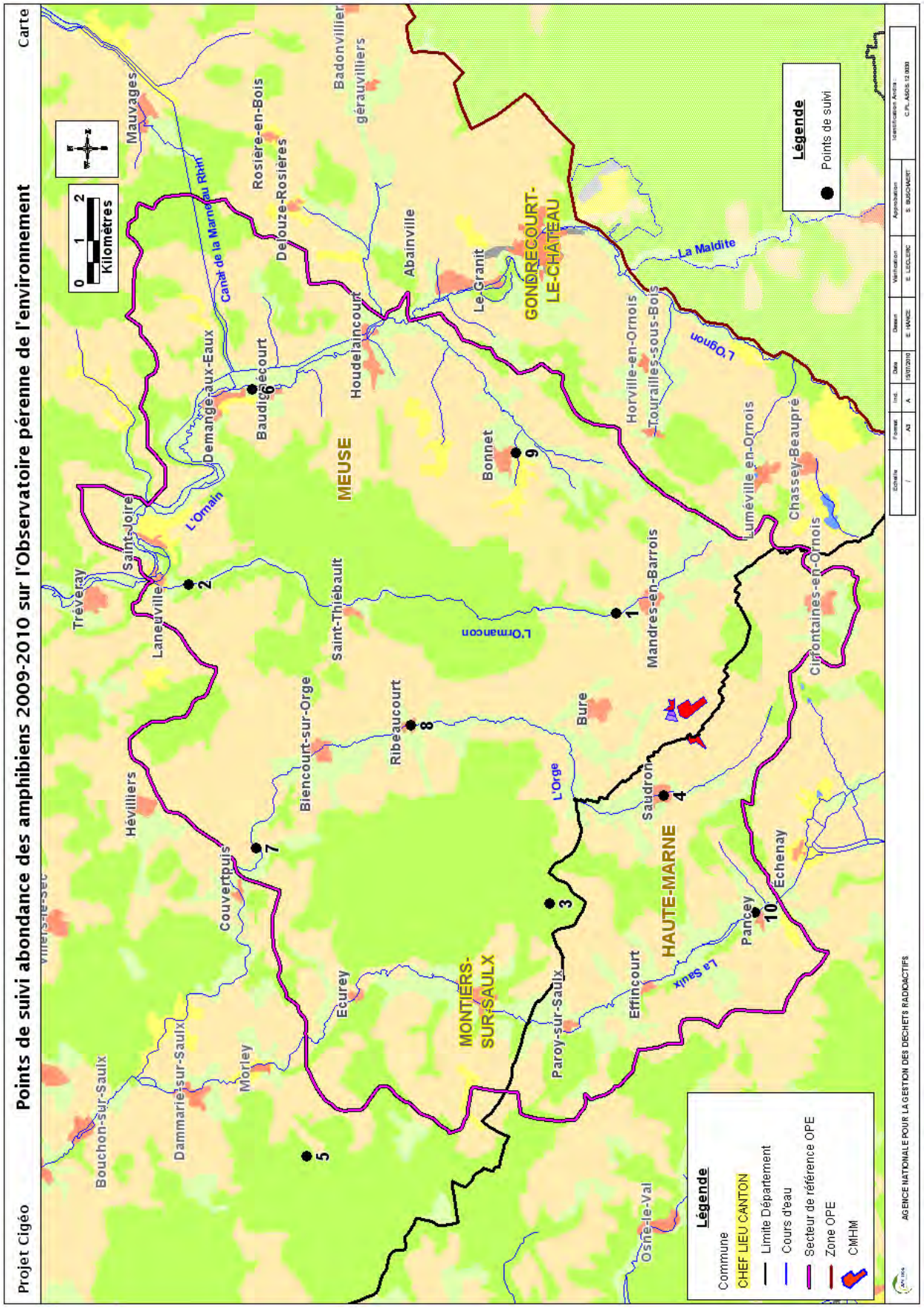


Figure 8-55 *Carte de localisation des points de suivi abondance amphibiens 2009-2010*

Résultats des prospections des individus reproducteurs au chant (anoures)

Le deuxième suivi a été réalisé les 8 et 24 avril pour le premier passage et les 26 et 27 mai 2010 pour le second. 3 espèces ont été entendues sur l'ensemble des sites : l'Alyte accoucheur, le Crapaud commun et la Grenouille verte (Pelophylax kl. esculentus). Aucun anoure chanteur n'a été contacté au niveau des sites 4, 5 et 6. L'Alyte a été entendu au niveau de tous les autres points d'eau. Le Crapaud a été contacté dans l'Ormançon amont, la Saulx et dans l'étang de Pancey. La Grenouille verte n'a été entendue que dans l'étang de Pancey. Le dénombrement des adultes en milieu aquatique a permis d'inventorier 6 espèces : l'Alyte accoucheur, le Crapaud commun, la Grenouille rousse, la Salamandre tachetée, le Triton alpestre et le Triton ponctué. La richesse spécifique la plus importante est observée au niveau de l'Ormançon amont (site 1), de la forêt de Morley (site 5) et de l'Orge amont (site 8). Le Triton ponctué n'a été contacté qu'au niveau du site N°1, c'est-à-dire sur l'Ormançon aval alors que le Triton alpestre est présent sur 4 sites : l'Ormançon aval et amont, les Ornières de Morley et l'Orge amont. La Salamandre a été contactée uniquement en forêt de Morley, dans le réseau d'ornières (individu adulte et larves).

Résultats des contrôles de l'ensemble des sites potentiels

Ce dernier suivi s'est déroulé le 24 juin 2010. Peu de résultats ont été obtenus. En effet, seuls les sites 2 et 7 étaient occupés par des larves de Grenouille rousse/agile et/ou de Crapaud commun. Aucune observation n'a été faite au niveau des autres sites.

Analyse du suivi d'abondance

Ce premier suivi d'abondance des amphibiens réalisé sur les 10 sites sélectionnés a permis de comptabilisé 7 espèces d'amphibiens dont 4 espèces Anoures (l'Alyte accoucheur, le Crapaud commun, la Grenouille rousse et la Grenouille verte) et 3 espèces d'Urodèles (le Triton alpestre, le Triton ponctué et la Salamandre tachetée). Le Triton palmé recensé au printemps 2009 n'a pas été recontacté cette année. Les plus fortes diversités (4 espèces) sont observées à Mandres-en-Barrois et à Saint-Joire au niveau de l'Ormançon et à Ribeaucourt au niveau de l'Orge.

La Grenouille rousse/agile est de loin l'espèce la plus abondante avec seulement trois sites sans observations : les sites 3, 4 et 6. A noter que l'identification à l'espèce pour les Grenouilles brunes est quasiment impossible lorsqu'il s'agit de ponte ou de larves. La Grenouille agile a été recensée lors des recherches bibliographiques mais n'a pas été contactée au cours des inventaires de 2009. Il est donc fort probable qu'il s'agisse de Grenouilles rousses mais sans aucune garantie, sauf pour le site N°2 au niveau duquel 1 adulte a été contacté.

Les Alytes ont été dénombrés par écoute au niveau de 6 sites : l'Ormançon aval et amont, la Saulx, l'Orge aval et amont et l'égayoir de Bonnet. Une larve a également été identifiée sur l'Orge amont (site N°8). Ce site ainsi que l'Ormançon aval (site N°1) semblent être les plus importants en termes d'effectifs.

En forêt de Morley, un peu plus de 60 larves et 1 adulte de Salamandre ont été dénombrés au niveau du site N°5.

La hiérarchisation des sites en fonction de l'abondance des espèces est difficile à appréhender car dépend de la classe d'âge considérée. Ainsi, pour le suivi N°1, le maximum de pontes est observé au niveau du site N°10 et pour le suivi N° 2, le maximum d'adultes en milieu aquatique a été dénombré en forêt de Morley (site N°5), toutes espèces confondues.

Très peu de larves d'amphibiens ont été observées lors du suivi N°3. Plusieurs explications permettent de comprendre ce manque de résultat. En premier lieu, certains points d'eau étaient à sec ou avec un niveau d'eau très bas au moment de l'inventaire. Pour d'autres sites, l'accessibilité aux berges et la visibilité étaient très réduites du fait du développement de la végétation. La dernière cause serait qu'une partie des larves se soient déjà métamorphosées (date de prospection probablement trop tardive).

Les sites 4 et 6 correspondant au lavoir de Saudron et à la prairie inondée de Demange-aux-Eaux, n'ont pas permis de récolter de donnée. Concernant le site N°6, ceci est dû à un assèchement de la prairie avant le passage du suivi N°1 et qui s'est poursuivi jusqu'à la fin de ce printemps. Concernant le site N°4 (lavoir de Saudron), l'absence de contact est difficile à expliquer sachant qu'à proximité immédiate (cours d'eau), des chanteurs d'Alytes ont été entendus en nombre pendant les passages. La principale hypothèse serait que les caractéristiques du lavoir (espace couvert, très végétalisé et bétonné) ne soient pas attractives pour les amphibiens de la zone, ou beaucoup moins que celles d'autres sites situés à proximité immédiate. Le choix de ces deux sites sera réévalué pour la poursuite du suivi de l'abondance des amphibiens au cours des prochaines années.

8.5.8 Inventaire et suivi de la faune piscicole

Pour compléter l'état de référence de l'écosystème aquatique de la zone OPE, un suivi de sa faune devait être réalisé pour en étudier la diversité et la distribution spatiale. En effet, cette faune aquatique composée principalement de poissons est spécifique à certains cours d'eau en fonction de l'hydromorphologie et de la gestion piscicole locale appliquée depuis de nombreuses années.

Par ailleurs, la faune aquatique peut également être utilisée pour compléter l'évaluation qualitative des milieux aquatiques et pour y rechercher l'éventuelle présence de certains polluants déjà observés ou non dans les eaux. En effet, parmi ces espèces certaines d'entre elles peuvent présenter une sensibilité toute particulière à la présence de certains polluants ou à toute évolution de la qualité des eaux.

Hormis leur grande variété et la richesse des communautés vivantes qu'ils hébergent, les systèmes aquatiques, composant l'ensemble du réseau hydrographique, présentent aussi la particularité d'être potentiellement exposés à des sources de pollutions et de perturbations d'origine anthropique, affectant la qualité des eaux et le fonctionnement des écosystèmes, tout au long des réseaux trophiques. Les substances xénobiotiques présentes dans l'eau constituent un large éventail de contaminants tant organiques que métalliques, qui se concentrent, par bioaccumulation, dans les tissus, les organes et les graisses des êtres vivants et, par bioamplification, à travers tous les niveaux trophiques. C'est en cela que certaines espèces animales, notamment les prédateurs, peuvent jouer le rôle de «biocapteurs» de substances xénobiotiques, particulièrement intéressants pour étudier et suivre l'état de santé des écosystèmes, et constituer un outil d'identification de ces éléments, puis de reconquête de la qualité de l'eau et de préservation de la diversité des milieux.

Parmi les phénomènes étudiés sur l'OPE, le réchauffement climatique peut avoir des conséquences sur le fonctionnement de l'hydrosystème dont les perturbations du régime hydrique (sécheresses estivales plus marquées et crues hivernales plus intenses) qui sont susceptibles de modifier la faune et la flore aquatique mais également l'exposition des hôtes vivants à ces contaminants.

En effet, les sécheresses plus importantes et prolongées entraînent des phénomènes de concentration des polluants présents dans l'eau, et donc dans les réseaux trophiques ; tandis que les épisodes de crues hivernales remobilisent les contaminants piégés dans les sédiments des rivières ou des barrages. Le réchauffement climatique augmenterait donc à la fois le risque d'exposition aux contaminants et l'intensité de celle-ci. Par ailleurs, les modèles actuels des conséquences des changements globaux font état d'une modification des biocénoses aquatiques, au niveau notamment de la diversité et de l'abondance des espèces piscicoles. La diminution des espèces les plus sensibles, au profit d'espèces tolérantes, mais aussi plus exposées à la contamination de par leur mode de vie, constituerait une menace supplémentaire pour les prédateurs.

Pour mieux appréhender les voies de contamination, les phénomènes de bio-accumulation ainsi que les processus de dégradation des contaminants au cours des transferts trophiques à l'échelle de l'ensemble du bassin dans ce contexte de changement global, l'étude de plusieurs espèces indicatrices a été envisagée :

- poissons prédateurs ;
- poissons polyphages ;
- crustacés prédateurs et nécrophages ;
- bivalves benthiques filtreurs.

Pour réaliser cette étude, l'Andra a fait réaliser par l'ONEMA[59] et les deux Fédérations départementales Meuse et Haute-Marne pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique des inventaires piscicoles avec des prises d'échantillon sur plusieurs points de référence des principaux cours d'eau de la zone OPE en 2009 et 2010.

8.5.8.1 Contexte hydrographique et piscicole

Le réseau hydrographique de la zone OPE représente 421 km dont 63 km sont artificiels (36 km pour le Canal de la Marne au Rhin, 13 km pour le Canal de la Marne à la Saône et 14 km pour les rigoles d'alimentation d'autres petits canaux) (Tableau 1). On dénombre au total 270 cours d'eau naturel, dont les plus importants en linéaires sont l'Ornain avec 50 km et la Saulx avec 48 km. Le réseau hydrographique de la zone OPE est principalement représenté par les têtes de bassins versants de la Saulx et de l'Ornain avec leurs affluents respectifs.

[59] ONEMA : Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques

Leur typologie correspond à des cours d'eau salmonicoles classés en première catégorie piscicole. Les espèces piscicoles se répartissent dans les cours d'eau en fonction des conditions hydrologiques (température moyenne, teneur en oxygène dissous, débit) et habitationnelles qu'elles y trouvent. Ainsi de l'amont (sources) vers l'aval (confluence), nous allons trouver un cortège de différentes populations (*Figure 8-56*).

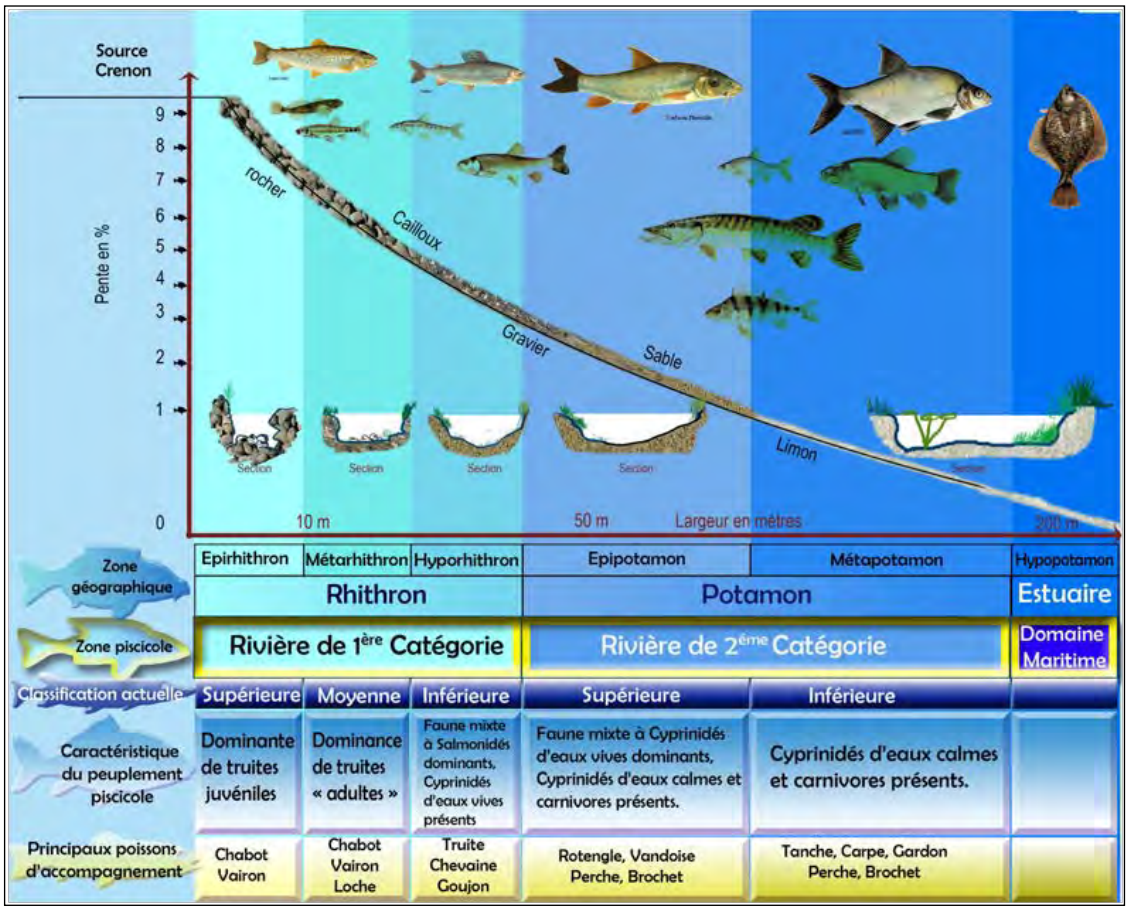


Figure 8-56 *Zonation des cours d'eau (Document pédagogique - FDPPMA 55)*

L'eau du canal, plus calme et plus profonde est plus propice aux espèces cyprinicoles (carpes, gardons, rotengles…) et aux carnassiers que sont le brochet et la perche. Il est classé en deuxième catégorie piscicole. Les eaux de 2ème catégorie représentent 18.1% des cours d'eau de la zone OPE.

8.5.8.2 Biodiversité piscicole

Dans le cadre de l'étude de la diversité de la faune piscicole de la zone OPE, l'Andra a recensé l'ensemble des données piscicoles disponibles sur la zone OPE et fait réaliser par les deux fédérations départementales de la pêche en 2009 et 2010 plusieurs pêches électriques selon le protocole établi pour l'Indice Poisson des Rivières (IPR) en complément de pêches historiques déjà réalisées sur le secteur (*Figure 8-57*). La mise en œuvre de l'IPR consiste globalement à mesurer l'écart entre la composition du peuplement sur une station donnée, observée à partir d'un échantillonnage par pêche électrique, et la composition du peuplement attendue en situation de référence, c'est-à-dire dans des conditions pas ou très peu modifiées par l'homme.

Pêche électrique réalisée à Ribeaucourt (Orge – 2009)

Inventaire des espèces pêchées (Orge – 2009)

Figure 8-57 Illustrations d'une opération de pêche électrique

Données IPR historiques

Les plus anciennes pêches électriques réalisées sur la zone OPE remontent au début des années 80 et ont été essentiellement réalisées par l'ONEMA. Les données de 44 pêches ont été recensées (*Figure 8-58*). 60 % des IPR calculés sont de qualité piscicole bonne à excellente, 30 % de qualité médiocre et 10 % de mauvaise à très mauvaise (*Tableau 8-32*). Les deux cours d'eau les moins bien classés sont la Saulx à Lezéville et à Pancey et l'Orge à Saudron. La marne présente une qualité piscicole de bonne à excellente sur tout le linéaire compris dans la zone OPE. Quant à l'Ornain, les classes de qualité piscicoles sont très variables dans le temps avec deux situations classées de mauvaises à la hauteur de la commune de Demanges-aux-Eaux. La plupart des petits cours d'eau sont de qualité piscicole classée de médiocre à mauvaise.

Tableau 8-32 Bilan des Classes de qualité selon la note de l'IPR des pêches historiques

Cours d'eau	1 Excellente	2 Bonne	3 Médiocre	4 Mauvaise	5 Très mauvaise
La Cloche			1		
La Marne	5	5			
La Méholle		1			
La Risancelle			2		
La Saulx		2	1		2
Le Chevillon		1			
Le Fourneau	1	1			
Le Mont		1			
Le Richecourt			1		
Le Rongeant		2	1		
Les Moulinets	1				
L'Ognon		1			
L'Orge					1
L'Ornain		5	5	2	
L'Osne			1		
Ruis. De Montplonne			1		
Total général	**7**	**19**	**13**	**2**	**3**

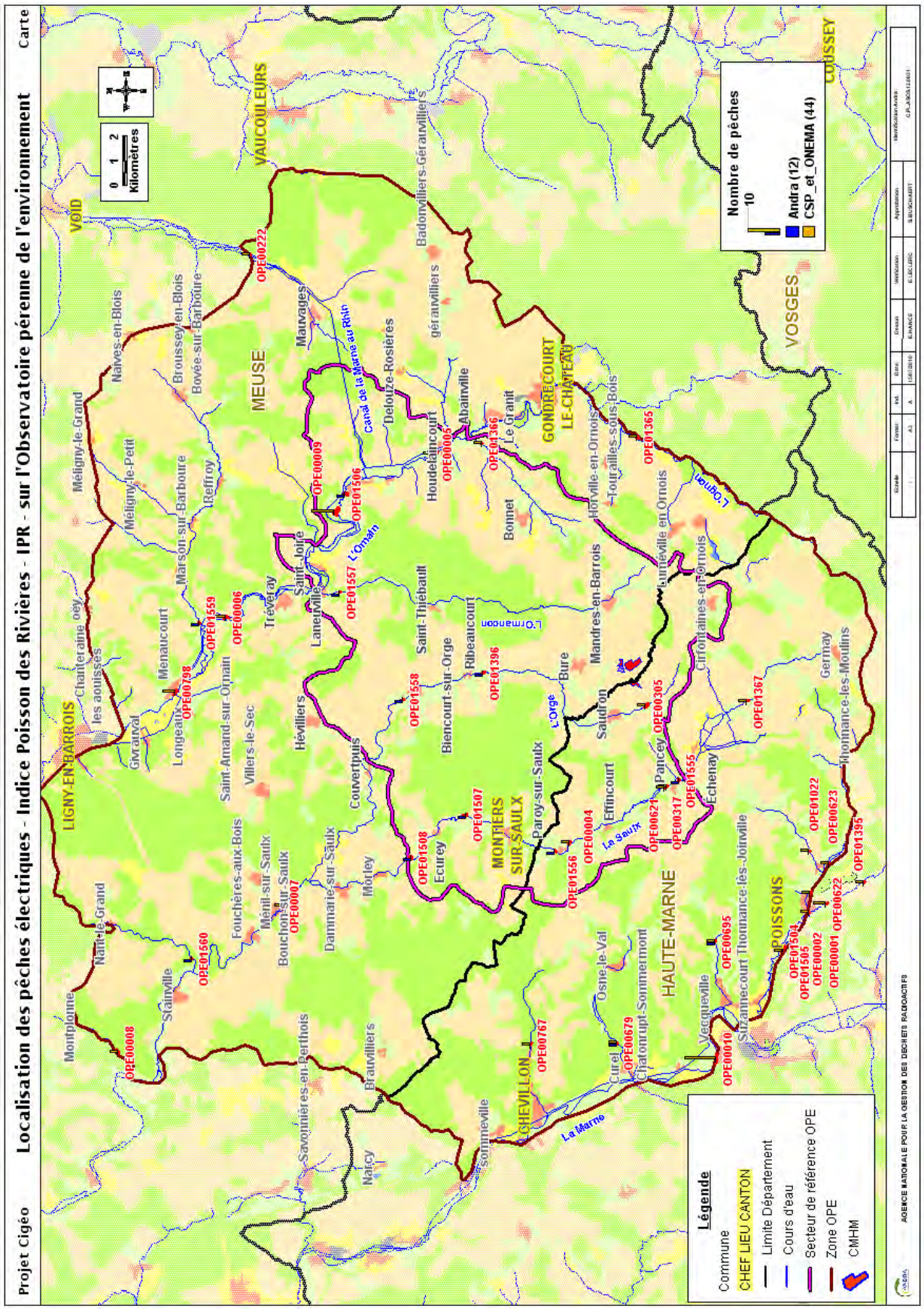


Figure 8-58 *Carte de localisation des pêches électriques sur la zone OPE*

Données IPR 2009/2010

Depuis 2009, l'Andra a inscrit dans son programme de suivi de la faune aquatique la réalisation de pêches électriques sur l'ensemble des cours d'eau de la zone OPE encore peu étudiés ou pas actualisés. 12 pêches électriques ont été pratiquées ces deux dernières années et ont concernés 7 cours d'eau (l'Orge, La Saulx, L'Ormançon, Le Mont, L'Osne, Ru de Nant et la Barboure). 17 % des situations de pêches sont classées de très mauvaises, 33 % de mauvaises, 17 % de médiocre et 33 % de bonne (*Tableau 8-33*). Ces nouvelles pêches ont confirmé la situation de très mauvaise qualité piscicole de l'Orge. La Saulx présente une forte variabilité de la qualité piscicole tout au long de son linéaire qui semble dépendre des activités industrielles localisées dans son bassin-versant. Pour les petits cours d'eau (Le Mont, l'Osne et Ru de Nant) la qualité piscicole est bonne.

Tableau 8-33 Résultats des pêches électriques 2009-2010 sur la zone OPE (Andra)

Code Pds	Date prélèvement	Cours d'eau	Commune	Nb espèces	Nb individus	Note IPR	Classes de qualité
OPE01559	**08/07/2010**	La Barboure	Boviolles	8	2 761	25.0	**4 : Mauvaise**
OPE01558	**01/07/2010**	L'Orge	Biencourt-sur-Orge	4	5 219	43.7	**5 : Très mauvaise**
OPE01557	**01/07/2010**	L'Ormançon	Saint-Joire	4	2 015	26.5	**4 : Mauvaise**
OPE01556	**07/07/2010**	La Saulx	Paroy-sur-Saulx	7	538	7.3	**2 : Bonne**
OPE01555	**07/07/2010**	La Saulx	Echenay	9	2122	26.4	**4 : Mauvaise**
OPE00695	**08/07/2010**	Le Mont	Thonnance-les-Joinville	2	63	8.3	**2 : Bonne**
OPE00679	**08/07/2010**	L'Osne	Curel	3	449	9.0	**2 : Bonne**
OPE01560	**08/07/2010**	Ru de Nant	Nant-le-Petit	4	352	9.9	**2 : Bonne**
OPE01506	**20/10/2009**	L'Ornain	Demange-aux-Eaux	11	4650	22.1	**3 : Médiocre**
OPE01396	**21/07/2009**	L'Orge	Ribeaucourt	3	1202	58.1	**5 : Très mauvaise**
OPE01507	**26/10/2009**	La Saulx	Montiers-sur-Saulx	11	4786	23.4	**3 : Médiocre**
OPE01508	**26/10/2009**	La Saulx	Montiers-sur-Saulx	13	5762	32.9	**4 : Mauvaise**

Synthèse IPR 1982/2010

Les peuplements de la zone OPE apparaissent relativement conformes au regard de l'indice Poisson Rivière (*Figure 8-59*).

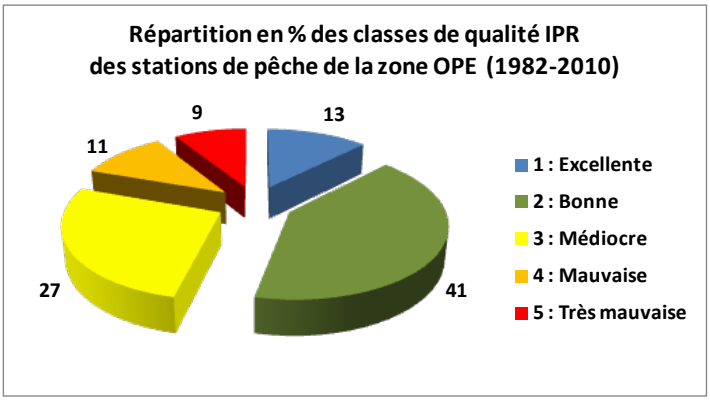


Figure 8-59 Répartition des classes de qualité IPR des stations inventoriées depuis 1982 sur la zone OPE

On observe ainsi que plus de la moitié des stations présente un peuplement de bonne qualité (41 %) à excellente (13 %). En revanche, 47 % des peuplements ne sont pas conformes. Lorsque les peuplements sont altérés, ils le sont profondément puisque 9 % sont de très mauvaise qualité.

Peuplements piscicoles

Le nombre moyen d'espèces capturées par pêche est de 8 et varie de 1 pour le ruisseau de Montplonne à 13 pour la Marne. La Saulx et l'Ornain ont respectivement 8 et 11 espèces de recensées à chaque pêche électrique. Les petits cours d'eau présentent une diversité piscicole nettement inférieure. Les différences

de diversité spécifique observées reflètent le principe de l'évolution des biocénoses aquatiques le long d'un cours d'eau suivant un gradient amont-aval (principe de continuum fluvial).

Depuis 1982, Ce sont donc au total 27 espèces de poissons qui sont recensées sur la zone de l'OPE au cours de toutes ces pêches électriques (*Figure 8-60*). Par ailleurs, 1 espèce d'écrevisse a été observée à plusieurs reprises. Parmi ces espèces, 5 sont non-natives de la zone.

- l'Ombre commun (Thymallus thymalus), autochtone sur d'autres bassins français, introduit sur la Marne à des fins halieutiques et sur laquelle il s'est très bien acclimaté. On le retrouve par ailleurs sur un de ses principaux affluents, le Rongeant ;
- la Perche soleil (Lepomis gibbosus) et le Pseudorasbora (Pseudorasbora parva), espèces exotiques originaires du continent américain pour la première et d'Asie pour la seconde, considérées comme invasives et susceptibles de provoquer des déséquilibres biologiques que l'on a pu retrouver anecdotiquement sur la Saulx pour la Perche soleil et sur l'Orge pour le Pseudorasbora ;
- Le Poisson chat (Ictalurus melas) sur le canal, espèce invasive originaire du continent américain considérée nuisible ;
- l'Ecrevisse américaine (Orconectes limosus), espèce introduite susceptible de provoquer des déséquilibres biologiques, présente sur la Marne.

Les espèces les plus fréquemment rencontrées (occurrence ≥ 50 %) sont au nombre de 5 et reflètent la typologie dominante des cours d'eau de la zone OPE, à savoir 78 % du réseau classé en 1ère catégorie piscicole. 94 % des cours d'eau échantillonnés appartiennent à cette catégorie. On retrouve ainsi les espèces de la zone salmonicole : Chabot, Truite, Loche franche, Chevaine et Vairon. Notons que le Chabot et la Loche franche sont fréquemment inventoriés du fait également de leur grande amplitude écologique allant du petit ruisseau au grand cours d'eau.

Parmi les espèces aux occurrences moyennes (20 % ≤ occurrence ≤ 50%), on peut distinguer :

- les espèces plus tolérantes et ubiquistes, moins exigeantes en matière de qualité de milieu tel le Chevaine et l'Epinochette ;
- Le Brochet qui trouve des conditions favorables à son développement et tend à montrer l'artificialisation de certaines rivières salmonicoles de la zone OPE (homogénéisation des écoulements suite aux travaux hydrauliques, intrusion dans le milieu depuis les étangs) ;
- La Lamproie de Planer, espèce très sensible à la qualité de son milieu, qui confirme la présence de cours d'eau encore relativement préservés.

Arrive ensuite tout un cortège d'espèces aux occurrences faibles, voire anecdotiques du fait qu'elles ne sont pas électives des milieux échantillonnés. On peut tout de même distinguer les espèces naturellement en limite de répartition tel le Barbeau fluviatile, le Goujon, l'Ablette ou la Vandoise de celles provenant d'introduction telles le Pseudorasbora et la Perche soleil, espèces susceptibles de causer des déséquilibres biologiques.

La zone OPE est donc relativement riche de par sa diversité piscicole, on retrouve les grands cortèges d'espèces caractéristiques des différents milieux avec quelques particularités en fonction des contextes :

- Les petits affluents (Ognon, Richecourt, Ormançon, Barboure, Nant, Montplonne) et la tête de bassin de l'Ornain avec des secteurs typiquement salmonicole avec la Truite Fario et ses principales espèces d'accompagnement, le Chabot, le Vairon et la Loche Franche ;
- L'Orge, quant à lui, n'a aucune population de Truite Fario, mais ses espèces d'accompagnement sont présentes. La mauvaise qualité de l'eau (dépôt organique très important), de l'habitat et les assecs annuels sont certainement les causes de cette absence ;
- La Saulx et l'Ornain, rivières plus larges présentant des successions de radiers et de fosses où les cyprinidés d'eaux vives (Chevaines, Vandoises, Barbeaux) trouvent un milieu propice au développement de leur population. Ils partagent ces secteurs avec la Truite où les géniteurs trouvent un milieu propice à leur développement. Dans les secteurs plus calmes, les carnassiers tels que Perches et Brochets apparaissent.

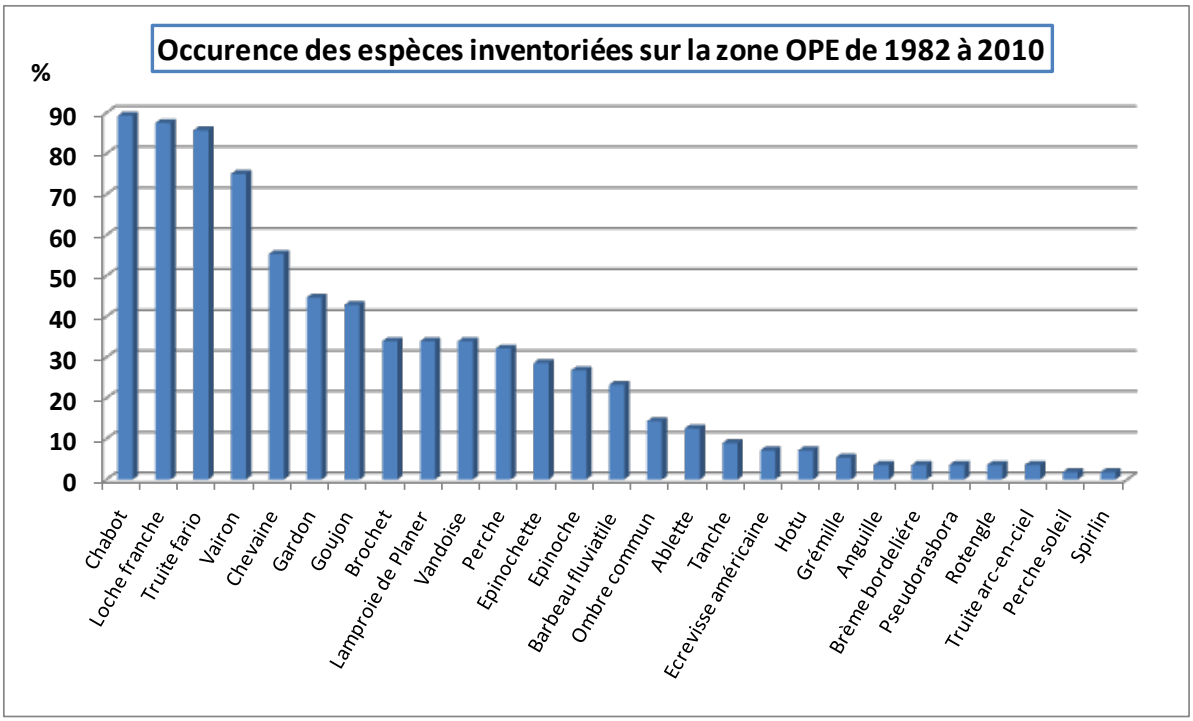


Figure 8-60 *Histogramme des occurrences des espèces inventoriées depuis 1982 sur la zone OPE*

Il est à noter que l'amont de la Saulx dans le département de la Meuse possède une population importante de Brochet, arrivés lors des vidanges des plans d'eau Haut-Marnais. Ils ont trouvé des fosses suffisamment profondes pour s'acclimater. Le canal de la Marne au Rhin, aux eaux calmes plus chaudes et moins oxygénées avec une forte pauvreté en habitats est propice aux espèces cyprinicoles (Gardons, Carpes, Brèmes). Les espèces les moins fréquentes ont été capturées majoritairement sur les grands cours d'eau de la zone.

Parmi les espèces recensées sur la zone OPE, plusieurs présentent différents statuts de protection.

Tableau 8-34 *Statuts de protection et état de conservation des espèces piscicoles présentes dans la zone d'étude*

Nom vernaculaire	LR mondiale	LR France	Statut en France	HABITAT	Directive Habitats Faune/Flore Annexe 2	Directive Habitats Faune/Flore Annexe 5	Liste rouge Champagne Ardenne	NOTE ZNIEFF minimale	*Annexe III*
Anguille	CR	CR	P	4			E	2	
Brochet	LC	VU	P	2			V	2	
Chabot	LC	DD	P	4	**1**		AP	3	
Epinochette								3	
Hotu	LC	LC	P	2			AP	3	1
Lamproie de Planer	LC	LC	P	4	**1**		AP	2	1
Loche de rivière	LC	VU	P	2	**1**		V	2	1
Lote de rivière		VU	P	2			V	2	
Ombre commun	LC	VU	P	2		1	V	2	1
Spirlin	LC	LC	P	2			R	3	1
Truite fario			P	2			V	2	
Vairon		DD	P	2				3	
Vandoise	LC	DD	P	2			AP	3	
Barbeau fluviatile	LC	LC	P	2	**1**		AP	2	
Ide melanote							R		

La qualité du milieu est évaluée à partir des impacts biologiques des perturbations sur la population de l'espèce repère (Truite Fario). L'écart entre la situation potentielle, en absence de perturbation, et la situation réelle permet de définir un niveau de fonctionnalité de la population piscicole.

Dégradation des contextes piscicoles

La dégradation des contextes salmonicoles sur la zone OPE est principalement due à six grands facteurs limitants qui ont été identifiés et spatialisés :

- le réchauffement de l'eau,
- les assecs,
- les travaux hydrauliques,
- les ouvrages et barrages,
- les plans d'eau,
- les rejets urbains,
- les activités agricoles.

Pour mesurer les effets du réchauffement climatique sur la diversité piscicole, un suivi thermique a été pratiqué sur les stations de pêches en 2009 et 2010 à l'aide de sondes immergées pendant une période de 10 mois (*Figure 8-61*).

Figure 8-61 Sonde thermique HOBO U22 Water Temp Pro V2

Sur chaque courbe thermique, le Preferendum thermique de la Truite Fario (4 à 19°c) a été reporté (zone grisée et rose) ainsi que la limite létale (Trait rouge) de 25°c. Certains pics ponctuels peuvent correspondre à des anomalies de fonctionnement de la sonde. A l'image du suivi thermique sur la Saulx à la Tanchotte, les températures relevées ont dépassé à plusieurs reprises les seuils du Preferendum thermique de la Truite Fario (*Figure 8-62*).

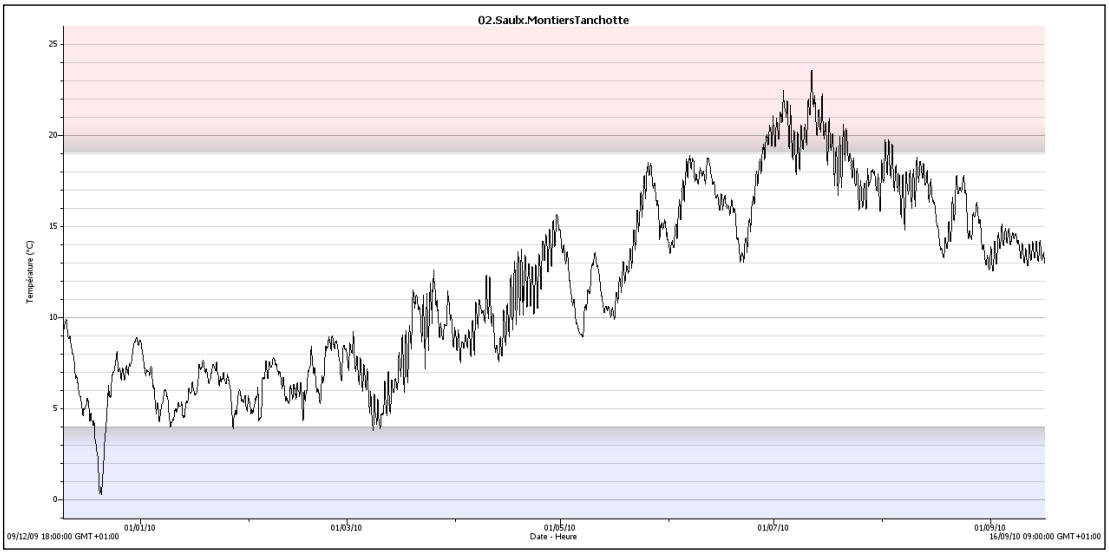


Figure 8-62 Exemple Sonde Thermique S02 : SAULX – Aval MONTIERS SUR SAULX – La Tanchotte

Sur certaines stations, la température a pu atteindre la limite létale de 25°C sur de courtes périodes. Des températures inférieures à 4°C ont été relevées dans plus de la moitié des stations. Ces mesures confirment la forte sensibilité thermique des cours d'eau de la zone d'étude soumis à une dégradation des contextes salmonicoles. Pour maîtriser les autres facteurs de dégradation, la gestion des cours d'eau par les Codecoms est quasi généralisée sur l'ensemble de la zone OPE. Maintenant, les programmes de restauration commencent à intégrer le réseau secondaire et les petits affluents jusqu'alors peu concernés.

Tableau 8-35 Résultats du suivi thermique pratiqué sur les stations de pêches électriques 2010

Date début	Date fin	Cours d'eau	Commune	Nb jours < 4°C	Nb jours 4 à 20 °C	Nb jours 20 à 22,5 °C	Nb jours 22.5 à 25 °C	Nb jours > 25 °C
09/12/2009	**16/09/2010**	La Barboure	Boviolles	4	271	6	0	0
09/12/2009	**16/09/2010**	L'Orge	Biencourt-sur-Orge	11	267	3	0	0
09/12/2009	**16/09/2010**	L'Ormançon	Saint-Joire	1	271	9	0	0
03/11/2009	**07/09/2010**	La Saulx	Paroy-sur-Saulx	1	308	0	0	0
03/11/2009	**07/09/2010**	La Saulx	Echenay	20	268	14	5	**1**
03/11/2009	**07/09/2010**	Le Mont	Thonnance-les-Joinville	0	309	0	0	0
09/12/2009	**16/09/2010**	L'Osne	Curel	0	308	5	0	0
09/12/2009	**16/09/2010**	Ru de Nant	Nant-le-Petit	1	280	0	0	0
09/12/2009	**16/09/2010**	L'Ornain	Demange-aux-Eaux	3	264	15	3	0
09/12/2009	**16/09/2010**	L'Orge	Ribeaucourt	3	256	22	11	**3**
09/12/2009	**16/09/2010**	La Saulx	Montiers-sur-Saulx	2	269	10	0	0
09/12/2009	**16/09/2010**	La Saulx	Montiers-sur-Saulx	4	264	13	0	0

8.5.8.3 Conclusion

L'étude sur la diversité, la gestion et la qualité de la faune piscicole a montré une certaine hétérogénéité de situation sur la zone OPE.

Elle s'explique d'une part par la diversité des milieux rencontrés, allant du petit ruisseau de tête de bassin au grand cours d'eau de zone aval en passant par les plans d'eau et les canaux, et d'autre part par leur niveau d'altération eu égard aux différentes pressions qu'ils peuvent subir.

Si la majorité des peuplements piscicoles présents sur la zone OPE sont conformes, lorsque les peuplements sont altérés, ils le sont fortement ce qui s'explique principalement par la dégradation de la qualité physique des milieux conséquente aux aménagements hydrauliques.

De manière générale, les peuplements restent assez stables et ne connaissent pas de profondes évolutions au regard des données disponibles sur les 20 dernières années.

Dans le cadre de l'OPE, il serait ainsi intéressant de poursuivre les chronologies de données sur certaines stations dites références afin de suivre les prochaines tendances évolutives des peuplements, tout en menant parallèlement des investigations sur des milieux peu ou jamais prospectés à des fins de connaissance.

Conjointement, le suivi thermique pourrait également être poursuivi. Il apparaît en effet judicieux de suivre ce paramètre explicatif de la qualité des peuplements piscicoles et des dysfonctionnements des milieux, notamment dans un contexte actuel de réchauffement climatique global.

8.6 Micropolluants dans la chaîne alimentaire et quelques bioindicateurs

Une recherche des micropolluants organiques et métalliques a été menée en 2009 et 2010 dans différentes matrices agroalimentaires ainsi que dans divers bioindicateurs. Ces échantillons ont fait l'objet d'analyses chimiques portant sur :

- Les nitrates ;
- Les métaux (arsenic, cadmium, chrome, cobalt, cuivre, mercure, nickel, plomb, zinc) ;
- Les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) ;
- Les polychlorobiphényles indicateurs (PCBi) ;
- Les dioxines/furanes (PCDD/PCDF) et polychlorobiphényles type dioxine (PCB-DL) ;
- Les pesticides (substances phytosanitaires).

Afin de disposer de références permettant d'interpréter les résultats d'analyses obtenus, une synthèse réglementaire a été constituée : références issues de la réglementation en vigueur (en particulier les valeurs maximales de contaminants applicables dans l'alimentation humaine et l'alimentation pour animaux) ainsi que de la bibliographie disponible (études sur les bioindicateurs, données de «bruit de fond» dans l'alimentation…).

8.6.1 Nature des matrices échantillonnées

15 matrices (végétales et animales) ont été échantillonnées sur l'ensemble de la zone OPE °. Ces matrices peuvent être regroupées en 5 groupes :

- l'agroalimentaire : fromage, lait, lactosérum, œufs, gibier, moules, poissons ;
- les bioindicateurs : bois, champignons, feuilles d'arbres, lichens, mousses, miel ;
- les grandes cultures : blé, colza, orge, pois ;
- les fourrages : maïs, prairies ;
- les fruits et légumes : carottes, choux, haricots, mirabelles, prunelles, quetsches, mures sauvages, poires, pommes, pommes de terre.

C'est au total 110 échantillons qui ont été analysés (*Figure 8-63*) :

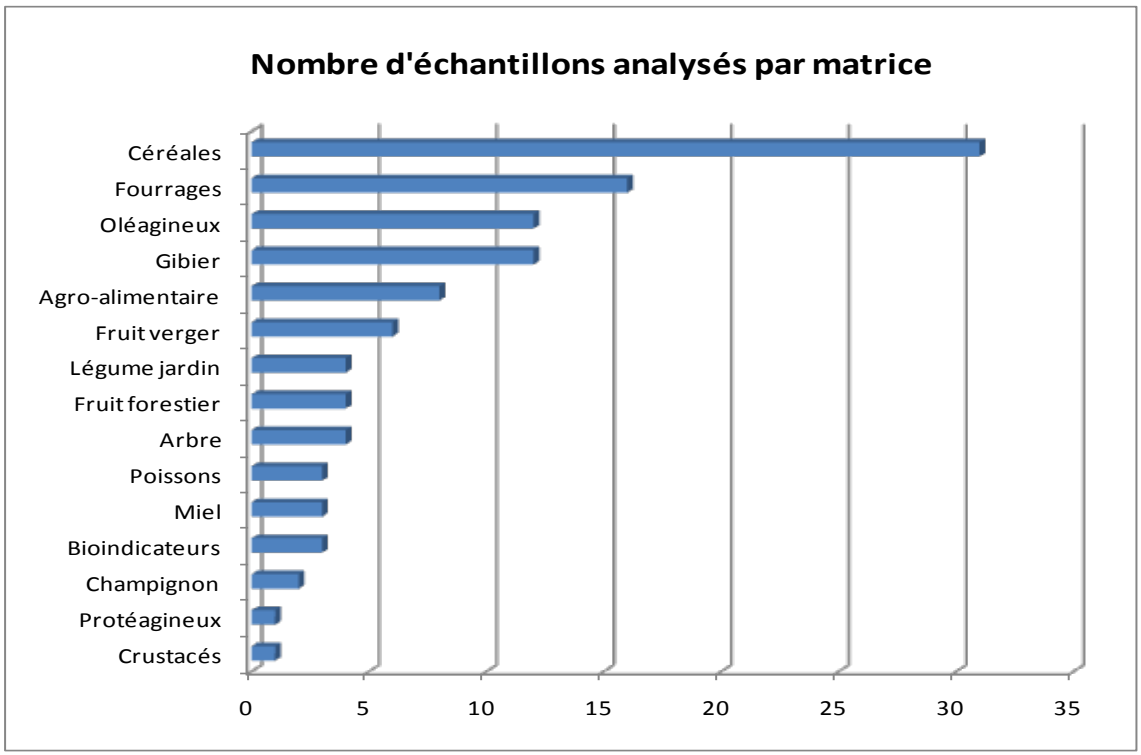


Figure 8-63 Nombre d'échantillons analysés par matrice

8.6.2 Résultats et discussion

Les résultats d'analyses ont permis de constater que plusieurs échantillons révélaient une ou plusieurs anomalies importantes (*Tableau 8-36*) par rapport aux valeurs de référence disponibles (réglementaires et bibliographiques) :

- Blé (plomb, dioxines/furanes, lindane, aldrine, endrine) ;
- Orge (aldrine) ;
- Colza (nickel, cadmium, plomb, endrine) ;
- Maïs (cadmium, plomb, benzo(a)pyrène, PCBi, PCB-DL, lindane, aldrine) ;
- Poisson (cobalt, cuivre, mercure, zinc) ;
- Chou (arsenic, cadmium, chrome, cobalt, cuivre, nickel, plomb, zinc) ;
- Pommes de terre (plomb) ;
- Carotte (chrome, cobalt, nickel, plomb) ;
- Haricot (cuivre, plomb, zinc) ;
- Gibier (cadmium, cobalt, cuivre, nickel, plomb, PCDD/PCDF, PCB-DL) ;
- Champignons (cuivre, mercure, nickel, zinc) ;
- Œuf (zinc, PCBi, PCDD/PCDF, PCB-DL) ;
- Herbe (arsenic, chrome, cobalt, cuivre, nickel, plomb, zinc).

Tableau 8-36 *Synthèse des anomalies mesurées pour les analyses de micropolluants*

Légende de présentation des résultats :

0.125 Valeurs en italique sur fond vert : inférieures à la limite de quantification analytique

dépassement de valeurs réglementaires et bibliographiques - matrice exactement correspondante
dépassement de valeurs réglementaires et bibliographiques - matrice comparable mais non identique
dépassement de valeur réglementaire - matrice exactement correspondante
dépassement de valeur réglementaire - matrice comparable mais non identique
dépassement de valeur bibliographique - matrice exactement correspondante
dépassement de valeur bibliographique - matrice comparable mais non identique

	METAUX (mg/kg PF)									HAP (µg/kg PF)		PCBi	PCDD/PCDF	PCB-DL	PCDD/F + PCB-DL	PESTICIDES		
Réf. Ext.	Cr	Co	Ni	Cu	Zn	As	Cd	Pb	Hg	Benzo(a) pyrène	SOMME 16 HAP	Somme 7 PCBi	SOMME PCDD/F	SOMME PCB-DL	SOMME PCDD/F + PCB-DL	Lindane	Aldrine	Endrine
N°1 Grain Blé																		
N°5 Grain Blé																		
N°6 Grain Blé																		
N°13 Grain Blé																		
N°36 Grain Orge																		
N° 62 Grain colza																		
N°65 Grain Colza																		
N° 71 Maïs																		
N°72 Maïs																		
N° 157 Poisson- Chevesne																		
N° 162 Choux																		
N° 160 Pommes de Terre																		
N° 166 Carottes																		
N° 172 Haricots																		
N°198 Maïs																		
N° 204 Poisson - Brochet																		
N°210 Grain Blé																		
N°251 Sanglier : Cœur																		
N°252 Sanglier : Foie																		
N°253 Sanglier : Cœur																		
N°254 Sanglier : Foie																		
N°255 Chevreuil : Cœur																		
N°256 Chevreuil : Foie																		
N°257 Chevreuil : Cœur																		
N°258 Chevreuil : Foie																		
N°262 Vairon poisson entier																		
N°276 Œufs																		
N°279 Cèpe de Bordeaux																		
N°283 Cèpe de Bordeaux																		
N°285 Œufs																		
N°286 Herbe																		
N°633 Chevreuil femelle - Foie																		
N°635 Sanglier femelle - Foie																		
N°636 Sanglier femelle - Foie																		

Le manque de références pour plusieurs de ces anomalies a limité les possibilités d'interprétation (comparaison avec des matrices équivalentes) et incite à utiliser ces premiers résultats avec prudence dans l'attente des résultats de nouvelles analyses et de recherches bibliographiques complémentaires.

Certains de ces polluants sont d'origine naturelle (exemple de quelques métaux) mais pour la majorité d'entre eux leur présence est d'origine anthropique liée à des activités industrielles historiques et actuelles (fonderies…) mais également agricoles (fertilisation et produits phytosanitaires).

Au terme de cette étude, les perspectives de travail résident principalement dans la mise en place d'un suivi périodique des matrices ayant révélé des anomalies par rapport aux valeurs de référence. Ce suivi permettra non seulement de poursuivre l'interprétation des résultats d'analyses par rapport aux valeurs guides mais également d'observer l'évolution spatiale et temporelle des niveaux de micropolluants dans les produits agroalimentaires et dans les bioindicateurs.

8.7 Qualité radiologique des bioindicateurs

Dans le cadre de l'état de référence radiologique réalisé au cours de l'année 2007 pour l'Observatoire Pérenne de l'Environnement, plusieurs bioindicateurs ont été prélevés sur la zone OPE et analysés.

8.7.1 Plan d'échantillonnage

Trois types de bioindicateurs ont été retenus, ceux entrant dans la chaîne alimentaire, ceux ayant une utilité économique non alimentaire et enfin ceux qui présentent une bonne faculté de bioaccumulation des radioéléments et donc ont un rôle de sentinelle pour la radioactivité (*Tableau 8-37*).

Tableau 8-37 Sites de prélèvement de bioindicateurs agricoles pour le fond radiologique

Nature	Lieu de prélèvement	Commentaire
Feuille de hêtre	Forêt de Montiers	Activité économique forestière
Lichen	Forêt de Montiers	Bioindicateur chronique ou sentinelle avec une bonne captation des radioéléments (produits d'activation, de fission, naturels, transuraniens et des iodes).
Bryophyte (Mousse terrestre)	Bois de Glandenoie et/ou de la Forêt de Montiers	Bioindicateur chronique ou sentinelle avec une bonne captation des radioéléments (produits d'activation, de fission, naturels, transuraniens et des iodes).
Pousses de blé	Gillaumé	Production agricole
Pousses de colza	Gillaumé	Production agricole
Lait	Gillaumé	Production agricole entrant dans la chaîne alimentaire
Fromage	Fromagerie de Biencourt sur Orge	Production agricole entrant dans la chaîne alimentaire
Œufs	Gillaumé	Production agricole entrant dans la chaîne alimentaire
Feuille de chou	Gillaumé	Production maraîchère entrant dans la chaîne alimentaire

La carte ci-après présente la localisation des différents points de prélèvements (*Figure 8-64*) :

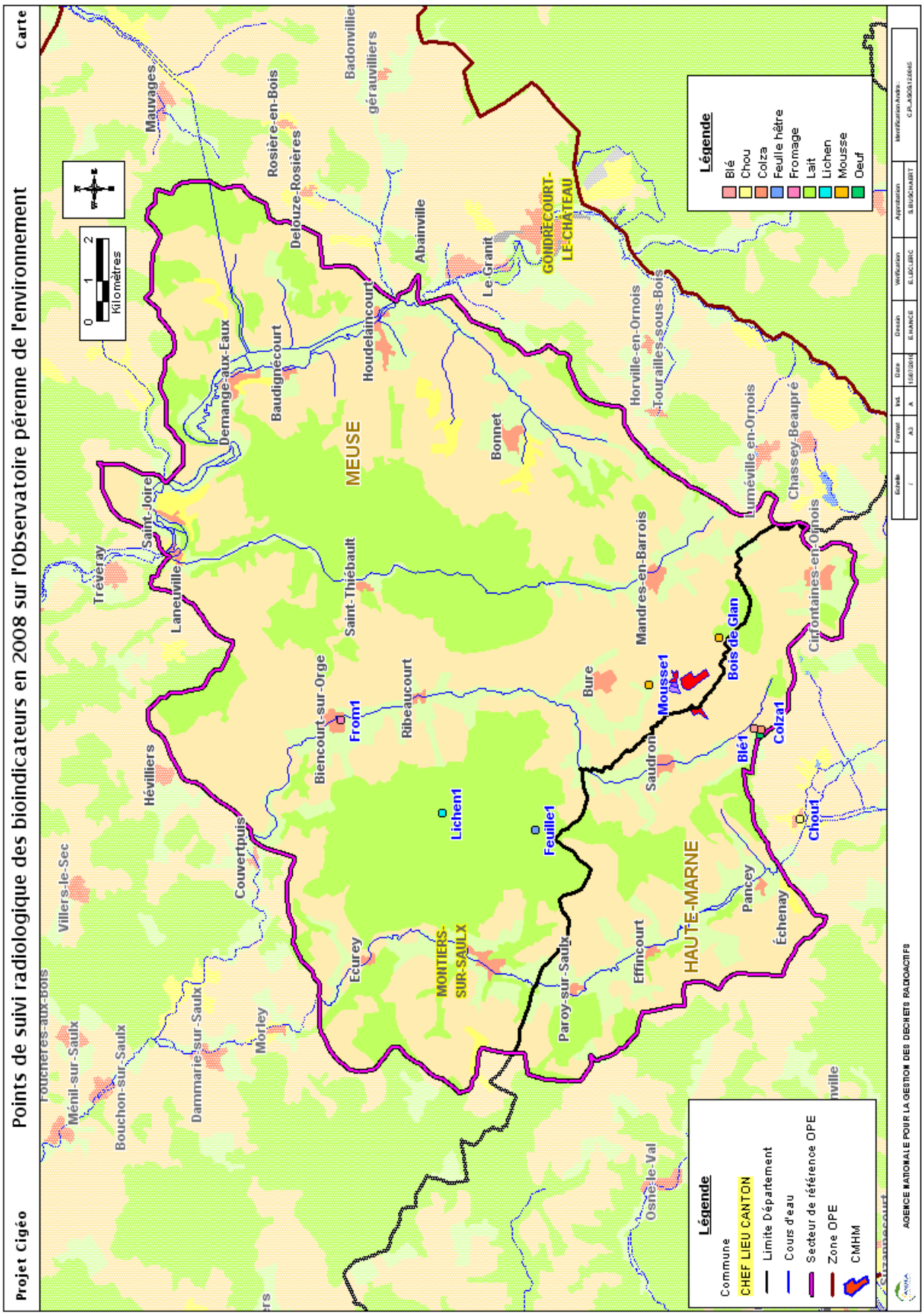


Figure 8-64 *Carte de localisation des points de prélèvement des bioindicateurs pour les mesures radiologiques (2008)*

8.7.2 Résultats et discussion

8.7.2.1 Radionucléides détectés par spectrométrie gamma

La radioactivité naturelle

Sur les végétaux terrestres : Le ^{40}K est le principal contributeur à la radioactivité naturelle, il est systématiquement détecté avec des valeurs variant de 140±20 Bq.kg^{-1} sec (lichen) à 1 100±100 Bq.kg^{-1} sec (pousses de colza). Le ^{40}K est un isotope naturel radioactif du potassium, ainsi, compte tenu de son abondance naturelle, 1 gramme de potassium apporte une activité d'environ 30 Bq. On constate également la présence de radioéléments appartenant aux chaînes naturelles :

- du ^{232}Th avec des activités en ^{212}Pb détectées sur 5 des 7 végétaux analysés variant de 0,71±0,28 à 11±3 Bq.kg^{-1} sec ;
- de l'^{238}U attestée par la présence de ^{226}Ra constaté seulement sur la mousse terrestre prélevée à Cote Blussey (32±5 Bq.kg^{-1} sec), de 214Pb détecté sur 4 échantillons (activité variant de 0,15±0,07 à 9,1±3,2 Bq.kg^{-1} sec) et de ^{210}Pb dont la présence est systématiquement détectée dans tous les végétaux avec des valeurs comprises entre 17±3 et 750±90 Bq.kg^{-1} sec.

Pour le ^{210}Pb, on constate en outre que les niveaux d'activité relevés sur ces indicateurs sentinelle (bryophytes et lichens) sont très nettement supérieurs à ceux enregistrés sur les autres végétaux. Les gammes de variation allant de 300±140 à 750±90 Bq.kg^{-1} sec pour les indicateurs sentinelle et de 17±3 à 39±7 Bq.kg^{-1} sec pour les autres végétaux.

Enfin, le ^{7}Be est présent sur l'ensemble des végétaux analysés avec des activités variant de 53±16 à 850±100 Bq.kg^{-1} sec.

Sur la chaîne alimentaire : La radioactivité naturelle est mise en évidence par la présence de ^{40}K détecté sur l'ensemble des échantillons analysé avec des valeurs de 23±3 Bq.l^{-1} pour le lait, de 190±30 Bq.kg^{-1} sec pour les œufs et 73±12 Bq.kg^{-1} sec pour le brie. Le ^{40}K est un isotope naturel radioactif du potassium, ainsi, compte tenu de son abondance naturelle, 1 gramme de potassium apporte une activité d'environ 30 Bq. On constate également la présence de la famille radioactive naturelle de l'^{238}U mis en évidence seulement sur le lait avec une activité mesurée en ^{214}Pb de 0,15±0,07 Bq.l^{-1}.

La radioactivité artificielle

Sur les végétaux terrestres : Le seul radioélément artificiel détecté est le ^{137}Cs. Sa présence est constatée uniquement dans les indicateurs sentinelle (mousses terrestres et lichen) avec des niveaux d'activité variant de 1,2±0,5 à 17±3 Bq.kg^{-1} sec.

Sur la chaîne alimentaire : Aucun radionucléide émetteur gamma d'origine artificielle n'est mis en évidence dans ces échantillons.

8.7.2.2 Indices de radioactivité alpha et bêta global

Sur les végétaux terrestres : Sur les 7 végétaux analysés, 4 présentent un indice de radioactivité alpha global supérieur aux limites de détection. Les valeurs constatées varient de 36±25 (feuilles de hêtre) à 670±230 Bq.kg^{-1} sec (mousse terrestre de Côte Blussey). Il convient de noter que les limites de détection des autres végétaux se situent entre 100 et 130 Bq.kg^{-1} sec. Tous les végétaux étudiés présentent un indice de radioactivité bêta global significatif variant de 390±130 (feuille de hêtre) à 1 000±300 Bq.kg^{-1} sec (lichen). Les valeurs de cet indice sont en bon accord avec la contribution des activités des émetteurs bêta-gamma d'origine naturelle évaluée par spectrométrie gamma (^{40}K, ^{210}Pb/^{210}Bi).

Sur la chaîne alimentaire : Les indices de radioactivité alpha global de ces échantillons sont inférieurs aux limites de détection. Les indices de radioactivité bêta globale sont significatifs avec des valeurs de 50±14 Bq.l^{-1}pour le lait et de 120±40 Bq.kg^{-1} sec pour les œufs et 76±32 Bq.kg^{-1} sec pour le brie. Ces valeurs sont en bon accord avec la contribution des activités des émetteurs bêta-gamma d'origine naturelle évaluée par spectrométrie gamma (notamment ^{40}K).

8.7.2.3 Autres éléments mesurés

Sur les végétaux terrestres :

- Le ^{14}C : Sur tous les végétaux, les mesures de ^{14}C sont inférieures aux limites de détection (de 70 à 117Bq.kg^{-1} sec). Le ^{14}C a été mesuré en scintillation liquide après calcination de l'échantillon par

Oxidiser. Cette technique n'a pas permis d'atteindre des limites de détection compatibles avec les données disponibles concernant l'abondance naturelle de cet élément dans les bioindicateurs.

Le tritium : Le tritium lié et tritium libre ont été mesurés sur tous les échantillons à l'exception du lichen (quantité insuffisante d'échantillon) et de l'une des deux mousses terrestre (redondance de matrice). Les valeurs constatées sont inférieures aux limites de détection, pour le tritium libre, les limites de détection obtenues sur les eaux de lyophilisation des échantillons varient de 4,8 à 5,3 Bq/l ; celles atteintes sur les eaux de calcination des échantillons varient de 0,24 à 3,4 $Bq.l^{-1}$.

Les autres radioéléments (^{36}Cl, ^{79}Se et du ^{41}Ca) : Ces trois radionucléides ne présentent pas d'activité spécifique dans les échantillons mesurés. Les limites de détections maximales obtenues sont de 57 $Bq.kg^{-1}$ sec en 36Cl, 150 $Bq.kg^{-1}$ sec en ^{41}Ca et de 21 $kBq.kg^{-1}$ sec en ^{79}Se. Les limites de détection du ^{79}Se sont très élevées du fait de la présence de nombreux interférents.

Sur la chaîne alimentaire :

Les valeurs mesurées sont inférieures aux limites de détection (7,5 $Bq.l^{-1}$sur le lait, 48 et 97 Bq.kg-1 frais respectivement pour les œufs et le brie).

Le tritium : Les mesures de tritium effectuées sur le lait donnent des valeurs en tritium libre inférieure à 5,1 $Bq.l^{-1}$de lait et en tritium lié inférieures à 0,3 $Bq.l^{-1}$ de lait. Pour les œufs et le lait, les activités en tritium libre sont inférieures à 5,1 $Bq.l^{-1}$d'eau de lyophilisation des deux échantillons et les activités en tritium lié sont inférieures respectivement à 7,3 et 2,4 $Bq.l^{-1}$ d'eau de combustion.

Les autres radioéléments (^{36}Cl, ^{79}Se et du ^{41}Ca) : Ces trois radionucléides ne présentent pas d'activité spécifique dans les échantillons mesurés. Les limites de détections maximales constatées sont de 60 $Bq.kg^{-1}$ sec en ^{36}Cl, 140 $Bq.kg^{-1}$ sec en ^{41}Ca et de 21 $kBq.kg^{-1}$ sec en ^{79}Se. Pour ce qui concerne le ^{79}Se, les limites de détection obtenues sont très élevées du fait de la présence de nombreux interférents.

8.7.3 Discussion des résultats

Sur les végétaux terrestres :

Les mesures réalisées sur les végétaux montrent que la radioactivité naturelle est due, pour sa part tellurique, au ^{40}K et aux éléments radioactifs issus des chaînes naturelles de l'^{238}U et du ^{232}Th.

La part cosmogénique de la radioactivité naturelle est due au ^{7}Be dont la présence est détectée systématiquement dans les végétaux. Naturellement produit en haute atmosphère, le ^{7}Be retombe de manière plus ou moins uniforme en particulier sur les plantes. Ces dernières offrent une grande surface de captation favorable à l'accumulation de certains radioéléments notamment du ^{7}Be.

L'écart d'activité en ^{210}Pb entre les bryophytes / lichens et les autres végétaux étudiés semble lié à l'origine de ce radioélément. En effet, ce phénomène n'est pas constaté pour le ^{214}Pb. Contrairement au ^{214}Pb, le ^{210}Pb a pour origine un gaz radioactif, le ^{222}Rn qui est exhalé par les sols (famille radioactive naturelle de l'^{238}U et ascendant du ^{210}Pb). Le ^{222}Rn est dispersé dans l'atmosphère puis ses descendants dont le ^{210}Pb (non gazeux) retombent sur les sols et les plantes lors des phases de précipitation pluvieuses. Les fortes capacités d'échange avec l'atmosphère des bryophytes / lichens favorisent la fixation du ^{210}Pb.

Le seul radioélément d'origine artificiel détecté sur les bioindicateurs est le ^{137}Cs. Cette activité n'est constatée que sur les bryophytes et les lichens. Ces deux végétaux présentent une très grande surface d'échange avec l'environnement extérieur ce qui leur permet d'avoir de très fortes capacités de fixation des radioéléments (Cf. norme NF M 60 780-1). La présence de ^{137}Cs dans l'environnement est liée aux retombées dues à l'accident de Tchernobyl et aux anciens essais aériens d'armes nucléaires.

Pour les bryophytes, l'ensemble des valeurs mesurées est similaire à celles antérieurement observées lors des suivis radioécologiques conduits depuis 2002 et lors de l'état de référence du site du CMHM.

Par ailleurs, les valeurs enregistrées sont compatibles avec les valeurs publiées par l'IRSN dans le cadre des synthèses annuelles des résultats des réseaux de surveillance notamment concernant les stations de référence (années 2004 à 2006).

Sur la chaîne alimentaire :

Les mesures effectuées sur les œufs, le lait et le brie ne laissent apparaître aucune radioactivité d'origine artificielle. La radioactivité naturelle est quant à elle essentiellement due au ^{40}K (mise en évidence sur tous les échantillons) et dans une moindre mesure à la chaîne naturelle de l'^{238}U (mis en évidence seulement dans le lait).

Par ailleurs, les valeurs enregistrées sont compatibles avec les valeurs publiées par l'IRSN dans le cadre des synthèses annuelles des résultats des réseaux de surveillance notamment concernant les stations de référence pour le lait (années 2004 à 2006).

8.7.4 Perspectives

Cet état de référence radiologique de la zone OPE est de nouveau étudié dans le cadre du partenariat établi avec l'IRSN. De nouveaux prélèvements seront pratiqués en 2011 afin d'établir un constat rendant compte du niveau de radioactivité de diverses matrices biologiques du milieu terrestre et dulçaquicole.

Ces mesures seront pratiquées :

- d'une part sur des bio-indicateurs qui peuvent être des espèces végétales, animales, terrestres ou aquatiques et qui sont susceptibles soit de concentrer des polluants, soit de rendre compte d'une contamination moyenne sur une surface assez large ;
- d'autre part sur des produits végétaux et animaux destinés à la consommation humaine ou faisant partie de la chaîne alimentaire. Deux critères sont importants à prendre en compte : le premier est la représentativité des productions locales et le deuxième l'importance dans la ration alimentaire humaine.
- Les mesures prévues sont les suivantes :
- émetteurs gamma (i.e., mesurés en spectrométrie gamma…) artificiels : mis à part quelques valeurs ponctuellement détectables en ^{137}Cs dans les échantillons de gibier, de champignons ou de bryophytes, il faut s'attendre à des valeurs en limite de détection ou non détectées ; une spectrométrie gamma sera effectuée sur chaque échantillon prélevé ;
- naturels telluriques (U-Th) : seules des analyses fines (ICP-MS ou TIMS) pourront rendre compte des déséquilibres isotopiques de ces chaînes dans les compartiments biologiques ; un petit nombre d'échantillons (légume feuilles, lait, herbe, mousses aquatiques et poisson carnivore) seront analysés pour ces radionucléides ;
- carbone 14 et tritium : ces radionucléides doivent se trouver au niveau du bruit de fond et en équilibre dans la biosphère terrestre (sols exclus) ; le ^{14}C est toujours détectable et son niveau ambiant est parfaitement représenté par la seule mesure de feuillages végétaux (feuilles d'arbre par exemple) ; pour le tritium, on devrait se trouver en limite de détection mais comme pour le ^{14}C des mesures de feuillages (tritium lié) suffisent à appréhender le niveau ambiant ; Le tritium libre, très fluctuant et peu représentatif du niveau ambiant moyen n'a pas d'intérêt particulier ;
- dans le milieu aquatique, il est envisagé de limiter les analyses ^{14}C et tritium aux seuls échantillons de mousses et de chair de poisson carnivore ;
- hors influence d'installations, le ^{90}Sr (issu des retombées des essais atmosphériques) est détectable dans la plupart des matrices biologiques (radiochimie avant mesure) ; un certain nombre d'échantillons représentant au mieux les différents types de matrices seront également analysés pour ces radionucléides, principalement là où il se concentre.

9. Milieu et activités humaines

De nombreuses données de ce chapitre sont extraites des bases cartographiques IGN[60] et des bases de données communales de l'INSEE[61] périodiquement actualisées (*Tableau 9-1*). Dans ce bilan pluriannuel 2009-2010 de l'OPE, une mise à jour a été faite pour le territoire du secteur de référence OPE sensiblement différent de celui de la zone de transposition et une actualisation a été faite pour certains domaines socio-économiques.

Tableau 9-1 Liste des données communales INSEE pour ce bilan OPE 2009/2010

Thème	Sous-thème	Année	Détails
Agriculture	Exploitations agricoles	1988 à 2000	Données descriptives des exploitations agricoles
Commerce	Commerce de détail	2009	Nombre d'équipements et de services
Conditions de vie-Société	Logement	2007	Résidences principales, résidences secondaires et logements occasionnels, logements vacants, maisons, appartements
	Vacances - Loisirs	2009	Equipement dans le domaine du sport, des loisirs et de la culture
Économie	Économie générale	1990 à 2009	Produits intérieurs bruts régionaux et valeurs ajouyées par secteur d'activité (NES 14)
	Finances publiques	2007	Comptes régionalisés des administrations publiques locales
Enseignement-Education	Diplômes - Formation	2007	Population soclarisée, diplône...
	Élèves, établissements et enseignants	2009	Nb d'équipements et de services dans le domaine de l'enseignement
Entreprises	Caractéristiques des entreprises et établissements	2008	Nb d'établissements, effectifs de salariés par tranche et spère économique, rénumérations
	Démographie des entreprises	2006 à 2010	Nb et création d'entreprises et d'établissements actifs
Population	Évolution et structure de la population	2007	Evolution et structure par âge et par sexe de la population
	Naissances - Fécondité	2000 à 2009	Naissances - Fécondité
	Décès - Mortalité - Espérance de vie	2000 à 2009	Décès - Mortalité - Espérance de vie
	Couples - Familles - Ménages	2007	Famille - Situation matrimoniale
Revenus-Salaires	Salaires et revenus d'activités	2008	Salaire par catégorie socioprofessionnelle, le temps de travail et l'âge
	Revenus - Niveaux de vie - Patrimoine	2008	Revenus fiscaux et patrimoine des ménages
	Pauvreté	2006 à 2008	Indicateurs de pauvreté (ménages sous le seuil de pauvreté, intensité de la pauvreté..)
Santé	Personnels et équipements de santé	2009	Nb d'équipmements et de services dans le domaine de l'action sociale
Services-Tourisme-Transports	Services aux particuliers	2009	Nb d'équipements des services aux particuliers
	Tourisme	2009	Nb d'hébergement, d'équipements et de services dans le domaine du tourisme et du transport
Territoire	Régions, départements et villes de France	2007 à 2010	Résumé statistique
Travail-Emploi	Emploi - Population active	2007	Emploi et population active
	Caractéristiques de l'emploi	2007	Population selon le statut et les conditions d'emploi
	Chômage	2001 à 2010	Nb de demandeurs d'emploi par âge, sexe, catégorie socioprofessionnelle

9.1 Description de la zone administrative

La zone de couverture de l'Observatoire Pérenne de l'Environnement regroupe 82 communes dont les 20 communes du secteur de référence OPE qui sont essentiellement sur le département de la Meuse à l'exception des communes de Saudron, Effincourt, Gillaumé, Paroy-sur-Saulx, Pancey, Echenay, Cirfontaines-en-Ornois localisées en Haute-Marne (*Figure 9-1*). Toutes ces communes sont rattachées administrativement à trois Cantons : Montiers-sur-Saulx, Gondrecourt-le-Château et Poissons. Les 62 autres communes de la zone OPE sont réparties sur les cantons Haut-Marnais de Joinville, Chevillon et les cantons Meusiens de Ligny-en-Barrois, Void-Vacon, Ancerville et Vaucouleurs.

[60] IGN : Institut Géographique National
[61] INSEE : Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques

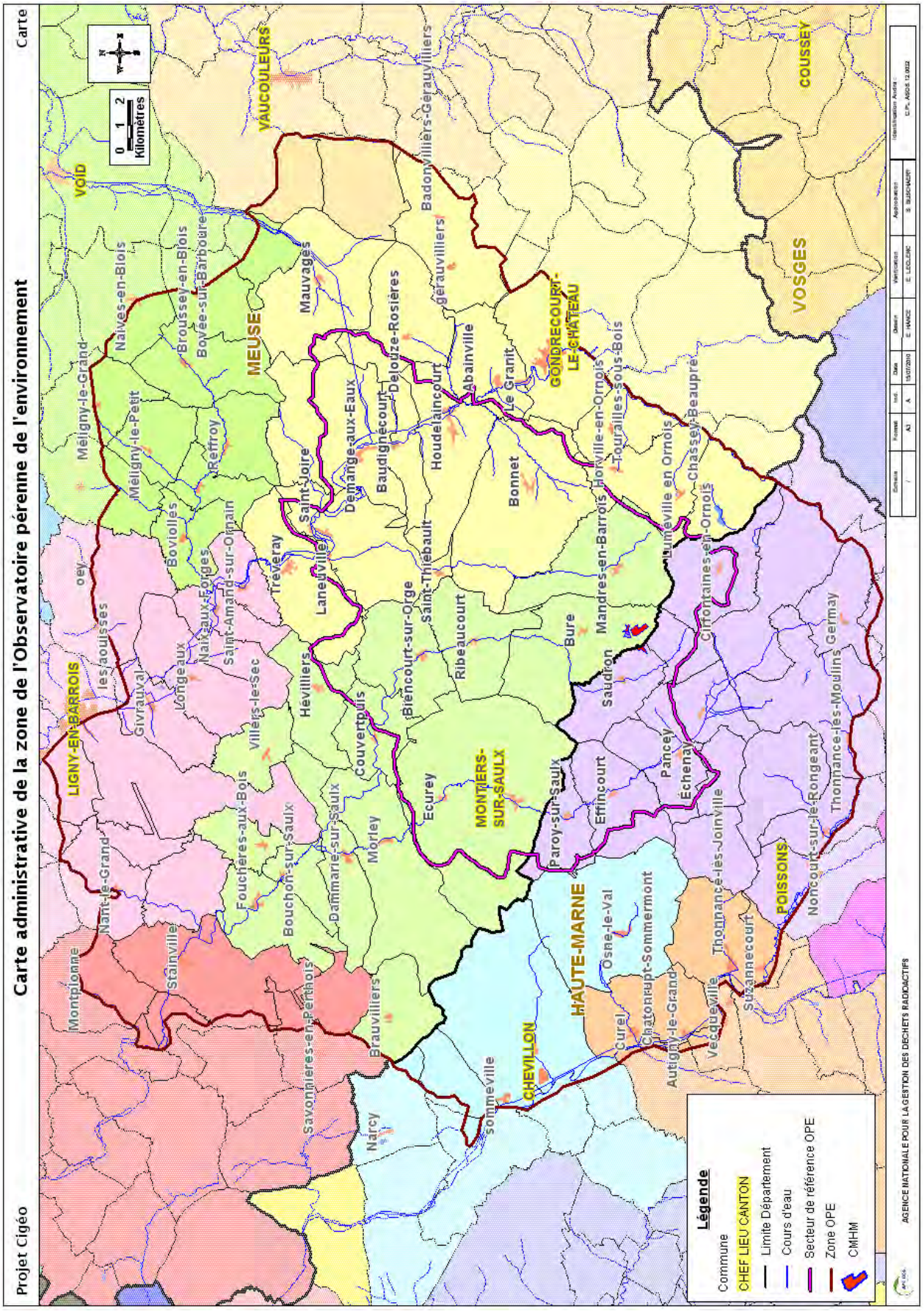


Figure 9-1 *Carte administrative de la zone OPE*

De fait, la zone d'étude est rattachée à deux régions administratives (Lorraine et Champagne-Ardenne) (*Tableau 9-2*).

Tableau 9-2 Répartition des deux zones d'études par département

Répartition des deux zones par Département (%)	**Meuse**	**Haute-Marne**
Secteur de référence OPE (240 km²)	81 %	19 %
Zone OPE (900 km²)	75 %	25 %

9.2 Les territoires institutionnels et fonctionnels

Le territoire étudié comporte huit EPCI (établissement publique de coopération intercommunale) intégrant 64 communes concernées à savoir ici des communautés de communes. De plus quatre communes n'adhèrent à aucun EPCI. Nous pouvons présenter brièvement ces huit communautés de communes (source INSEE 2006) :

- La communauté de communes Saulx et Perthois compte 18 communes sur une surface totale de 210 km². Cet EPCI abrite 9832 habitants, soit une densité de 47 habitants au km².
- La communauté de communes du Val d'Ornois compte 19 communes sur une surface totale de 341 km². Elle abrite 5020 habitants, soit une densité de 15 habitants au km².
- La communauté de communes de la Haute Saulx compte 14 communes sur une surface de 201 km². Elle compte 2632 habitants soit une densité de 13 habitants au km².
- La communauté de communes du Centre Ornain compte 12 communes sur une surface de 140 km². Elle abrite 10 119 habitants, soit une densité de 72 habitants au km².
- La communauté de communes des Deux Vallées compte 6 communes sur une surface de 50 km². Elle abrite 288 habitants soit une densité de 6 habitants au km².
- La communauté de communes de Marne Rognon compte 19 communes.
- La communauté de communes de la Vallée de la Marne compte 11 communes sur une surface de 183 km². Elle compte 8001 habitants soit une densité de 43,63 habitants au km².
- La communauté de communes du Val de Rongeant qui compte 8 communes pour 1466 habitants.

9.3 Etat de référence du patrimoine

9.3.1 Monuments historiques inscrits et classés

Sur la zone d'étude un inventaire des monuments historiques inscrits et classés a été actualisé (*Figure 9-2*). Ces monuments ont été listés à partir de la base de données Architecture-Mérimée. Sur le secteur de référence OPE, on dénombre 4 sites classés monuments historiques :

- Fontaine Lavoir (CLMH) Houdelaincourt
- Ancienne Abbaye d'Ecurey (ISMH) Montiers-sur-Saulx
- Eglise St Martin (ISMH) Ribeaucourt
- Eglise St Florentin (CLMH) Bonnet

CLMH = Classé Monument historique

ISMH = Inventaire supplémentaire Monument historique

Pour l'ensemble de la zone OPE, on dénombre 28 sites classés monuments historiques dont 17 ISMH et 11 CLMH.

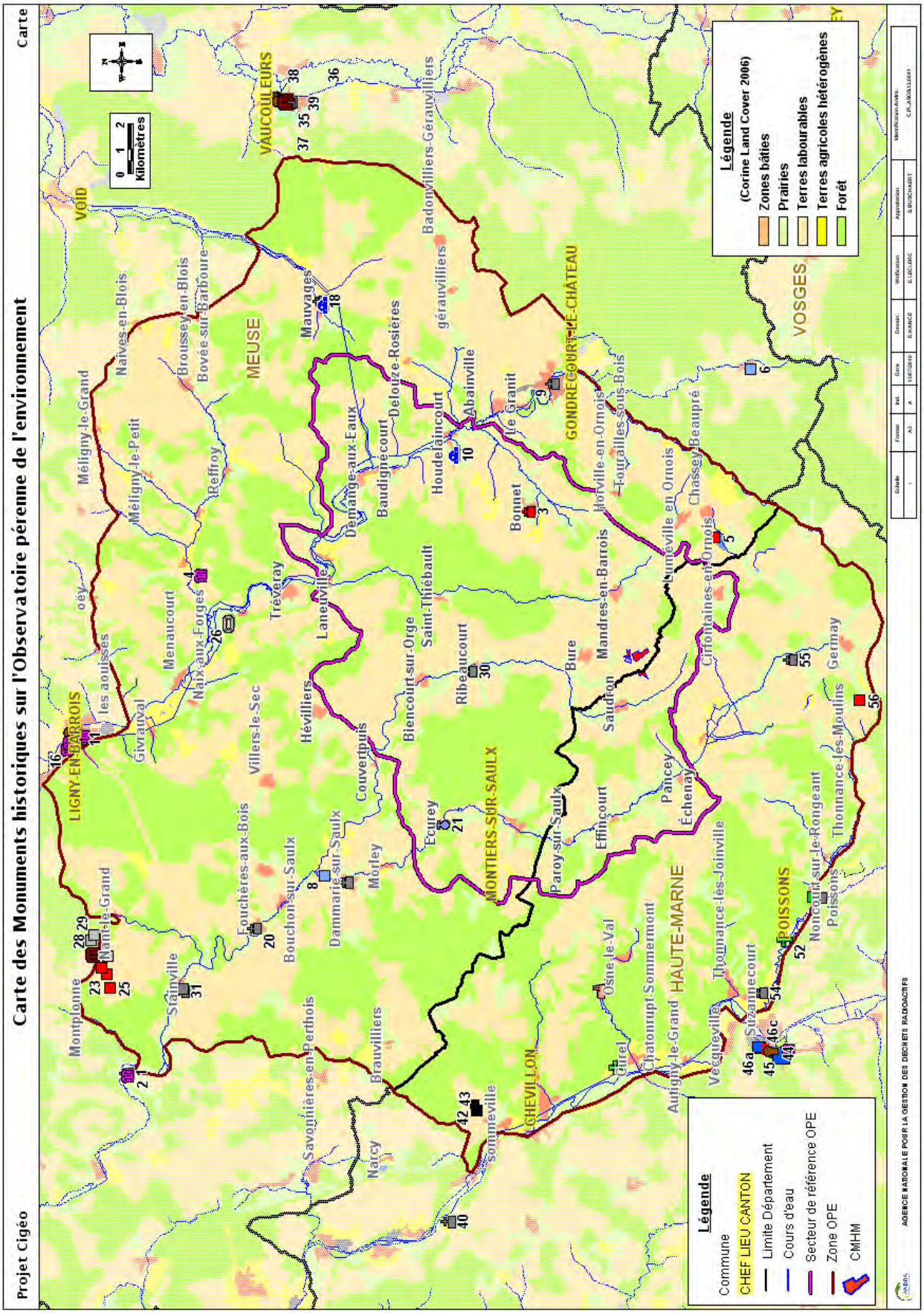


Figure 9-2 Carte de localisation des monuments historiques de la zone OPE (2010)

9.3.2 Sites archéologiques

L'état des connaissances c'est-à-dire, l'inventaire des sites archéologiques a été effectué soit par prospection aérienne soit par prospection pédestre. Ces prospections ont été effectuées par commune et chacune d'elle dispose d'un dossier au service régional de l'archéologie. Ces dossiers comportent des informations sur les sites archéologiques des communes mais ceci reste très descriptif et très exhaustif. Actuellement, l'archéologie est menée selon les opportunités (en fonction des aménagements du territoire) et non de manière systématique (pas de campagne).

Sur la zone OPE, un inventaire de sites archéologiques avait été réalisé pour l'étude d'impact de 1996 (*Figure 9-3*). Cependant cette liste n'est pas complète, c'est pourquoi une mise à jour sera prochainement effectuée. Cette réactualisation des données nécessite un travail de dépouillement des archives du SRA[62] de Metz. On dénombre actuellement 96 sites archéologiques sur la zone OPE dont 49 sur le secteur de référence.

9.3.3 Habitat et architecture

A l'échelle des communes du secteur de référence, la structure des bourgs ruraux traditionnels est encore marquée par l'influence lorraine. En effet, même si ses formes sont variées, l'habitat reste groupé en fond de vallée ou sur les plateaux. Les écarts sont rares et constitués le plus souvent d'une exploitation importante ou d'un regroupement de bâtiments agricoles sans usage d'habitation.

La structure même de certains villages rappelle celle des villages lorrains. En effet, l'habitation traditionnelle est en retrait par rapport à la chaussée, le trottoir est large et la maison est un peu en recul dans la parcelle. Cet espace devant l'habitation, où était autrefois entreposé le fumier, est aujourd'hui devenu un espace d'agrément, jardin avec pelouse, fleurs de banc «où les gens aiment se retrouver le soir entre voisins». Même si l'évolution contemporaine de certaines de ces communes à parfois nécessité un élargissement de la voirie, il subsiste quasiment toujours 2 à 3 mètres entre la rue et la façade. Globalement, on pourrait dire qu'en suivant une ligne orientée nord-est/sud-ouest, on observe que la maison a de plus en plus tendance à avancer en bordure de parcelle.

Quatre types d'habitats sont prészents sur la zone OPE : l'habitat agricole, l'habitat vigneron, l'habitat ouvrier et l'habitat bourgeois.

De façon générale, ces villages présentent une architecture rurale typique de la Lorraine, parfois mal entretenue, mais relativement peu mutilée. C'est un secteur où le développement touristique est bien engagé.

[62] SRA : Service Régional d'Archéologie

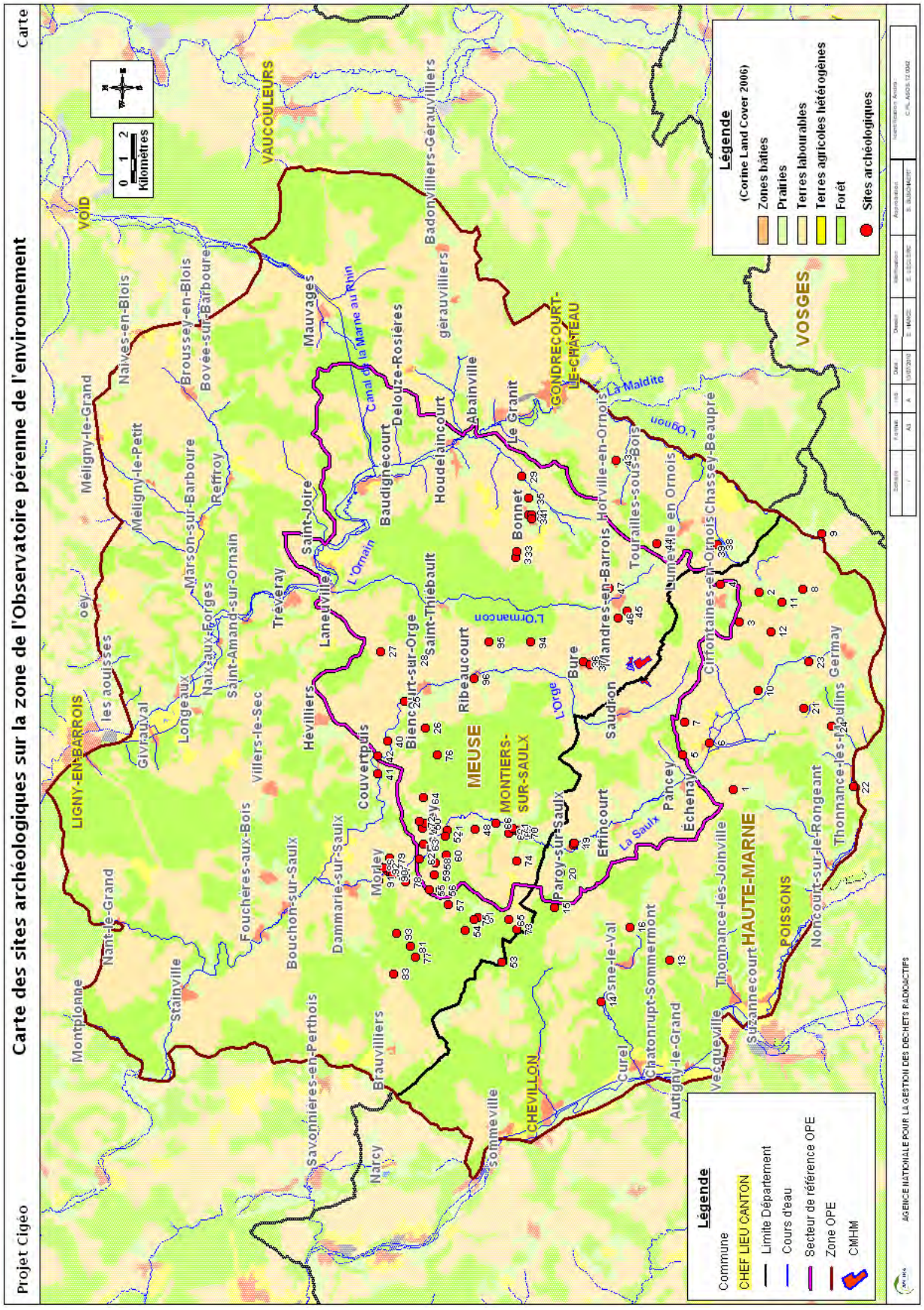


Figure 9-3 *Carte des sites archéologiques inventoriés sur la zone OPE (2010)*

9.4 Equipements et infrastructures

9.4.1 Réseau routier

Le réseau d'infrastructures routières du secteur de référence OPE est structuré autour d'une départementale d'orientation Est-Ouest. Cette route départementale est la D 960 en Meuse et la D 60 en Haute-Marne qui relie la commune d'Houdelaincourt à Joinville (*Figure 9-4*). Un autre axe principal (D 966) traverse le secteur de référence OPE du Sud au Nord pour relier Gondrecourt-le-Château à Ligny-en-Barrois. Aucune autoroute et/ou route nationale ne traverse le secteur de référence OPE. Les autoroutes les plus proches sont, «à vol d'oiseau » : l'A4 à plus de 70 kilomètres, l'A26 à plus de 80 kilomètres, l'A5 à plus de 50 kilomètres et l'A31 à environ 40 kilomètres.

A proximité du secteur de référence OPE, deux routes nationales sont recensées : la RN 4 au Nord (de Toul à Saint Dizier) et la RN 67 à l'Ouest (de Chaumont à Saint-Dizier).

9.4.2 Réseau ferroviaire

Sur la zone d'étude, deux voies ferrées en services non électrifiées la traversent du Sud au Nord (*Figure 9-5*).

La première ligne est en limite Ouest de la zone OPE pour relier Chaumont à Saint-Dizier. Elle compte deux voies et assure le transport de passagers et de fret. Il y a trois gares sur la zone OPE : Joinville, Rachecourt-sur-Marne et Nayard-sur-Marne

La seconde ligne composée d'une seule voie non électrifiée relie Gondrecourt-le-Château à Ligny-en-Barrois avec une gare de fret à Tréveray.

9.4.3 Réseau fluvial

Seuls deux canaux navigables d'orientation Nord-Sud bordent la zone d'étude à l'Est et à l'Ouest, et peuvent constituer des axes de communication efficaces (*Figure 9-6*) :

Canal de la Marne au Rhin (de Houdelaincourt à Ligny-en-Barrois et de Demanges-aux-Eaux à Void) soit 35 km sur la zone OPE dont 16 km sur le secteur de référence OPE en Meuse.

Canal de la Marne à la Saône entre Bayard-sur-Marne et Thonnance-les-Joinville traversant la zone OPE sur 15 km entre Suzannecourt et Sommeville en Haute-Marne.

9.4.4 Réseau aérien

Aucun aéroport ou aérodrome n'est présent la zone d'étude. Seule la base aérienne de Saint-Dizier est la plus proche d'une quinzaine de kilomètres en limite Nord-Ouest de la zone OPE.

9.4.5 Réseaux de télécommunication et des lignes électriques

Trois lignes électriques sont particulièrement repérables :

- au Nord et selon un axe Est-Ouest, la ligne Haute-Tension 63 000 Volts Chancenay-Houdelaincourt traverse les communes de Morley, Couvertpuis et Biencourt-sur-Orge ;
- située également selon un axe transversal Est-Ouest, la ligne de Très-Haute-Tension (T.H.T) 2 x 400 000 Volts Méry-sur-Seine/Houdreville traversent la zone d'étude en sa partie centrale. Elle franchit le principal axe routier (D960) entre Bonnet et Mandres-en-Barrois. Elle est particulièrement visible dans ce secteur. Le tracé de cette ligne T.H.T. emprunte les territoires des communes d'Osne-le-Val, Paroy-sur-Saulx, Effincourt, Saudron, Bure, Mandres-en-Barrois, Horville-en-Ornois ;
- dans la partie sud du territoire et selon un axe orienté NE-SO, la ligne de Très-Haute-Tension 225 000 Volts Froncles-Nincey traverse les communes de Thonnance-les-Moulins, Germay et Lezéville.

C'est au total plus de 85 km de ligne Haute-tension et Très-Haute-Tension qui parcourent la zone OPE (*Figure 9-7*).

Le réseau de FRANCE TELECOM est très souvent souterrain.

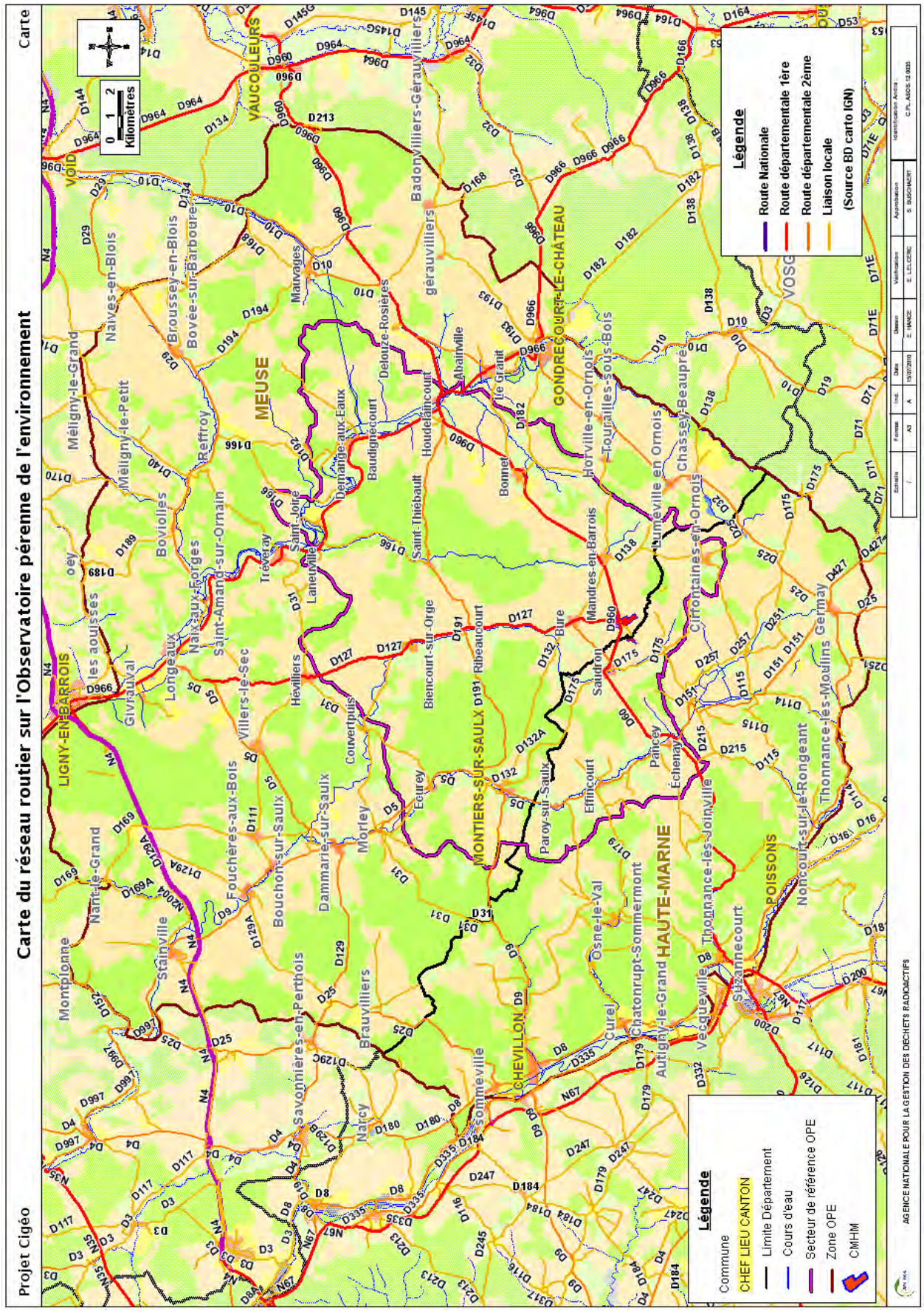


Figure 9-4 *Carte du réseau routier sur la zone OPE*

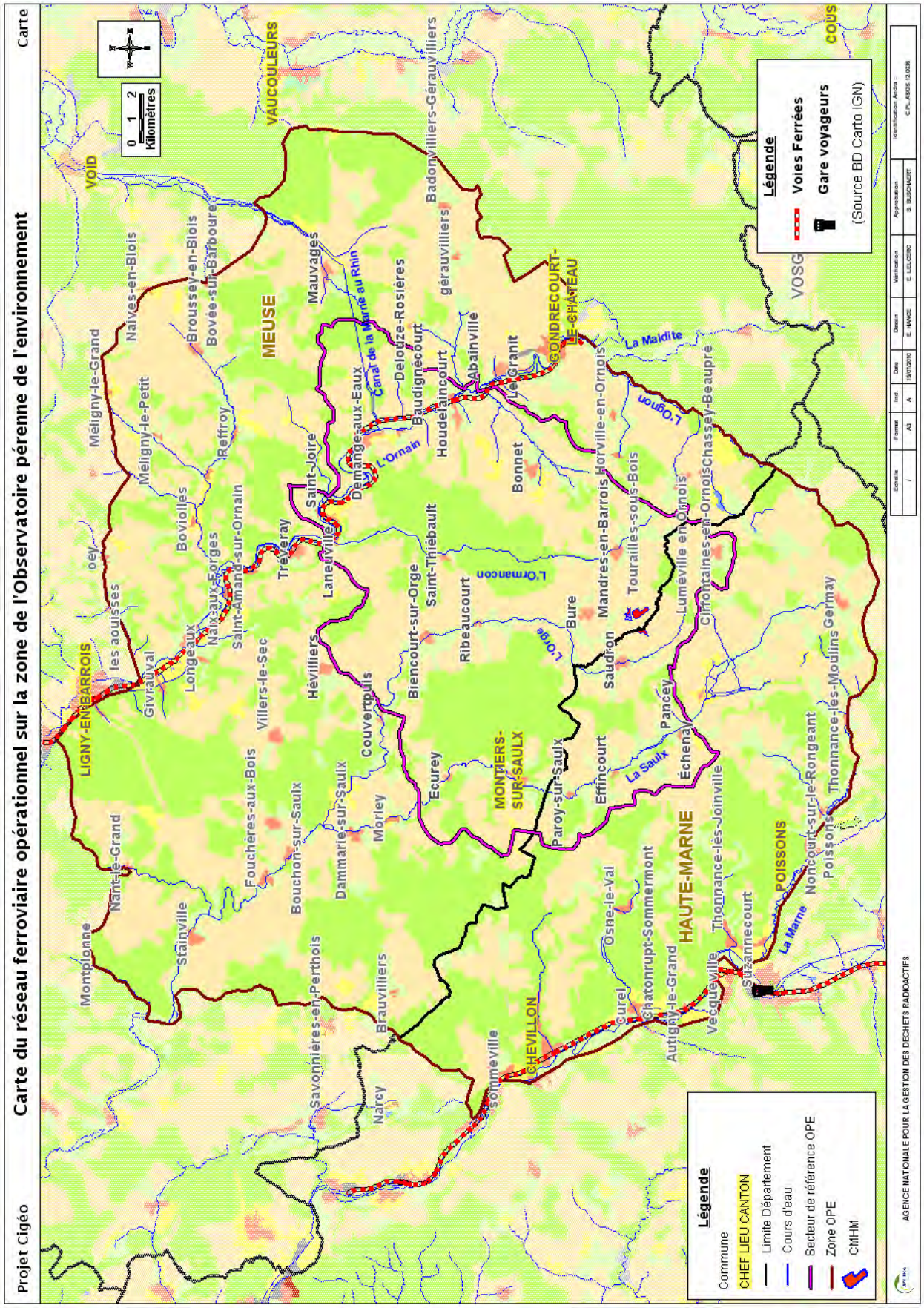


Figure 9-5 *Carte du réseau ferroviaire sur la zone OPE*

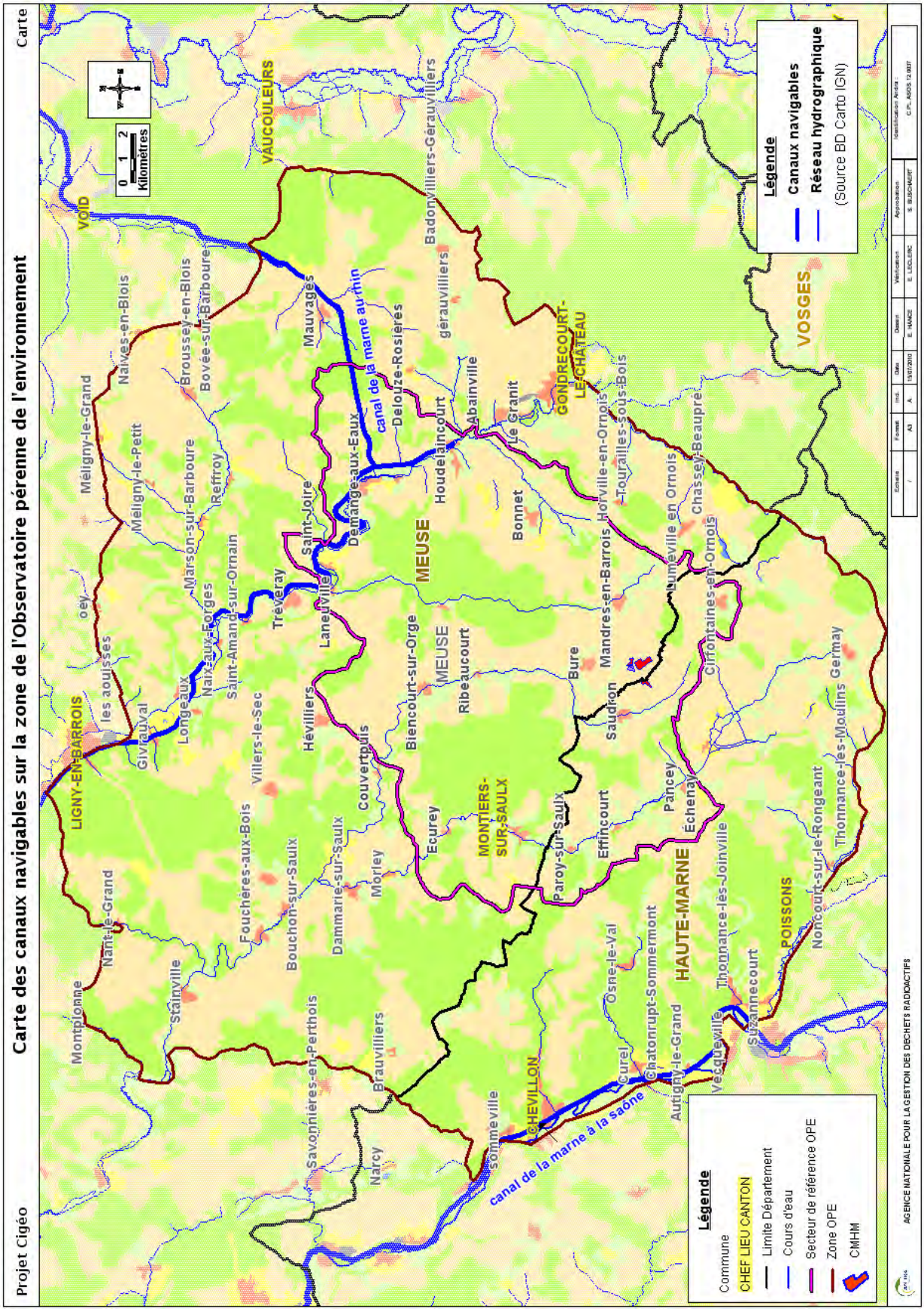


Figure 9-6 *Carte des canaux navigables sur la zone OPE*

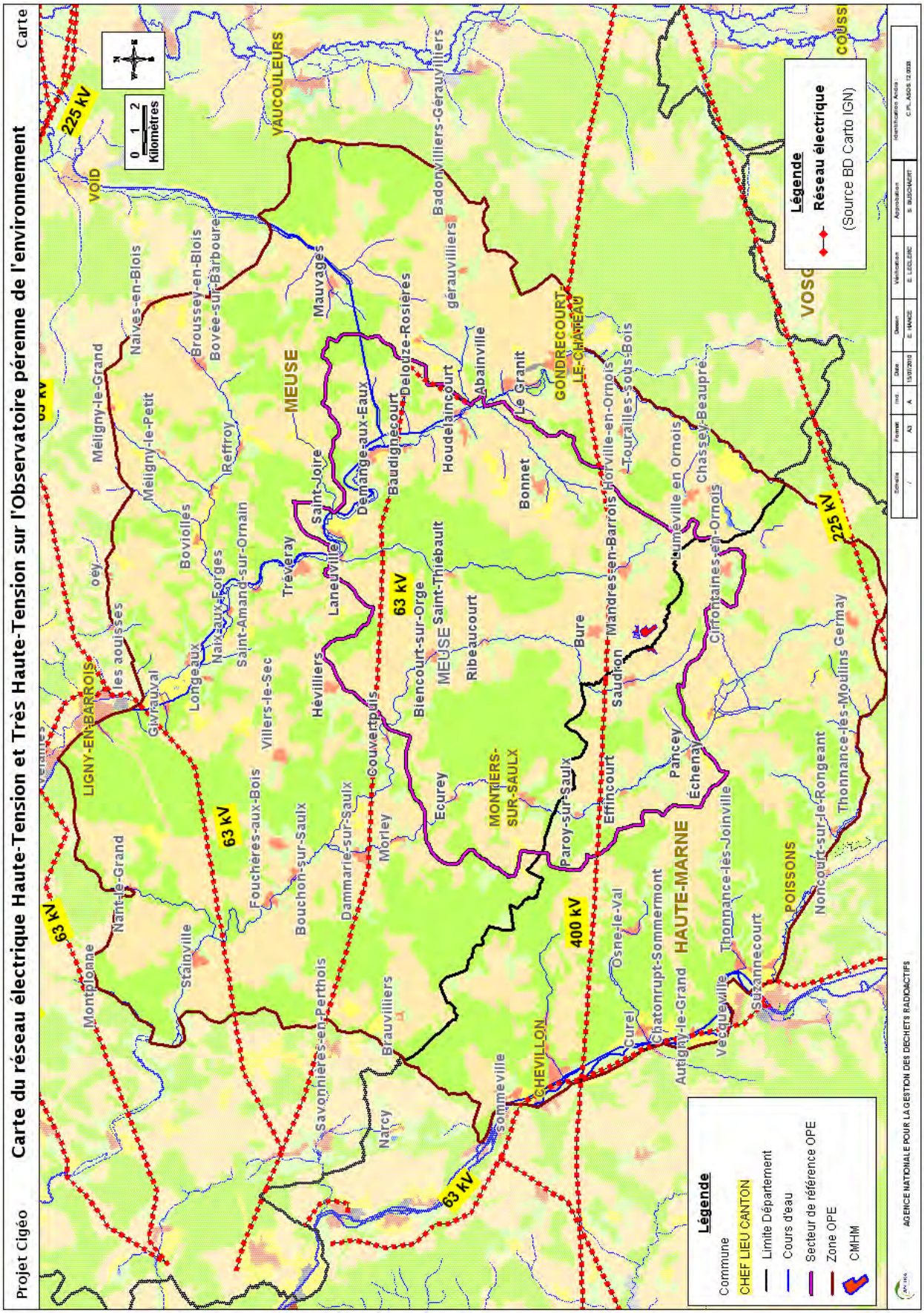


Figure 9-7 *Carte des lignes électriques Haute-Tension et Très-Haute Tension sur la zone OPE*

9.4.6 Parcs éoliens

Le département de la Meuse se révèle très attractif pour le développement éolien. En 2003, les premiers projets sont réalisés. Aujourd'hui, près de 250 éoliennes ont fait l'objet de demandes de permis de construire. Ceci représente un potentiel de 500 MW, avec des ratios de 2,60 KW par habitant et de 80,50 KW par kilomètre carré. Le département de la Haute-Marne s'est également fortement engagé dans le développement de parcs éoliens. En août 2010, il comptait 95 éoliennes de construites et 34 pour lesquelles un permis de construire a été accordé. Ceci représente un potentiel de 254 MW, avec des ratios de 1,34 KW par habitant et de 40,90 KW par kilomètre carré. Ces ratios dépassent les objectifs nationaux établis dans le cadre du Grenelle de l'Environnement. En effet, la France s'est engagée à l'horizon 2020 pour une production de 25 000 MW d'électricité à partir de la filière éolienne. Ceci représente un ratio de 0,39 KW par habitant et de 37 KW par kilomètre carré.

Sur le secteur de référence, il y a deux parcs éoliens avec un premier de 18 machines « Parc éolien des trois sources » agrandi en 2011 avec l'ajout de 6 nouvelles machines sur la commune de Baudignécourt et un deuxième dans le sud-ouest avec 15 machines « Les Hauts-Pays » sur les communes d'Effincourt, Pancey. Sur le reste de la zone OPE, d'autres parcs éoliens sont également installés ou en cours de constructions exemple à Delouse-Rosières (*Tableau 9-3*). La zone OPE compte au total 77 éoliennes (*Figure 9-8*).

Tableau 9-3 Description des parcs éoliens dans la zone OPE

Parcs	Communes	Mise en service	Nombre machine(s)	Puissance nominale totale (kW)	Diamètre (m) Surface balayée totale (m²)
Les trois sources	Bonnet-Houdelaincourt	Nov. 2007	18	36 000	90 m 114 516 m²
Les trois sources	Baudignécourt	Avril. 2011	6		
Le Boutonnier (55)	Reffroy	Nov. 2005	6	12 000	82 m 31686 m²
Ménaucourt (55)	Ménaucourt		6	12 000	90 m 38 172 m²
Chantereine (55)	Chantereine		1	2 000	
Méligny le Grand (55)	Méligny le Grand	Déc. 2006	4	8 000	82 m 21 124 m²
Menil la Horgne (55)	Menil la Horgne	Jan. 2007	7	10 500	77 m 32 599 m²
Delouze-Rosières (55)	Delouze-Rosières (55)	en construction	12	24 000	
Les Hauts Pays (52)	Effincourt, Epizon	Mai 2011	39	78 000	

Depuis le 14 juillet 2005, seules les installations d'éoliennes implantées dans des zones de développement Eolien (Z.D.E.) bénéficient de l'obligation du rachat de l'électricité. Celles-ci sont définies par le préfet de département et proposées par les communes concernées ou un établissement public de coopération intercommunale (E.P.C.I.) à fiscalité propre. La D.R.E.A.L. est le service instructeur des dossiers de demande de créations de Z.D.E..

Afin d'apporter une cohérence dans les projets, et de préserver le patrimoine naturel, culturel et paysager de la Meuse ; le Préfet de la Meuse a souhaité réviser en 2009 son guide éolien de 2005 en collaboration avec d'autres services de l'Etat. En Champagne-Ardenne, un schéma régional de développement éolien a également été défini. Ce schéma intègre de nouveaux éléments tels que les espaces de respiration et les zones de saturations des réseaux de transports d'électricité dans lesquels aucun projet nouveau ne pourrait être accepté. Ainsi, en considérant en plus les espaces sensibles au regard des enjeux environnementaux, la carte de synthèse ne laisse plus que quelques espaces pouvant être densifiés par de nouveaux projets (Figure 9-8). La moitié Ouest du secteur de référence est considérée en zone sensible au regard des enjeux environnementaux alors que la zone Natura 2000 (Bois de Demange-aux-Eaux) et la ZNIEFF (Vallée de l'Ormançon entre Saint-Joire et Mandres-en-Barrois) sont sur le secteur Nord-Est non zoné.

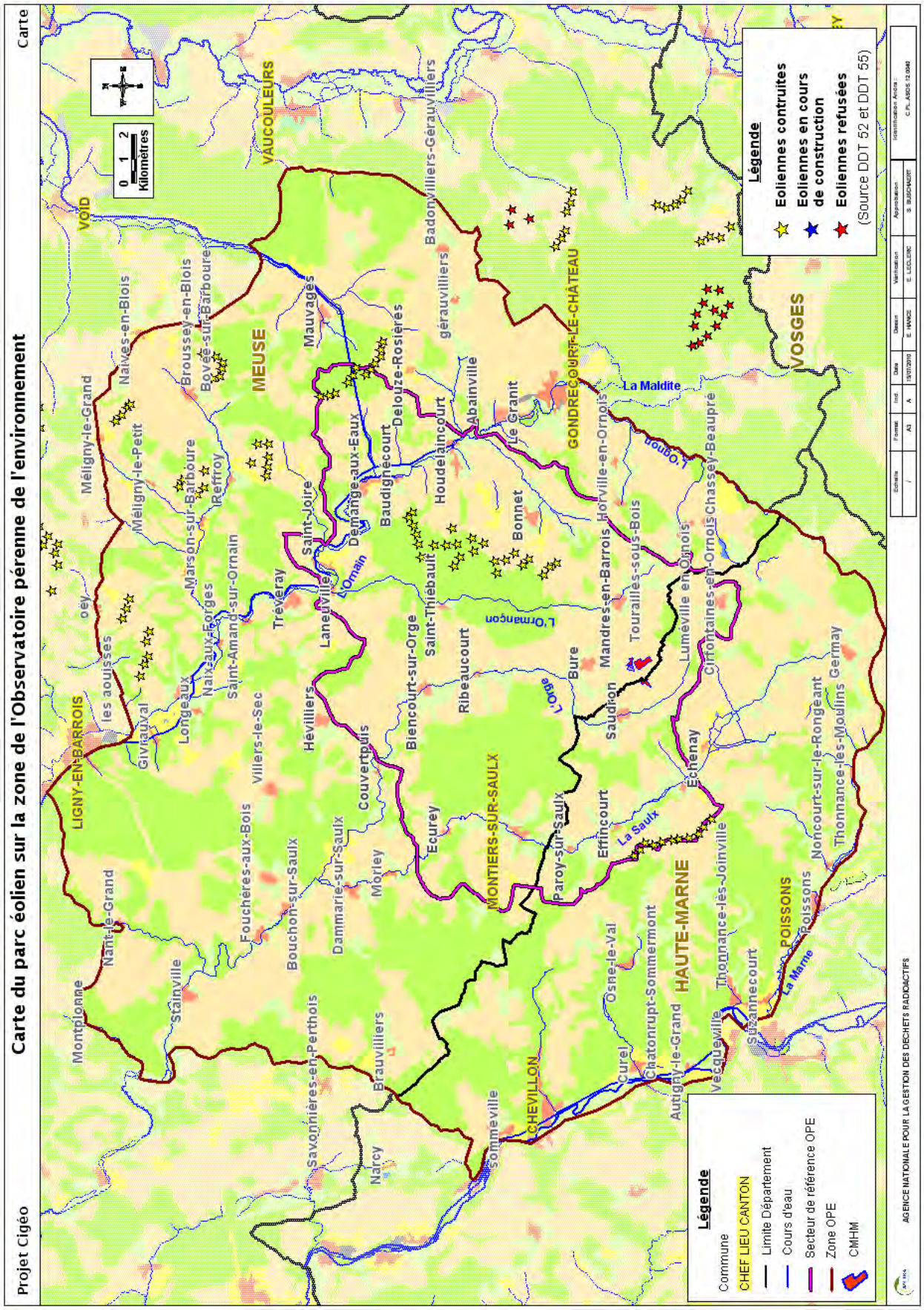


Figure 9-8 *Carte de synthèse du parc éolien sur la zone OPE*

9.4.7 Réseaux d'adduction d'eau potable

Il existe 3 modes de gestion de l'eau potable sur la zone OPE : les syndicats confiant la gestion de l'eau par contrat d'affermage à une compagnie, les syndicats en régie directe et les communes indépendantes en régie directe. Plus des 2/3 des communes interviennent dans une structure intercommunale où la gestion de l'eau potable est principalement traitée en régie directe par les syndicats. Le syndicat des Eaux d'Echenay a confié la gestion de l'eau potable à la Compagnie des Eaux de l'Ozone de Joinville par contrat d'affermage. Les autres communes du département de la Haute-Marne et de la Meuse fonctionnent en régie directe. Plusieurs syndicats intercommunaux d'alimentation en eau potable sont recensés sur la zone OPE (*Tableau 9-4*).

Tableau 9-4 *Syndicats intercommunaux d'alimentation en eau potable de la zone OPE – 2008*

Syndicats intercommunaux d'alimentation en eau potable	Nb communes
SIAEP BAUDIGNECOURT-DEMANGE	2
SIAEP DE LA SOURCE GODION	5
SIAEP DE LA VALLEE DE L'ORGE	2
SIAEP HEVILLIERS-COUVERTPUIS-VILLER	4
SIAEP HORVILLE-TOURAILLES	2
SIAEP REGION D'ECHENAY (55)	6
SIAEP TREVERAY-SAINT JOIRE	2
SIVOM DES 4 CANTONS	14
SIVU DU HAUT ORNAIN	5
COMMUNAUTE COMMUNES CENTRE ORNAIN	8

La majorité des ressources en eau sont des forages ou des sources et dans quelques cas des puits ou des galeries drainantes (*Tableau 9-5*).

Tableau 9-5 *Ressources en eaux potable exploitées sur la zone d'étude*

Unité de Gestion	FORAGE	GALERIE DRAINANTE	PUITS	SOURCE
BADONVILLIERS-GERAUVILLIERS	1			
BONNET	1			
BOVEE SUR BARBOURE	1			2
BOVIOLLES				1
BROUSSEY EN BLOIS	1			
COMMUNAUTE COMMUNES CENTRE ORNAIN		1	1	1
HOUDELAINCOURT			1	
LEROUVILLE		1		1
MAUVAGES				2
MONTIERS SUR SAULX	1			
MONTIGNY LES VAUCOULEURS		1		
NANT LE GRAND				1
SIAEP BAUDIGNECOURT-DEMANGE	1			
SIAEP DE LA SOURCE GODION				1
SIAEP DE LA VALLEE DE L'ORGE	2			
SIAEP HEVILLIERS-COUVERTPUIS-VILLER				1
SIAEP HORVILLE-TOURAILLES	1			1
SIAEP REGION D'ECHENAY (55)			1	1
SIAEP TREVERAY-SAINT JOIRE	1			
SIVOM DES 4 CANTONS				1
SIVU DU HAUT ORNAIN	2		1	
VAUCOULEURS			1	1
VILLEROY SUR MEHOLLE				1
Total	**12**	**3**	**5**	**15**

Pour près de 80 % des ressources en eau, un périmètre de protection a été établi (*Figure 9-9*). Les principaux aquifères captés sont :

- Portlandien (23 % des situations),
- Alluvions récentes Ornain (13 %)
- Portlandien inférieur (13 %)
- Oxfordien supérieur – Séquanien (16 %),
- Kimméridgien (13%),
- Kimméridgien supérieur (13%),
- Et pour le reste : Portlandien + Kimméridgien, Alluvions récentes Meuse, Oxfordien, Oxfordien moyen.

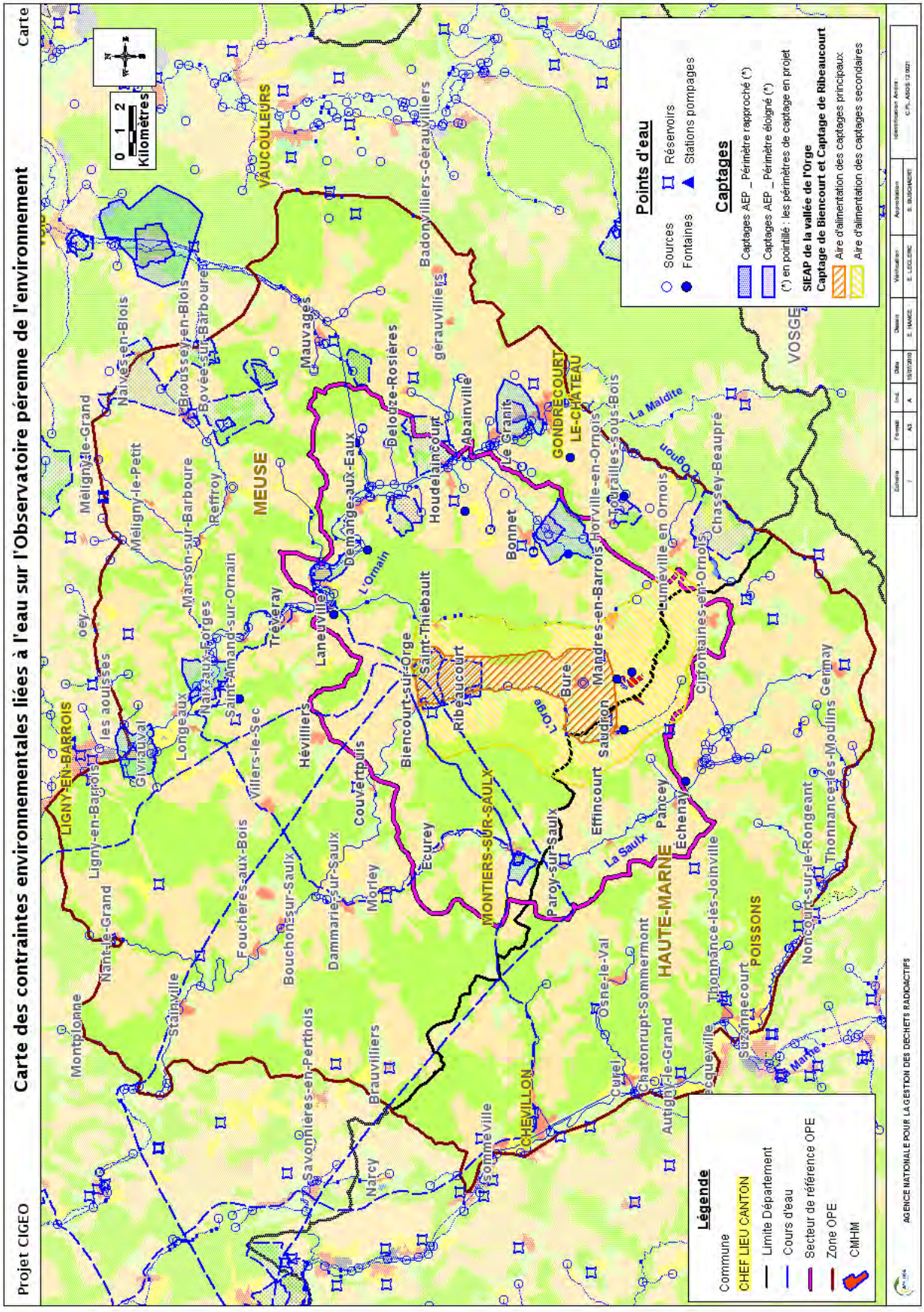


Figure 9-9 *Carte de contraintes environnementales liées à l'eau*

9.4.8 Réseaux d'assainissement

Selon les renseignements fournis par les DDASS, la majorité des communes de la zone OPE n'est pas équipée de station d'épuration des eaux usées (*Figure 9-10*).

Les communes de la zone d'étude sont peu équipées d'un système de traitement des eaux usées (moins d'une commune sur trois) (*Tableau 9-6*). Les habitations possèdent des systèmes d'assainissement autonomes dont les rejets aboutissent dans le milieu naturel ou au réseau d'égout unitaire lorsque celui-ci existe.

Tableau 9-6 Niveau d'assainissement des communes de la zone OPE – 2008

% des communes équipées	Zone OPE	Dont le secteur de référence OPE	Nb de commune non équipées
Dpt 52	23 %	0 %	20 / 26
Dpt 55	32 %	10 %	38 / 56
Total	29 %	8 %	58 / 82

9.5 Etat de référence socio-économique

Pour ce volet socio-économique, deux zones d'études ont été définies :

- le secteur de référence (SR) ;
- la Zone d'Observation Pérenne de l'Environnent (OPE).

Les données socio-économiques de ces deux zones sont comparées à des moyennes départementales, régionales et nationales.

9.5.1 Description des communautés humaines

L'environnement humain du territoire autour du centre Meuse-Haute-Marne a fait l'objet d'une description et d'une caractérisation lors de la réalisation du DAIE (1996) avec l'objectif de définir l'état de référence socio-économique. Une actualisation a été réalisée en 2010 à partir des données communales de l'INSEE.
Concernant la répartition spatiale, il apparaît que la population citadine de cet espace se situe essentiellement sur les marges du territoire. Ces marges correspondent en effet à de grands axes de communication structurant les paysages. De plus, la majorité des villes se trouvent à proximité du pôle de Saint-Dizier en Haute-Marne et connaissent rarement des densités se rapprochant de 100 habitants au Km². C'est le cas par exemple de Cousances-lès-Forges (94 h/km²) ou de Bayard-sur-Marne (98 h/km²). Ligny-en-Barrois est la seule commune dépassant les 100 habitants au km² (142,9h/km²). Mis à part les quatre villes énumérées précédemment, les autres communes sont dites rurales (ayant moins de 2000 habitants) mais connaissent toutefois pour la plupart d'entre elles qui longent la N4 une périurbanisation par le biais de quartier pavillonnaires dortoirs.

9.5.2 Caractéristiques démographiques et âge de la population

9.5.2.1 Secteur de référence OPE

Les communes du **secteur de référence** montrent un faible niveau de peuplement et d'urbanisation. La densité moyenne y est de 10,6 habitants/km^2 en 2007, cette densité est largement inférieure aux deux moyennes départementales (31 habitants/km²). Près de 50 % des communes ont moins de 100 habitants et 22 % plus de 300 habitants (Tableau 9-7).

La densité de population maximale concerne les communes de Demanges-aux-Eaux et de Houdelaincourt avec 22 habitants/km² et la plus faible la commune de Aingoulaincourt avec 2 habitants/km². Les communes les plus peuplées en 2007 sont Montiers-sur-Saulx avec 452 habitants et Demanges-aux-Eaux avec 554 habitants (Figure 9-11). La population moyenne communale du secteur de référence s'élève à 198 habitants, alors qu'elle atteint respectivement 387 et 433 habitants par commune pour les départements de la Meuse et de la Haute-Marne.

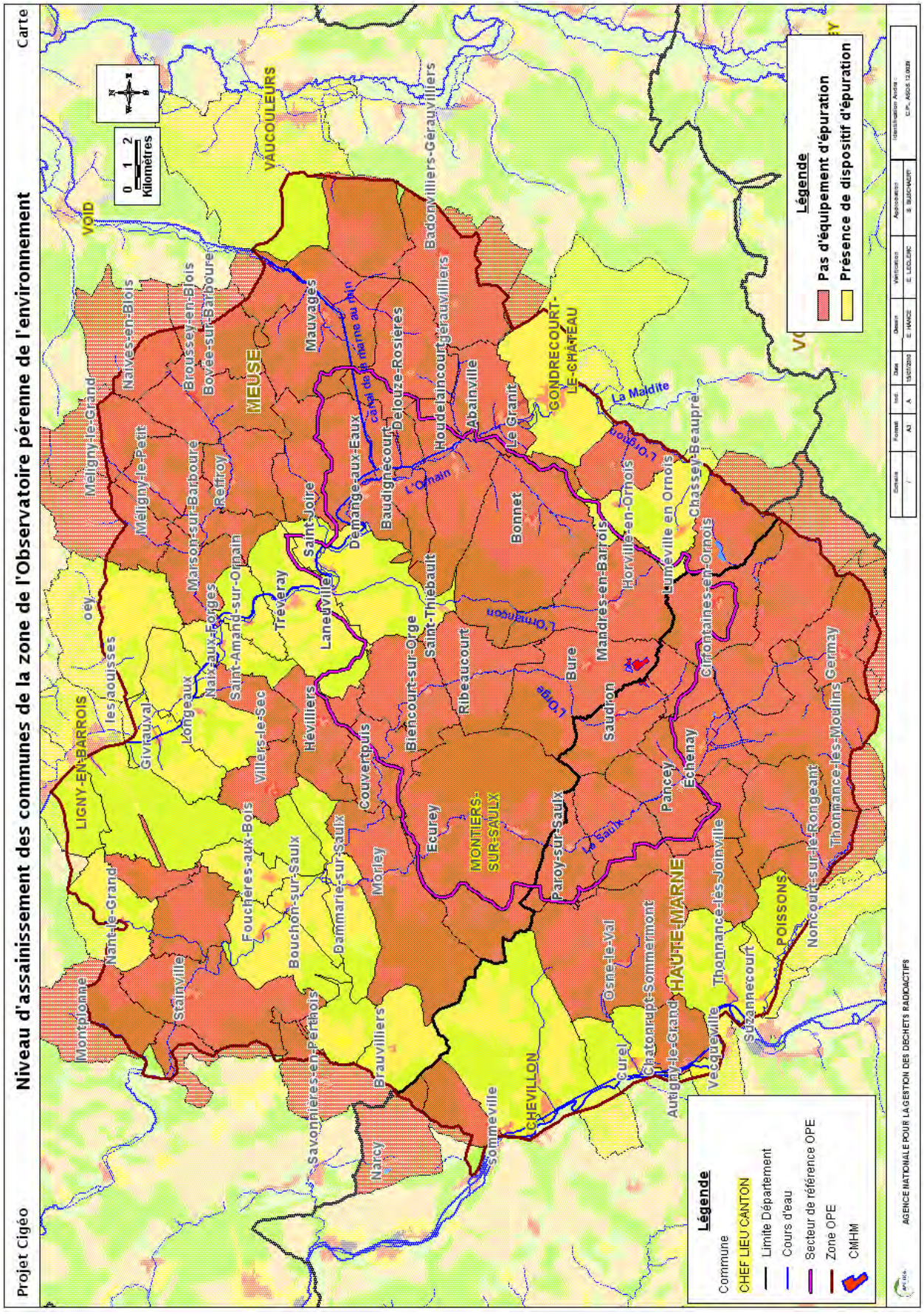


Figure 9-10 *Carte d'assainissement des communes de la zone OPE – 2010*

Pour certaines communes, le nombre d'habitants a fortement diminué de 1999 à 2007 :

- Baudignécourt (-20 %)
- Effincourt (-16 %)

alors que pour d'autres communes, une forte croissance a été relevée sur la même période :

- Aingoulaincourt (+ 22%)
- Ribeaucourt (+ 12 %)
- Pancey (+ 10 %)

Tableau 9-7 *Superficie et population communale du secteur de référence (INSEE-2007)*

		Superficie (km2)	Population (1999)	Population (2007)	Variation 2007/1999	Densité population (hab./km²)		Superficie (km2)	Population (1999)	Population (2007)	Variation 2007/1999	Densité population (hab./km²)
Secteur de référence	AINGOULAINCOURT	5.1	10	**13**	**25**	2	GILLAUME	5.2	26	**28**	**6**	5
	BAUDIGNECOURT	6.3	97	**78**	**-20**	12	HEVILLIERS	10.6	142	**136**	**-4**	13
	BIENCOURT-SUR-ORGE	12.4	165	**154**	**-7**	12	HOUDELAINCOURT	16.1	345	**360**	**4**	22
	BONNET	29.1	198	**215**	**9**	7	MANDRES-EN-BARROIS	17.7	148	**131**	**-11**	7
	BURE	18.4	85	**92**	**8**	5	MONTIERS-SUR-SAULX	44.6	454	**452**	**0**	10
	CIRFONTAINES-EN-ORNOIS	14.0	81	**86**	**7**	6	PANCEY	9.0	67	**74**	**10**	8
	COUVERTPUIS	8.9	90	**89**	**-1**	10	PAROY-SUR-SAULX	7.5	44	**44**	**1**	6
	DEMANGE-AUX-EAUX	24.9	544	**554**	**2**	22	RIBEAUCOURT	12.5	92	**103**	**12**	8
	ECHENAY	9.4	102	**91**	**-11**	10	SAINT-JOIRE	18.3	278	**258**	**-7**	14
	EFFINCOURT	12.3	89	**75**	**-16**	6	SAUDRON	9.1	40	**39**	**-3**	4

9.5.2.2 Zone OPE

Pour la zone OPE hors secteur de référence, le nombre d'habitants par commune et la densité de la population se rapprochent des moyennes départementales. Dans cette zone, 4 communes comptaient plus de 1 000 habitants en 2007 :

Gondrecourt-le-Château (55) : 1 254 habitants, 24 habitants/km²

Chevillon (52) : 1 396 habitants, 38 habitants/km²

Vaucouleurs (55) : 2 083 habitants, 53 habitants/km²

Ligny-en-Barrois (55) : 4 564 habitants, 141 habitants/km²

De 1999 à 2007, la population de ces 4 communes a diminué de 4 % à Chevillon à plus de 9 % pour les trois autres communes.

Excepté ces quatre communes, l'ensemble du territoire présente un caractère rural prononcé et omniprésent. Dans cette zone, les 62 communes comptent au total près de 21 892 habitants en 2007 contre 22 667 en 1999, soit une baisse de 3 ,4 % (*Tableau 9-9*).

Toutes ces communes sur la zone OPE s'inscrivent donc dans des espaces de faible peuplement avec des densités de populations communales largement inférieures à la moyenne nationale (113 habitants/km²). Le Sud meusien et plus particulièrement le Pays du Barrois s'illustrent par un contexte démographique déprimé (Tableau 9-8).

Tableau 9-8 *Comparaison de la densité de la population par zone (INSEE)*

INSEE 2007	France	Meuse	Hte-Marne	OPE	OPE (hors SR)	SR
Habitants	61 854 411	193 964	187 399	24 964	21 892	3 072
Habitants / commune	1 691	388	433	304	353	154
Surface communale (km²)	14,9	12,4	14,3	13,6	13,1	14,6
Densité population (hab./km²)	113,7	31,2	30,2	22,4	26,6	10,6
Variation Nb habitants % (2007/1999)	+ 5,52	+ 0,48	- 3,8	- 3,1	- 3,4	- 0,8

Tableau 9-9 *Superficie et population communale de la zone OPE hors secteur de référence en 2007 (INSEE)*

		Superficie (km2)	Population (1999)	Population (2007)	Variation 2007/1999	Densité population (hab./km²)		Superficie (km2)	Population (1999)	Population (2007)	Variation 2007/1999	Densité population (hab./km²)
Zone OPE (hors secteur de référence)	ABAINVILLE	13.7	318	333	5	24	MELIGNY-LE-PETIT	8.4	58	62	8	7
	AUTIGNY-LE-GRAND	3.6	210	170	-19	47	MENAUCOURT	6.3	252	228	-10	36
	AUTIGNY-LE-PETIT	2.5	56	52	-7	21	MENIL-SUR-SAULX	12.0	214	266	24	22
	BADONVILLIERS-GERAUVILLIERS	21.0	131	160	22	8	MONTIGNY-LES-VAUCOULEURS	11.8	76	77	2	7
	BOVEE-SUR-BARBOURE	13.4	121	132	9	10	MONTPLONNE	20.7	161	163	1	8
	BOVIOLLES	8.1	91	99	8	12	MONTREUIL-SUR-THONNANCE	8.1	83	69	-17	9
	BRAUVILLIERS	9.3	150	174	16	19	MORLEY	24.8	202	213	6	9
	BROUSSEY-EN-BLOIS	11.0	62	64	4	6	NAIVES-EN-BLOIS	15.7	116	160	38	10
	CHANTERAINE	22.4	236	206	-13	9	NAIX-AUX-FORGES	6.3	204	204	0	32
	CHASSEY-BEAUPRE	14.1	138	123	-11	9	NANT-LE-GRAND	11.3	66	70	5	6
	CHEVILLON	36.9	1 457	1 396	-4	38	NANT-LE-PETIT	9.0	91	85	-7	9
	CUREL	7.6	424	406	-4	53	NANTOIS	6.1	109	99	-9	16
	DAMMARIE-SUR-SAULX	11.3	403	425	5	37	NARCY	11.1	248	236	-5	21
	DELOUZE-ROSIERES	15.1	137	129	-6	9	NONCOURT-SUR-LE-RONGEANT	9.3	194	177	-9	19
	FONTAINES-SUR-MARNE	6.5	126	163	29	25	OSNE-LE-VAL	26.9	299	282	-6	10
	FOUCHERES-AUX-BOIS	5.6	135	138	2	25	POISSONS	15.5	748	732	-2	47
	GERMAY	12.0	61	45	-26	4	REFFROY	9.4	58	66	14	7
	GERMISAY	6.7	27	22	-19	3	SAILLY	12.5	45	49	9	4
	GIVRAUVAL	9.7	276	320	16	33	SAINT-AMAND-SUR-ORNAIN	6.1	83	62	-26	10
	GONDRECOURT-LE-CHATEAU	51.3	1 378	1 254	-9	24	SAULVAUX	22.4	115	136	18	6
	HORVILLE-EN-ORNOIS	7.6	51	58	14	8	SAVONNIERES-EN-PERTHOIS	10.1	461	486	6	48
	JUVIGNY-EN-PERTHOIS	6.4	143	135	-6	21	STAINVILLE	20.9	376	407	8	20
	LAVINCOURT	4.7	61	72	17	15	SUZANNECOURT	4.6	340	358	5	78
	LE BOUCHON-SUR-SAULX	5.4	219	222	1	41	THONNANCE-LES-JOINVILLE	11.3	859	827	-4	73
	LEZEVILLE	25.7	107	118	10	5	THONNANCE-LES-MOULINS	21.5	107	121	13	6
	LIGNY-EN-BARROIS	32.3	5 036	4 564	-9	141	TREVERAY	17.2	742	703	-5	41
	LONGEAUX	7.5	213	233	9	31	VAUCOULEURS	39.4	2293	2 083	-9	53
	MARSON-SUR-BARBOURE	5.9	48	44	-8	8	VECQUEVILLE	5.2	701	616	-12	118
	MAULAN	4.2	85	112	32	27	VELAINES	10.7	980	954	-3	89
	MAUVAGES	21.1	236	261	11	12	VILLEROY-SUR-MEHOLLE	6.5	28	33	17	5
	MELIGNY-LE-GRAND	11.5	89	96	8	8	VILLERS-LE-SEC	7.0	133	144	8	21

Toute la zone OPE regroupe une population de 24 964 habitants en 2007 contre 25 764 en 1999, soit une baisse de 3,1 %. La densité de la population du secteur de référence est inférieure de moitié à celle de la zone OPE (Figure 9-11).

9.5.2.3 Evolution de la population

Si la population nationale a augmenté de 33 % de 1962 à 2007, la situation est totalement différente pour les deux départements de la Meuse et de la Haute-Marne. Sur la même période la population départementale a diminué de 10 % en moyenne, 18 % sur la zone OPE et plus de 27 % sur le secteur de référence OPE (Tableau 9-10).

Tableau 9-10 *Evolution de la population communale moyenne de 1962 à 2007 (INSEE)*

	1962	1968	1975	1982	1990	1999	2007	2007 / 1962
France	1 270	1 360	1 439	1 486	1 549	1 601	1 691	**+ 33 %**
Haute-Marne	483	496	491	488	472	451	432	**- 11 %**
Meuse	433	420	409	402	394	386	388	**- 10 %**
OPE	374	370	355	346	335	314	304	**- 19 %**
OPE (hors SR)	428	423	411	400	390	366	353	**- 18 %**
SR	209	201	182	177	166	155	153	**- 27 %**

Cette évolution de la population s'explique entre autre par un exode rural important mais également par un déséquilibre entre les naissances et les décès. En effet, pour un décès il y a en moyenne 1,5 naissance au niveau national et seulement 1 naissance sur les deux zones d'études. Sur la dernière période de référence (1999-2007), cette différence s'est accentuée pour atteindre des seuils critiques en milieu rural. Cette évolution s'explique par la baisse constante du solde migratoire avec de nombreux départs dans la période de 1968 à 1975. Quant au solde naturel, il reste positif depuis 1968 sauf entre 1990 et 1999 où il tombe à -0,2 % et subit un important ralentissement après 1975. Aujourd'hui, le solde naturel ne compense pas les départs, même s'il est positif (0,1 %) donc le taux de variation reste négatif. D'où un territoire peu dynamique démographiquement, notamment entre 1990 et 1999 et qui aujourd'hui tend peut être vers un renouveau avec un taux de variation annuel moyen qui remonte.

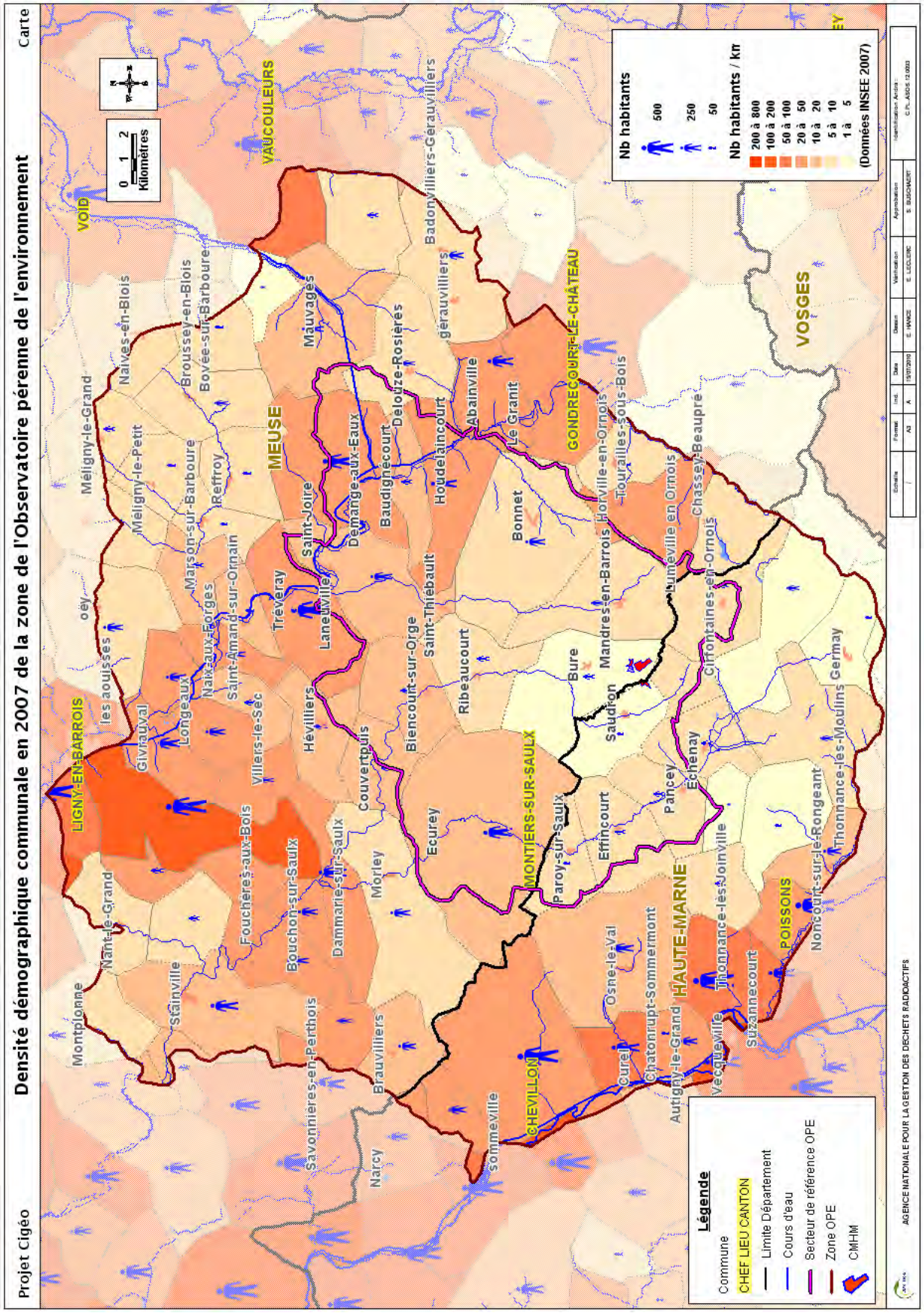


Figure 9-11 *Carte de la densité démographique communale de la zone OPE en 2007 (INSEE)*

Mais le vieillissement de la population contribue également à la faible croissance démographique, sachant que la proportion des personnes de plus de 60 ans a augmenté entre 1999 et 2006 passants de 22,4 % à 23,8 %. Quant aux moins de 30 ans en 2006, ils représentent 34,5 % de la population totale contre 38 % en 1999.

Tableau 9-11 *Ratios entre le nombre de naissances et de décès sur la période 1999-2007 (INSEE)*

(moyenne communale) 1999-2007	Naissances	Décès	Naissances/décès
France	168	115	1.5
Haute-Marne	40	37	1.1
Meuse	37	32	1.2
OPE	27	30	0.9
OPE (hors ZR)	32	35	0.9
SR	13	13	1.0

Plus de 75 % des communes de la zone OPE ont leur population qui a diminué de 1968 à 2007 (Figure 9-13).

9.5.2.4 Age de la population

En 2007, la population totale des 20 communes du secteur de référence se structurait de la manière suivante :

- 24,1 % de la population ont moins de 20 ans (soit 739 personnes) ;
- 56,2 % ont entre 19 et 64 ans (soit 1 725 personnes) ;
- 19,8 % ont 65 ans et plus (soit 608 personnes).

L'analyse de ces chiffres met en évidence l'importance des personnes âgées de plus de 64 ans (Figure 9-12). Si l'on compare la répartition de la population par rapport aux moyennes départementales, celle de la zone OPE est bien plus âgée. Les personnes de plus de 64 ans représentent 19,7 % de la population du secteur de référence et seulement 16 ,6 % au niveau national. Malgré une espérance de vie plus importante pour les femmes, les hommes sont majoritaires sur le secteur de référence à 51,8 % contre 48,4 % au niveau national en 2007. Cette différence est très importante pour la tranche d'âge 20-64 ans (26,3 % de femmes et 29,8 % d'hommes).

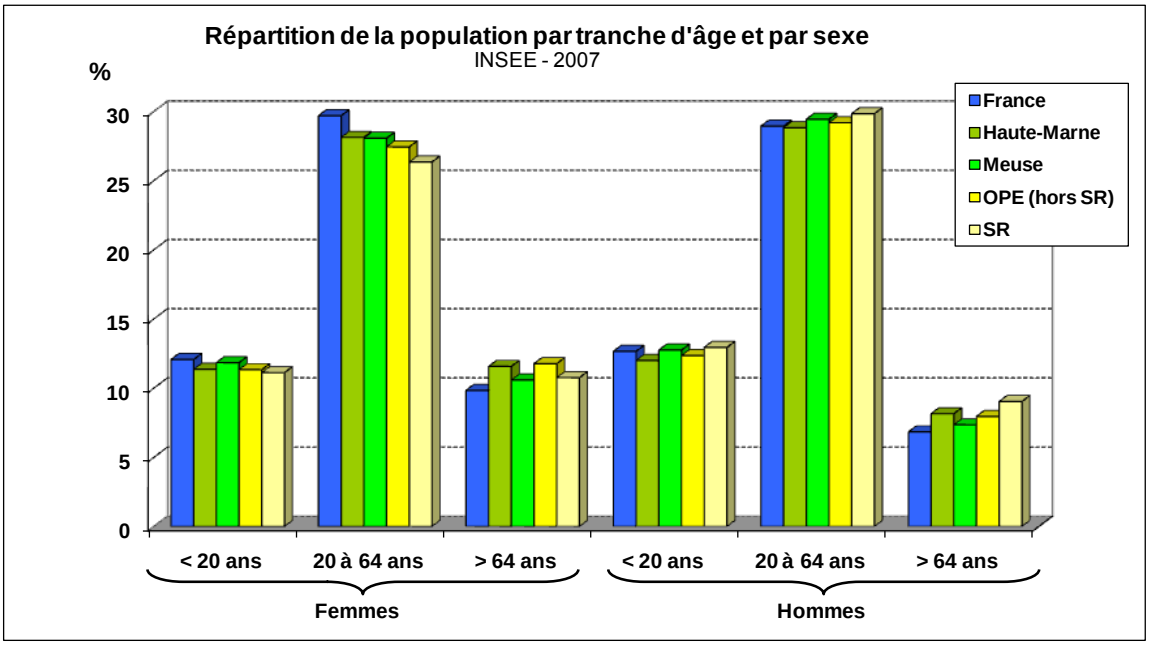


Figure 9-12 *Comparaison de la répartition de la population par tranche d'âge en 2007 (INSEE)*

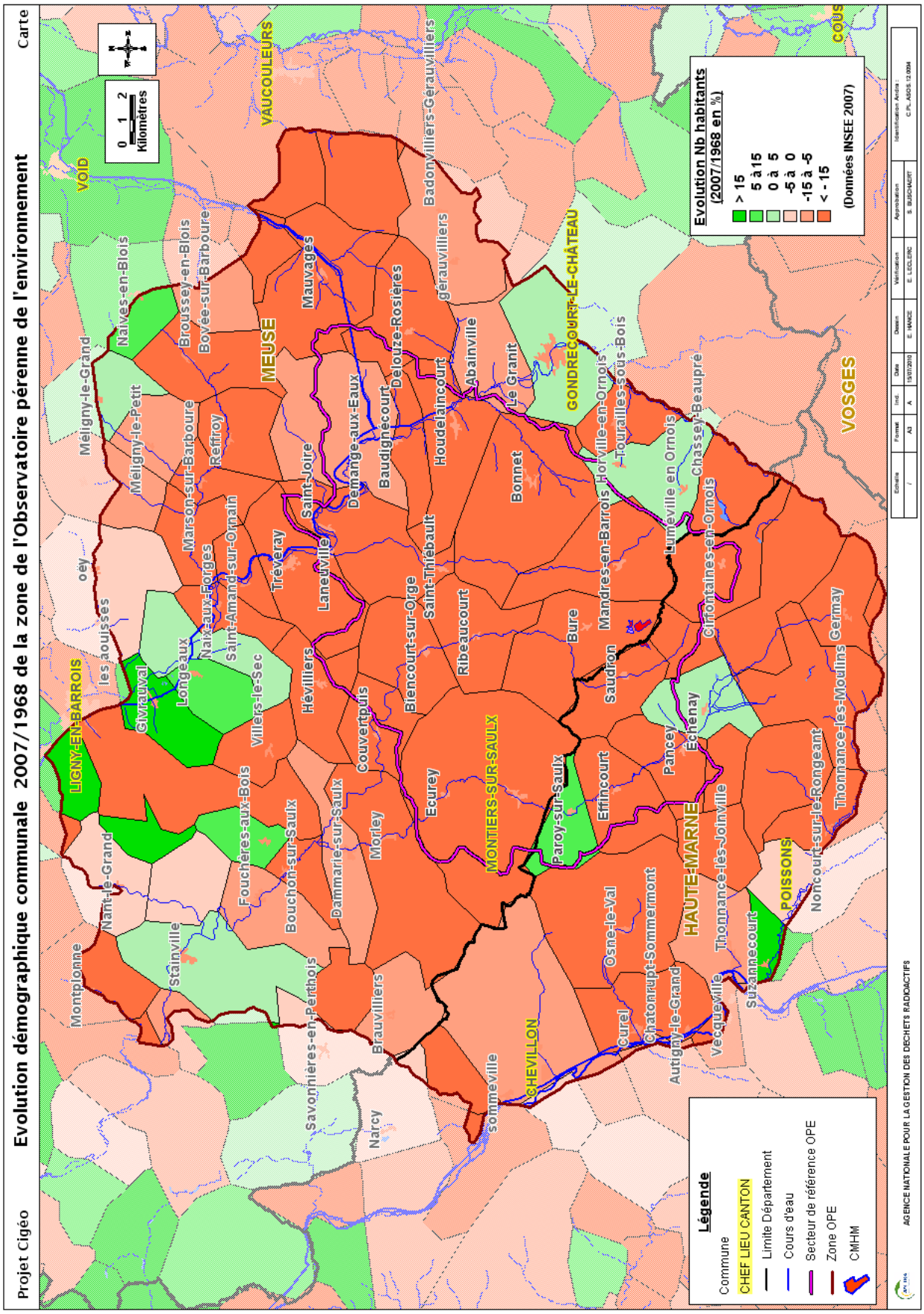


Figure 9-13 *Carte de l'évolution démographie communale de la zone OPE de 1968 à 2006 (INSEE)*

Par ailleurs, la parité homme-femme est sensiblement différente pour les deux zones géographiques (Tableau 9-12) :

Tableau 9-12 *Comparaison de la parité Hommes-Femmes de la population en 2007 (INSEE)*

(% de la population)	Femmes	Hommes
France	51,6	48,4
Haute-Marne	51,0	49,0
Meuse	50,5	49,5
OPE	50,2	49,8
OPE (hors SR)	50,5	49,5
SR	48,2	51,8

9.5.2.5 Mouvements de la population

Les migrations définitives, qui traduisent le nombre de personnes réellement installées dans la commune de référence lors de la période intercensitaire (entre deux recensements), témoignent du niveau d'attraction de la commune. En 2007, la part des migrations définitives dans la population totale est de 20,3 % pour le secteur de référence OPE contre 33,5 % pour la moyenne française. Le solde migratoire de la Haute-Marne est positif alors qu'il est négatif avec tous les autres départements.

9.5.3 Conditions de vie

9.5.3.1 Services

Services publics

Dans cette zone rurale qu'est la zone OPE, on ne dénombre aucun service de police et ni d'Agence Nationale pour l'Emploi (nouvellement appelé Pôle Emploi). Par contre, les autres services publics de trésorerie, gendarmerie, caisse d'épargne et bureau de poste sont en proportions au moins équivalentes à celles observées au niveau national et départemental (*Figure 9-14*).

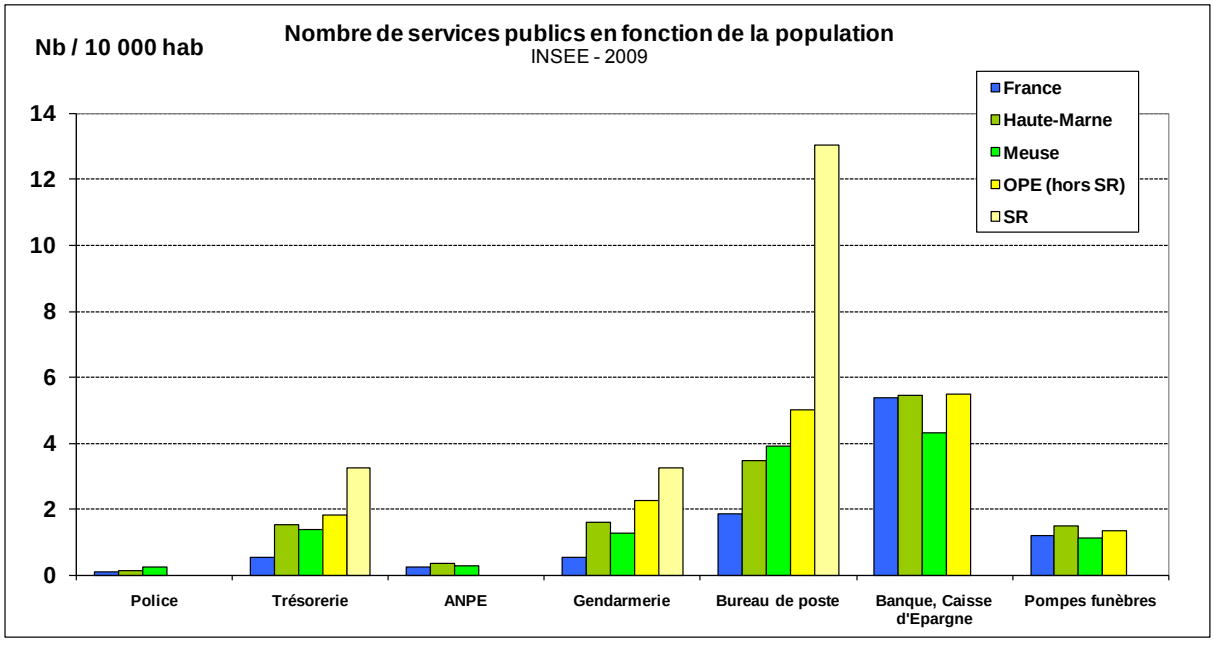


Figure 9-14 *Nombre d'établissements de services publics par zone en 2009 (INSEE)*

Le nombre de bureau de poste est relativement important sur le secteur de référence avec plus de 4 centres pour 20 communes (*Figure 9-17*).

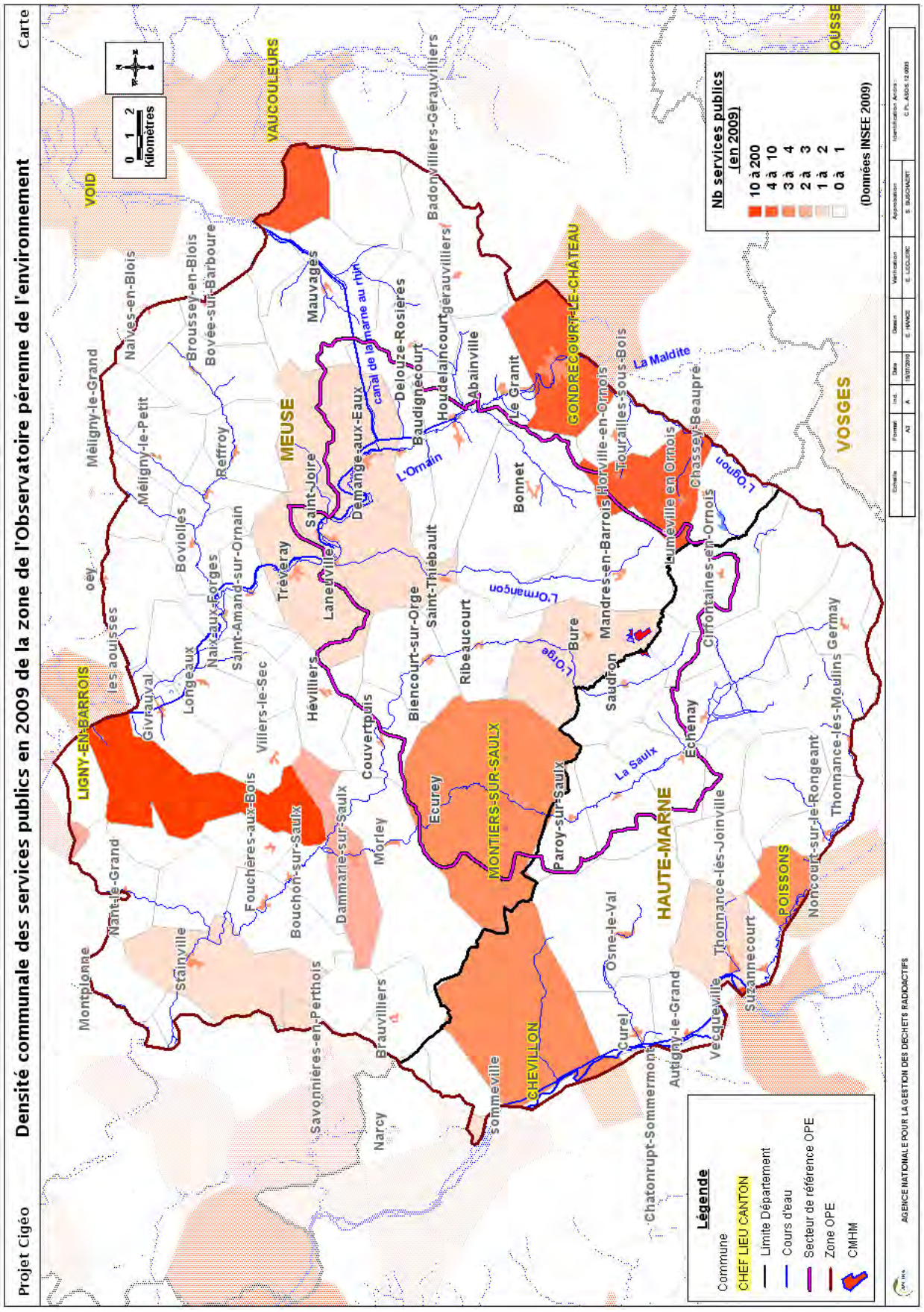


Figure 9-15 *Carte de la densité des services publics par commune en 2009 (INSEE)*

Entreprises de mécanique et du bâtiment

Sur le secteur de référence, le nombre d'artisan du bâtiment (maçons, plâtrier, peintre) par nombre d'habitants est en proportion largement supérieure à celui des autres zones à l'exception des entreprises générales du bâtiment. Globalement, la zone OPE ne présente pas de déficit important d'entreprises du bâtiment et de mécaniques (Figure 9-16).

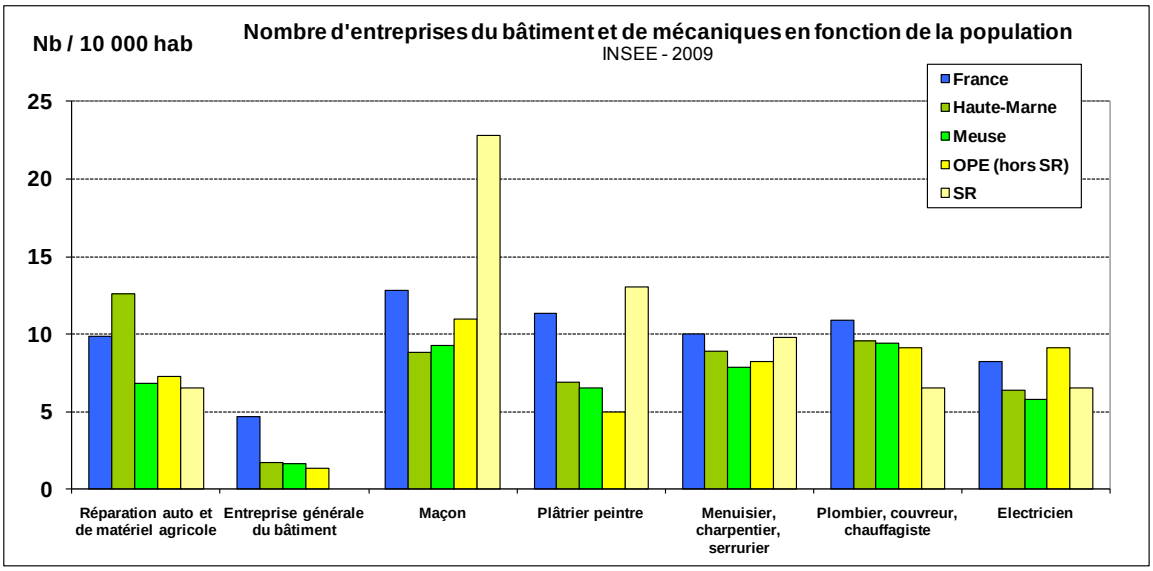


Figure 9-16 Nombre d'entreprises du bâtiment et de mécaniques par zone en 2006 (INSEE)

La cartographie du nombre d'entreprises du bâtiment par commune montre un axe de Luvigny-en-Perthois à Cirfontaines-en-Ornois peu pourvu d'entreprises de construction contrairement à la situation des communes de la vallée de l'Ornain (*Figure 9-20*).

Autres entreprises de service

Le nombre d'entreprises de services est relativement limité sur le secteur de référence à l'exception de la restauration et de quelques salons de coiffure (*Figure 9-17*).

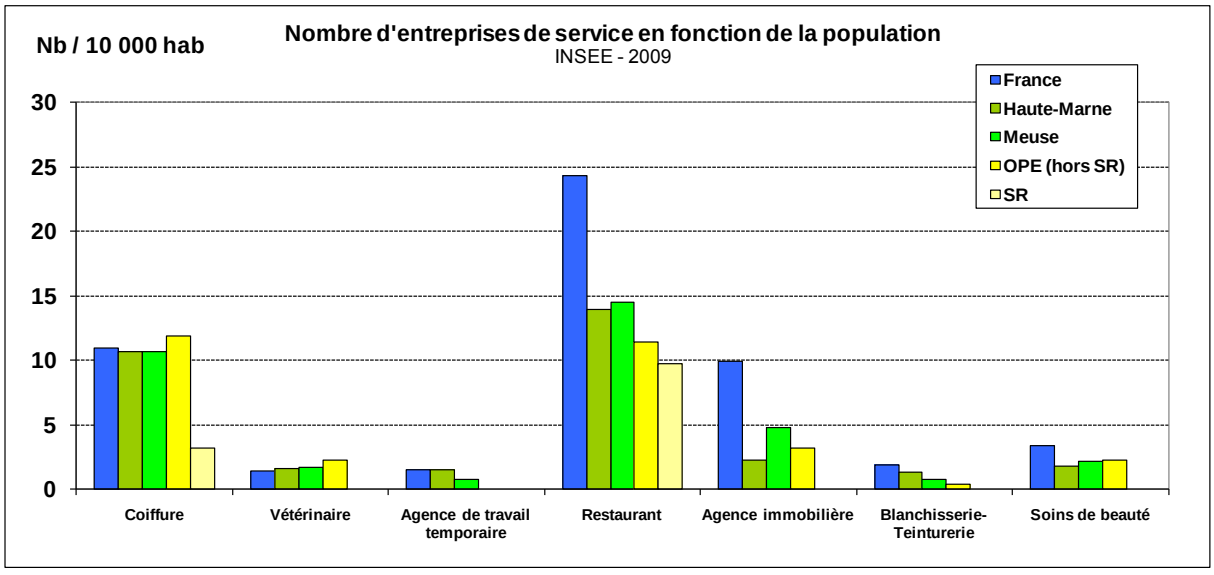


Figure 9-17 Nombre d'entreprises de services par zone en 2009 (INSEE)

9.5.3.2 Commerces

Sur la zone OPE, il n'existe aucun commerce de grande taille de type hypermarché, mais seulement cinq supermarchés dont trois à Ligny-en-Barrois, un à Vaucouleurs, un à Velaines. Une seule grande surface de bricolage est présente à Ligny-en-Barrois.

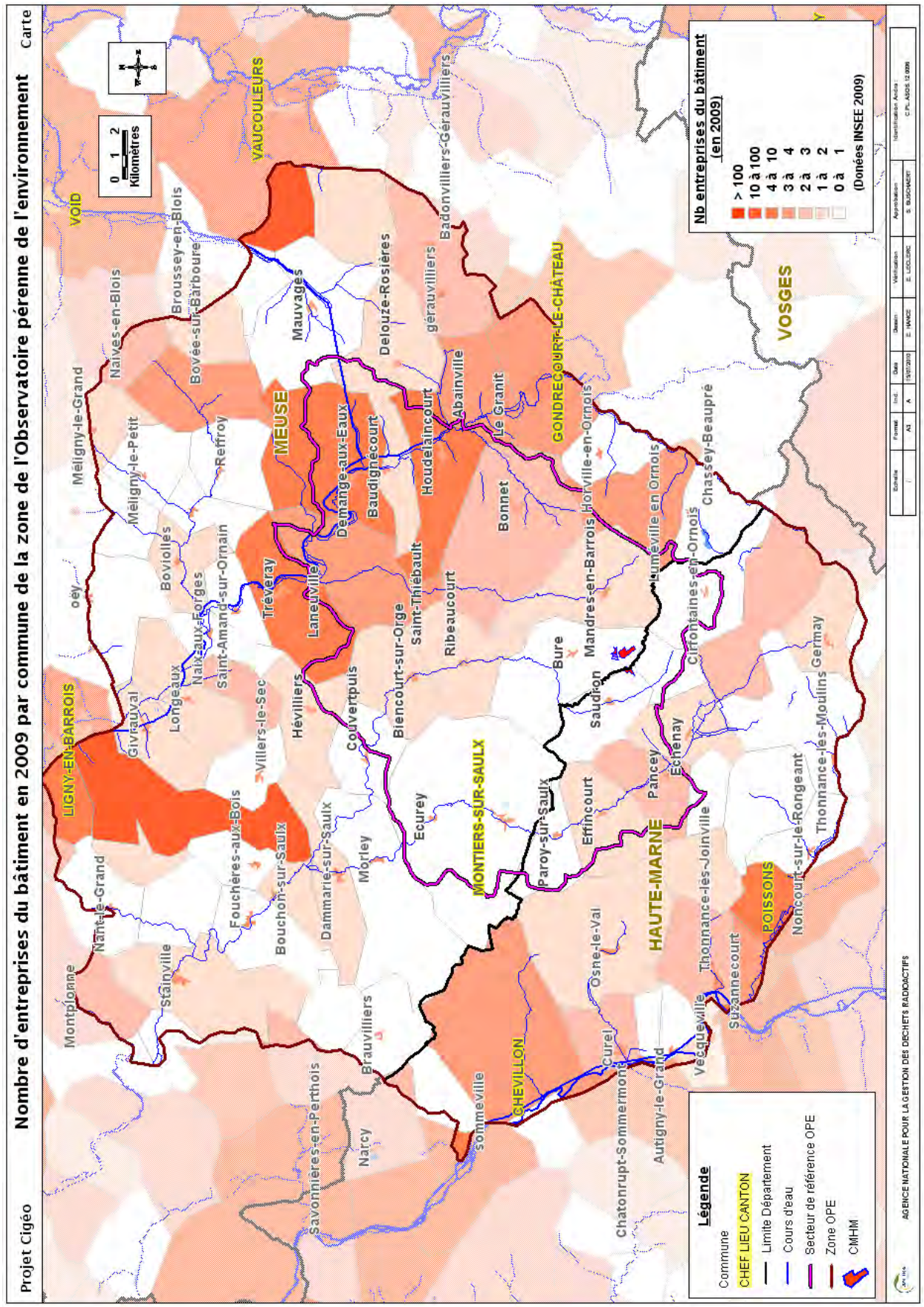


Figure 9-18 *Cartographie du nombre entreprises du bâtiment par commune en 2009 (INSEE)*

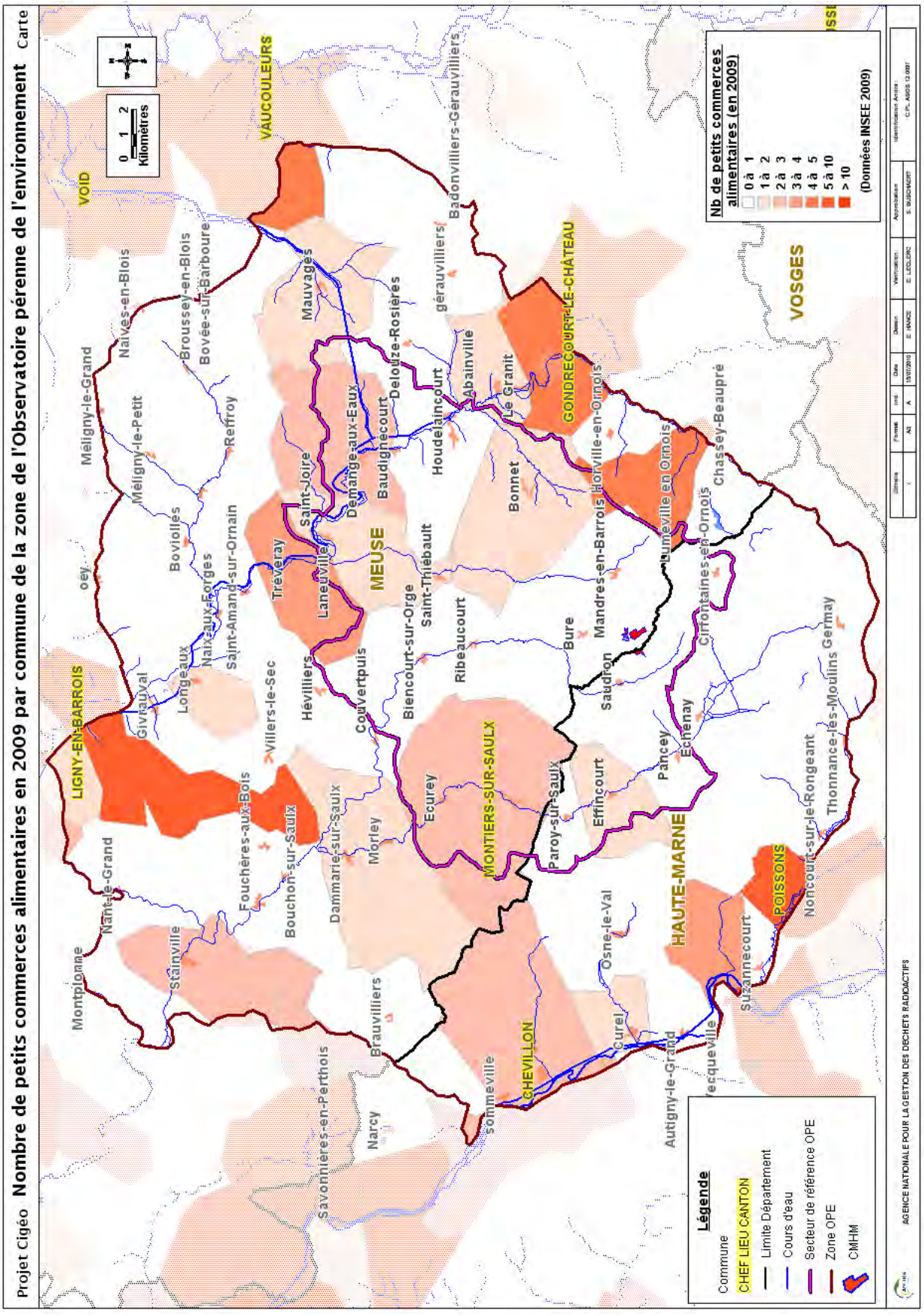


Figure 9-19 *Cartographie du nombre de petits commerces alimentaires par commune en 2009 (INSEE)*

Alimentaires

Les petits commerces alimentaires de proximité sont relativement bien représentés dans la zone OPE avec une proportion nettement plus importante d'épicerie et de boucherie charcuterie (*Figure 9-20*). Par contre, il n'existe pas de commerce de produits surgelés et de poissonnerie. C'est une situation caractéristique des zones rurales.

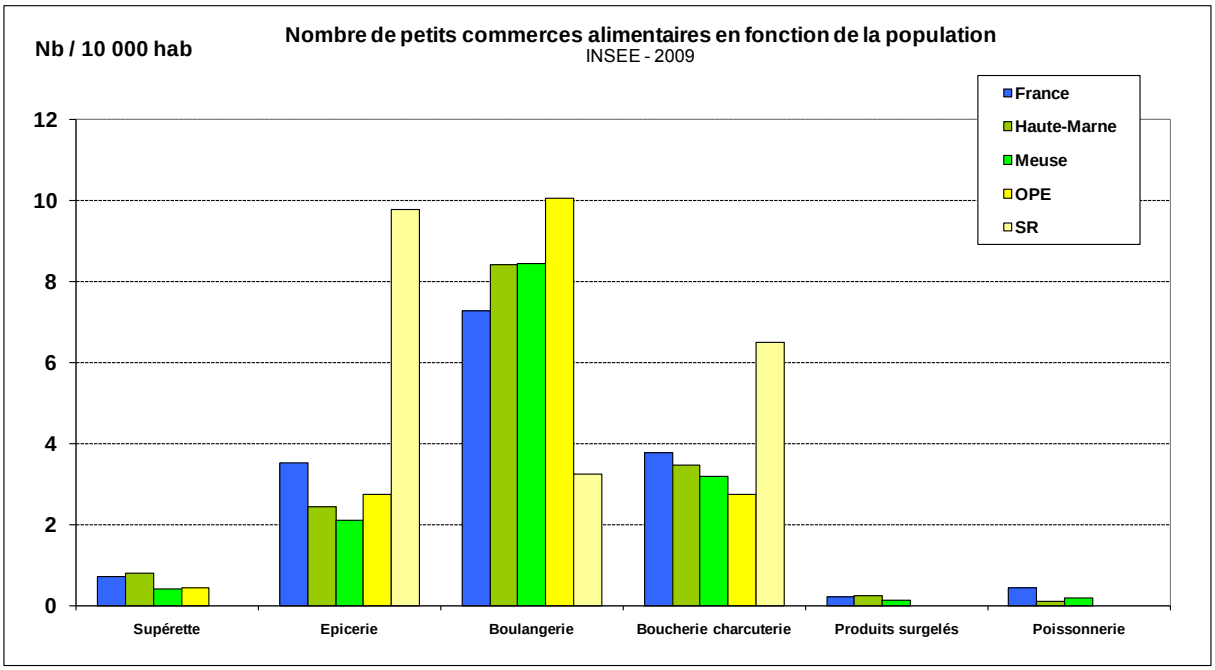


Figure 9-20 *Nombre de petits commerces alimentaires par zone en 2009 (INSEE)*

Pour le secteur de référence OPE, plus d'un tiers des communes n'a pas de commerce alimentaire (Figure 9-19). C'est sur la commune de Tréveray qu'ils sont les plus nombreux.

Non Alimentaires

Le secteur de référence est quasiment dépourvu de magasins non alimentaires. Quant à la zone OPE, on relève une proportion de commerces non alimentaires semblable à la moyenne du département de la Meuse (Figure 9-21).

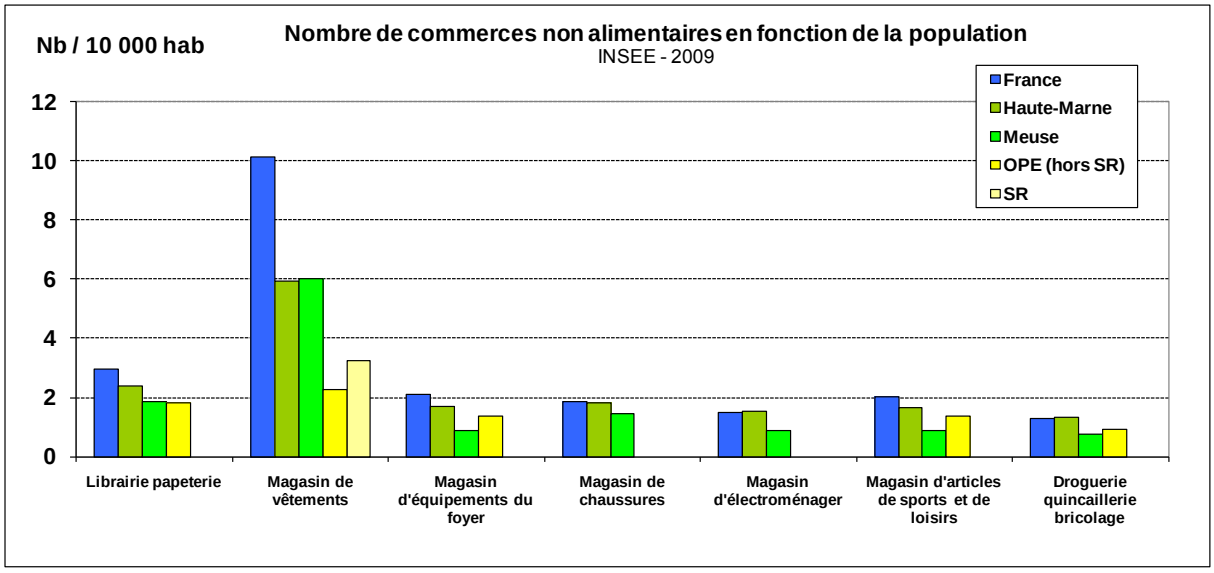


Figure 9-21 *Nombre de commerces non alimentaires par zone en 2009 (INSEE)*

Sur le secteur de référence, seule la commune d'Houdelaincourt compte un petit commerce non alimentaire (Figure 9-22).

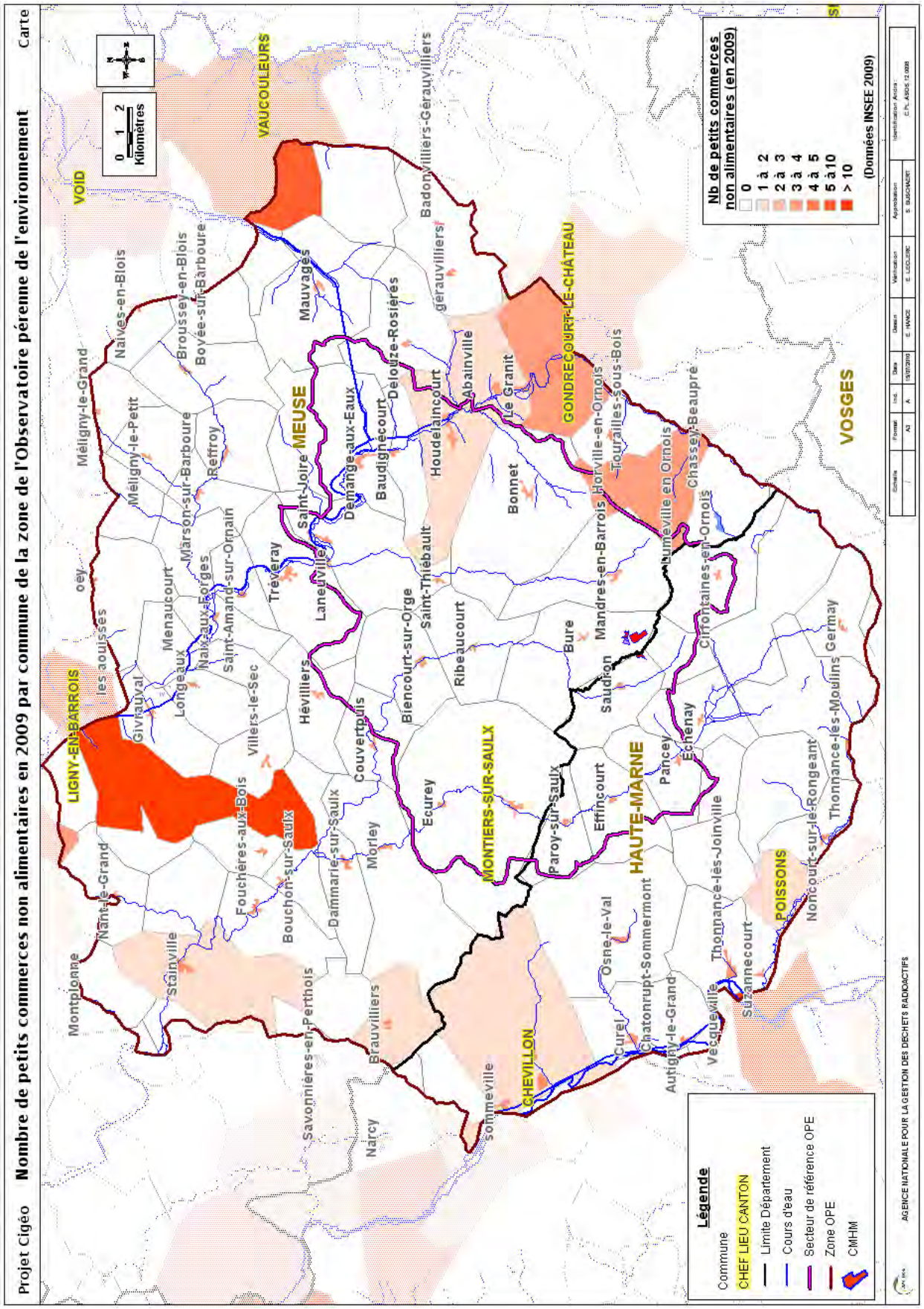


Figure 9-22 *Cartographie du nombre de petits commerces non alimentaires par commune en 2009 (INSEE)*

9.5.3.3 Santé

Le nombre de praticiens de la santé est globalement nettement inférieur aux moyennes nationales et départementales (Figure 9-23).

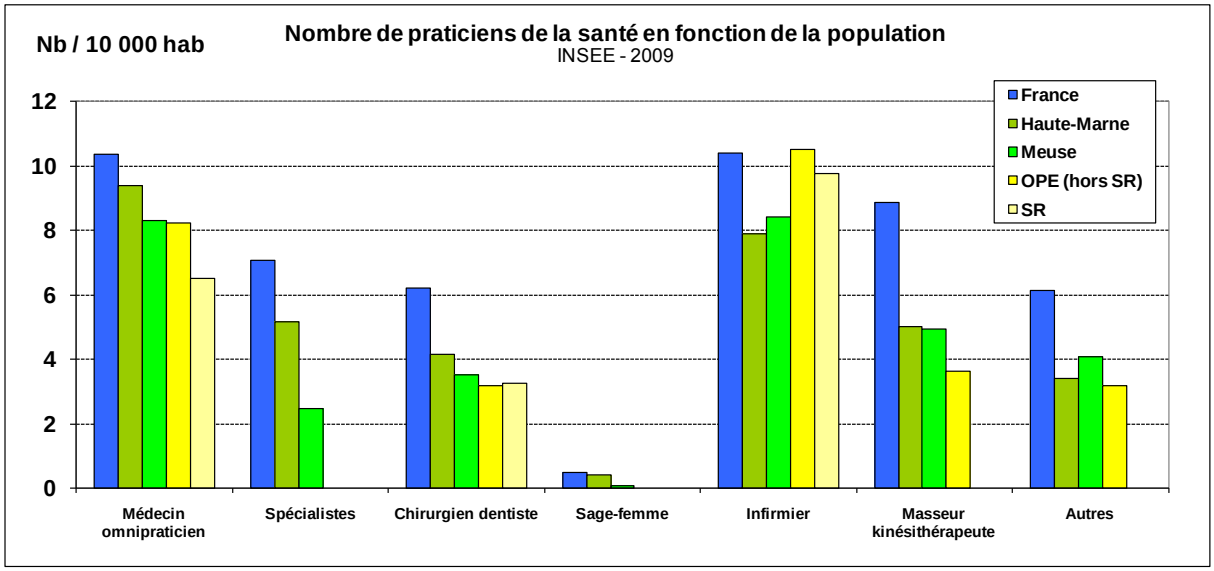


Figure 9-23 *Comparaison du nombre de praticiens de la santé par zone en 2009 (INSEE)*

Si ce déficit est relativement modéré (-20 %) pour les médecins omnipraticiens, il est nettement plus important pour les spécialistes et sages-femmes. A l'exception des infirmiers dont la proportion est plus importante sur le secteur de référence et la zone OPE, les autres personnels de la santé sont en proportion équivalente à celle observée sur les départements de la Meuse et de la Haute-Marne (Figure 9-25).

Dans la zone OPE, aucun établissement de santé court ou long séjour n'existe ni de maternité et ni de service d'urgences (Figure 9-24). Par contre, le nombre de pharmacies est légèrement supérieur à la moyenne nationale et celui des ambulances est plus du double de la moyenne française (Figure 9-26).

Ces chiffres confirment une place plus importante des services de santé à domicile ou d'un plus grand nombre de structures de transports sanitaires pour palier à ce manque d'établissements de santé dans la zone OPE.

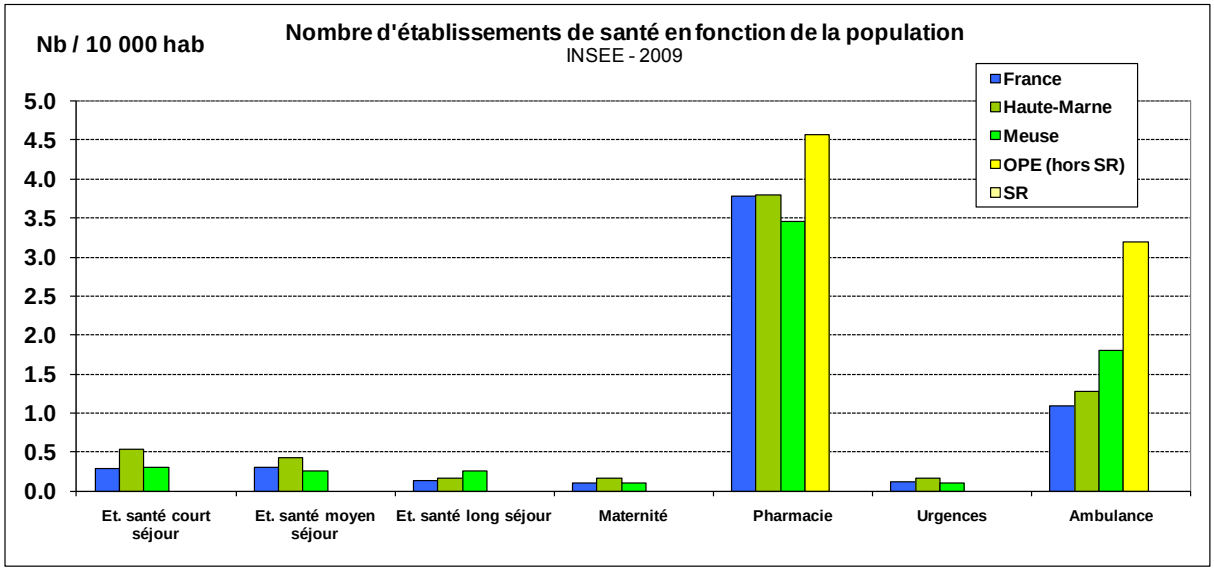


Figure 9-24 *Comparaison du nombre d'établissements de santé par zone en 2006 (INSEE)*

Ces chiffres cachent malgré tout une dispersion plus importante de ces services sur le territoire.

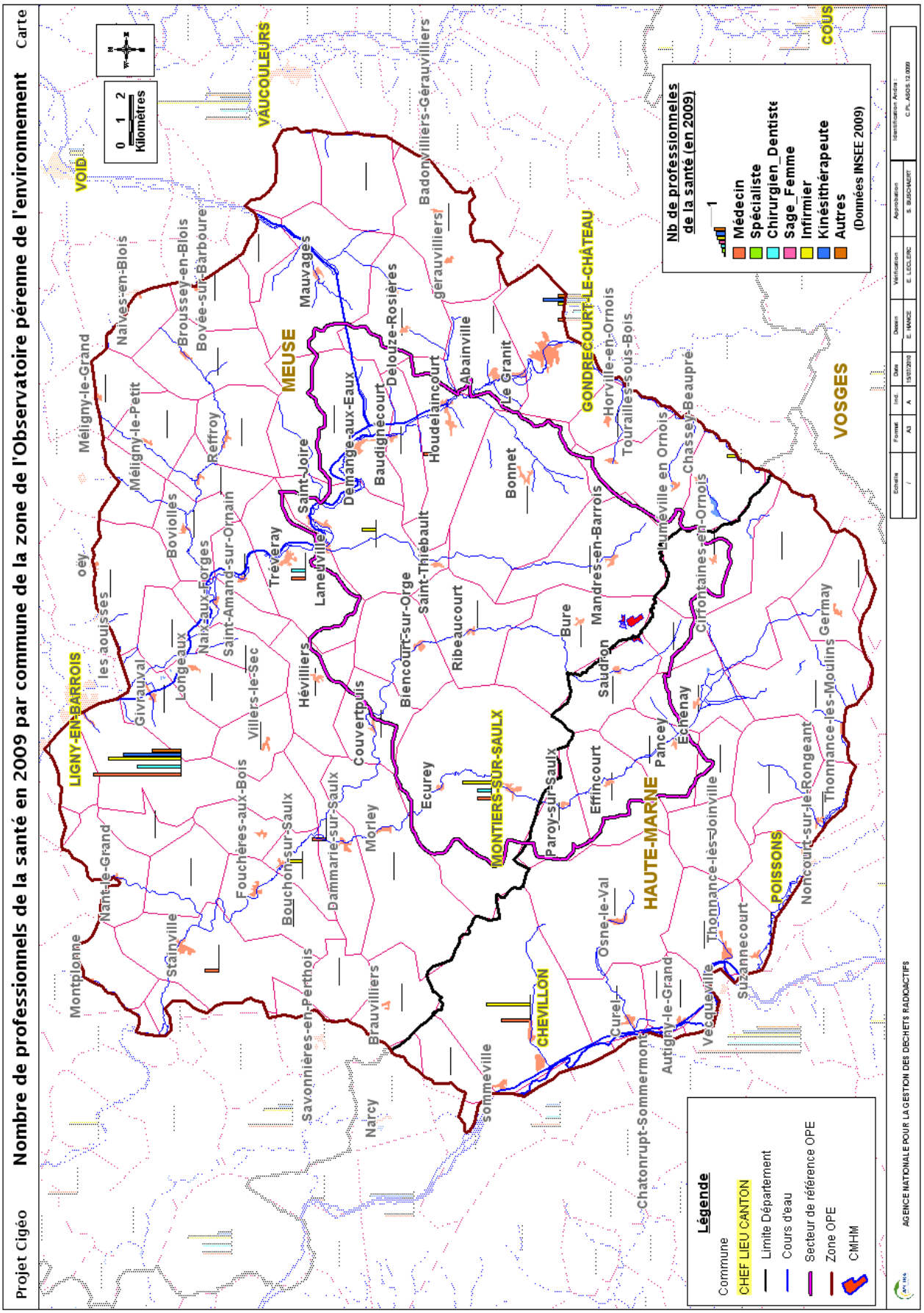


Figure 9-25 *Cartographie de la répartition des professionnels de santé par commune en 2009 (INSEE)*

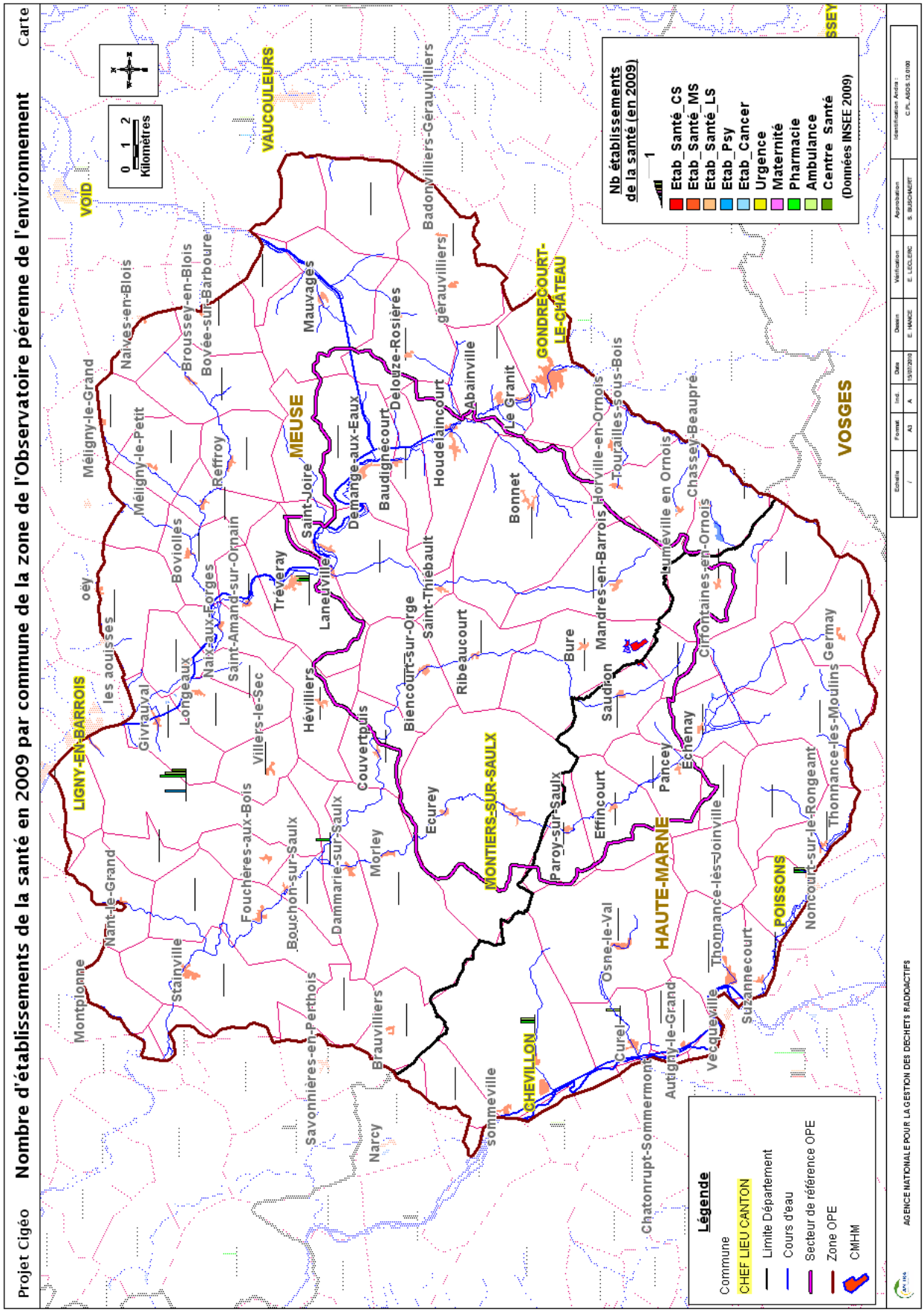


Figure 9-26 *Cartographie des établissements de santé par commune en 2009 (INSEE)*

Pour les personnes âgées de la zone OPE, les structures d'accueil et de soins sont en proportion équivalente voire supérieure à celle du niveau national et départemental (Figure 9-27). Dans le secteur de référence OPE, il n'existe pas d'établissements sociaux.

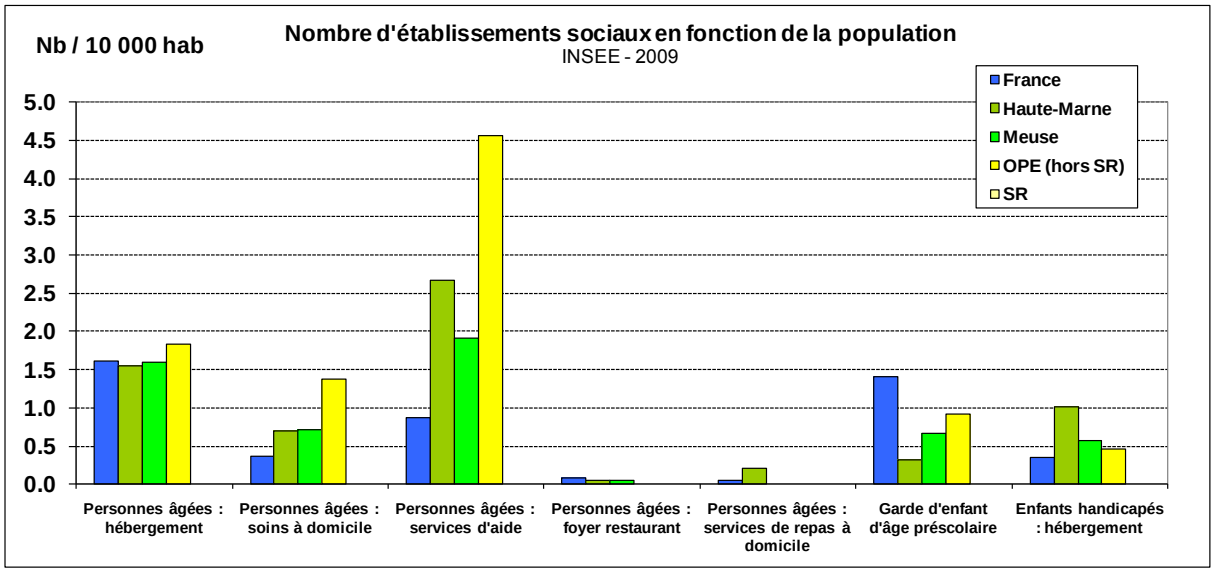


Figure 9-27 *Comparaison du nombre d'établissements sociaux par zone en 2009 (INSEE)*

9.5.3.4 Logements

La proportion de résidences principales est peu différente d'une zone à l'autre de 83 à 85 %. Sur le secteur de référence OPE, la part des logements vacants est plus importante pour atteindre près de 9 % alors qu'elle n'est que de 6,4 % au niveau national.

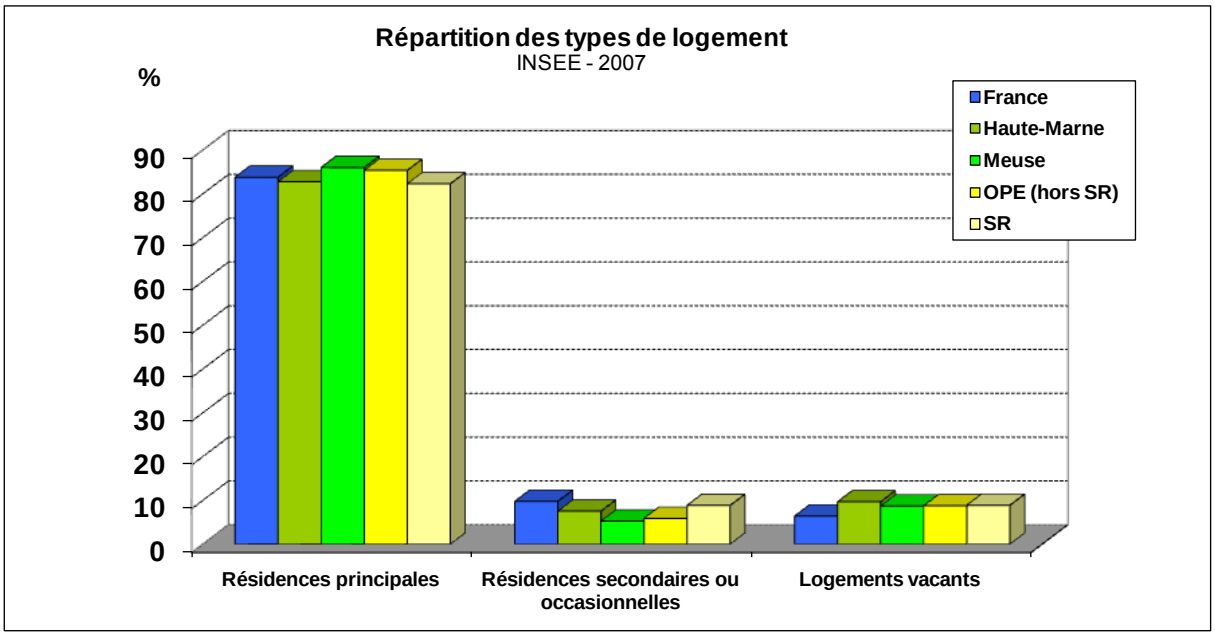


Figure 9-28 *Répartition des types de logements en 2007 (INSEE)*

Si le nombre de logements a augmenté de 9,5 % de 1999 à 2007 au niveau national, il n'a progressé que de 4,7 % en Haute-Marne et 7,1 % en Meuse. Sur la même période, le nombre de logements a progressé de 3,8 % sur la zone OPE et plus de 5,2 % sur le secteur de référence OPE.

La taille du logement principal en milieu rural est nettement plus importante que sur les centres urbains (Figure 9-29). Sur la zone OPE et le secteur de référence plus de 80 % des logements principaux ont 4 pièces alors qu'au niveau national ils ne représentent que 61 %.

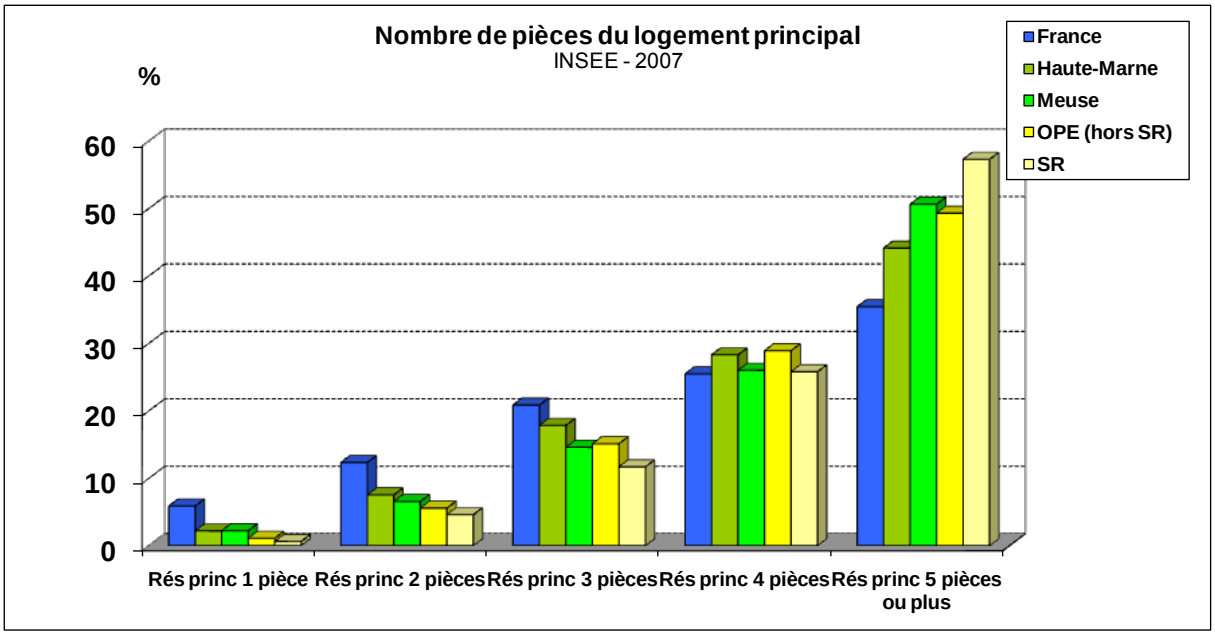


Figure 9-29 *Nombre de pièces du logement principal en 2007 (INSEE)*

Les résidences principales sont de type maison à plus de 94 % sur le secteur de référence et 82 % sur la zone OPE mais seulement à 56 % au niveau national (Figure 9-30). Les appartements ne représentent donc qu'une faible proportion des résidences en milieu rural. Sur le secteur de référence OPE, La proportion de maison construite avant 1949 est trois fois plus importante qu'au niveau national. L'habitat rural est essentiellement composé de maisons anciennes et vétustes.

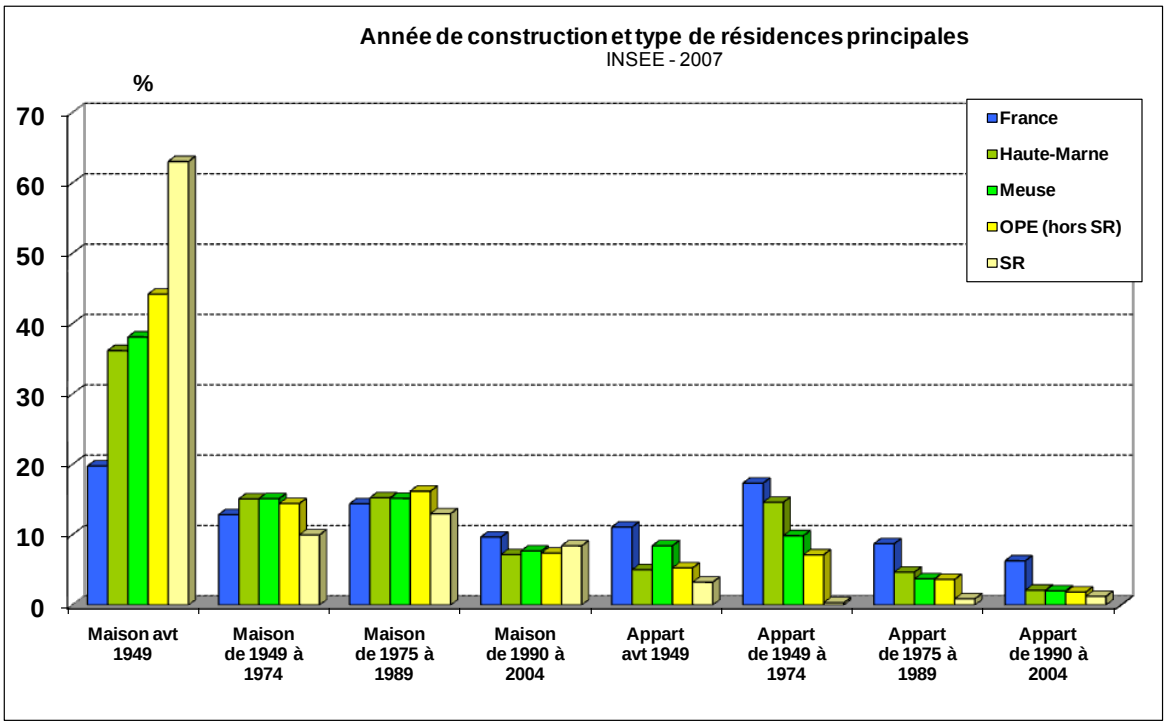


Figure 9-30 *Année de construction et type des résidences principales en 2007 (INSEE)*

Plus de 70 % des résidences principales sont occupées par leurs propriétaires sur le secteur de référence et seulement 50 % au niveau national (Figure 9-31). Le nombre de résidences de type HLM non occupées est très faible sur le secteur de référence (3 %) car il existe peu d'appartement de ce type contrairement aux zones urbaines.

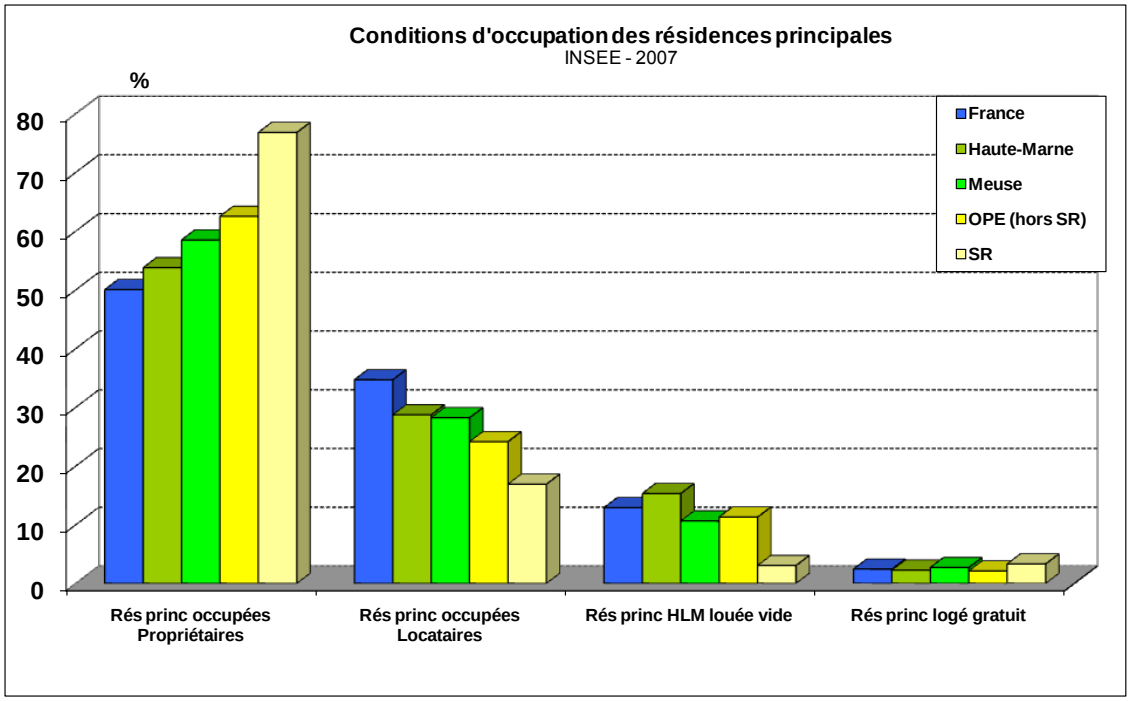


Figure 9-31 Conditions d'occupation des résidences principales en 2007 (INSEE)

9.5.3.5 Conditions matrimoniales

La répartition familiale de la population est peu variable d'une zone à l'autre avec toutefois une proportion de familles monoparentales formées d'une femme ou d'un homme seul avec enfant(s) nettement plus faible sur le secteur de référence (6 %) contre 11 % au niveau départemental et 12 % au niveau national (Figure 9-32).

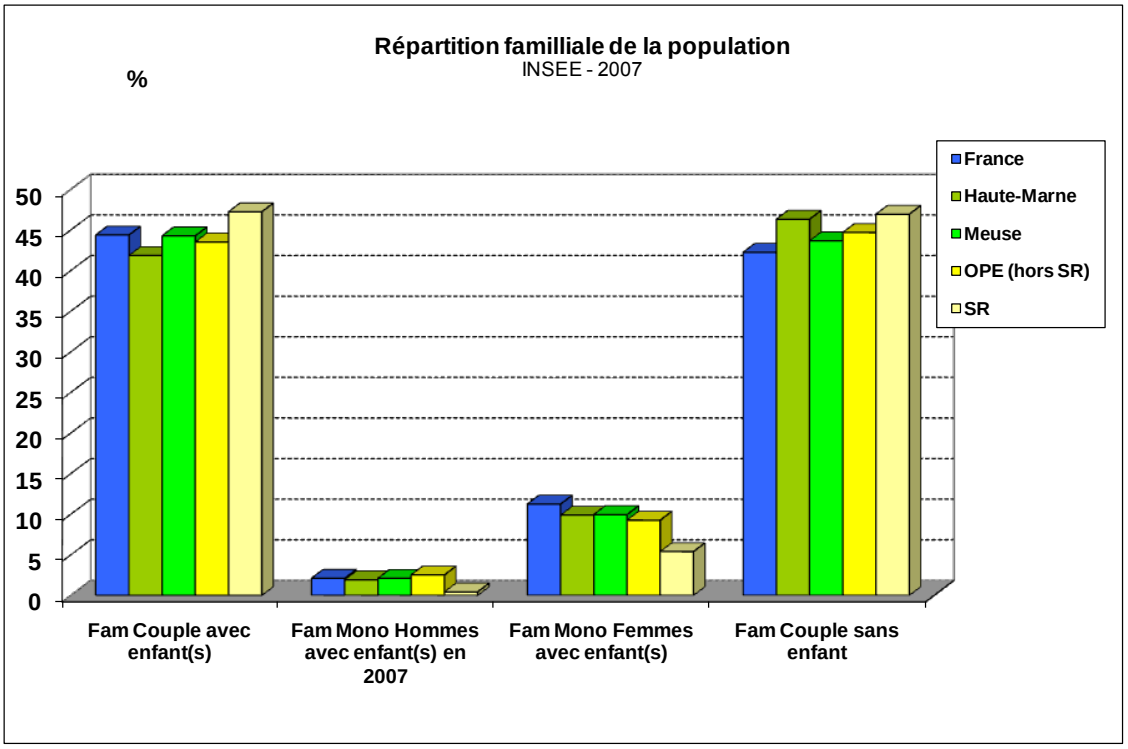


Figure 9-32 Répartition familiales des différents types de ménages en 2007 (INSEE)

En zone rurale, la fréquence de ménage monoparental avec enfant est nettement plus faible puisqu'elle ne représente que 4 % dans le secteur de référence alors qu'elle atteint 8 % au niveau national. Les conditions de vie sont plus difficiles pour une personne seule avec un enfant en milieu rural où les infrastructures d'accueil sont peu développées.

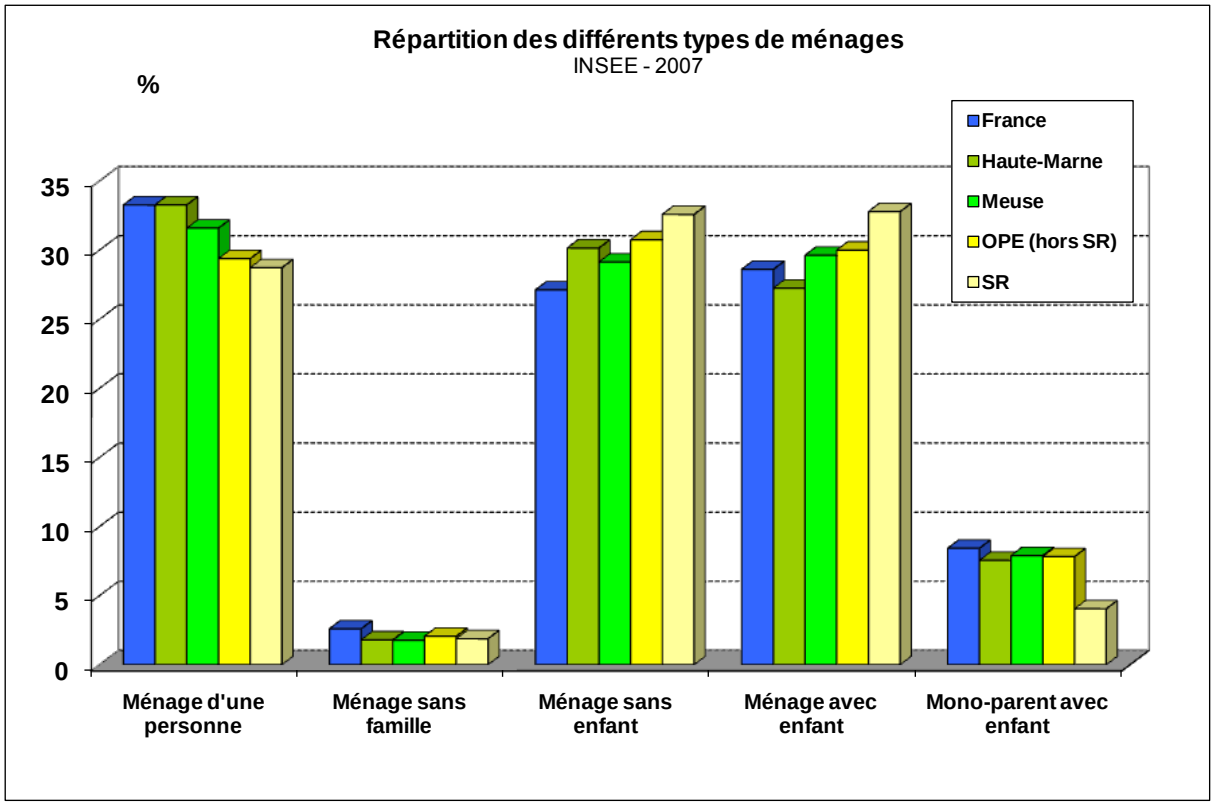


Figure 9-33 *Répartition de la population des ménages en 2007 (INSEE)*

9.5.3.6 Revenus et foyers fiscaux

Les revenus nets imposables par foyer fiscal de la zone OPE et des départements de Meuse et de Haute-Marne sont nettement inférieurs à la moyenne nationale (- 27 % en 2008). Cette différence ne cesse de progresser depuis plus de 10 ans (- 21% en 1999) dont la principale cause est une nette augmentation du revenu net imposable au niveau nationale et une quasi stabilité depuis 5 ans sur la zone d'étude. En 2008, le revenu net imposable sur le secteur de référence dépassait pour la première fois celui de la zone OPE.

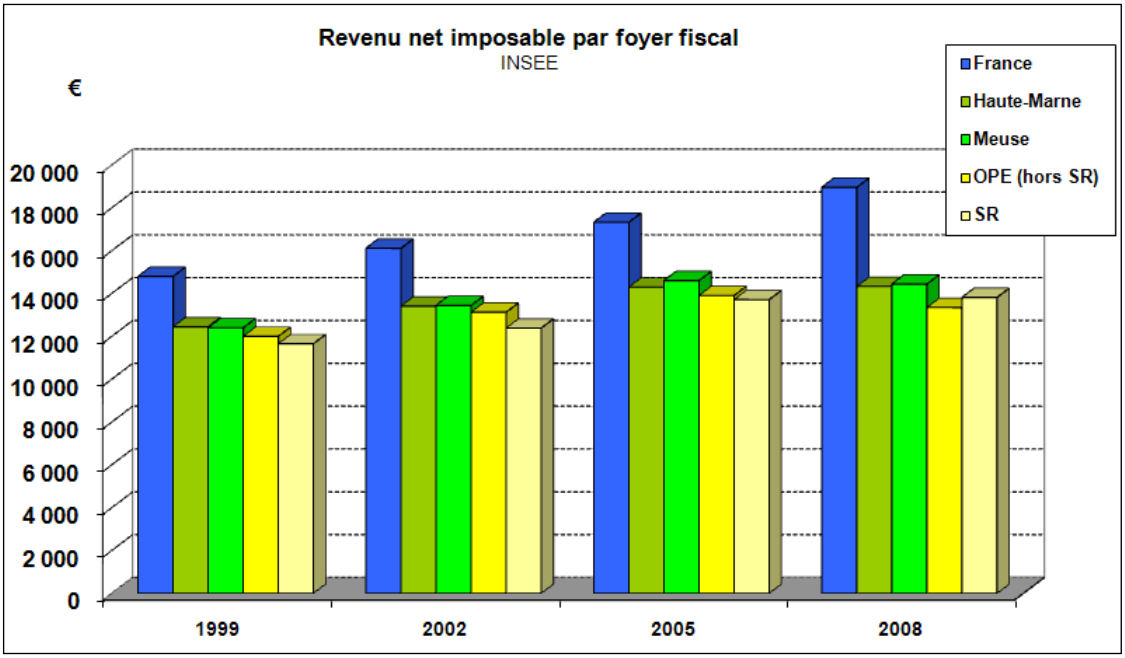


Figure 9-34 *Evolution du revenu net imposable par foyer fiscaux de 1999 à 2008 (INSEE)*

9.5.3.7 Enseignement et formation

Sur le secteur de référence comme sur la zone OPE, le nombre d'établissements (pour 10 000 habitants) du 1er degré et du 2ème degré est au moins équivalent à ce qui est observé au niveau départemental et national (*Tableau 9-13*). Par contre, il n'y a qu'un seul lycée d'enseignement professionnel dans la zone OPE à Ligny-Barrois.

Tableau 9-13 *Nombre d'établissements d'enseignement du 1er et du 2ème degré en 2007 (INSEE)*

	Nombre total d'établissements		Nombre d'établissements / 10 000 habitants				
	SR	OPE (hors SR)	SR	OPE (hors SR)	Meuse	Haute-Marne	France
Ecole maternelle	0	4	0	1,8	2,4	2,7	2,4
Classe maternelle de RPI dispersé	0	1	0	0,5	0,5	0,2	0,1
Ecole élémentaire	4	16	13	7,3	5,6	6,8	4,8
Classe élémentaire de RPI dispersé	2	6	6,5	2,7	1,6	1,8	0,1
Collège	1	5	2,1	2,5	1,5	1,4	1,1
Lycée	0	1	0	0,5	0,4	0,5	0,4

Le seul collège sur le secteur de référence est sur la commune de Montiers-sur-Saulx et comptait 83 collégiens en 2007. Les autres collèges de la zone OPE sont situés sur les communes de Ligny-en-Barrois(2), Chevillon, Vaucouleurs et Gondrecourt-le-Château. Il n'y a pas de centre de formation professionnel sur la zone OPE et ni d'enseignement supérieur au-delà du BAC.

L'analyse de la répartition de la population qui n'est plus scolarisée montre un niveau de formation générale plus faible sur le secteur de référence OPE et dans la zone OPE par rapport au niveau national. Si moins de 20 % de la population est sans diplôme au niveau national, cette catégorie atteint plus de 25 % sur la zone OPE (OPE et SR) (Figure 9-35). Inversement, pour les qualifications supérieures à bac + 2 qui concernent près de 12 % de la population au niveau national, elles représentent moins de 4 % pour les deux zones étudiées.

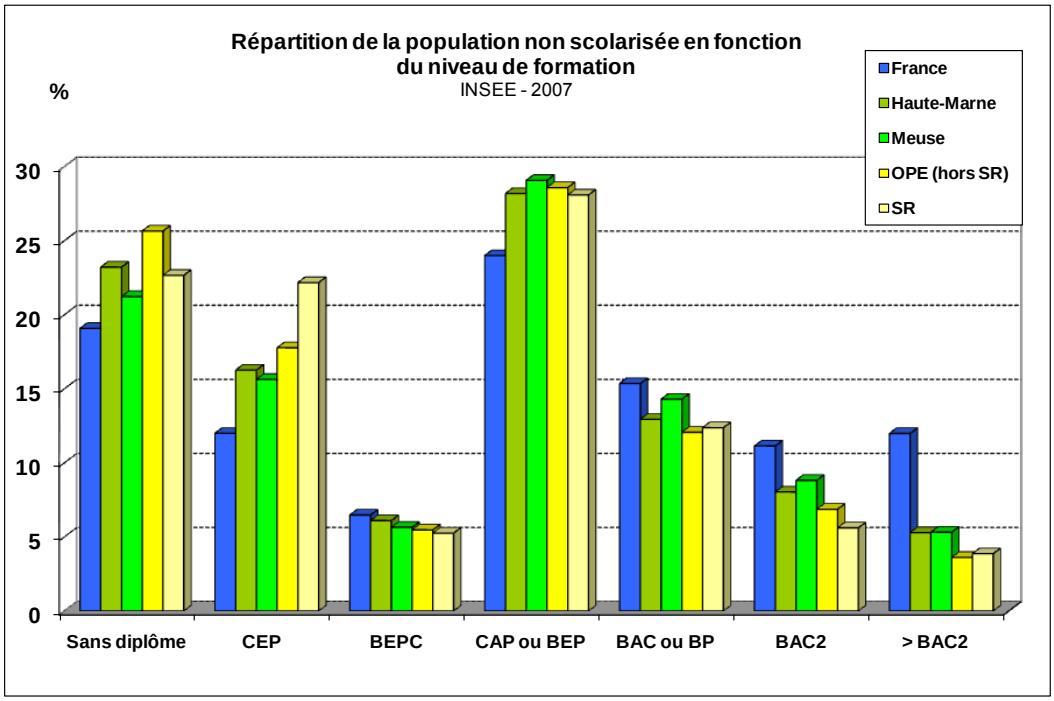


Figure 9-35 *Niveau de formation de la population non scolarisée en 2007 (INSEE)*

9.5.3.8 Répartition de la population par secteur économique

La répartition de la population par activité professionnelle montre le caractère rural du secteur de référence OPE avec une part importante des exploitants agricoles à 4,7 % et moins de 2,5 % pour les autres zones. Par ailleurs, la proportion d'ouvriers est également supérieure sur le secteur de référence à plus de 24 % alors qu'elle est inférieure à 20 % pour les deux départements et seulement 14 % au niveau national (Figure 9-36).

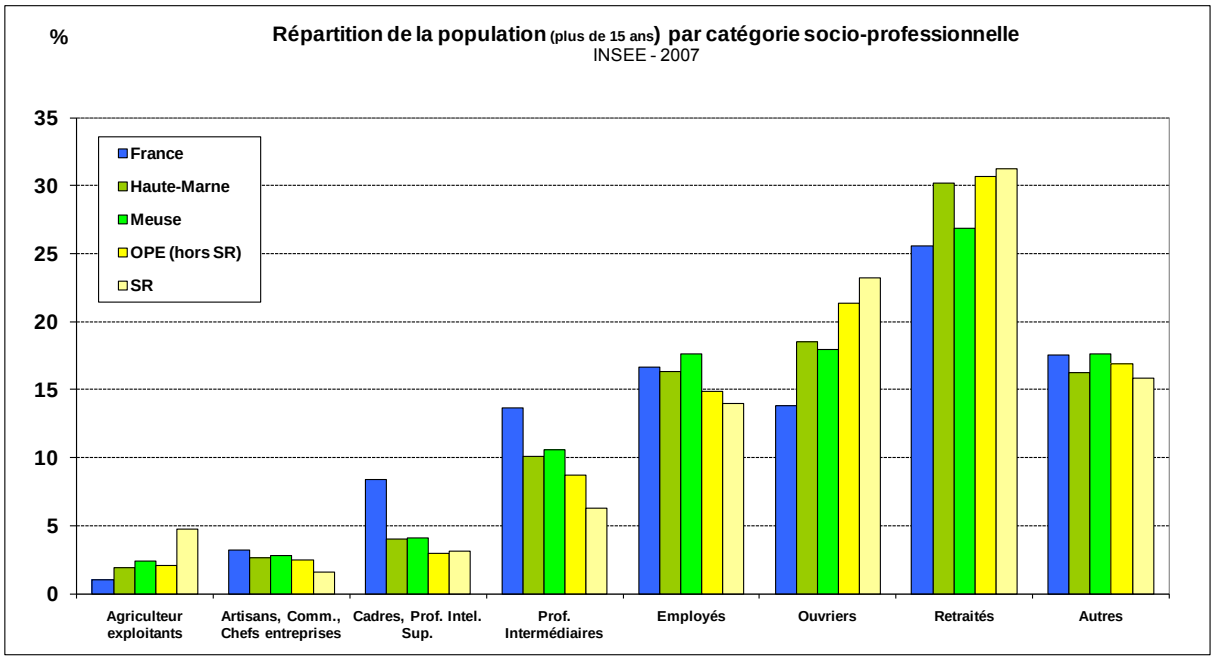


Figure 9-36 Distribution de la population par activité professionnelle en 2007 (INSEE)

A l'inverse, la proportion de cadres, de professions intellectuelles et d'employés est nettement sous-représentée dans le secteur de référence OPE. Compte tenu du vieillissement de la population, la proportion des retraités est plus importante dans cette zone (plus de 30 %). Le taux de salariat est faible (68,7 %) alors qu'il atteint plus de 73 % pour les communes rurales françaises. La répartition des emplois par secteur d'activité confirme une part importante de l'activité économique agricole dans le secteur de référence OPE avec plus de 15 % des emplois alors que la moyenne des deux départements est seulement de 5 % (Figure 9-37).

Le poids du secteur secondaire est très important au sein de a zone OPE, puisque les emplois industriels et de la construction combinés représentent 35 % du total en 2007 selon l'INSEE. C'est très supérieur à la moyenne nationale qui est de 15,2 %. Il faut y voir en partie l'héritage des activités industrielles qui s'étaient développées au XIXème siècle. Dans les vallées de la Marne et de l'Ornain, ou dans des centres industriels isolés comme Cousance-les-Forges. Bien que le nombre d'ouvriers soit très important, cette catégorie socio-professionnelle est en forte diminution depuis 1990 selon les statistiques de l'INSEE, avec une diminution de plus de 28 % en 16 ans, alors que l'emploi a diminué sur la même période de 10,4 %. Le secteur industriel est donc en perte de vitesse depuis le début des années 90. Ceci coïncide avec la baisse du nombre d'entreprises industrielles sur l'ensemble des communes du secteur. Il est cependant à noter qu'au sein de ce secteur secondaire, le domaine de la construction est très important, de plus c'est un secteur en augmentation entre 1990 et 2007 passant de 688 à 900 emplois, soit une augmentation de 30 %, alors que le reste du secteur industriel a enregistré une importante baisse de ces effectifs. La très grande majorité, plus de 90 %, de ces entreprises du secondaire sont de petites tailles souvent moins de 10 employés, et beaucoup sont des entreprises sans salariés (plus de la moitié). On peut penser qu'il s'agit dans la majorité des cas d'artisans, les entreprises de plus de 20 employés sont peu présentes.

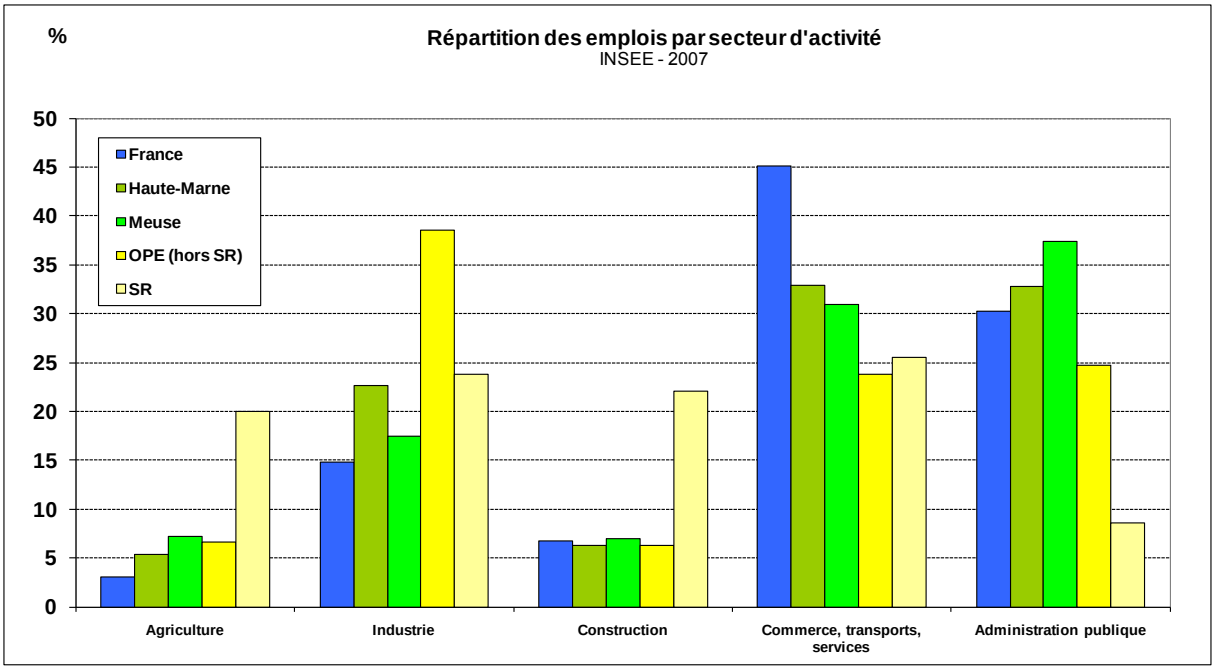


Figure 9-37 Répartition des emplois par secteur d'activité en 2007 (INSEE)

9.5.3.9 Taux d'activité et chômage

Le taux d'activité, exprimant la part de la population active ayant un emploi par rapport à la population totale, est de 39 % en 2007 sur l'ensemble des deux zones d'études (SR et OPE) alors qu'il est de plus de 40,1 % au niveau national. Ce taux est également inférieur aux taux départementaux (39,6 % pour la Haute-Marne et 40,1 % pour la Meuse). Le taux d'activité féminine est seulement de 32 % dans la zone OPE alors qu'il atteint plus de 45 % pour les hommes. Cette différence du taux d'activité entre les hommes et les femmes dans la zone OPE est nettement plus faible au niveau national car il n'est que de 37 % pour les femmes.

Pour établir les statistiques des demandeurs d'emploi, cinq nouvelles catégories ont été définies depuis mars 2009 :

Catégorie A actes positifs de recherche d'emploi sans emploi,

Catégorie B actes positifs de recherche d'emploi en activité réduite courte,

Catégorie C actes positifs de recherche d'emploi en activité réduite longue,

Catégorie D sans acte positif de recherche d'emploi sans emploi,

Catégorie E sans acte positif de recherche d'emploi en emploi.

Remarque : jusqu'en 2008, les données du marché du travail retenaient les demandeurs d'emploi de catégories 1, 2, 3 hors activité réduite, ce qui correspond, à partir de 2009, aux demandeurs d'emploi de la catégorie A (Catégorie A actes positifs de recherche d'emploi sans emploi).

Sur la zone OPE comme sur le secteur de référence, le nombre de demandeurs d'emploi avait fortement progressé en 2009 par rapport à 2008 (+ 15 %) (conséquence directe de la crise économique mondiale). Dès 2010, une baisse significative est observée sur la zone OPE (- 6 %) et une quasi stabilité au niveau national.

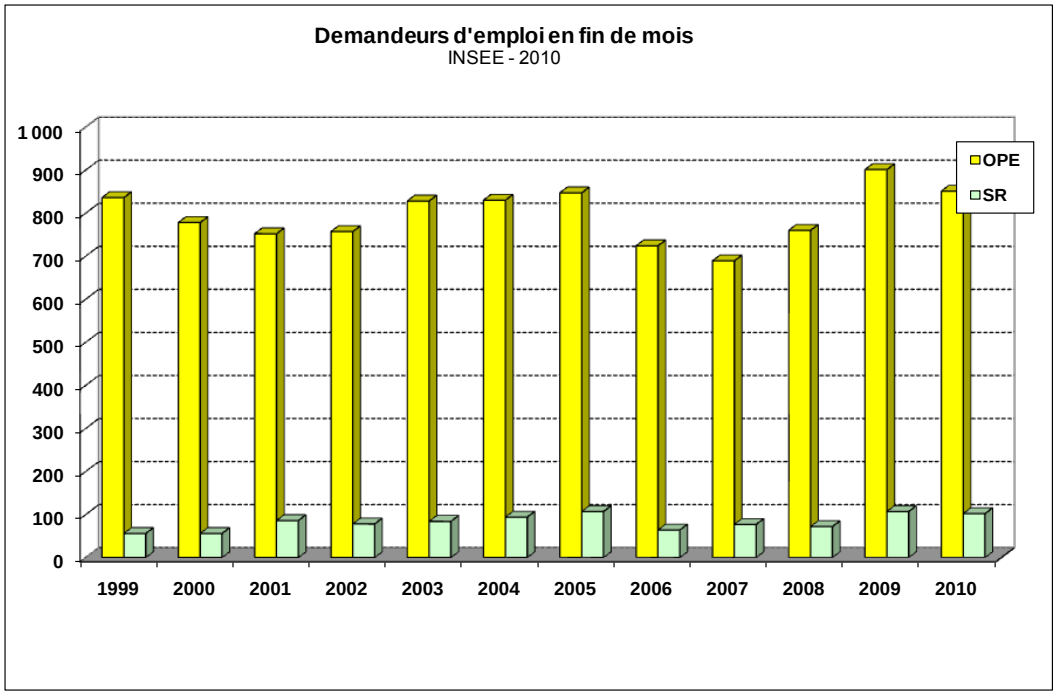


Figure 9-38 Evolution du nombre de demandeurs d'emploi de 1999 à 2010 (INSEE)

Le taux de chômage en 2010, qui représente 8,4 % de la population active pour le secteur de référence et 10,2 % pour la zone OPE est inférieur à la moyenne nationale (10,7 %). Ces résultats cachent de grandes disparités entre homme et femmes (Figure 9-39). Le taux de chômage est nettement plus important pour les femmes dans le secteur de référence (+ 2 % par rapport aux hommes).

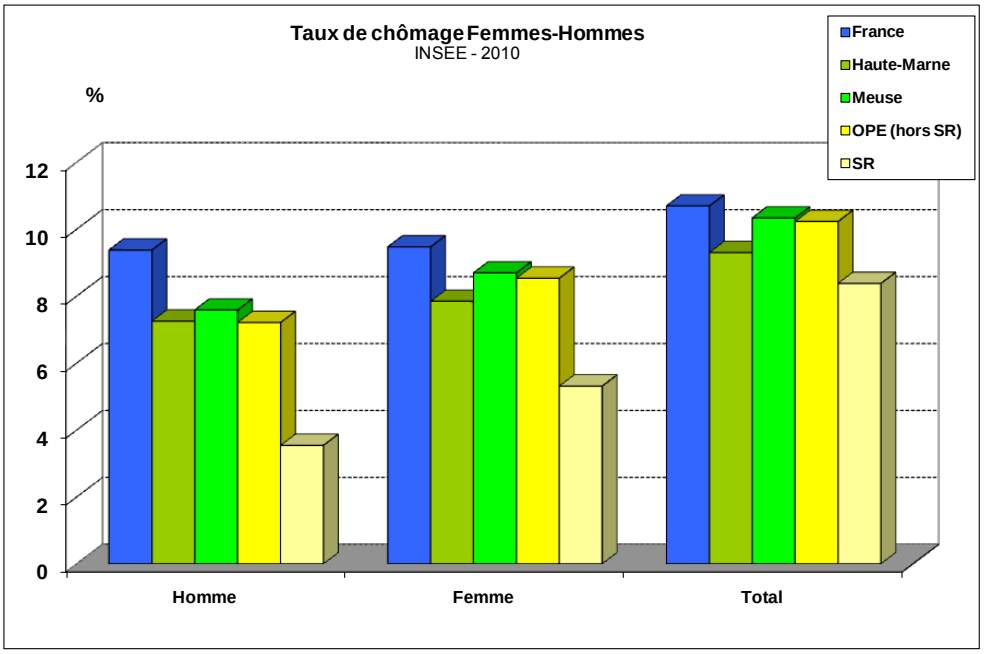


Figure 9-39 Taux de chômage Femmes-Hommes en 2010 (INSEE)

9.5.4 Les principales activités économiques

9.5.4.1 Analyse des catégories socio-professionnelles (C.S.P.)

Les dernières données INSEE de 2007 montre une part importante du nombre d'établissements dans les domaines de la construction et du commerce (Figure 5-1). Par rapport au niveau national, le nombre d'établissements pour la construction est surreprésenté. Les activités de services et de santé sont sous représentées dans le secteur de référence OPE. Au dernier recensement agricole en 2000, 183 exploitations agricoles avaient été dénombrées sur le secteur de référence et 473 sur la zone OPE.

Tableau 9-14 *Répartition des établissements selon les Postes de la Nomenclature Economique de Synthèse (NES 16)*

	SR		OPE		National
	Nb	%	Nb	%	%
Nombre d'établissements (2007)	100	100	854	100	100
- EB Industries agricoles et alimentaires	3	3	38	5	2
- EC Industries des biens de consommation	5	5	26	4	2
- ED Industrie automobile	0	0	1	0	0
- EE Industries des biens d'équipement	1	1	5	1	1
- EF Industries des biens intermédiaires	4	4	53	8	2
- EG Energie	7	7	22	3	1
- EH Construction	30	30	144	21	12
- EJ Commerce	16	16	184	26	24
- EK Transports	1	1	25	4	3
- EL Activités financières	2	2	31	4	3
- EM Activités immobilières	2	2	30	4	6
- EN Services aux entreprises	15	15	100	14	18
- EP Services aux particuliers	8	8	103	15	14
- EQ Education, santé, action sociale	6	6	91	13	11
- ER Administration	0	0	1	0	0

Si le nombre total d'établissements par commune est étroitement lié à l'importance de la population, leur nombre n'a pas évolué de la même façon depuis 7 ans en fonction des secteurs géographiques (Tableau 9-15). Sur la zone OPE, le nombre d'établissements a seulement progressé de 6 % alors qu'il a augmenté de 10 % sur le secteur de référence.

Tableau 9-15 *Comparaison de l'évolution du nombre d'établissements entre 2010 et 2000*

	Nb habitants / commune (2007)	Nb étab. /commune (2010)	Variation du nb d'établissements 2010 / 2000
France	1 691	105	+ 16 %
Haute-Marne	432	19	+ 7 %
Meuse	388	16	+ 10 %
OPE	304	11	+ 6 %
OPE (hors ZT)	353	13	+ 5 %
SR	153	5	+ 10 %

En 2010, ce sont essentiellement les établissements de services et de transports qui ont été créés pour plus 66 % des situations dans le secteur de référence et 46 % dans la zone OPE *(*Figure 9-40*).*

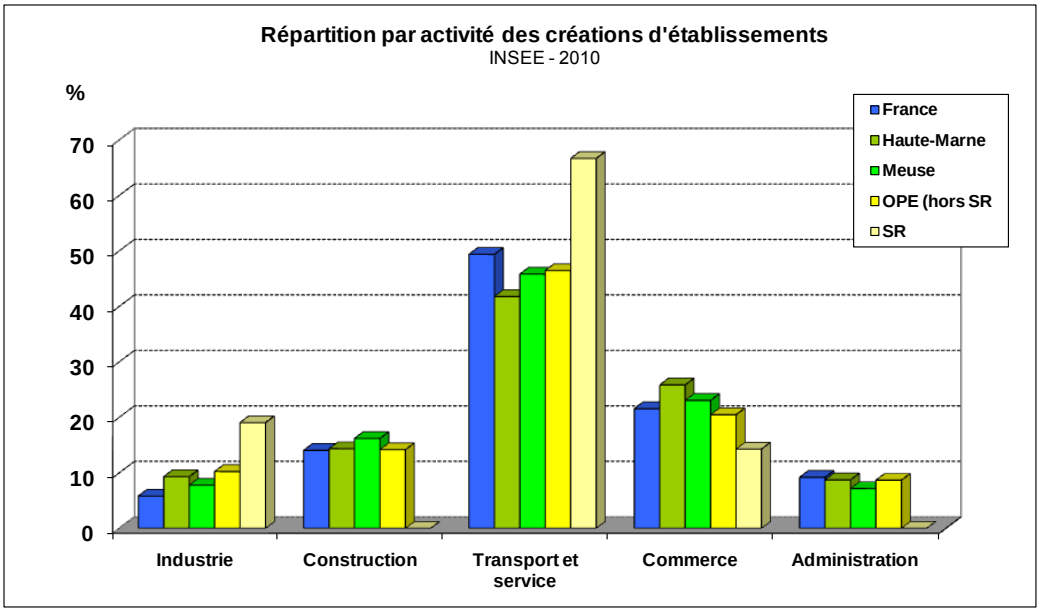


Figure 9-40 Répartition par activité des créations d'établissement en 2010 (INSEE)

Sur le secteur de référence, c'est la commune de Houdelaincourt qui compte le plus grand nombre d'établissements (27) puis les communes de Montiers-sur-Saulx (18) et Demange-aux-Eaux (14) (Figure 9-42). Sur la zone OPE, Ligny- en-Barrois regroupe plus de 200 établissements, puis Vaucouleurs avec 97 établissements et Gondrecourt-le-Château 61en 2010.

En 2008, la majorité des établissements ayant zéro salarié représente une proportion plus importante dans le secteur de référence (72 %) par rapport au reste de la zone OPE (60 %) (Figure 9-41).

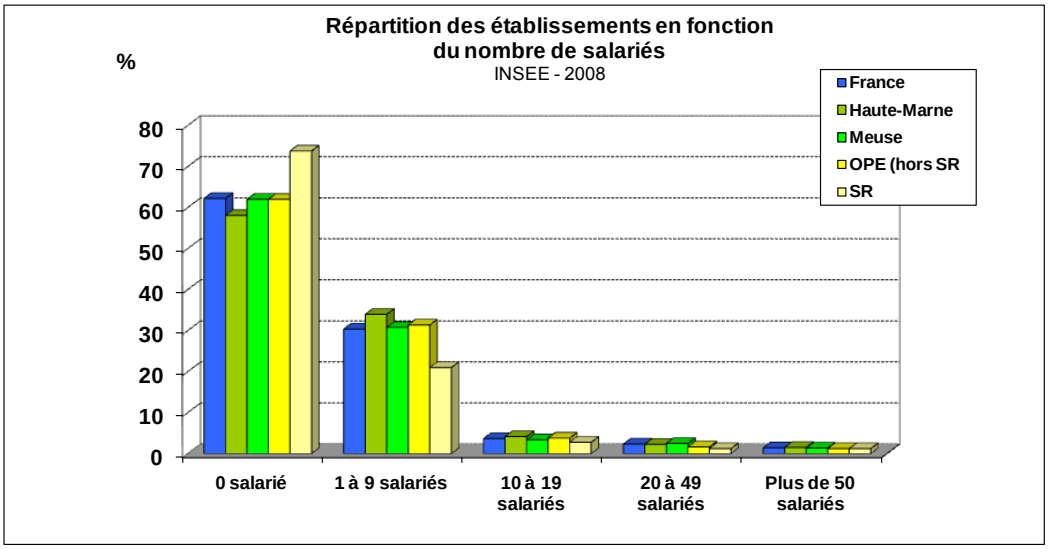


Figure 9-41 Répartition des établissements en fonction du nombre de salariés 2008 (INSEE)

9.5.4.2 Analyse des principales entreprises et établissements

On peut noter que les communes de Ligny-en-Barrois, Vecqueville et Ancerville représentent à elles seules plus de la moitié des emplois industriels de l'ensemble des communes OPE.

Cette concentration ne se retrouve pas dans la répartition des entreprises industrielles ou de la construction puisque la commune qui en compte le plus : Ligny-en-Barrois en compte 32, c'est à dire moins de 10 % du total. On peut donc en déduire que cette concentration des emplois secondaires au sein de quelques communes n'est pas le fait d'un plus grand nombre d'entreprises mais d'une taille moyenne plus importante. Le secteur secondaire occupe une place importante avec près de 43 % des emplois en additionnant les emplois industriels et ceux de la construction, ce qui est relativement surprenant pour un espace rural.

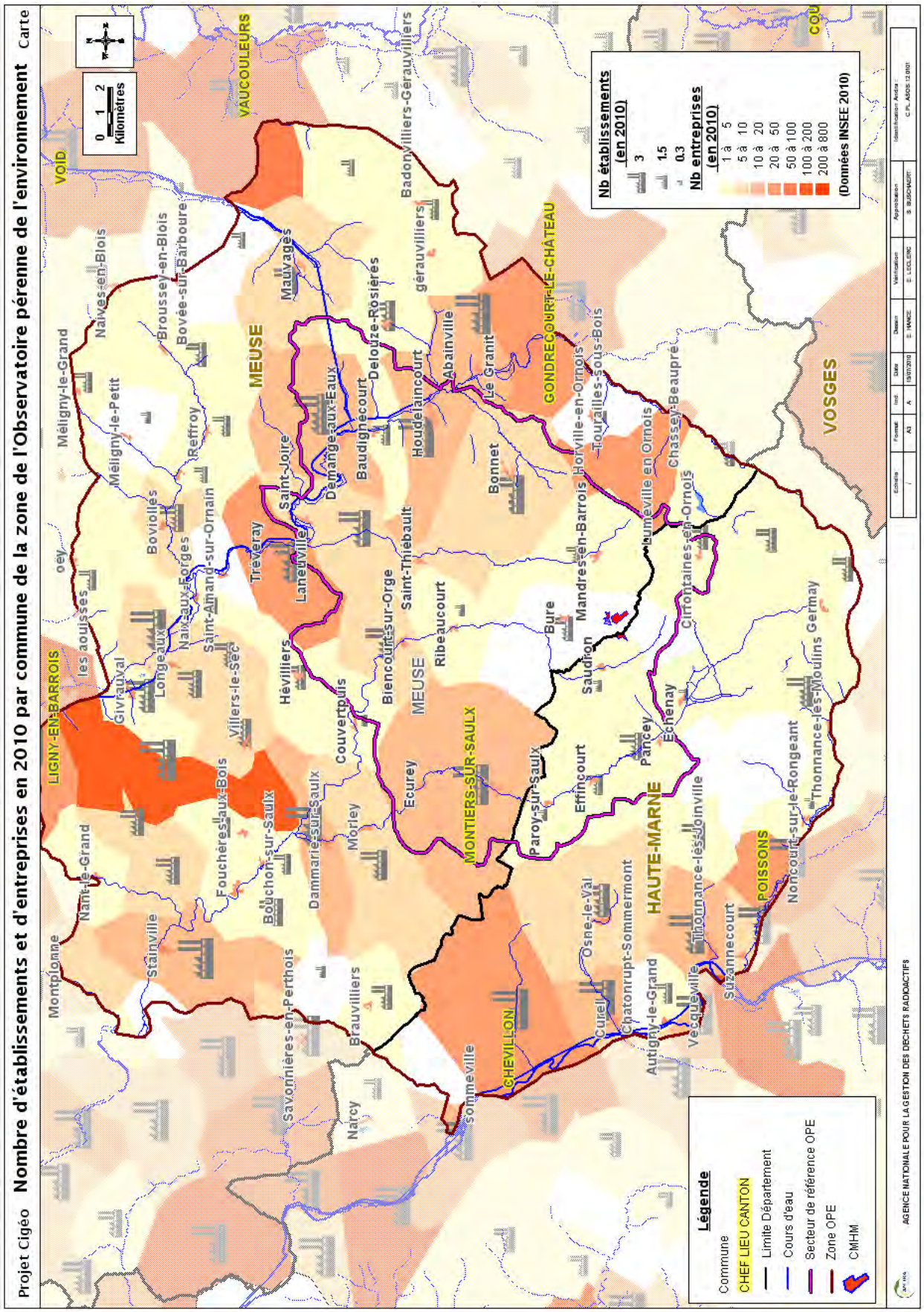


Figure 9-42 *Cartographiie du nombre d'entreprises et d'établissements par commune en 2010 (INSEE)*

Evolution du secteur industriel

Les principales entreprises du secteur de référence sont essentiellement dans les domaines de la fabrication de meubles, de la fromagerie, de la fonderie et de la construction (Tableau 9-16). A l'exception du centre Meuse/Haute-Marne, seule une entreprise emploie plus de 100 salariés (fromagerie Renard-Gillard de Biencourt-sur-Orge).

Tableau 9-16 Liste des plus grosses entreprises du secteur de référence OPE (fin 2009)

Entreprises	Activité	Commune	Dpt	Salariés
FROMAGERIE RENARD GILLARD	Fabrication de fromages	BIENCOURT-SUR-ORGE	55	100-199
ANDRA – CMHM (hors prestataires)	Laboratoire de recherche pour le stockage géologique de déchets radioactifs	BURE	55	100-199
SIEGES COLLINET	Fabrication de sièges	BAUDIGNECOURT	55	50-99
ENTREPRISE JACQUET	Plâtrerie	DEMANGE-AUX-EAUX	55	20-49
CARBO FRANCE	Fabrication de charbon de bois	MONTIERS-SUR-SAULX	55	20-49
ISOPLAQUISTE	Plâtrerie, peinture	HOUDELAINCOURT	55	20-49
ENTREPRISE BREUIL	Travaux de charpente	RIBEAUCOURT	55	10-19
ENTREPRISE HARQUIN	Travaux de maçonnerie générale	HOUDELAINCOURT	55	10-19
ANDRE POIROT	Plâtrerie, peinture	HOUDELAINCOURT	55	10-19
H.C.T.	Construction et tradition	HOUDELAINCOURT	55	10-19
SOCIETE GENERALE D'ARCHIVES S.G.A.	Traitement de données et archivage pour AREVA	HOUDELAINCOURT	55	10-19

En limite de la zone OPE, trois grosses entreprises comptent plus de 400 salariés à Ligny-en-Barrois et Vecqueville (Tableau 9-17). Dans le Sud meusien, l'activité économique se concentre sur la vallée de l'Ornain. En Haute-Marne, Saint-Dizier concentre la majeure partie de l'activité industrielle du nord du département.

Tableau 9-17 Liste des plus grosses entreprises de la zone OPE (fin 2009)

Entreprises	Activité	Commune	Dpt	Salariés
ESSILOR INTERNATIONAL (BATTANTS & COMPASSERIE)	Fabrication de lunettes	LIGNY-EN-BARROIS	55	250-499
EVOBUS FRANCE	Construction de véhicules automobiles	LIGNY-EN-BARROIS	55	250-499
FERRY CAPITAIN	Fonderie de fonte	VECQUEVILLE (limite)	52	250-499
SOCIETE NOUVELLE FONDERIES ET ATELIERS SALIN	Fonderie de fonte	DAMMARIE-SUR-SAULX	55	50-99
TFE VELAINES	Transports routiers de marchandises interurbains	VELAINES (limite)	55	50-99
CONSTANTIA JEANNE D'ARC	Autre imprimerie (labeur)	VECQUEVILLE (limite)	52	50-99
STE NLLE DES FONDERIES DE TREVERAY	Fonderie de fonte	TREVERAY	55	50-99
SESAM SOCIETE D'ENTRETIEN ET DE SOINS DE L'AUTO ET DE LA MAISON	Raffinage de pétrole	VELAINES (limite)	55	50-99
SOC INDUSTRIELLE DE L'EST ISOFORME	Fabrication et assemblage de présentoirs en matière plastique destinés aux grandes marques de luxe français	DAMMARIE-SUR-SAULX	55	20-49
FONDERIES DE VAUCOULEURS	Fonderie de fonte	VAUCOULEURS (limite)	55	20-49

Entreprises	Activité	Commune	Dpt	Salariés
SARL CABANES	Mécanique générale	VELAINES (limite)	55	20-49
MECANIQUE DE PRECISION BARROIS	Mécanique générale	LIGNY-EN-BARROIS	55	20-49
LAM INDUSTRIE	Découpage, emboutissage	VELAINES (limite)	55	20-49
MEUSE MENUISERIE SARL	Fabrication de charpentes et de menuiseries	ABAINVILLE	55	20-49
CHARDOT TP SARL	Travaux de terrassement spécialisés ou de grande masse	VAUCOULEURS (limite)	55	20-49

Evolution du secteur tertiaire

Les emplois du tertiaire sont dominants, puisqu'ils représentent exactement la moitié des emplois en 2006, mais surtout on note une très forte progression de ces emplois entre 1990 et 2006 si l'on en croit les statistiques de l'INSEE. En effet le tertiaire est aujourd'hui le premier poste d'emploi (50,1%), devant le secondaire, contrairement à 1990 (38,8 % d'emplois tertiaires pour 47,4% d'emplois secondaires), ces emplois sont passés en 16 ans de 4 467 en 1990 à 5 170 en 2006, soit une hausse de 15,7 %, alors même que l'emploi a diminué de plus de 10 % sur la même période. Cette hausse est toutefois relativement commune, le secteur tertiaire n'a cessé et ne cesse de se développer sur l'ensemble du territoire national.

Là encore, l'essentiel des emplois sont concentrés dans quelques communes:

- Joinville: 1516 emplois soit 29 % du total
- Ligny-en-Barrois: 1096 emplois soit 20 % du total

Ces deux communes représentent à elles seules, la moitié des emplois du tertiaire.

Secondairement on trouve:

- Ancerville: 8 %
- Gondrecourt-le-Château: 7 %
- Chevillon et Eurville-Bienville: 3 %

Une situation qui démontre bien le poids très important de ces quelques communes pour les services, en particulier pour Joinville et Ligny en Barrois, ce qui explique pourquoi ces deux communes sont considérées comme des pôles ruraux par l'INSEE. Ces communes concentrent les services et les équipements dans cet espace rural, en particulier les services de commerce de détail (grandes surfaces, petits commerçants, …). Alors que les communes les plus à l'Ouest sont directement sous l'influence de Saint-Dizier et de Bar le Duc, c'est pourquoi ces communes ont peu d'emplois tertiaire sur place, même pour des communes de plus de 2 000 habitants comme Ancerville ou Eurville-Bienville, la grande majorité des services se trouvent dans ces deux pôles urbains.

La très grande majorité des services proposés au sein de ces communes sont essentiellement dans les commerces de bases, ceci est d'ailleurs confirmé par le fait que plus d'un tiers des entreprises tertiaires de l'espace étudié sont considérées par l'INSEE comme des entreprises commerciales, les fonctions médicales (ce qui va avoir tendance à augmenter avec le vieillissement de la population locale), et les artisans. On peut noter aussi l'importance des services publics et en particulier de l'éducation avec la présence de collèges à Joinville, Gondrecourt-le-Château, Ligny-en-Barrois, Ancerville, Montiers-sur-Saulx et Chevillon. A l'inverse on note une quasi absence des services liés au tourisme, ou des services de niveau supérieur, ceci s'explique par la proximité de ces communes avec deux pôles urbains.

Si ces communes forment des pôles de services pour les villages alentours, elles restent très dépendantes de Bar-le-Duc et de Saint-Dizier, d'où la forte mobilité de la population. Cet espace est organisé autour de ces deux villes, il forme un bassin de vie relativement autonome des grandes villes que sont Paris, Reims ou Nancy.

9.5.5 Attractivités touristiques de la zone OPE

9.5.5.1 Structures d'accueil pour le tourisme et les loisirs

Pour le tourisme, les capacités d'accueil sont relativement peu développées sur le secteur de référence OPE (Figure 9-43).

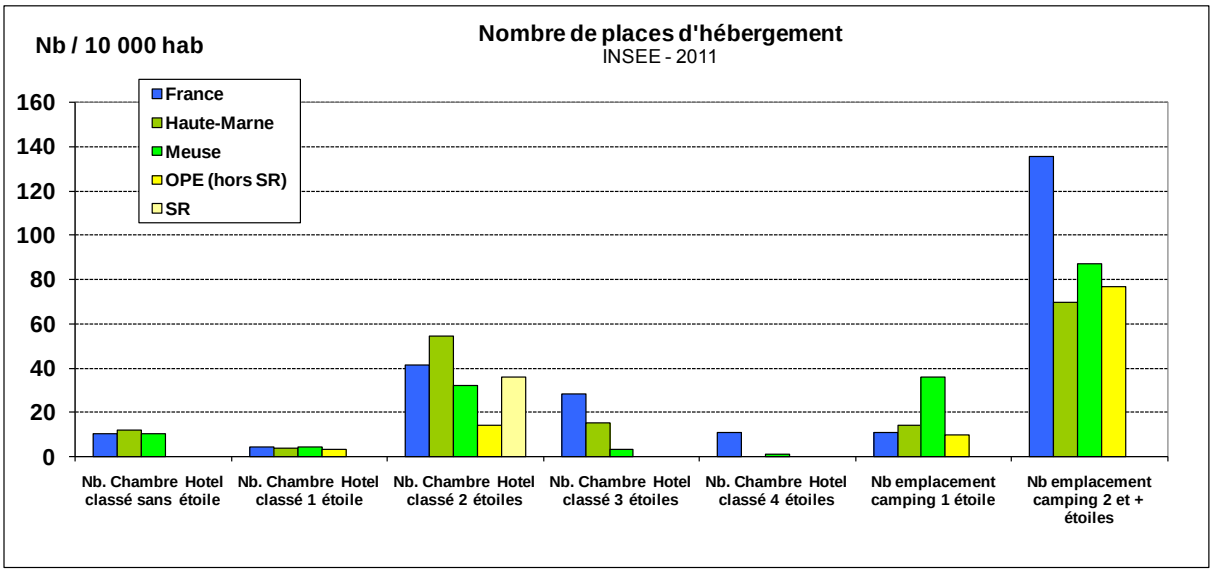


Figure 9-43 Répartition des nombres de place d'hébergement en 2011 (INSEE)

La zone OPE compte au total 4 hôtels classés dont 1 avec une étoile et 3 avec 3 étoiles soit un nombre total de 49 chambres dont 11 sur le secteur de référence (*Tableau 9-18*). Deux campings sont recensés sur la zone OPE mais hors du secteur de référence. Ces deux campings offre au total 190 emplacements. Enfin, 9 gîtes sont recensés sur la zone OPE dont 5 sur le secteur de référence et 6 sites de chambres d'hôtes.

Tableau 9-18 Répartition des capacités d'accueil – INSEE 2011

	Hôtels classés en 2011	Chambres dans hôtels classés en 2011	Hôtels classés 1 étoile en 2011	Hôtels classés 2 étoiles en 2011	Campings classés en 2011	Emplacements de camping en 2011	Gîtes	Chambres d'hôtes
SR	**1**	**11**	**0**	**1**	**0**	**0**	**4**	**1**
OPE (hors SR)	**3**	**38**	**1**	**2**	**2**	**190**	**5**	**5**
Total OPE	**4**	**49**	**1**	**3**	**2**	**190**	**9**	**6**

Campings

Il n'y a pas de camping dans secteur de référence OPE. Les deux seuls campings de la zone OPE sont sur les communes de Ligny-en-Barrois et de Thonnance-les-Moulins. Ils disposent au total de 190 places dont 4 sont louées à l'année. Dans le département de la Meuse, le nombre de Campings classés a été diminué de plus de 50 %, cette baisse a été de 25 % en Haute-Marne sur la même période de 1999 à 2008.

Gîtes et chambres d'hôtes

Gîtes et chambres d'hôtes sur le secteur de référence OPE : on dénombre 4 gîtes et 1 site de chambres d'hôtes (*Tableau 9-21*).

Tableau 9-19 Liste des gîtes et chambres d'hôtes sur secteur de référence OPE (2010)

Zone	Nom	Type	Nb chambres	Commune
SR	Le Nid De l'Orge	Gîte	3	Couvertpuis
SR	SCI Le Val Louzet	Chambre d'hôtes	5	Saudron

Zone	Nom	Type	Nb chambres	Commune
SR	Michel CLEMENT	Gîte	2	Montiers-sur-Saulx
SR	Jean-Marie FRANCOIS	Gîte	5	Echenay
SR	-	Gîte	5	Cirfontaines-en-Ornois

Gîtes et chambres d'hôte sur la zone OPE : on compte au total 5 gîtes et 5 sites de chambres d'hôtes (*Tableau 9-22*).

Tableau 9-20 Liste des gîtes et chambres d'hôtes sur la zone d'étude (2010)

Zone	Nom	Type	Nb chambres	Commune
OPE	-	Gîte	3	Saint-Amand-sur-Ornain
OPE	Pierrette DEVILLIERS	Chambre d'hôtes	4	Gondrecourt-le-Château
OPE	-	Gîte	3	Reffroy
OPE	Ribon	Gîte	2	Marson-sur-Barboure
OPE	-	Gîte	2	Noncourt-sur-le-Rongeant
OPE	Le Vieux Logis	Chambre d'hôtes	3	Ligny-en-Barrois
OPE	Jean-Pierre GEERAERT	Chambre d'hôtes	2	Thonnance-lès-Joinville
OPE	-	Gîte	3	Méligny-le-Grand
OPE	Thierry PAQUET	Chambre d'hôtes	3	Vecqueville
OPE	Villa Claudette	Chambre d'hôtes	4	Montigny-lès-Vaucouleurs

Hôtels et Restaurants

Hôtels et Restaurants sur le secteur de référence OPE : on dénombre 3 hôtel-restaurants et 4 restaurants (*Tableau 9-21*).

Tableau 9-21 Liste des hôtels et des restaurants sur secteur de référence OPE (2010)

Zone	Nom	Type	Commune
SR	Hôtel auberge du père louis	Hôtel-restaurant	Houdelaincourt
SR	Auberge d'Hévilliers	Hôtel-restaurant	Hévilliers
SR	Ferme Auberge François	Hôtel-Restaurant	Saudron
SR	Le Monastérien	Restaurant	Montiers-sur-Saulx
SR	Les trois domaines	Restaurant	Tréveray
SR	A la fontaine	Restaurant	Tréveray
SR	Allemeersch Jean-Michel	Restaurant	Effincourt

Hôtels et Restaurants sur la zone OPE : on compte au total 13 hôtel-restaurants, 4 restaurations rapides et 17 établissements de restauration de type traditionnel (*Tableau 9-22*).

Tableau 9-22 Liste des hôtels et des restaurants sur la zone d'étude (2010)

Zone	Nombre	Type	Commune
OPE	4	Hôtel-restaurant	Maulan
OPE	2	Hôtel-restaurant	Vaucouleurs
OPE	2	Hôtel-restaurant	Ligny-en-Barrois
OPE	1	Hôtel-restaurant	Gondrecourt-le-Château
OPE	1	Hôtel-restaurant	Chevillon
OPE	1	Hôtel-restaurant	Stainville

Zone	Nombre	Type	Commune
OPE	2	Hôtel-restaurant	Thonnance-les-Joinville
OPE	3	Restauration rapide	Ligny-en-Barrois
OPE	1	Restauration rapide	Vaucouleurs
OPE	1	Restauration de type traditionnel	Badonvilliers
OPE	1	Restauration de type traditionnel	Nant-le-Petit
OPE	1	Restauration de type traditionnel	Chanteraine
OPE	1	Restauration de type traditionnel	Gondrecourt-le-Château
OPE	6	Restauration de type traditionnel	Ligny-en-Barrois
OPE	1	Restauration de type traditionnel	Osne-le-Val
OPE	1	Restauration de type traditionnel	Poissons
OPE	1	Restauration de type traditionnel	Thonnance-les-Joinville
OPE	3	Restauration de type traditionnel	Vaucouleurs
OPE	1	Restauration de type traditionnel	Velaines

Selon les données INSEE de 2009, dans le département de la Meuse le nombre de campings et le nombre d'hôtels classés ont fortement diminué sur les 10 dernières années (Tableau 9-23). Pour les hôtels, cette diminution est moins importante sur le secteur de référence.

Tableau 9-23 Structures d'accueil pour le tourisme – INSEE 2009

	Nb campings classés		Nb hôtels classés	
	1999	2009	1999	2009
Haute-Marne	27	20	69	68
Meuse	53	24	62	46
OPE	3	2	6	5
OPE (hors SR)	3	2	5	4
SR	0	0	1	1

9.5.5.2 Les activités de sports et loisirs

La zone OPE bien que rurale offre des possibilités de pratique du sports dans de nombreuses disciplines (*Tableau 9-24*).

Tableau 9-24 Liste des sites de sport et loisir – INSEE 2009

Disciplines	SR	Zone OPE
Bassin de natation	0	1
Boulodrome	3	10
Tennis	4	7
Centre équestre	1	1
Athlétisme	0	2
Terrain de Golf	0	0
Parcours sportif	0	3
Terrain de sport (foot)	26	3
Salle multisports	11	2
Salle de combat	0	2
Roller	0	2
Boucle de randonnées	2	9
Cinéma	0	0

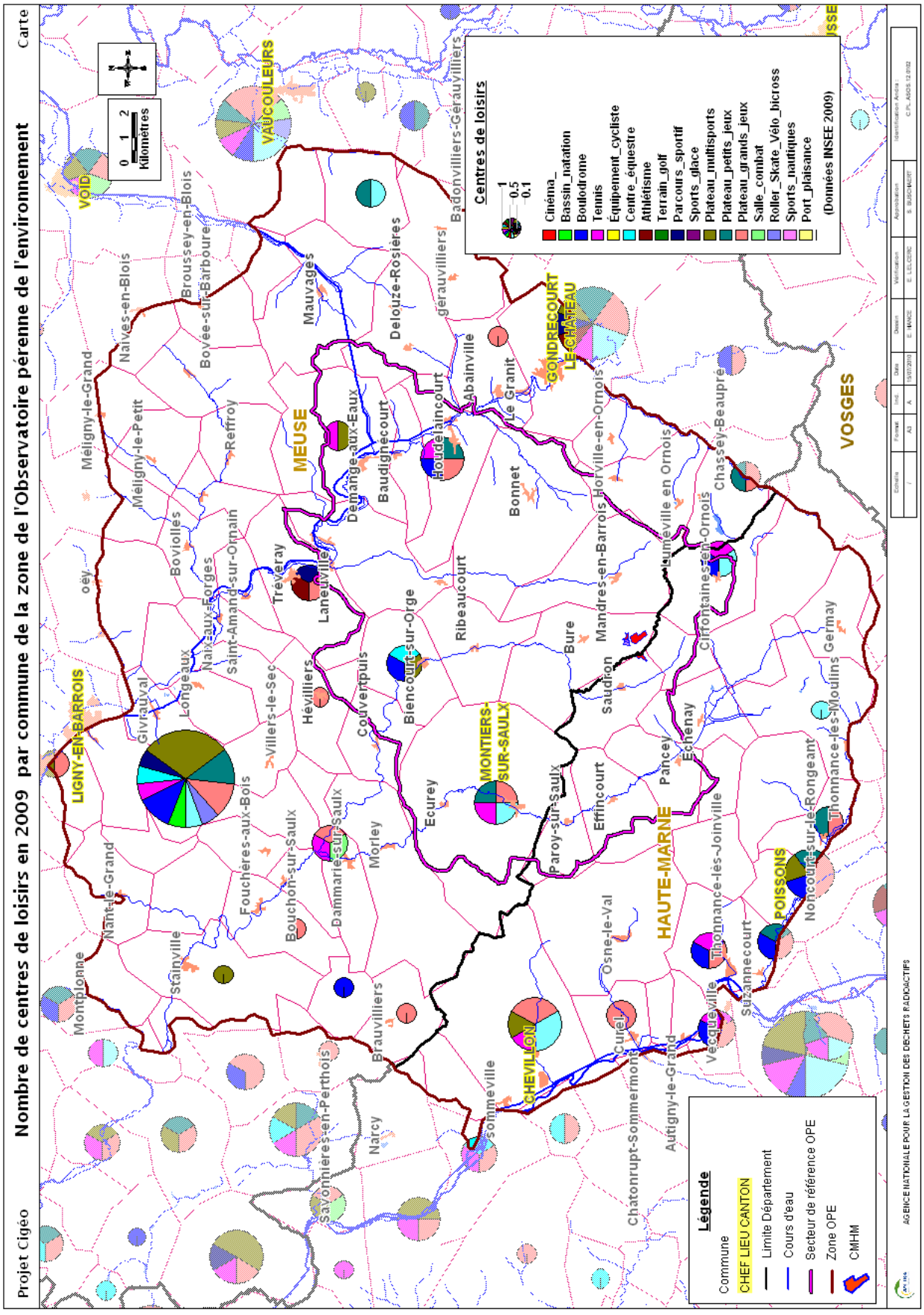


Figure 9-44 *Cartographiqe du nombre de centres de loisirs par commune en 2009 (INSEE)*

Sur la zone OPE, un effort tout particulier a favorisé le développement des activités sportives en extérieur mais également celles pratiquées en salles non spécialisées (Figure 9-45). Les activités qui nécessitent de lourds investissements sont peu présentes (cinéma, bassin de natation).

Par ailleurs, il existe de nombreux chemins pédestres. Un des principaux est le chemin « Sur les pas de Jeanne d'Arc». Il traverse de nombreuses communes de la zone d'étude : Cirfontaines-en-Ornois, Gillaumé, Echenay, Pancey, Montreuil-sur-Thonnance, Noncourt-sur-le-Rongeant, Poissons. D'après le Comité Départemental du Tourisme de la Meuse, il existait en 2009 :

- Un sentier balisé pour les vélos « Balade dans le Val des Couleurs » (communes de Badonvilliers-Gérauvilliers et Mauvages) ;
- Un sentier balisé pour les balades en vélo, « Aux sources de la Saulx et de l'Orge » (Biencourt-sur-Orge, Montiers-sur-Saulx, Morley, Ribeaucourt, Couvertpuis) ;
- Un sentier balisé pour vélo, « Escapade antique » (Dainville-Bertheléville, Gondrecourt-le-Château)
- Un sentier « Aux pays de Jeanne d'Arc », pour vélo (Gondrecourt-le-Château, Badonvilliers-Gérauvilliers et Mauvages, Vouthon-Bas, Vouthon-Haut) ;
- Un chemin de grande randonnée, le GR 714 (Couvertpuis, Ribeaucourt, Bonnet, Abainville, Gondrecourt-le-Château, Vouthon-Haut).

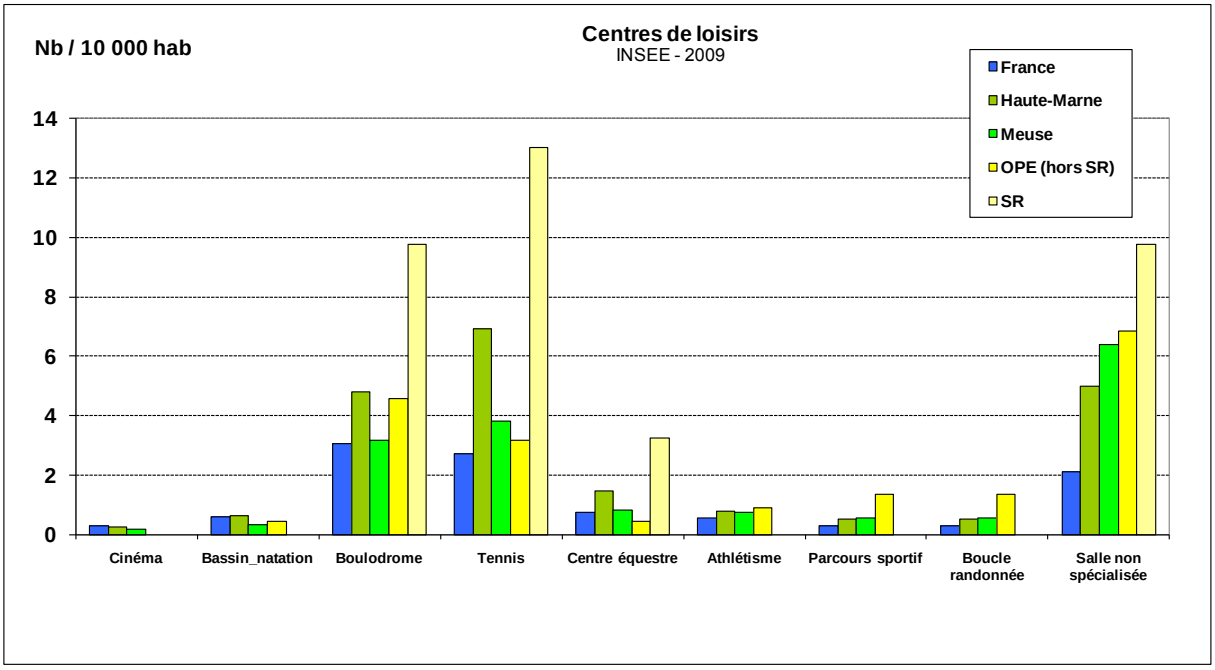


Figure 9-45 Niveau d'équipements de loisirs OPE en 2009 (INSEE)

9.5.5.3 Carte des pôles d'attractivités touristiques

La zone OPE regroupe plusieurs pôles d'attractivités touristiques (*Figure 9-46*).

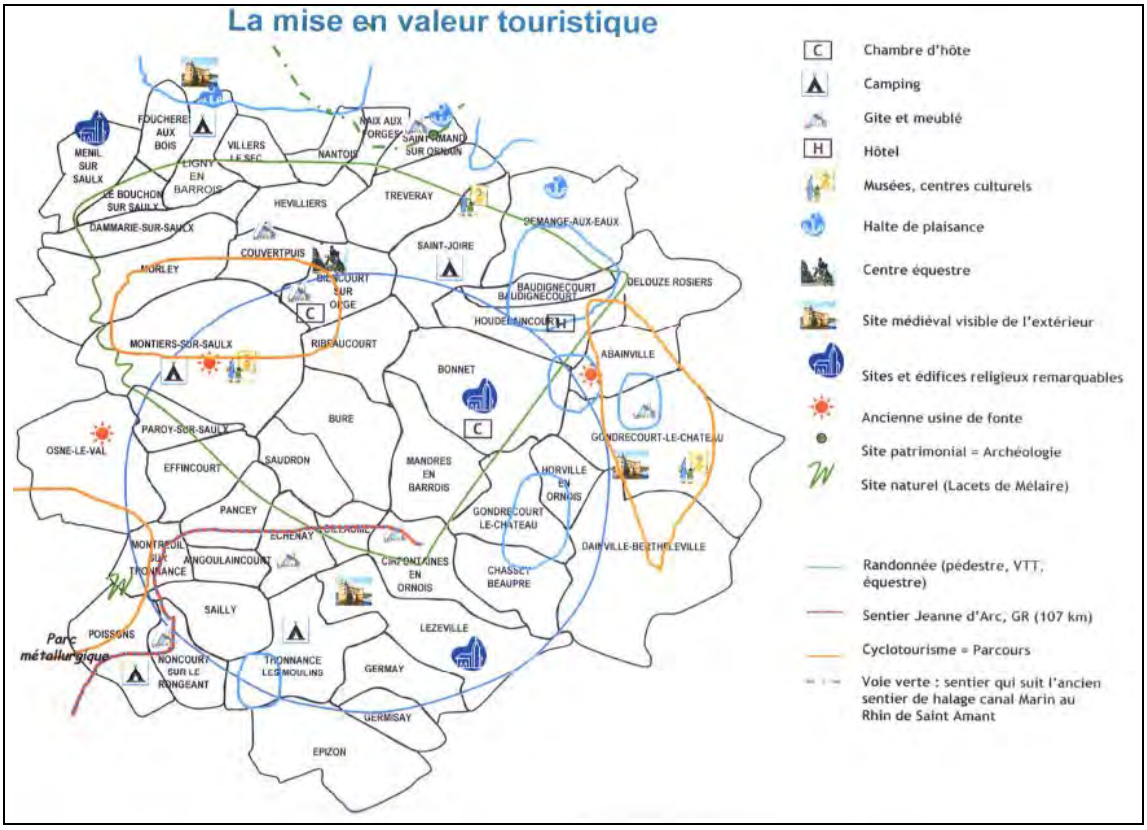


Figure 9-46 *Carte d'attractivité touristique de la zone d'étude*

9.5.5.4 La pêche

Sur la zone d'étude, le réseau hydrographique est à forte dominante salmonicole. 78 % du linéaire est ainsi classé en 1ère catégorie piscicole contre seulement 22 % classé en 2ème catégorie, canal de la Marne à la Saône et canal de la Marne au Rhin compris. D'un point de vue du statut juridique, tous les cours d'eau de la zone d'étude relèvent du domaine privé (non domanial), à l'exclusion des deux canaux qui relèvent du domaine public (domanial).

La zone OPE couvre le territoire de 12 AAPPMA[63] (8 en Meuse et 4 en Haute-Marne ((*Tableau 9-25*). Le linéaire de cours d'eau géré par les AAPPMA représente 147 km, soit 35 % du réseau hydrographique de la zone OPE (*Figure 9-47*. Ces dernières détiennent ces secteurs de rivières à travers des baux écrits ou verbaux qui les lient avec les propriétaires riverains.

Tableau 9-25 *Liste des APPMA de la zone OPE*

APPMA	Siège	Cours d'eau	Linéaire	Nb cartes en 2000	Nb cartes en 2008
La truite Monastrienne	Montiers-sur-Saulx	La Saulx	7,9 km	32	26
APPMA de Morley	Dammarie-sur-Saulx	La Saulx	8,3 km	71	44
La Saumonée	Gondrecourt-le-Château	L'Ornain	11,1 km	250	167
Le Brocheton	Demanges-aux-Eaux	L'Ornain	12 km	84	70
Le Gardon	Saint-Joire	L'Ornain	19,9 km	157	96
La Linéenne	Ligny-en-Barrois	L'Ornain	31,4 km	585	439
La Truite de la Barboure	Marson	La Barboure	5,8 km	18	35
La Gaule Vidusienne	Void	Canal Marne-Rhin	4,4 km	251	380
La Truite du Rongeant	Poissons	Rongeant	5,6 km	48	128
La Truitelle	Vecqueville	Marne	5 km	143	174

[63] APPMA : Associations Agréées de Pêche et de Protection du Milieu Aquatique

APPMA	Siège	Cours d'eau	Linéaire	Nb cartes en 2000	Nb cartes en 2008
		Rongeant Canal Marne-Saône	0,6 km 4 km		
La Perche curelloise	Curel	Marne R^{au} d'Osne Canal Marne-Saône	6,5 km 5,5 km	196	188
Le Gardon Bayard	Bayard-sur-Marne	Marne R^{au} de Chevillon Canal Marne-Saône	5,4 km 3,3 km 2,5 km	343	228

Le nombre de pêcheurs pratiquant leur loisir, dans le cadre d'une AAPPMA, sur la zone OPE était de 2 178 en 2000. Il n'était plus que de 1 975 en 2008, ce qui représente une baisse de 9.1 % des effectifs en 8 ans.

Les espèces recherchées par les pêcheurs sur la zone OPE sont en priorité la Truite Fario et localement (Ornain aval) l'Ombre Commun. Sur le canal de la Marne au Rhin, les carnassiers (Brochet, Perche et Sandre) sont les plus recherchés. La Carpe est pêchée sur certains tronçons où la pêche de nuit est autorisée (Défini par un Arrêté Préfectoral). Les pêcheurs au coup quant à eux recherchent les Gardons, Rotengles, Brèmes et Ablettes afin de garnir leur bourriche

Sur la zone OPE, 78 plans d'eau représentant une superficie totale de 62 ha ont été recensés. Il s'agit pour l'essentiel de plans d'eau de taille modeste (surface moyenne de 80 ares), 70 % d'entre eux étant inférieurs à 1 ha. Seuls, 3 plans d'eau ont une surface supérieure à 8 ha et sont localisés sur la commune de Chassey-Beaupré (*Tableau 9-26*). La majeure partie des plans d'eau se situe au sud-est de la zone OPE, principalement sur le bassin de la Saulx et ont pour usage principal les loisirs.

Tableau 9-26 Liste des 3 plus grands plans d'eau de la zone OPE

Nom	Commune	Surface (ha)	Statut	Gestionnaire	Usages
Etang du petit Moulin	Chassey Beaupré	8.39	Fondé en titre	AAPPMA Neufchâteau	Production extensive
Etang du Fourneau	Chassey Beaupré	8.64	Fondé en titre	AAPPMA Neufchâteau	Production extensive
Etang de Ste Lusine	Chassey Beaupré	10.6	Pisciculture	Privé	Loisir – Production extensive

Le seul établissement de pisciculture « intensive » sur la zone OPE est la pisciculture du Vaucheron située Chemin du Vaucheron sur la commune de Gondrecourt-Le-Château. L'établissement produit des œufs, des alevins, des truitelles et des truites adultes des espèces Fario et Arc-en-ciel. Toute la production (18 tonnes/an) est vendue à des particuliers ou aux AAPPMA afin d'être déversée dans les rivières du département.

9.5.5.5 La chasse

Les fédérations départementales de la chasse de la Meuse et de la Haute-Marne indiquent que les activités de chasse concernent essentiellement le grand gibier (sanglier, chevreuil, etc.). Il existe toutefois aussi de la chasse au plus petit gibier. La quasi-totalité de la superficie du secteur de référence est composée d'espaces chassables. En effet, la chasse est pratiquée, dans le cadre de plans de chasse déclarés sur 83 % de la surface du secteur de référence OPE, soit près de 215 km². La *Figure 8-17* ci-dessous montre la répartition des lots de chasse entre ACCA et détenteurs privés du droit de chasse. La surface totale des ACCA couvre presque 60 % du secteur de référence OPE soit près de 150 km².

En 2009/2010, 21 adjudicataires ont été consultés sur les 60 inclus dans la zone d'étude pour le sondage mode de chasse qui permet de caractériser les habitudes des chasseurs. D'une manière générale, l'équipe de chasse est en moyenne composée de 15 chasseurs, avec 4 ou 5 rabatteurs, 8 chiens plutôt de petite taille genre Fox. Chaque chasseur parcourt environ 6 km. L'équipe voit en moyenne 20 animaux à chaque journée de chasse. Il y a 2 traques par journée de chasse, et 20 jours de chasse par an. L'équipe chasse plutôt sur un terrain loué, et principalement le week-end. Le gibier est partagé entre les chasseurs présents.

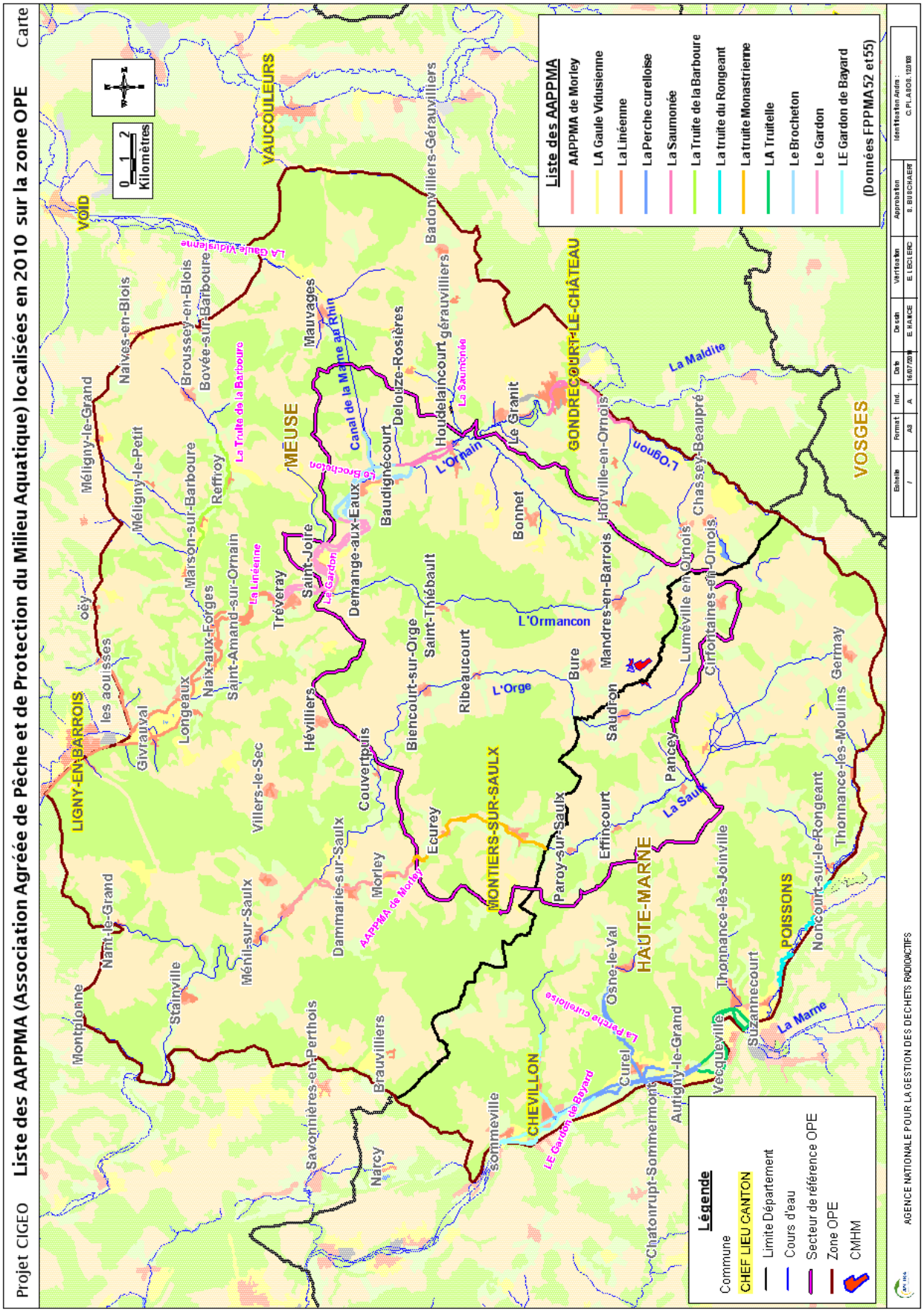


Figure 9-47 Carte de localisation des APPMA sur la zone OPE

9.5.6 Activité économique agricole

Les activités agricoles sont très importantes et occupent une large partie des sols en particulier sur les plateaux (cas du plateau de Bure). Les productions agricoles sont essentiellement céréalières (blé, orge) et oléagineuses (colza), ou destinées à l'alimentation animale (maïs d'ensilage) notamment dans les vallées (Vallée de l'Orge, Vallée de la Saulx, Vallée de l'Ornain). Les champs souvent très grands traduisent un remembrement poussé et une conduite semi-intensive. Les vallées et quelques secteurs des plateaux moins favorables aux grandes cultures sont dominés par l'élevage : prairies de fauches et prairies pâturées y sont majoritaires. L'élevage de bovins est largement prépondérant bien que l'on note la présence de quelques troupeaux d'ovins (exemple : Ribeaucourt, Donjeux). Les troupeaux de bovins sont constitués essentiellement de vaches laitières (pie noire) et à viande (pie rouge, charolais). On note aussi quelques élevages domestiques traditionnels (chèvres, moutons, chevaux) ou plus atypiques (écrevisses). Les jardins potagers sont très présents aux abords des habitations, dans les villages ou autour des fermes. Les plantes sarclées sont surtout représentées par la pomme de terre. Ces espaces cultivés sont souvent contigus à des vergers à hautes tiges constitués principalement de pommiers et de pruniers. L'étude de l'activité économique agricole repose sur des données fournies par le Service Central des Enquêtes et Etudes Statistiques (SCEES) du Ministère de l'Agriculture et de la Pêche (AGRESTE). Ces données sont issues des recensements agricoles réalisés tous les dix ans (1979, 1988 et 2000) complétées par des enquêtes de structures pratiquées tous les deux ans et de données issues des déclarations (PAC-2007) et de la base bovine d'identification BDIN (2007). Les données sont disponibles à l'échelle de la commune, du canton et du département. Afin de respecter le secret statistique des exploitations enquêtées, seules les communes comptant plus de 3 exploitations sont renseignées. Ces données agricoles seront actualisées en 2012 à partir de nouveau recensement général agricole qui sera réalisé en 2011. Pour la représentation de certaines données, des regroupements de communes ont été réalisés ont fonction des découpages administratifs (canton) et en fonction de l'appartenance des communes au secteur de référence et à la zone OPE. Afin de lever le secret statistique des données agricoles à l'échelle communale, 12 micro-zonages ont été définis :

- Secteur de référence SR : micro-zonages de 1 à 3
- Zone OPE : micro-zonages supplémentaires de 9 à 12

Compte-tenu que le secteur de référence et la zone OPE ne reposent pas sur des limites administratives, les micro-zonages ont été élargis (Figure 9-48). .

9.5.6.1 L'occupation des sols

Les deux départements de la Meuse et de la Haute-Marne sont divisés en petites régions agricoles. Pour la Meuse, la principale région agricole par sa surface est le Barrois qui couvre les deux tiers sud du département, puis au nord-est la Woëvre avec le Pays Haut-Lorrain et au Nord-Ouest l'Argonne. Le Barrois se prolonge dans le département de la Haute-Marne auquel s'ajoute la Champagne humide dans le nord-ouest du département, puis le Bassigny Châtenois au sud-est et le Plateau Langrois au sud-ouest. Les deux départements ont la même surface totale et disposent de la même surface agricole (Tableau 9-27).

Tableau 9-27 Importance des surfaces agricoles en 2008 - ASP

(ha)	Surface totale	SAU[64]	% SAU
Haute-Marne	625 000	317 000	50,7 %
Meuse	623 641	338 117	54,2 %
OPE	90 000	54 900	61 %
SR	24 000	16 080	67 %

La distribution spatiale des terres agricoles montre pour certaines communes (Biencourt-sur-Orge, Ribeaucourt, Saudron, Gillaumé, Pancey et Echenay) une part importante à plus de 80 % de la surface totale (Figure 9-49).

[64] SAU : Surface Agricole Utile

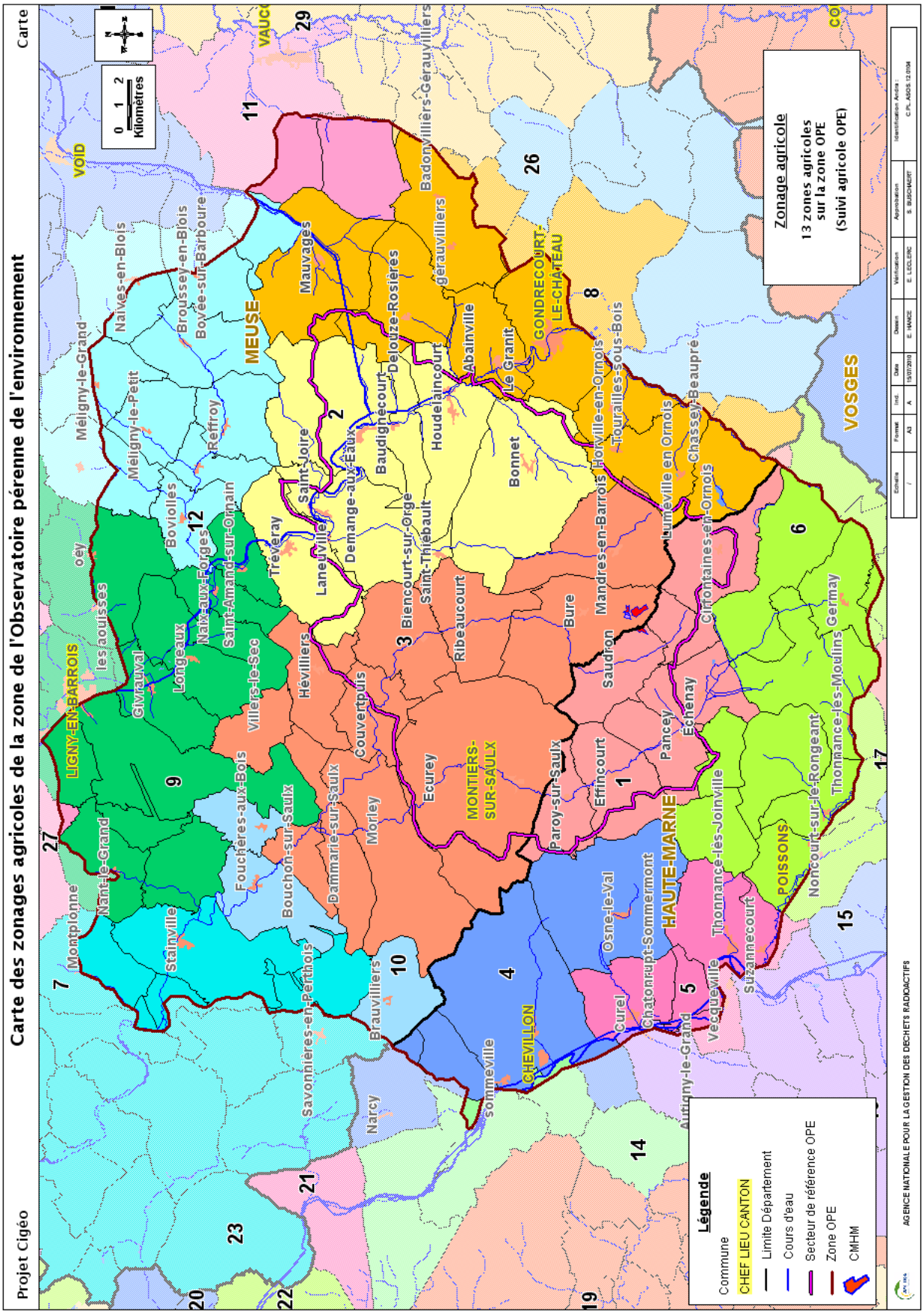


Figure 9-48 Carte des micro-zonages agricoles de la zone OPE en 2010

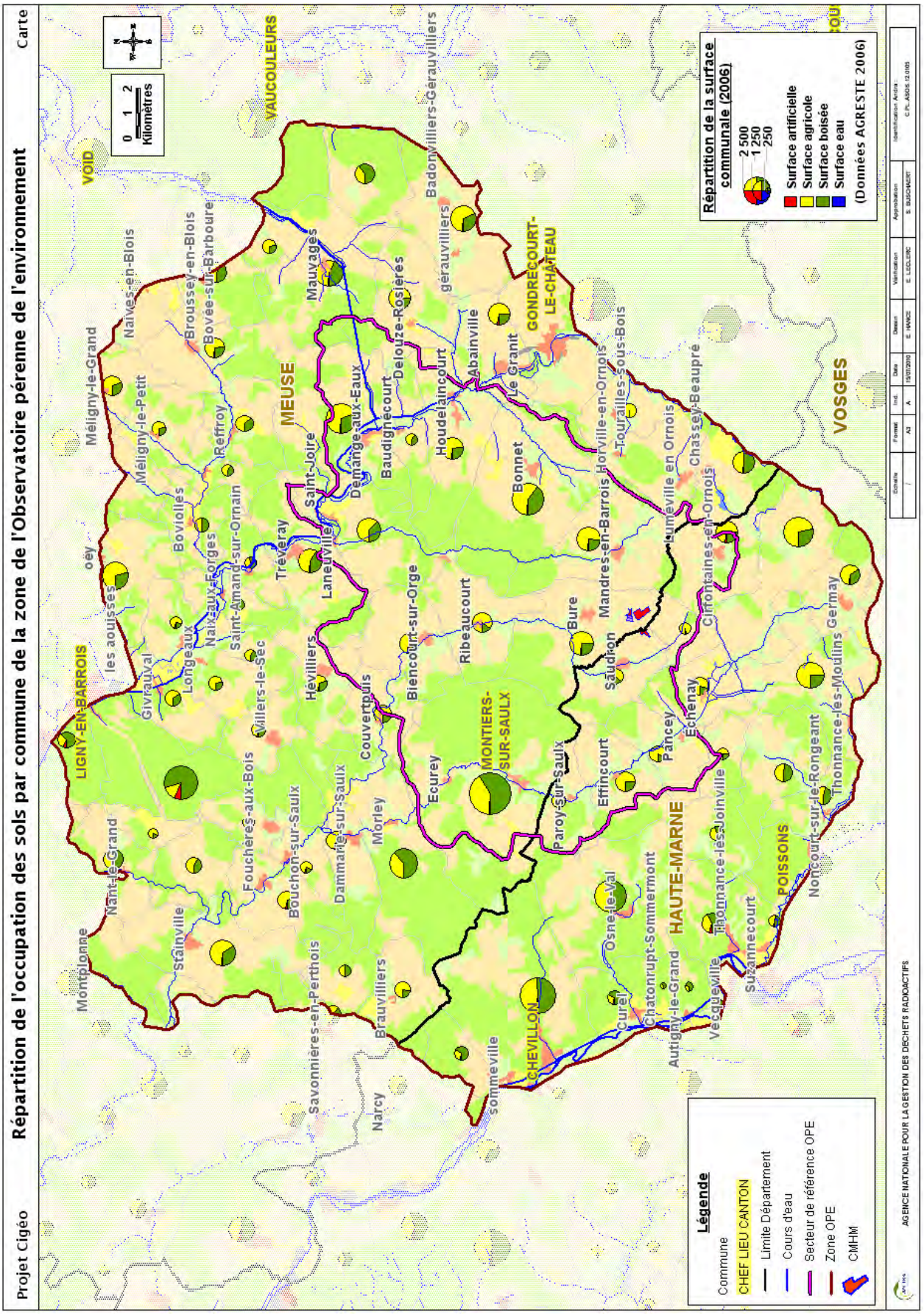


Figure 9-49 *Carte de répartition communale de l'occupation des sols en 2010-Agreste*

Les terres labourables représentent une part importante des surfaces agricoles (*Tableau 9-28*) :

Tableau 9-28 Proportion des terres labourables et des prairies en 2006 - Agreste

(% de la SAU)	% terre arable	% prairie	% autre
Zone OPE	76	19	5
Secteur référence (SR)	77	21	2

Le secteur de référence et la zone OPE sont toutes les deux sur la région naturelle du Barrois avec des situations pédoclimatiques similaires. Les sols de rendzines y sont dominants et se caractérisent par une pierrosité de surface plus ou moins abondante sur les plateaux. Ces sols sont réputés pour être séchants et pénalisent souvent les rendements des cultures en année de sécheresse. Sur la zone OPE, les surfaces agricoles couvrent 61 % du territoire et plus de 67 % sur le secteur de référence OPE. Quant aux surfaces boisées, elles occupent plus de 36 % des surfaces sur la zone OPE et 32 % sur le secteur de référence OPE. Il reste moins de 2 % de la surface pour le tissu urbain, industriel et le réseau routier. Par conséquent, les activités agricoles sont très importantes et occupent une large partie des sols, aux alentours du site.

9.5.6.2 Le nombre d'exploitations

De 1988 à 2000, le nombre d'exploitations agricoles a diminué en moyenne de 33 %. Cette baisse est liée à une professionnalisation des exploitations agricoles (71 % en 2000 contre 64 % en 1988) et à un agrandissement des structures (*Tableau 9-29*).

Tableau 9-29 Evolution du nombre d'exploitations par commune et de la Surface Agricole Utile de 1988 à 2000 - Agreste

(Nb par commune)	Nb exploitations en 1988	Nb exploitations en 2000	2000/1988	SAU (ha) / expl. en 2000
France	28,5	19,2	-33 %	69
Haute-Marne	13	8,2	-37 %	146
Meuse	11,8	7,6	-36 %	135
OPE	11,2	6,5	-43 %	147
SR	11,9	8,6	-28 %	159

De 2000 à 2007, le nombre d'exploitations a encore fortement diminué de 24 % au niveau national et départemental (*Tableau 9-30*). Cette baisse a été plus hétérogène de – 7 % à –14 % pour les exploitations professionnelles.

Tableau 9-30 Evolution du nombre d'exploitations par catégorie de 2000 à 2007 - Agreste

	Toutes exploitations		Professionnelles	
	2007	2007/2000	2007	2007/2000
France	527 351	- 24 %	335 233	- 14 %
Haute-Marne	2 436	- 25 %	1 870	- 7 %
Meuse	2 744	- 22 %	1 977	-13 %

De 2000 à 2007, la baisse du nombre d'exploitations (avec SAU) est moins importante sur la zone OPE (- 6 %) alors qu'elle atteint (- 11 %) sur le secteur de référence (*Tableau 9-31*).

Tableau 9-31 *Nombre d'exploitations agricoles en 2000 et 2007 sur la zone OPE (Source SCEES)*

	Nb exploitations (avec SAU)		
	2000	2007	2007/2000 (%)
Secteur référence (SR)	394	370	- 11 %
OPE (hors SR)	237	230	- 3 %
Zone OPE	157	140	- 6 %

9.5.6.3 Les surfaces agricoles par exploitation

Entre 1988 et 2007, la Surface Agricole Utile (S.A.U.) au niveau départemental est restée pratiquement constante. Par contre de 1988 à 2007, la superficie moyenne des exploitations professionnelles a augmenté d'environ 90 % en Meuse et en Haute Marne, elle est passée de 90 à 172 ha pour la Haute-Marne et de 93 à 153 ha pour la Meuse et au niveau national de 40 à 75 ha. En 2007, 65 % des exploitations professionnelles ont plus de 100 ha de SAU (*Tableau 9-32*). Sur la zone d'étude, la taille moyenne des exploitations professionnelles est proche de la moyenne départementale de Haute-Marne. Cette augmentation plus importante des surfaces agricoles utiles par exploitation sur ces deux départements s'explique par :

- la faible valeur ajoutée à l'hectare : la Meuse se situe à la 75ème position au niveau national sur le critère de la valeur ajoutée par hectare de SAU. Ce résultat illustre le caractère de grandes unités de productions agricoles meusiennes (lait, viande bovine et grandes cultures),
- le niveau de mécanisation est élevé, ce qui explique que le nombre d'Unités de Travail Humain (UTH) par exploitation est faible par rapport à leur taille : 1,6 UTH pour 100 ha de SAU, alors que la moyenne française est de 3,4.

Tableau 9-32 *Evolution des surfaces agricoles utiles par exploitations 1988 à 2007 - Agreste*

	SAU des exploitations professionnelles (ha)			
	1988	2000	2007	2007/2000
France	40	64	75	+ 16 %
Haute-Marne	90	149	172	+ 15 %
Meuse	93	135	153	+ 14 %

Cette augmentation de la taille des exploitations est également due au développement de formes sociétaires de type GAEC (Groupement Agricole d'Exploitation en Commun) ou EARL (Exploitation Agricoles à Responsabilité Limitée). Pour faire face à la conjoncture économique, les membres de GAEC ont fait le choix de se regrouper plutôt que d'agrandir des structures individuelles. Le nombre d'exploitations individuelles représente moins de 65 % des exploitations professionnelles en 2007 (*Tableau 9-33*).

Tableau 9-33 *Statut des exploitations agricoles professionnelles en 2007 - Agreste*

(% exploitations professionnelles)	Exploitations individuelles	GAEC	EARL	Autres statuts
France	62	12	19	7
Haute-Marne	61	21	15	3
Meuse	51	24	21	4

Cette augmentation de la SAU par exploitation est également observée sur la zone OPE (+ 7 %) et sur Le secteur de référence (+10 %).

Tableau 9-34 Evolution de la Surface Agricole Utile par exploitation de 2000 à 2007 sur la zone OPE (Source SCEES)

	SAU (ha) / Exploitation		
	2000	2007	2007/2000 (%)
Secteur référence (SR)	137	151	+ 10 %
OPE (hors SR)	152	161	+ 6 %
Zone OPE	146	157	+ 7 %

Les remembrements au niveau des communes du secteur de référence sont relativement anciens mis à part à Gillaumé (1998) où la taille des exploitations peut atteindre plus de 200 ha. Par ailleurs, la transposition de directives européennes entraîne l'obligation pour les agriculteurs de se doter d'installations de plus en plus modernes (mises aux normes des bâtiments d'élevage, du stockage des engrais azotés, du stockage et des conditions d'utilisation des produits phytosanitaires).

En 2000, 25 % des chefs d'exploitations avaient plus de 55 ans et près de 28 % en 2007. Ce phénomène traduit un vieillissement de la profession agricole. Dans ces exploitations, la part des actifs familiaux est encore importante (25 % des effectifs) (*Tableau 9-35*).

Tableau 9-35 Répartition des emplois agricoles dans les exploitations en 2005 - Agreste

(Effectifs des actifs en 2005)	Chefs expl. + co-exploitants	Autres actifs familiaux	Salariés permanents non familiaux	Saisonniers
Haute-Marne	3 585	1 430	310	1 937
Meuse	3 273	1 345	801	

L'emploi agricole représentait en Meuse 7,1 % de l'emploi total du département ; 5,2 % en Haute-Marne. C'est bien plus que la moyenne nationale qui se situe à 3,1 % (INSEE-1999).

9.5.6.4 Orientations technico-économiques des exploitations agricoles

Les exploitations spécialisées en grandes cultures (céréales et oléo-protéagineux) sont maintenant les plus nombreuses alors qu'elles occupaient en 1990 le 3ème rang derrière les exploitations de type «Culture-Elevage» et «Bovins-lait». Ces exploitations céréalières occupent environ 54 % de la S.A.U. de la Haute Marne et de la Meuse. L'agriculture s'organise autour de trois filières principales : grandes cultures - élevage de bovins - production laitière.

La répartition des exploitations par activité technico-économique montre donc une part importante des grandes cultures (*Tableau 9-36*).

Tableau 9-36 Répartition des exploitations agricoles professionnelles par activités technico-économique en 2005 - Agreste

(% exploitations en 2005)	Grandes cultures	Herbivores	Grandes cultures et herbivores	Autres
Haute-Marne	32 %	37 %	28 %	3 %
Meuse	34 %	28 %	34 %	4 %

Sur le secteur de référence OPE, 60 % des exploitations comptent un troupeau de bovins et seulement 53 % sur l'ensemble de la zone OPE (*Tableau 9-37*). Cette proportion varie de 33 % sur le secteur de Gondrecourt-le-Château à 88 % sur le secteur de Cirfontaines-en-Ornois.

Tableau 9-37 *Part des exploitations ayant un élevage de bovins en 2007 sur la zone OPE - Agreste*

	Part d'exploitations avec bovins 2007		
	Nb exploitations avec SAU	Nb exploitations avec bovins	% exploitations avec bovins
Secteur référence (SR)	140	82	5· 59
OPE (hors SR)	230	115	6· 50
Zone OPE	370	197	7· 53

9.5.6.5 Répartition terres labourables – Surfaces fourragères

Sur la zone OPE, seulement 20 % de la Surface Agricole Utile (SAU) est occupée par de la prairie permanente avec une variation de 13 à 23 % d'un secteur à l'autre. La zone nord de l'OPE est la moins enherbée. Ce paramètre masque des disparités plus importantes sur la proportion des exploitations ayant des prairies permanentes (*Tableau 9-38*).

Tableau 9-38 *Part de la SAU en terre labourable et en STH (Surface toujours en herbe) en 2007 sur la zone OPE - Agreste*

	SAU (ha)	Superficie terre labourable (ha)	% SAU en terre labourable (%)	STH (ha)	% SAU en STH	% exploitation avec STH
Secteur référence (SR)	21 103	17 061	81	4 043	19	79
OPE (hors SR)	36 923	30 444	82	6 478	18	80
Zone OPE	58 026	47 505	82	10 521	18	79

9.5.6.6 Les grandes cultures

En 2007, la SAU des exploitations agricoles de la zone est occupée par les grandes cultures céréales et oléagineux à 66 %, puis les prairies avec la surface toujours en herbe à plus de 18 % (Tableau 9-39 et Figure 9-50).

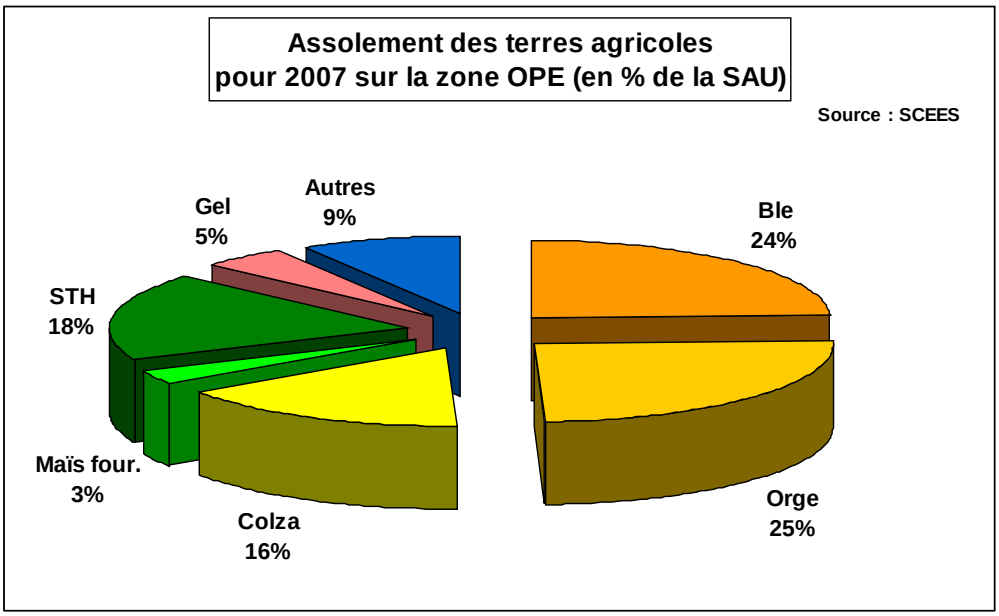


Figure 9-50 *Assolement moyen des exploitations en 2007- (source SCEES)*

Le maïs fourrage complète cette surface fourragère en couvrant près de 3 % de la SAU. Ces productions végétales ont des destinations variées : industrie alimentaire, brasserie, meunerie, amidonnerie, alimentation animale. Les principaux débouchés en exportation sont dirigés vers l'Allemagne.

Tableau 9-39 *Assolement en grandes cultures et cultures fourragères en 2007 sur la zone OPE (% de la SAU) (source SCEES)*

	SAU (ha)	Blé %	Orge %	Colza %	Maïs four. %	STH %	Gel %	Autres %
Secteur de référence (SR)	21 103	23	25	16	3	19	5	8
OPE (hors SR)	36 923	25	25	16	3	18	5	9
Zone OPE	58 026	24	25	16	3	18	5	9

L'augmentation de la production de colza est due au développement des biocarburants (diester) et à l'évolution de la politique Agricole commune (en France, le plan biocarburant prévoit qu'en 2008, 5,75 % des carburants disponibles à la consommation seront d'origines renouvelables et issus de la biomasse (7 % en 2010 et 10 % en 2015).

Cette distribution de l'assolement est amenée à évoluer rapidement d'une campagne à l'autre en fonction des nouvelles orientations environnementales réglementaires et de l'évolution du prix des récoltes qui devient très volatil depuis les 3 dernières campagnes.

Les principaux opérateurs du secteur sont des coopératives agricoles de taille majeure :

- EMC2 : coopérative agricole basée à Bras sur Meuse ;
- Champagne Céréales : coopérative agricoles basée à Reims (51).

Ces deux coopératives disposent de nombreuses infrastructures pour l'approvisionnement et la collecte des céréales et des oléoprotéagineux dans la zone OPE ou en limite (Tableau 9-40).

Tableau 9-40 *Sites de collecte de céréales pour Champagne céréales et EMC2 dans la zone OPE ou à proximité*

Champagne Céréales :	EMC² :
Montiers-sur-Saulx	Menaucourt
Ménil-sur-Saulx	Germay
Houdelaincourt	Laneuville / Saint-Joire
Gondrecourt-le-Château	
Soulaincourt	

La recherche de valeur ajoutée pour des cultures banalisées, s'est traduite par des investissements dans la filière avale, investissements principalement portés par les coopératives agricoles :

- tout d'abord dans la filière avale « à destination alimentaire » : unités de production et vente de farine ou de malt (ex : NUTRIXO et MALTEUROP), production et vente d'aliments du bétail, unités de trituration et raffinage de colza pour l'industrie alimentaire (ex : SOPROL) ;
- plus récemment une seconde période a vu se développer les utilisations non alimentaires des productions végétales : biocarburants, éthanol (1ère génération). L'usine INEOS de Verdun-Baleycourt produit du biodiesel, et une unité d'éthanol à base de colza.

9.5.6.7 Les surfaces fourragères

Depuis 1990, les surfaces fourragères ont diminué de 20 % (retournement de prairies permanentes). C'est la surface toujours en herbe qui diminue fortement même si elle représente encore 32 % de la S.A.U en Meuse et 35 % en Haute Marne et seulement 23,5 % sur la zone OPE. Ces surfaces fourragères sont mises à profit de l'élevage. L'essentiel de cette baisse des surfaces fourragères a été observée entre 1990 et 2000.

Depuis 2000, les surfaces fourragères principales (SFP) ont peu évolué sur la zone OPE (*Tableau 9-41*). On assiste à une stabilisation des surfaces fourragères après des diminutions importantes à la fin des années 90. La modernisation des élevages s'accompagne d'une progression des surfaces en maïs fourrage. De plus, l'augmentation des dégâts de cette culture par le grand gibier (sanglier) pousse les agriculteurs à en semer d'avantage pour se garantir d'une récolte suffisante pour l'alimentation du bétail.

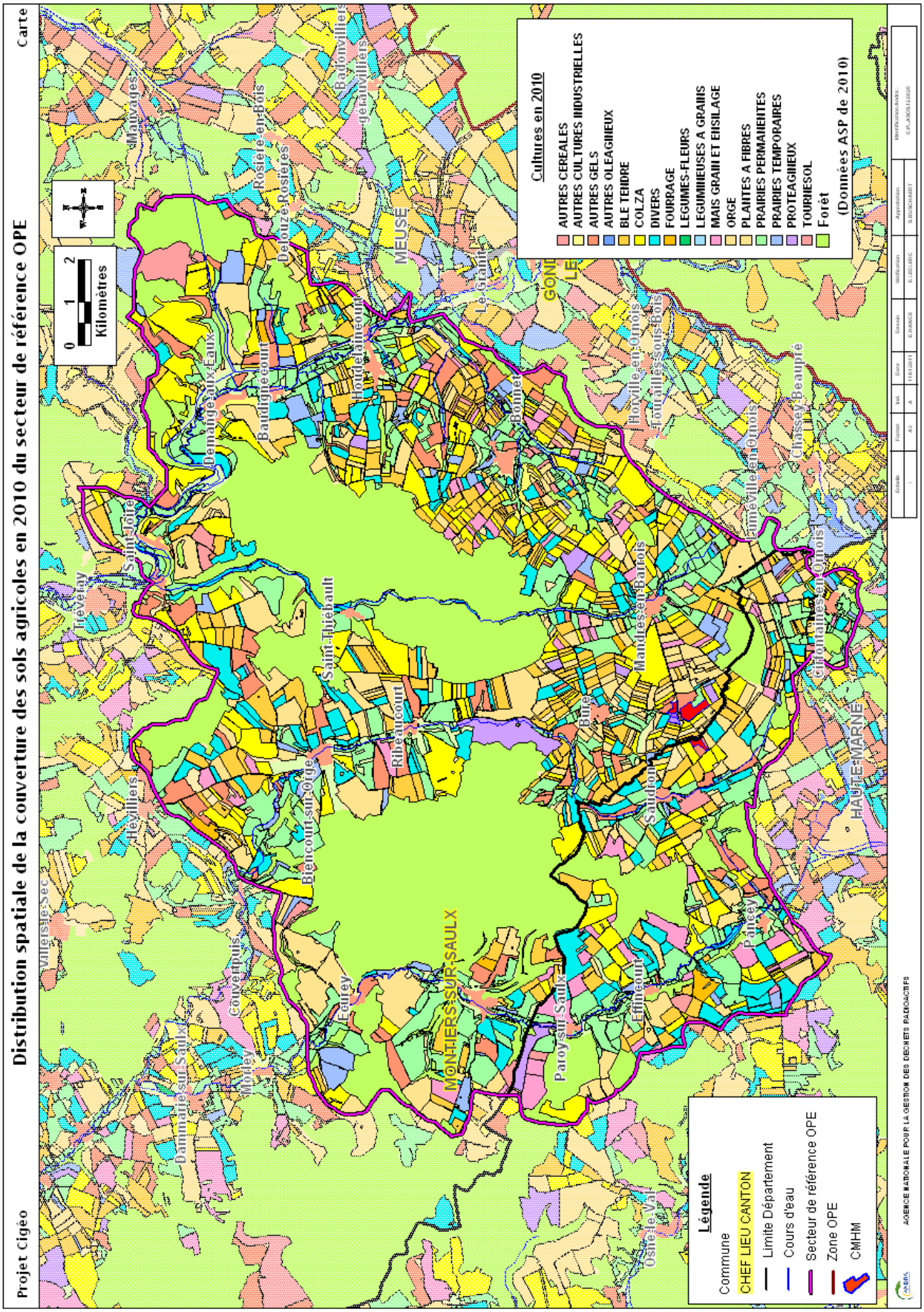


Figure 9-51 *Carte de la distribution spatiale de la couverture des sols agricoles en 2010 (source ASP)*

Tableau 9-41 *Evolution des Surfaces Fourragères Principales entre 2000 et 2007 sur la zone OPE (Source SCEES)*

	SFP en 2000 (ha)	SFP en 2007 (ha)	Evolution SFP (2007/2000) en %	STH en 2000 (ha)	STH en 2007 (ha)	Evolution STH (2007/2000) en %	Maïs fourrage en 2000 (ha)	Maïs fourrage en 2007 (ha)	Evolution maïs (2007/2000) en %
Secteur de référence (SR)	**5 156**	**5 171**	**0**	**3 888**	**4 043**	**4**	**585**	**686**	**17**
OPE (hors SR)	**7 976**	**8 078**	**1**	**6 284**	**6 478**	**3**	**867**	**943**	**9**
Zone OPE	**13 132**	**13 249**	**1**	**10 172**	**10 521**	**3**	**1 452**	**1 629**	**12**

Les autres productions sont minoritaires, mais traduisent la volonté de certains exploitants de diversifier leur production. Ainsi sur le canton de Chevillon, se développent des cultures de tournesol.

9.5.6.8 L'élevage

L'élevage dans les départements de Haute-Marne et de Meuse ainsi que dans la zone d'étude est essentiellement de type bovin. Entre 1990 et 2006, le nombre total de bovins a sensiblement diminué et en particulier celui des vaches laitières avec une baisse de 27 %. Cette diminution du troupeau laitier a été induite par la mise en place des quotas laitiers. Parmi les éleveurs laitiers, une partie du troupeau a été convertie en troupeau allaitant pour une nouvelle production de viande. En Meuse, des efforts ont été réalisés pour développer la production de porc. Ainsi le cheptel a progressé de 153 % de 1990 à 2006. Les élevages de caprins, ovins et de lapins ont bien souvent diminué sur cette période. L'élevage de volaille a fortement progressé dans les deux départements + 88 % en Haute-Marne et + 34 % en Meuse. Pour les équidés, les effectifs sont très limités et ne représentent pas une grande activité économique pour l'élevage.

En ce qui concerne la zone d'étude, on observe la même tendance avec un élevage bovin très important. Quant à l'élevage d'ovins, il est légèrement plus important que la moyenne en Haute-Marne et en Meuse. Pour l'élevage de volaille il est encore plus faible. L'élevage porcin est à peu près dans la moyenne départementale même si celui-ci a diminué de plus de 70 % entre 1990 et 2000 (Tableau 9-42).

Tableau 9-42 *Effectifs des principaux élevages présents sur la zone OPE en 2000 (source SCEES)*

	Effectif bovins total	Effectif total ovins	Effectif total porcins	Effectif total volailles
Secteur de référence (SR)	9 820	5 039	490	1 785
OPE (hors SR)	15 278	1 370	3 952	21 100
Zone OPE	25 098	6 409	4 442	22 885

De 2000 à 2007, le cheptel bovin a progressé de 7 % sur le secteur de référence et plus particulièrement dans la zone (n°3) de Montiers-sur-Saulx avec + 20 %. Inversement sur le reste de la zone OPE, la baisse des effectifs de bovins est de 20 %. Ces progressions à la hausse des effectifs de bovins sur le secteur de référence est le résultat d'une progression importante des troupeaux allaitants (*Tableau 9-43*).

Tableau 9-43 *Evolution des effectifs de bovins sur la zone OPE de 2000 à 2007 (source SCEES)*

	Effectifs bovins en 2000 (ha)	Effectifs bovins en 2007 (ha)	Evolution bovins (2007/2000) en %	Effectifs vaches lait. en 2000 (ha)	Effectifs vaches lait. en 2007 (ha)	Evolution vaches lait. (2007/2000) en %	Effectifs vaches nour. en 2000 (ha)	Effectifs vaches nour. en 2007 (ha)	Evolution vaches nour. (2007/2000) en %
Secteur de référence (SR)	9 820	10 500	7 %	2 197	2 074	- 6%	1 630	1 951	20%
OPE (hors SR)	15 278	12 112	- 21 %	3 195	2 637	-17%	2 241	1 871	-17%
Zone OPE	25 098	22 612	-10 %	5 392	4 711	-13%	3 871	3 822	-1%

Pour la production de viande bovine, les principaux acteurs de la filière sont :

- Alotis : coopérative de production bovine intervenant sur 3 départements : Meuse, Haute-Marne et Vosges qui a fusionné avec EMC2 ;

- Vauthier SEPAC : négocient de la coopérative Nouricia, qui intervient pour l'approvisionnement en aliments du bétail (Avrécourt-52) très présent en Haute-Marne.

9.5.6.9 La production laitière

Compte-tenu de la baisse des effectifs du troupeau laitier sur les deux départements, la production laitière a diminué depuis 1990 de 6 % en Haute-Marne et de 9 % en Meuse. Cette diminution est moins importante que celle du cheptel car il y a eu une spécialisation des troupeaux avec une amélioration des performances de production. En Meuse, plusieurs acteurs économiques interviennent dans la filière laitière (Tableau 9-44). La coopérative « Union Laitière de la Meuse (ULM) » collecte et commercialise le lait sur le sud du département de la Meuse. Le lait produit en Meuse est destiné à la production de fromage à pâtes molles et à pâtes pressées cuites (Brie de Meaux, Brie pasteurisés, Coulommiers, Bombel et Mimolette).

La Meuse est un territoire fromager qui transforme 77 % de sa collecte de lait dans le département. Le département de la Meuse représente 41 % du litrage total transformé en Lorraine. Six établissements meusiens emploient au moins 100 salariés dans l'industrie laitière. L'ULM fournit notamment la fromagerie Renard-Gillard (AOC Brie de Meaux) à Biencourt-sur-Orge sur le secteur de référence (OPE).

Tableau 9-44 Industrie laitière en Meuse

Fabrication de fromage	Etablissements	Salariés
Fromagerie Henri Hutin	Dieue-sur-Meuse	300 à 320
Fromagerie Bel	Cléry-le-Petit	230 à 250
Société Fromagère de Sorcy	Sorcy-Saint-Martin	180 à 200
Sodial International	Vigneulles-Lès-Hattonchâtel	180 à 200
Fromagerie Renard Gillard	Biencourt-sur-Orge	100 à 120
Lacto Sérum France	Verdun-Baleycourt	120 à 140

En Haute-Marne, c'est la société Lactalis qui collecte une partie du lait produit dans la zone OPE. Dans ce département la production laitière est organisée autour de deux bassins :

- Le Der, au nord, où la production est une production de masse, avec des animaux nourris au maïs ;
- Le Bassigny au sud, autour de Montigny-le-Roi, vaste zone herbagère où l'élevage est davantage extensif, avec la production de lait AOC (fournisseur d'Entremont) ;
- Les Cantons de Poissons et Chevillons se situent à la périphérie du Der.

Une part importante du secteur de référence et de la zone OPE est dans la zone d'appellation AOC Brie de Meaux (future AOP) (*Figure 9-52*).

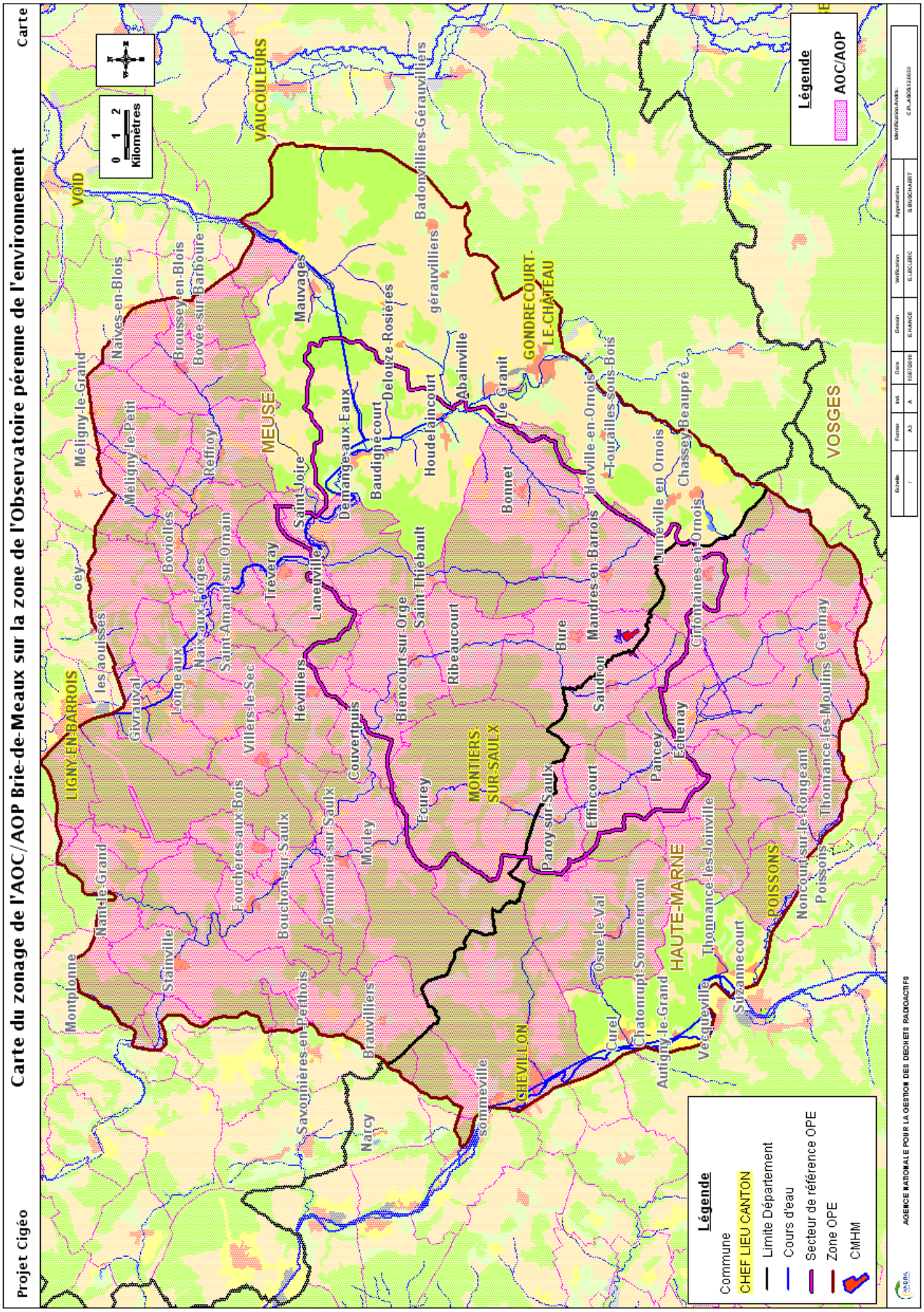


Figure 9-52 *Carte de la zone AOC/AOP Brie de Meaux*

9.6 Evolutions paysagères

Comprendre l'évolution des mutations économiques d'un territoire passe forcément par une étude approfondie des paysages.

Afin d'analyser les évolutions paysagères, quatre communes ont été étudiées en détail avec l'appui CERPA Université Nancy 2: Montiers-sur-Saulx, Paroy-sur-Saulx, Bure et Couvertpuis. Ces quatre communes sont représentatives de l'ensemble du plateau Barrois méridional, en déprise démographique depuis la fin du 19ème siècle. Il était intéressant de voir comment les paysages réagissent au dépeuplement qui s'installe dans cette partie du plateau calcaire, profondément marquée par la ruralité. Cette étude retrace les mutations paysagères d'une partie du plateau Barrois entre 1840 (date des premiers cadastres Napoléoniens) et 2006.

Une autre étude menée en collaboration avec l'INRA a consisté à reconstituer la carte d'occupation des sols à partir des minutes au 1/40 000ème en couleur de la carte d'Etat-Major de la France, établies dans la première moitié du XIXe siècle.

Pour pérenniser le suivi des évolutions paysagères, une nouvelle technologie est actuellement développée sur la zone OPE pour exploiter les images satellitaires. Ces images permettent en effet de pratiquer de la reconnaissance de la couverture végétale pour en mesurer les changements. Depuis 2008, des images sont acquises annuellement pour couvrir la zone d'étude afin de conserver une mémoire de l'occupation des sols.

9.6.1 Evolution paysagère et mutations socio-économiques

L'étude des évolutions démographiques de la zone OPE, a fait ressortir le déclin de la plus grande partie de cet espace. Mais le déclin est particulièrement accentué dans les communes du plateau entre Ornain et Saulx situées autour de Montiers-sur-Saulx ce qui a conduit à définir une zone d'étude relativement restreinte autour du site du CMHM pour essayer d'identifier les évolutions paysagères ayant accompagnées ce déclin démographique très marqué. Le territoire choisi correspond à la haute vallée de la Saulx et à la vallée de l'Orge. Hormis le fait de sa proximité avec le CMHM, cette zone est caractérisée par un écroulement démographique continu depuis la fin de la seconde guerre mondiale avec des communes ayant perdu plus de 50 % de leur population en cinquante ans. De plus le déclin démographique s'est déjà amorcé par le passé : l'arrêt précoce des exploitations du minerai de fer avait déjà poussé grand nombre d'habitants à quitter le secteur dès les années 1870. Le plateau structural du Barrois connaît bien cette déprise démographique, en particulier la vallée de l'Orge, affluent de la Saulx. Cette partie amont du bassin versant de la Saulx est la plus touchée par ce déclin. Pour étudier l'évolution paysagère et les mutations socio-économiques de la zone OPE, 4 communes ont été sélectionnées pour leur représentativité du territoire : Bure et Couvertpuis pour la vallée de l'Orge ; Paroy-sur-Saulx et Montiers-sur-Saulx pour la vallée de la Saulx.

Tableau 9-45 Evolution du parcellaire cadastral des 4 communes

	Couvertpuis			Bure			Montiers-sur-Saulx			Paroy-sur-Saulx		
Année	**1840**	**1959**	**2006**	**1840**	**1959**	**2006**	**1871**	**1959**	**2006**	**1840**	**1955**	**2006**
Nb parcelles	4027	2825	646	5106	3331	892	4097	4083	2150	1388	1137	148
Surface	882	878	880	1822	1819	1844	4384	4383	4439	739	734	748
Surface moyenne	**0.2**	**0.3**	**1.4**	**0.4**	**0.5**	**2.1**	**1.1**	**1.1**	**2.1**	**0.5**	**0.6**	**5.1**

Afin de retracer au mieux les évolutions paysagères et les mutations socio-économiques, le cadastre napoléonien du 19ème siècle a été utilisé pour collecter de nombreuses informations : valeur foncière imposable, nom du propriétaire, taille en hectares de chaque parcelle et surtout la nature des terres. Cette source d'informations a été complétée par la recherche de données sur la démographie, sur les propriétaires fonciers et forestiers et même des monographies communales et agricoles (cadastre des années 1950, statistiques agricoles et socio-éconopique de 1840 à 2006, base IFEN (occupation des sols) de 2006.

La vallée de la Haute-Saulx et celle de l'Orge présentent des caractères similaires en termes d'aménagement du territoire : des villages ancrés dans leurs vallées vivant paisiblement de leurs activités agricoles. Les trois terroirs complémentaires (la forêt, la prairie et les cultures) dessinent et organisent

ces paysages depuis l'Antiquité. La déprise démographique s'est enclenchée depuis la fin du 19ème siècle. L'exode rural s'amorce alors suite au maximum démographique vers 1860 dans le Barrois. L'arrêt des activités d'extraction du minerai participe à cette réaction en chaîne et les communes du plateau perdent progressivement leur nombre d'habitants. Cette perte du potentiel humain engendre des mutations économiques conséquentes. Toutes les activités d'artisanat et le commerce local s'effondrent en l'espace d'un siècle. Toute cette société locale s'évapore et il ne reste actuellement que le secteur primaire qui subsiste, aidé et soutenu par les politiques agricoles de l'Etat et localement par la Société agricole du canton de Montiers-sur-Saulx qui apporte son aide aux exploitants depuis le 17/07/1887.

Ces mutations anthropiques touchent leurs environnements et les paysages de ces deux vallées subissent des transformations très locales. En effet, on aurait pu penser qu'un tel dépeuplement aurait engendré inexorablement des mutations paysagères sans précédents. Cependant les résultats obtenus sur trois périodes sont surprenants. En effet, c'est vraiment au niveau local, à grande échelle, que s'observe la plupart des mutations paysagères entre 1840 (période du dessin du premier cadastre Napoléonien), les années 1950 (période pré-remembrement où un premier regroupement parcellaire s'effectue) et actuellement (après le redécoupage cadastral du remembrement des années 1957 à 1983) pour cet espace d'étude. Le résultat le plus impressionnant concerne la réduction du nombre de parcelles pour chaque commune. La nature des parcelles change également sur ces périodes.

Le constat pour les forêts est le suivant : une avancée générale très lente depuis 1840 jusqu'à nos jours avec quelques subtilités toutefois. Les petits bosquets au milieu des champs se perdent et ce sont les grands bois qui connaissent une progression. Bure, en est le parfait exemple, elle voit le pourcentage de ses forêts diminuer tandis que ses deux bois principaux gagnent du terrain. Cette étude nous renseigne aussi sur la spatialité des friches enregistrées dans les années 1950. Principalement en marge des espaces forestiers, ces parcelles de terres furent abandonnées durant les périodes de guerre puis reprises progressivement par les bois ou par les cultures durant les périodes de reprises agricoles. L'avancée des prairies observée depuis 1840 se concrétise également le long des vallées de la Saulx et de l'Orge surtout après la phase de remembrement. L'extension des bois et des prairies engendre une petite diminution des surfaces en cultures. Cependant cette réduction n'entraine pas une baisse de l'activité agricole pour autant puisque les progrès techniques agricoles ont fortement restructuré ce secteur d'activité. Les exploitations agricoles sont beaucoup plus grandes et travaillent actuellement sur de très grandes parcelles de parfois plus de 800 hectares ce qui est remarquable à l'échelle nationale. Cette étude montre aussi la disparition d'anciennes activités locales entre la fin du 19ème et le début du 20e siècle. C'est le cas pour la vigne de Couvertpuis et de Bure et pour les carrières d'exploitation de pierre dure. Les changements paysagers n'ont certes pas modifié profondément les faciès spatiaux car ils se sont surtout opérés au rythme des remembrements.

9.6.2 Carte d'utilisation ancienne des sols

En complément du travail d'inventaire du peuplement forestier réalisé en 2008 et 2009 en collaboration avec l'INRA de Champenoux, une étude avait été menée sur l''évolution de l'occupation des sols. La distribution spatiale actuelle de l'espace agricole et forestier est la conséquence de variations importantes du mode d'utilisation des sols au cours des siècles avec de fréquents échanges entre agriculture et forêts. Depuis le minimum de la surface forestière atteint au cours de la première moitié du XIXe siècle, les forêts ont doublé de surface, ce qui implique que la moitié des surfaces forestières actuelles sont souvent d'anciens terroirs agricoles. Or, le fonctionnement des écosystèmes est fortement affecté par ces changements d'utilisation des sols. En effet, les sols et la biodiversité conservent des traces de l'utilisation ancienne pendant des siècles (Koerner et al. 1997), voire des millénaires (Dambrine et al. 2007). Afin d'établir un historique de l'utilisation ancienne des sols de la zone OPE, un travail de recherche a été entrepris à partir des minutes au 1/40 000ème en couleur de la carte d'Etat-Major de la France, établies dans la première moitié du XIXe siècle avec une précision de levé très élevée (Dupouey et al. 2007). L'établissement de cette carte de l'utilisation ancienne des sols dans la première moitié du XIXème siècle montre que l'occupation du territoire était sensiblement différente de celle observée actuellement (*Figure 9-53*). En 1830, l'occupation des sols était répartie de la façon suivante :

- 65,5 % de cultures ;
- 28,6 % de forêts ;
- 4,1 % de prairies ;

et quelques dizaines d'hectares de vigne et de vergers.

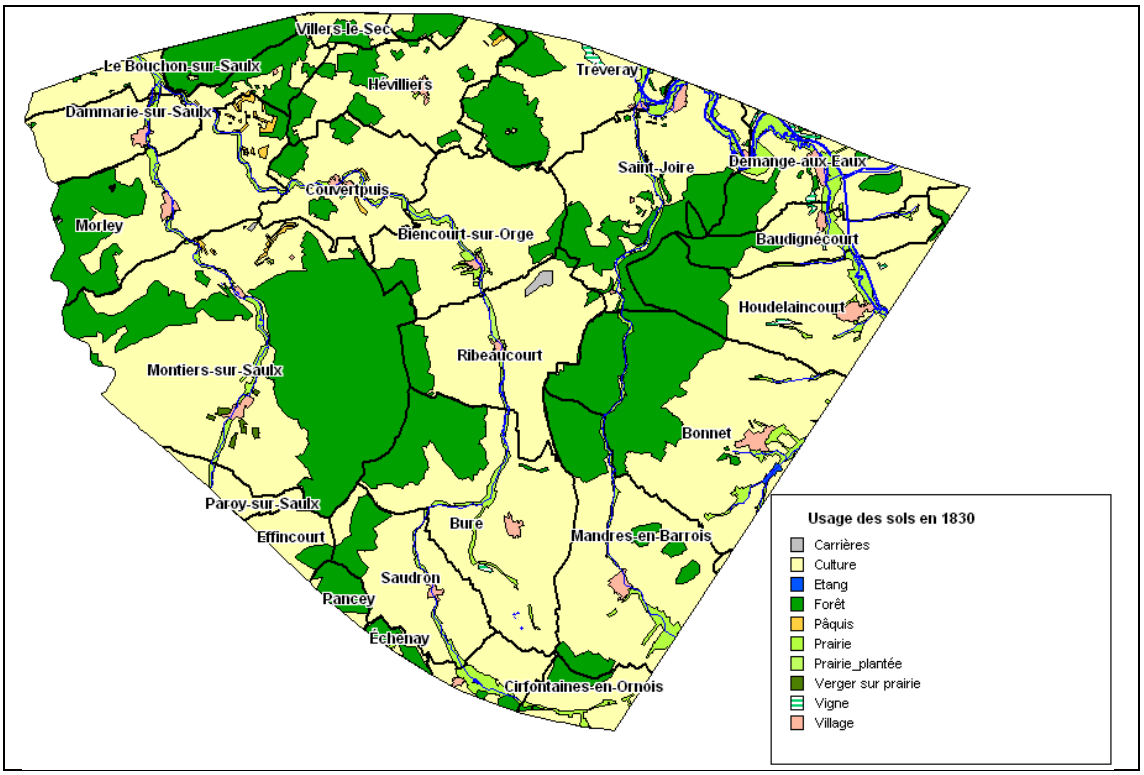


Figure 9-53 *Carte d'usage des sols en 1830 (plan minute carte d'Etat-Major de 1830)*

A partir de la carte IGN actuelle et celle de la couverture des sols Corine land Cover 2000, une actualisation de l'usage des sols a été établie sur la même zone d'étude (*Figure 9-54*). En l'an 2000, la surface forestière a progressé de plus de 7 % par rapport à 1830 alors que les surfaces en culture ont diminué de 16 % sur la même période (Tableau 9-46). Les surfaces en prairie ont également progressé de 9 %. La part de sols consacrée à la vigne et aux vergers a fortement été réduite.

Tableau 9-46 *Evolution de l'usage des sols de la zone de transposition de 1830 à 2000*

	1830		2000		Variation 2000 /1830
	Surface (ha)	%	Surface	%	
Culture	16 432	65.5	12 503	49.7	-15.8
Forêt	7 177	28.6	8 980	35.7	7.1
Prairie	1 030	4.1	3 266	13.0	8.9
Village	270	1.1	270	1.1	0.0
Pâquis	64	0.3	62	0.2	0.0
Vigne	51	0.2	11	0.0	-0.2
Verger sur prairie	23	0.1	12	0.0	0.0
Carrières	26	0.1	20	0.1	0.0
Etang	9	0.0	12	0.0	0.0
Total	25 082	100.0	25 138	100.0	

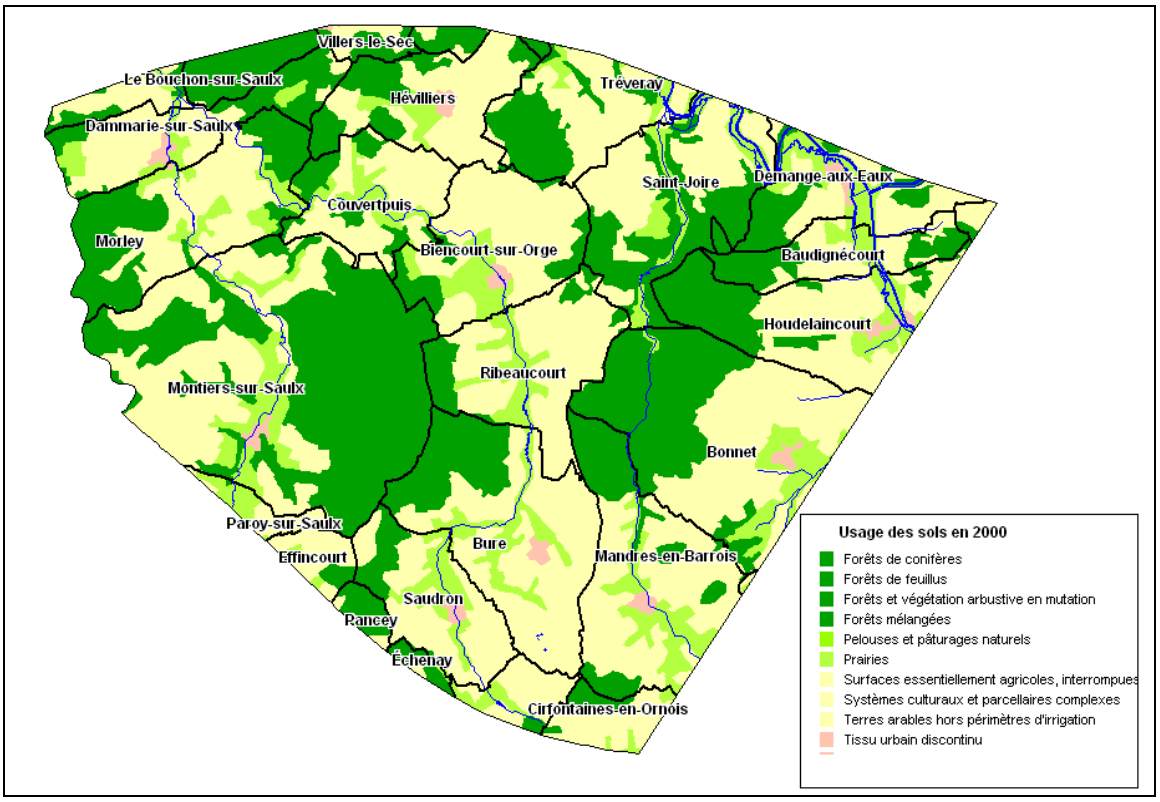


Figure 9-54 Carte d'usage des sols en 2000 (source Corine Land Cover-2000)

La superposition des deux cartes d'usage des sols permet de localiser les zones d'évolution des surfaces forestières (*Figure 9-55*). Sur trois communes (Mandres-en-Barrois, Tréveray et Couvertpuis), des surfaces importantes en forêt ont disparu au profit d'une extension des terres agricoles. Par contre, l'occupation forestière a fortement progressé sur les communes de Morley, Montiers-sur-Saulx et Baudignécourt.

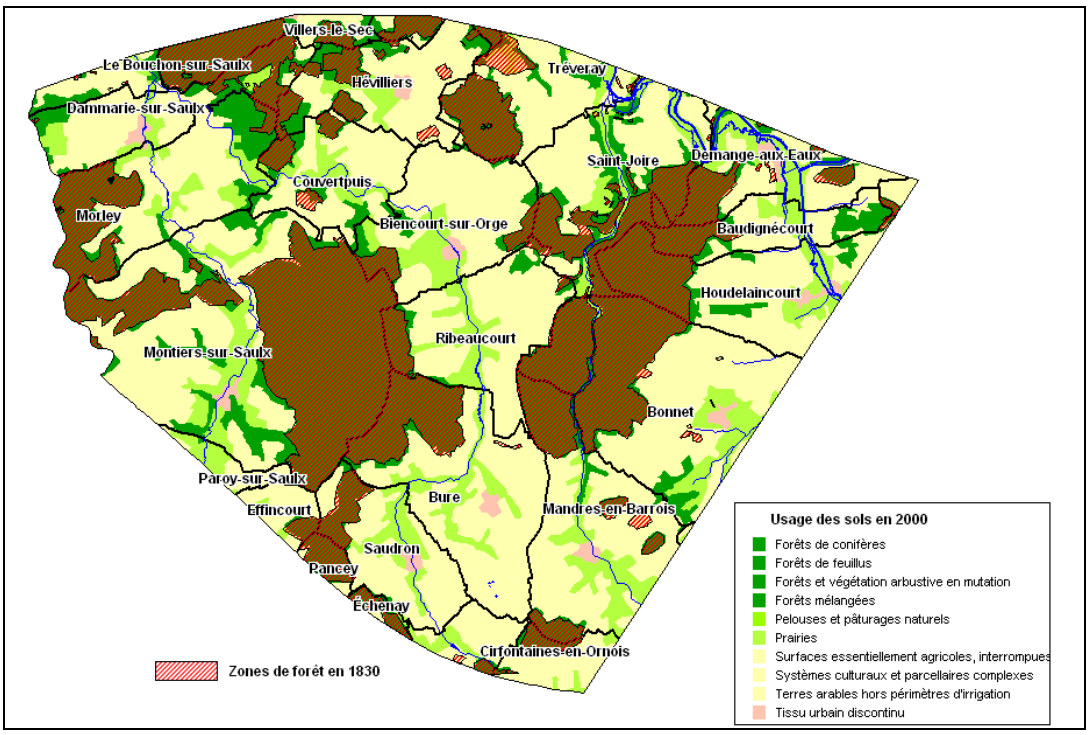


Figure 9-55 Carte de l'évolution des surfaces en forêt de 1830 à 2000

9.6.3 Suivi de l'occupation des sols par satellite

Depuis 2008, l'Andra collecte des données pour un établir un suivi à long terme de l'occupation des sols afin d'en mesurer les évolutions. Parmi les données disponibles à l'échelle de la zone OPE, l'utilisation

des images satellitaires permet d'établir une situation instantanée sans avoir recours à de lourdes phases d'observations de terrain et d'enquêtes. L'exploitation de ces images satellitaires doit faire l'objet d'un traitement spécifique pour établir l'interprétation de la couverture des sols. L'acquisition de ces images peut être facilement reconduite d'une année à l'autre et à différents saisons pour optimiser le niveau d'information ainsi recueilli.

Une première étude a été menée afin d'évaluer les potentialités de l'imagerie SPOT pour réaliser le suivi de l'occupation des sols sur la zone de l'Observatoire Pérenne de l'Environnement et de préciser les méthodes et les données nécessaires en termes de résolution spatiale et de répétitivité temporelle. Pour cette première approche, une image SPOT 5 (Satellite pour l'Observation de la Terre) datant du 2 mai 2007 a été exploitée.

9.6.3.1 Matériel et données

Le satellite Spot5 fait partie de la troisième génération des satellites Spot, et se différencie des précédents par sa haute résolution spatiale. L'introduction du Super-Mode permet en effet la création d'une image à 2,5 mètres de résolution à partir de deux images panchromatiques à 5 mètres acquises simultanément par un même instrument HRG (Haute Résolution Géométrique), avec un demi-pixel de décalage. L'image obtenue par traitement au sol est une image panchromatique à 2,5m, dans la géométrie des deux images à 5m (*Tableau 9-47*).

Tableau 9-47 Résolutions et bandes spectrales de Spot5 (http://www.spotimage.com)

Capteurs	Bandes spectrales	Taille au sol des pixels	Résolutions spectrales
Spot 5	P : panchromatique	2,5 m ou 5 m	0,48 - 0,71 µm
	B1 : vert	10 m	0,50 - 0,59 µm
	B2 : rouge	10 m	0,61 - 0,68 µm
	B3 : proche infrarouge	10 m	0,78 - 0,89 µm
	B4 : moyen infrarouge (MIR)	20 m	1,58 - 1,75 µm

L'image du 2 mai 2007 représente une surface de 60 km x 60 km et a été géoréférencée dans le système de projection Lambert 1 Carto. Pour une meilleure lisibilité, l'image a été réduite à la zone OPE (Figure 9-56).

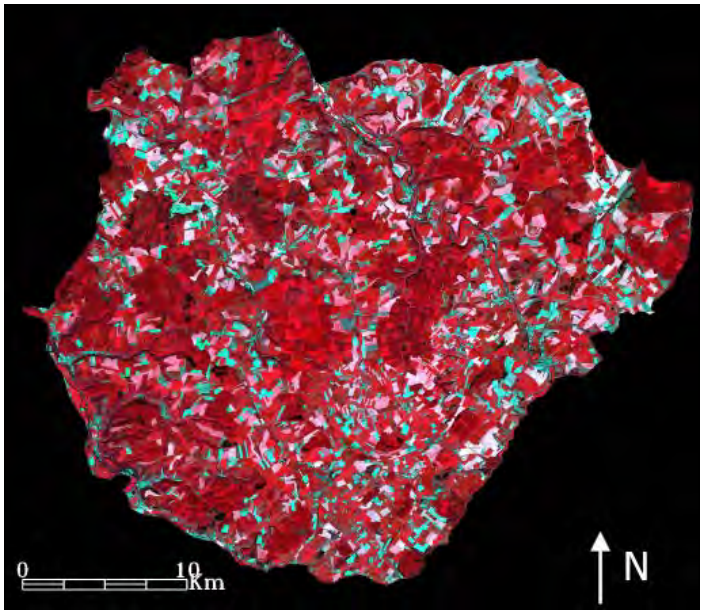


Figure 9-56 Image masquée représentant le site OPE, à une résolution de 20m, composition colorée NIR, G ,B.

9.6.3.2 Résultats et discussion

<u>Détermination des cultures</u>

Les terres agricoles couvrent 513 km², soit 57 % de la superficie totale de l'OPE. Il était donc important d'étudier les possibilités de classification sur ce type d'occupation du sol. Pour réaliser cette classification plusieurs niveaux de résolutions d'images ont été testées (2,5 m, 5 m, 10 m et 20 m)

L'utilisation d'image satellitaire pour établir un suivi de l'occupation des sols avec une résolution spatiale de 10 ou 20 mètres est suffisante et même recommandée pour la classification des cultures.

Cette étude montre également que pour le traitement de l'image, il est préférable d'appliquer une classification supervisée qui est plus pertinente qu'une classification non supervisée, à condition d'être en possession de données de terrain fiables.

Enfin, l'analyse de ces résultats a mis en évidence les limites d'une approche monotemporelle, dues à la ressemblance de certains types de cultures à une période précise de l'année. Pour la détermination des cultures, une approche multi-temporelle prenant en compte le cycle végétatif des cultures est mieux adaptée en appliquant une classification supervisée sur une combinaison de bandes issues d'une approche multi-temporelle, et ce à une résolution de 20 m.

La comparaison des résultats de cette classification finale avec les données des agriculteurs pour la désignation des cultures dans le cadre des déclarations PAC (Politique Agricole Commune) donne des résultats satisfaisants pour cette démarche à l'échelle de la zone OPE (*Tableau 9-48* et *Figure 9-57*).

Tableau 9-48 *Comparaison entre les données de la PAC 2007 et celles de la classification finale*

	STH + gel (prairies)	blé	orge H	orge P	orge (H+P)	colza	maïs	non classés
PAC (en %)	23,0	24,4	-	-	25,0	16,2	2,8	8,6
Classification finale (en %)	22,6	25,6	15,8	11,5	27,3	18,8	5,6	0
Classification finale (en ha)	1121	1270	782	567	1349,0	931	276	0

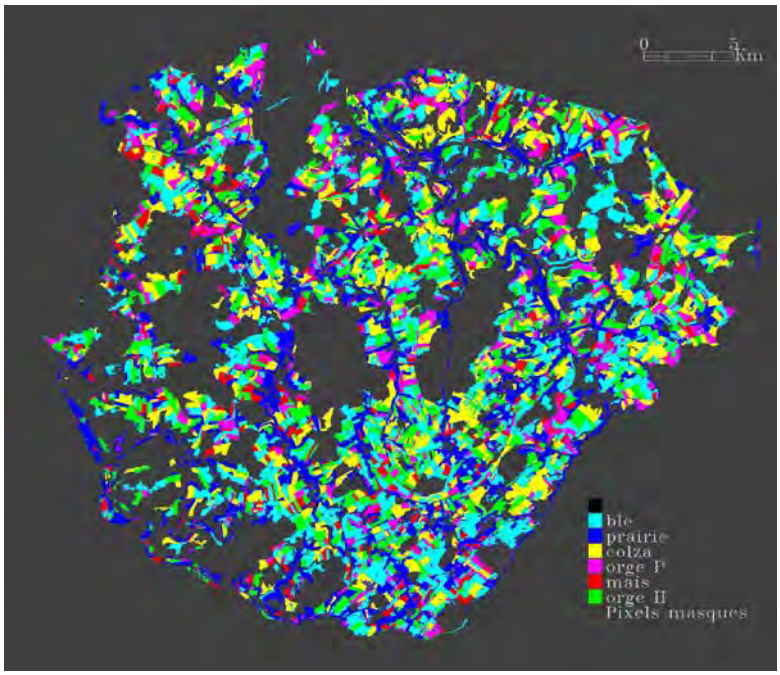


Figure 9-57 *Classification des cultures sur l'ensemble de l'Observatoire Pérenne de l'Environnement, résolution 20m*

Détermination des surfaces boisées

Une nouvelle approche a été utilisée pour ces travaux. En effet, au lieu de se baser uniquement et directement sur les informations spectrales contenues dans les pixels pour créer des classifications, celles-ci ont également été utilisées pour extraire des informations texturales pouvant à leur tour être exploitées pour des classifications.

Les recherches menées sur la classification des forêts ont quant à elles permis dans une certaine mesure d'identifier des paramètres biophysiques, comme l'a montré la classification feuillus/résineux, ainsi que des paramètres structuraux, tels que le diamètre de la couronne des arbres, le taux de couverture relatif

et la distribution de la taille des arbres. La réalisation d'un semivariogramme, communément appelé variogramme, qui est une fonction décrivant le degré de dépendance entre des données spatiales permet de relier la semivariance à une distance entre deux points. Sur la forêt de Montiers-sur-Saulx, il a été possible de montrer que le variogramme du gaulis peu dense a une forme plus arrondie que l'autre, ce qui indique que des arbres de différentes tailles sont présents dans l'image étudiée. Cependant, ils montrent également que la densité n'est pas toujours un facteur de différenciation entre deux parcelles (*Figure 9-58*).

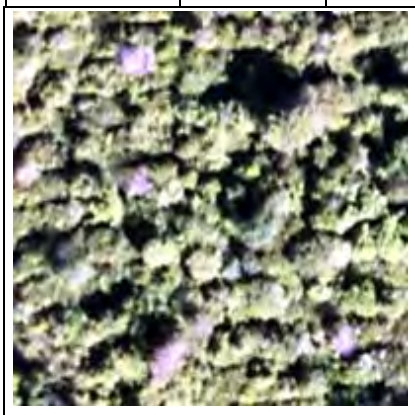
Ces premiers résultats montrent que les critères de texture sont bien corrélés aux paramètres biophysiques et géométriques des couverts forestiers mais que leur interprétation quantitative n'est pas toujours directe. Elle nécessite des mesures de terrain précises et géolocalisées pour étudier les variations spatiales et temporelles de ces critères statistiques.

9.6.3.3 Conclusion

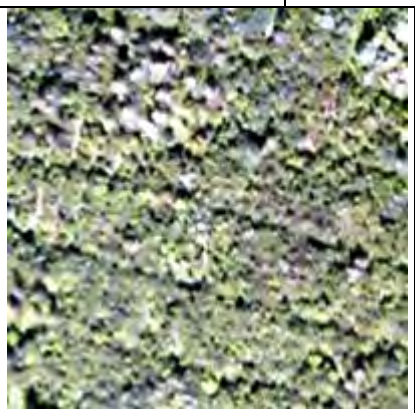
Les résultats de cette étude ont démontré la faisabilité de réaliser un suivi de la couverture des sols de la zone OPE à partir d'images satellitaires selon les spécificités énoncées précédemment. Afin de pérenniser ce suivi, l'Andra a engagé l'acquisition de plusieurs images satellitaires du type Formosat 2 à plusieurs reprises au cours des années 2009, 2010 et 2011(*Tableau 9-49*).

Tableau 9-49 Inventaire des images satellitaires acquises sur la zone OPE

Satellite	Date	Type image	Zone de couverture
SPOT 5	02/05/2007	2,5 m couleur	Zone OPE
FORMOSAT 2	29/06/2009	image orthorectifiée en 2 m couleur	Zone OPE
FORMOSAT 2	05/03/2010	image orthorectifiée en 2 m couleur	Zone OPE
FORMOSAT 2	24/05/2010	image orthorectifiée en 2 m couleur	Zone OPE
FORMOSAT 2	02/05/2011	image orthorectifiée en 2 m couleur	Secteur référence OPE



1 : Gaulis peu dense (point 9) : 558 arbres/ha



2 : Gaulis dense (point 82) : 2829 arbres/ha

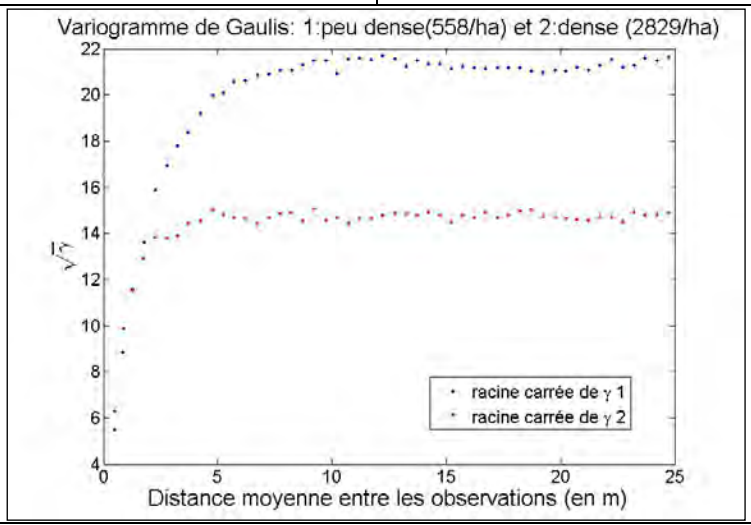


Figure 9-58 Comparaison des variogrammes de gaulis peu dense et dense

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Depuis 2007, l'Observatoire Pérenne de l'Environnement réunit de nombreuses données de l'ensemble des compartiments de l'environnement nécessaires à l'établissement de l'état de référence. L'originalité de ce programme est son observation multidisciplinaire de nombreux domaines de l'environnement sur une durée suffisamment longue pour permettre l'interprétation, la compréhension des observations et la garantie d'une surveillance globale débutant bien avant la construction des installations de stockage et se poursuivant après la phase d'exploitation, soit une durée a minima séculaire. Au-delà de l'aspect réglementaire et de leur aptitude à fournir des données caractérisant l'environnement et son évolution à long terme sous l'effet des contraintes climatiques et anthropiques, les suivis réalisés par l'Observatoire Pérenne de l'Environnement contribuent à l'amélioration de la compréhension des processus qui gouvernent le fonctionnement du système « environnement » de la zone, des milieux qui le composent ainsi que leurs interactions.

Depuis 2009, la zone d'OPE a été ajustée au projet Cigéo avec la définition d'un secteur de référence OPE de 240 km². La majorité des études menées dans le cadre de l'OPE sont pérennisées pour intégrer la variabilité spatio-temporelle des différents domaines de l'environnement. Elles sont menées pour définir et décrire les milieux physiques et biologiques des principaux écosystèmes ainsi que l'activité humaine. La majorité de ces travaux repose sur une approche descriptive formalisée par l'application de protocoles nationaux ou l'intégration dans des réseaux d'observations ou de mesure déjà existants. Les réseaux d'observations ont été adaptés au secteur de référence pour en assurer un suivi pluriannuel pertinent et en mesurer les évolutions à plus ou moins long terme. Cet ajustement préfigure le plan de surveillance qui pourra lui être associé.

Depuis 2010, l'Andra a doté l'OPE d'outils majeurs de recherche dans le cadre de différents partenariats scientifiques en l'équipant d'une station de mesures atmosphériques à Houdelaincourt et de plusieurs stations lourdement instrumentées pour l'étude des cycles biogéochimiques en forêt domaniale de Montiers-sur-Saulx.

CLIMATOLOGIE ET QUALITE DE L'AIR

Sur la base des données météorologiques historiques disponibles sur la zone (stations Météo-France, station sur le site du CMHM, …), une analyse de la climatologie régionale a été réalisée. Elle montre qu'à l'échelle locale, le climat est modulé par des forçages liés principalement à l'hétérogénéité des surfaces, que ce soit des contrastes entre surface terrestre et aquatique, la topographie ou encore l'occupation des sols. Ces hétérogénéités de surface modulent les échanges énergétiques et hydriques et induisent des structures de vents particuliers. Elles laissent donc leurs empreintes sur la répartition spatiale de la température, des précipitations ou des vents ainsi que sur leurs évolutions diurnes. Par ailleurs cette étude, a permis d'établir avec précision la distribution des vents (vitesse et direction).

Pour compléter la description de la variabilité spatiale de la climatologie locale, une modélisation méso-échelle a été réalisée à une maille de 2 km x 2 km. L'analyse des résultats de l'étude micro-climatologique a permis d'expliciter les variations spatiales de certains paramètres météorologiques et donc de déterminer avec plus de précisions l'étendue. Les résultats de cette étude constituent des conditions initiales suffisamment robustes pour modéliser des évolutions climatiques à plus ou moins longues échéances afin d'en mesurer les effets sur les écosystèmes. Enfin, la mise en place du modèle mésoéchelle pourrait également permettre d'évaluer sur la zone OPE les tendances climatiques qu'entraineront l'augmentation des gaz à effet de serre dans l'atmosphère.

La construction d'une station de mesures atmosphériques à Houdelaincourt permettra de mesurer sur le long terme les évolutions des propriétés physiques, chimiques, dynamiques et optiques de l'atmosphère locale et régionale. Sur ce même site, une station de surveillance de la qualité de l'air intégrée dans le réseau ATMOLOR (Surveillance de la qualité de l'air en Lorraine) appartenant au réseau ATMO national regroupant les AASQA (Associations Agrées de Surveillance de la Qualité de l'Air) et une station Météo-France RADOME (Radome, le réseau temps réel d'observation au sol de Météo-France) viennent compléter le dispositif de mesures.

LES SOLS

Pour disposer d'une connaissance suffisamment fine de la pédologie de surface de l'ensemble de la zone OPE, une carte des sols a été réalisée au 1/50 000ème accompagnée d'une notice détaillée des dix unités de sol rencontrées. Cette référence pédologique est une donnée d'entrée indispensable pour l'étude des

écosystèmes et des processus d'évolution supposés sous l'effet de forçages naturels et anthropiques. Plus de 64 % de la surface de la zone OPE sont couverts de sols de plateaux constitués principalement de rendzines brunifiées, de sols bruns calciques superficiels et de sols bruns faiblement lessivés. Quant aux sols de coteaux qui couvrent 27 % de la zone, la moitié d'entre eux sont des rendzines colluviales et pour l'autre moitié des sols bruns calcaires localement hydromorphes. Enfin les sols de fonds de vallons et des vallées ne représentent que 9 % de la surface totale et sont essentiellement des sols brunifiés d'apport colluvial et/alluvial et souvent occupés par les prairies. Pour chaque unité de sol, des profils de références ont fait l'objet de plusieurs analyses physico-chimiques permettant de décrire avec précision les différentes fractions qui les composent.

En 2008 des mesures radiologiques réalisées sur quelques profils de références ont montré que la radioactivité naturelle était essentiellement due, pour sa part tellurique, au ^{40}K ainsi qu'aux chaînes naturelles de radioactivité de l'^{238}U et du ^{232}Th. Pour un de ces sols, une activité importante a été constatée en ^{210}Pb dont l'origine pouvait être associée au flux d'exhalation en radon 222 du sol directement sous-jacent ou aux retombées atmosphériques de ^{210}Pb associé aux précipitations et issu du radon 222 provenant d'autres zones géographiques.

Depuis 2009, plusieurs campagnes d'analyse de sols sont réalisées à l'échelle du territoire de l'OPE pour établir un état de référence détaillé de la qualité des sols : composition physico-chimique, en micropolluants organiques (HAP – PCB) et inorganiques (ETM) ainsi que la diversité biologique des sols (bactéries, champignons et microarthropodes). L'objectif de ce suivi est de mettre en place un réseau de suivi à long terme qui s'inspire et complète les réseaux existants à l'échelle nationale (RMQS) et européenne (type ICP-Forest). Une double approche systématique et typologique (une centaine de sites avec environ un site / 2 km^2) et l'utilisation de protocole type « RMQS » ont été privilégiés afin de bénéficier du retour d'expérience du GISSOL et de son appui méthodologique d'échantillonnage pour la mise en place de ce réseau. Cet état de référence qui sera réalisé sur 4 années couvrira tout le secteur de référence. Les premiers résultats de ces mesures commencent à apporter leurs premiers enseignements en montrant que la gamme de variation de la composition chimique des sols est extrêmement variable. Ces variations reflètent la variation lithologique depuis des horizons superficiels de sols jusqu'à la roche mère. Pour les métaux lourds (Pb, Hg, Zn, Cr...), les teneurs ne sont pas significativement différentes de la valeur moyenne de la croûte continentale excepté pour le Cd qui montre une concentration moyenne relativement haute. La biomasse moléculaire microbienne varie entre 50 et plus de 500µg ADN/g de sol ce qui démontre une forte fluctuation de l'abondance des microorganismes. La confrontation avec les données physico-chimiques des sols montrent que cette biomasse moléculaire est fortement reliée à la teneur en matière organique, à la texture du sol (teneur en argiles) et à la teneur en nutriments minéraux (N, Mg, K). Cependant pour ces premiers résultats, la relation positive avec le C/N et neutre avec le pH montrant que la biomasse augmente avec le C/N et que le pH influence peu l'abondance microbienne des sols ne sont pas en accord avec ceux habituellement trouvés pour le RMQS et suscite de nombreuses interrogations. L'analyse de la biomasse moléculaire en fonction des modes d'occupation des sols montre des résultats assez classiques : une biomasse plus forte en écosystèmes forestiers et prairiaux et plus faible en grande culture. La plus faible biomasse en grande culture s'explique par un couvert végétale moins pérenne, des pratiques agricoles qui peuvent altérer la vie microbienne tellurique (pesticide, labour, ...) et des stocks de matières organiques plus faibles dans ces sols. Le mode d'occupation des sols influence les densités bactériennes et fongiques. Elles sont supérieures dans les systèmes présentant un couvert pérenne (forêts et prairies) par opposition aux systèmes agricoles plus perturbés et anthropisés. Ces résultats sont similaires pour les communautés fongiques. Sur le volet biodiversité des sols, la caractérisation des microarthropodes (acariens et les collemboles) révèle que les sites de grandes cultures présentent des résultats très variables d'un site à l'autre, ainsi qu'une dispersion beaucoup plus grande des résultats sur chacun des sites par rapport aux autres usages et notamment aux forêts. Les espèces épi-édaphiques (collemboles) semblent privilégier les grandes cultures, alors que les espèces eu-édaphique sont plus abondantes en systèmes fermés (friches et forêts notamment).

LES EAUX

L'étude de la qualité des eaux superficielles à travers les données historiques recensées sur la zone OPE et les différents suivis pratiqués en 2007/2008 pour la caractérisation des cours d'eau et 2009/2010 pour l'étude de la variabilité spatio-temporelle ont permis d'en établir un premier état de référence. La qualité générale est principalement marquée par les teneurs en nitrates qui selon les stations conduisent à une qualité évoluant de bonne à médiocre. Cette situation est essentiellement liée au contexte agricole de la zone d'étude. Les stations les moins impactées sont localisées en tête du bassin versant (exemple de l'Ornain). La période estivale étant la plus favorable, du fait du couvert végétal qui assimile et limite le

lessivage des nitrates. La qualité bactériologique des stations étudiées est très variable et évolue entre médiocre et très bonne. La qualité très bonne reste réservée à la station particulière localisée sur le Canal de la Marne au Rhin. La qualité bactériologique des stations est souvent dépendante de l'importance des rejets d'effluents domestiques non ou partiellement traités et de l'accès du bétail aux cours d'eau. La qualité micropolluant est généralement bonne voire très bonne, elle reste toutefois impactée ponctuellement par des teneurs en éléments métalliques qui la déclasse d'un ou de deux rangs par rapport aux seuils fixés par «le bon état écologique». Les éléments métalliques concernés sont le zinc, le cuivre et le chrome. L'origine anthropique de ces contaminations ponctuelles dans le temps et l'espace est fortement suspectée. Il est à noter que les métaux détectés ne se retrouvent pas nécessairement dans les bryophytes analysés simultanément, indiquant leur faible biodisponibilité. La qualité pesticide est constamment très bonne sur l'ensemble des stations. Des traces de molécules phytosanitaires, liées au contexte agricole du secteur d'étude, sont toutefois détectées, sans remettre en cause cette très bonne qualité. Les analyses de métaux sur bryophytes mettent en évidence une qualité généralement très bonne marquée ponctuellement par des déclassements liés à la présence de nickel, mercure ou éventuellement de cuivre. Ces contaminations sont aléatoires dans le temps, sans lien particulier entre les stations considérées. Les sédiments analysés présentent des présomptions modérées de contamination pour les métaux suivants : arsenic, chrome, cuivre, nickel et plomb. Ces contaminations semblent pour partie liée au fond géochimique (arsenic et chrome) ou d'origine anthropique (cuivre, nickel et plomb). Quelques déclassements plus importants mais ponctuels sont observés, surtout lors de la campagne réalisée à l'étiage, en septembre 2008, probablement liés aux caractéristiques physiques des sédiments prélevés. La diminution des débits a permis une meilleure décantation des particules fines sur lesquelles sont fixées préférentiellement les éléments organo-métalliques. Ces niveaux de contamination laissent supposer des flux métalliques sur tous les cours d'eau qui s'accumulent au niveau des sédiments, dégradant progressivement ce compartiment, sans pour autant que cela n'altère la colonne d'eau, comme le montrent les analyses physico-chimiques et les mesures sur Bryophytes. L'étude hydro biologique révèle une stabilité de la qualité biologique du suivi qui s'établit au minimum à «bonne» vis-à-vis des macroinvertébrés comme des diatomées sur l'ensemble des ruisseaux faisant l'objet de ce type d'analyses, hormis sur l'Orge amont fortement influencée par les rejets de la commune de Saudron. Cette étude montre d'abord que les différentes dégradations de la qualité physico-chimique des eaux n'ont pas ou très peu d'impacts sur la vie aquatique au sein des cours d'eau. L'évolution des indices montre ensuite que sur la période d'étude, les milieux étudiés sont stables, rythmés, en ce qui concerne les macroinvertébrés, par le cycle biologique des espèces qui se traduit en septembre 2008 par une augmentation globale de la richesse faunistique provoquant un rééquilibrage de la structure des peuplements.

Concernant les facteurs engendrant les dégradations observées sur les eaux de surfaces, les cinq campagnes de prélèvements réalisées nous permettent d'avancer l'hypothèse de deux origines possibles:

- Une origine souterraine provenant à la fois de la nappe, qui potentiellement relargue des nitrates et des pesticides lorsqu'elle participe aux débits des cours d'eau, et du fond géochimique pouvant expliquer certaines pollutions par les micropolluants (chrome et zinc notamment).
- Une origine superficielle résultant des activités anthropiques recensées sur le secteur de référence OPE : activités agricoles (cultures et élevages) source de nitrates, de pesticides, de métaux et de matières organiques favorisant le développement bactérien, pollution pouvant également provenir des rejets domestiques ; activités industrielles anciennes ou actuelles (ancien chemin de fer sur le bassin versant de l'Ornain ; ancienne fonderie sur la Saulx) pouvant expliquer la présence de certains micropolluants minéraux (Cuivre, Nickel, Plomb…).

L'influence de ces origines sur la qualité des cours d'eau est conditionnée par les facteurs climatiques déterminant le niveau de la nappe, l'intensité des ruissellements, donc du lessivage et l'état végétatif de la flore. Le caractère cyclique des activités anthropiques est également à prendre en compte : période d'utilisation des amendements et des produits phytosanitaires.

En 2010, le LNE[65] a réalisé pour l'Andra une expertise des campagnes 2007/2008 et 2009/2010 afin de définir un réseau pérenne de suivi de la qualité des eaux de surface de la zone OPE. Pour ce nouveau réseau, la sélection de 17 stations dont 6 qui seront instrumentées a été effectuée afin d'assurer un suivi de la qualité de l'eau de l'amont à l'aval du secteur de référence OPE. Le suivi pérenne de suivi des eaux superficielles qui sera mis en place dès 2011 en partenariat avec l'AESN[66] intégrera les réseaux nouvellement définis en application de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) et appliquera les programmes d'analyses pour non seulement répondre aux objectifs industrielles de l'Andra mais également permettre l'évaluation de l'état écologique et chimique des différentes masses d'eau selon les critères de la DCE.

[65] LNE : Laboratoire National de Métrologie et d'Essais
[66] AESN : Agence de l'Eau Seine Normandie

Pour le suivi des eaux souterraines de la zone OPE, 7 forages ont été sélectionnés en fonction de leur situation géographique pour assurer une surveillance de l'évolution de la qualité des eaux mais également aider à l'étude de la compréhension des transferts avec les eaux superficielles. Le choix des paramètres et la fréquence des analyses sont calés en cohérence avec les programmes de contrôle nouvellement définis dans le cadre de la DCE.

L'étude de la qualité des eaux souterraines **des calcaires du Barrois** a révélé que les ouvrages localisés dans ou à proximité de la zone OPE sont majoritairement caractérisés par des déclassements fréquents liés aux teneurs en nitrates dont l'origine est agricole, et à la présence de bactéries pathogènes. Le contexte karstique de la zone d'étude favorise le transfert rapide et important des éventuelles pollutions répandues sur les formations superficielles vers les réservoirs souterrains. Dans le cadre des premières campagnes de suivi de la qualité des eaux souterraines mises en place sur la zone OPE en 2007/2008, six piézomètres et un captage AEP (Alimentation en Eau Potable) avaient fait l'objet de suivis spécifiques pour contrôler la 1ère aquifère rencontrée des calcaires du Barrois. Les résultats ont montré des situations contrastées concernant l'importance des contaminations en pesticides. Ainsi, les forages de la plateforme du CMHM et le forage de la côte de Blussey voient la qualité de leur état patrimonial évoluer de «bonne» (eau de composition proche de l'état naturel, mais détection d'une contamination anthropique) à très «mauvaise» (dégradation très importante par rapport à l'état naturel). La molécule la plus impactante est le Diuron (matière active de type herbicide). Cette situation résulte de la fragilité de l'aquifère des calcaires du Barrois par rapport aux activités anthropiques de surface. Le caractère karstique du milieu et des écoulements au sein de l'aquifère, facilitant les transferts rapides et en quantité abondante, car non filtrées, de substances superficielles, occupe une place importante dans ce constat.

Ce suivi des eaux superficielles et souterraines a été complété par un fond radiologique dont les résultats ont montré qu'ils étaient compatibles avec les valeurs publiées par l'IRSN67 soit dans le cadre des synthèses annuelles des résultats des réseaux de surveillance (années 2004 à 2006) soit disponible sur le site internet de l'IRSN.

LES ZONAGES DE PROTECTION/CONSERVATION DU PATRIMOINE NATUREL

Il existe quelques périmètres officiels de protection/conservation du patrimoine naturel dans le secteur de référence OPE. Ceux-ci sont localisés en deux secteurs : la vallée de l'Ormançon et le canal de la Marne au Rhin (un site Natura 2000, deux ZNIEFF[68] et un ENS[69]). La vallée de l'Ormançon cumule ces 3 statuts qui concernent en grande partie des milieux forestiers. Autour de l'aire d'étude, le patrimoine naturel est plus riche avec cinq Natura 2000, vingt ZNIEFF de type I, une ZNIEFF de type II et vingt-deux ENS.

LA FLORE ET LES HABITATS

En premier lieu, ont été inventoriés les différents types d'habitats naturels ou anthropiques présents sur la zone d'étude. Pour cela, plusieurs études ont été menées pour établir la répartition géographique et définir les caractères physiques et biologiques des différents habitats à partir des observations de terrain (faune, flore, hydrographie, géomorphologie…).

A l'exception des sites forestiers déjà bien décrits dans les périmètres officiels du patrimoine naturel, l'étude des habitats en milieu ouvert a permis d'identifier 8 habitats patrimoniaux au sein de la zone d'étude dont plusieurs d'entre eux répondent aux caractéristiques des fiches habitats de type Natura 2000, liste rouge de Champagne-Ardenne ou liste ZNIEFF de Lorraine.

Les premières recherches bibliographiques sur la flore ont montré qu'il existait assez peu de données à l'intérieur du secteur de référence. Parmi les 13 espèces végétales remarquables et/ou protégées régulièrement citées, la majeure partie d'entre elles sont associées à des milieux boisés. Les différents inventaires floristiques menés sur l'ensemble de la zone d'étude en 2009 (inventaire sur un maillage systématique) et 2010 (protocole Vigie-Flore) ont permis d'observer 19 espèces remarquables dont 2 protégées (liste Lorraine : Filipendula vulgaris et Galium boreale).

Au cours des années 2007 et 2008, un important travail d'inventaire forestier a été pratiqué sur 110 points par de l'INRA de Champenoux. La futaie adulte représente 42 % des points inventoriés. Au stade adulte, les essences les plus représentées sur la zone d'étude sont le hêtre (38 %) et le charme (34 %). Le chêne (11%) et l'érable (7 %) sont également présents mais moins fréquents. Au stade fourré, le hêtre et

[67] IRSN : Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire
[68] ZNIEFF : Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique
[69] ENS : Espace Naturel Sensible

le charme restent les essences les plus représentées, elles le sont dans des proportions inverses par rapport à celles rencontrées lorsqu'il s'agit de peuplements plus matures. Les essences les plus représentées au stade fourré sont le merisier, le noisetier, l'aubépine, le saule, le chêne (3 %), et le bouleau. La flore forestière est riche en espèces végétales vasculaires mais cependant banale. Aucune espèce rare ou protégée n'a été observée dans le cadre de réseau. L'étude de la quantification de la biomasse forestière par modélisation et l'analyse des risques à long terme d'une généralisation des exploitations totales de biomasse dans les Chênaies/Hêtraies de plaine a montré que la production de biomasse du peuplement était peu sensible à l'effet du type de sol. Cependant, l'analyse des éléments minéraux contenus dans l'arbre montre des gradients de concentration en lien avec les caractéristiques du sol. Au niveau de la production de biomasse, il apparait que les peuplements utilisent la ressource minérale d'autant plus efficacement que celle-ci est limitée, ce qui permet à la production ligneuse de rester constante. Les résultats obtenus dans le cadre de cette étude permettre d'établir des recommandations concernant les «bonnes pratiques» s'appliquant à la gestion forestière en conditions de fertilité variables (limiter l'exportation des rémanents de certaines parcelles forestières, adapter la fréquence de mise en exploitation…).

LES INVENTAIRES FAUNISTIQUES

Parmi les inventaires faunistique effectués sur le secteur de référence OPE, le Suivi Temporel des Oiseaux Communs montre une bonne représentativité des différents milieux naturels. Depuis 2008, 97 espèces d'oiseaux ont été contactées. Parmi celles-ci, 14 sont des espèces dites «ubiquiste», 17 sont spécialistes des milieux agricoles, 13 sont spécialistes des milieux bâtis et enfin 15 sont spécialistes des milieux forestiers ; soit un total de 59 sur les 65 espèces indicatrices définies par le CRBPO70. En regroupant les espèces par spécialisation, on constate que les tendances nationales sont globalement suivies pour les espèces spécialistes des milieux forestiers (en diminution sur la période 2008-2010) et pour les espèces généralistes (en augmentation sur la période 2008-2010) au niveau local. Parmi les espèces contactées en 2010 sur les carrés STOC-EPS, 11 d'entre elles sont inscrites à la liste des espèces "déterminantes ZNIEFF" établie par la DREAL Lorraine dont la Chouette hulotte, le Cincle plongeur, le Faucon crécerelle et le Faisan de Colchide pour les moins fréquents.

Parmi les 34 espèces de chiroptères recensées en France métropolitaine, 24 sont représentées en Champagne-Ardenne et 22 en Lorraine. Elles sont réparties en quatre familles (les Rhinolophidés, les Vespertilionidés, les Minioptéridés, les Molossidés). Seules deux espèces sur quatre de la famille des Rhinolophidés et 16 sur 28 de la famille des Vespertilionidés sont observées dans la zone d'étude. Les premières campagnes de suivi de l'activité chiroptérologique en 2009 et 2010 sur 41 points d'écoute ont confirmé la présence de 16 espèces sur le secteur de référence. Les Pipistrelles sont les plus abondamment notées ; suivent les espèces du groupe "Myotis", pour laquelle la quantité de contacts est très proches du groupe "Sérotines" ; enfin les Noctules sont les plus rares. Les premières tendances de ces suivis révèlent que les points en "culture" ont une fréquence globale de contacts plus faible que les autres milieux. Les points "prairie" ont la fréquence globale la plus élevée pour les 2 années.

La zone OPE représente un vaste territoire de chasse dont 60 % est couvert par des ACCA et 85 % par des plans de chasse. En 2008, contrairement aux fortes augmentations des tableaux de chasse au niveau national, en Meuse et en Haute-Marne, les prélèvements de chevreuil stagnent dans le secteur de référence. Le taux de prélèvement moyen du chevreuil sur le secteur de référence est de 2,49 individus par an et par km² contre 1,78 en Haute-Marne, 1,73 en Meuse et seulement 0,83 au niveau national. De 1997 à 2007, les prélèvements de sangliers augmentent de plus de 130 %, avec plus de 9 100 individus prélevés en dix ans (soit une moyenne annuelle de plus de 900 individus). Le secteur de référence OPE apparaît donc comme une zone à forte population de grands ongulés souvent à l'origine de collisions routières (0,17 collision par km en 2008 contre 0,05 au niveau national) et de dégâts agricoles importants pour lesquels les indemnisations ont été multipliées par 3 en 4 ans. Au cours de la saison de chasse 2009/2010, l'étude des populations de chevreuils et des sangliers menée sur plusieurs lots a montré que les masses corporelles des chevreuils adultes étaient proches de celles du territoire de référence de Trois-Fontaines (Secteur de Saint-Dizier). Celle des jeunes serait quant à elle inférieure et pourrait être le fruit d'un dysfonctionnement récent de la population de chevreuils. Pour le sanglier, l'analyse morphologique des animaux abattus révèle que celui des animaux de moins d'un an et des mâles adultes de la zone OPE est légèrement supérieur à celui du territoire de référence d'Arc-en-Barrois. Dès 2011, une étude spécifique des dynamiques des populations sera engagée en équipant plusieurs individus de capteurs biométriques. Il s'agira d'analyser les déplacements de chevreuils et de sangliers à l'échelle d'un territoire.

[70] CRBPO : Centre de Recherches par le Baguage des Populations d'Oiseaux

La recherche bibliographique sur les insectes de la zone OPE a permis d'établir une liste de 301 espèces déjà observées dont deux protégées au niveau international et au niveau national (Cuivré des marais et Agrion de Mercure) et 35 autres espèces inscrites sur liste rouge de Champagne-Ardenne et sur la liste des espèces déterminantes de Lorraine. Au cours des campagnes d'inventaire de 2008 et 2009, 251 observations concernent des espèces remarquables, soit 7,6% de l'ensemble des données. Deux espèces protégées et 56 espèces patrimoniales ont été identifiées. 6 zones de grands intérêts regroupant plus de 10 espèces remarquables ont été recensées sur l'aire d'étude.16 espèces déterminantes de Lorraine et 12 espèces inscrites sur les listes rouges de Champagne-Ardenne ont été observées et seulement une seule des deux espèces protégées (le Cuivré des marais).

Le suivi spécifique apicole mené en 2009 a montré qu'il s'agissait d'une apiculture de loisir pratiquée par 57 apiculteurs propriétaires de 77 ruchers. La majorité des apiculteurs ne possèdent qu'un seul rucher (10 ruches par apiculteur et 7,7 ruches en moyenne par rucher). L'étude de la qualité des miels pratiquée sur 17 échantillons collectés dans la zone OPE a montré que les critères de qualité analysés dépendaient étroitement de l'origine botanique des miels, et d'autres étaient davantage liés aux pratiques apicoles, aux conditions de stockage du miel, à son âge La détermination palynologique sur 19 échantillons de miel a révélé la présence de 34 taxons floristiques dominés par le colza, les arbres fruitiers, la plantes calcicoles et le châtaigner bien que peu fréquent dans le secteur. Dès 2011, un réseau de 4 ruches instrumentées pour étudier la sensibilité des abeilles sera mis en place dans plusieurs écosystèmes.

Les 12 pêches électriques pratiquées selon le protocole de détermination de l'IPR en 2009/2010 sur 7 cours d'eau de la zone OPE ont mis en évidence que 30 % des situations de pêches sont classées mauvaises, 16 % de médiocre et 33 % de bonne. Ces pêches ont confirmé la situation de très mauvaise qualité piscicole de l'Orge. La Saulx présente une forte variabilité de la qualité piscicole tout au long de son linéaire qui semble dépendre des activités industrielles localisées dans son bassin-versant. Pour les petits cours d'eau (Le Mont, l'Osne et Ru de Nant) la qualité piscicole est bonne. Sur les 27 espèces de poissons recensées, 5 d'entre elles (chabot, truite, loche franche, chevaine et vairon) largement présentes dans plus de 50 % des points étudiés, reflètent la typologie dominante des cours d'eau de la zone OPE, à savoir 78% du réseau classé en 1ère catégorie piscicole. 94% des cours d'eau échantillonnés appartiennent à cette catégorie. Les espèces les moins fréquentes (Spirlin, Perche-soleil, Truite-arc-en-ciel, Rotengle, Pseudorasbora) ont été capturées majoritairement sur les grands cours d'eau (Marne, Ornain).

Parmi les 18 espèces d'amphibiens inventoriées en Lorraine pour lesquelles des mesures de conservation ont été définies au niveau européen, national ou régional, 12 d'entre elles ont été observées dans la zone d'étude de l'OPE. Pour le suivi de la dynamique des populations, 731 amphibiens ont été dénombrés l'automne 2010 et plus de 5 171 à l'automne 2011. Des différences importantes sont été observées d'une campagne à l'autre et selon les sites de capture (24 % à Montiers-sur-Saulx, 65 % à Biencourt-sur-Orge et 11% à Saint-Joire alors qu'au printemps 2010). Le premier suivi d'abondance des Amphibiens réalisé en 2010 sur les 10 sites sélectionnés a permis de comptabiliser 7 espèces d'Amphibiens dont 4 espèces anoures (l'Alyte accoucheur, le Crapaud commun, la Grenouille rousse et la Grenouille verte) et 3 espèces d'urodèles (le Triton alpestre, le Triton ponctué et la Salamandre tachetée). Le Triton palmé recensé au printemps 2009 n'a pas été recontacté cette année. Comme pour les données STOC, les observations faites sur les amphibiens sont intégrées dans la base du MNHN.

Les données floristiques et faunistiques collectées à ce jour confirment la richesse de la biodiversité des écosystèmes étudiés et la présence de plusieurs espèces protégées. Ces données de terrain recueillies sur la zone OPE sont complétées par les données du Muséum National d'Histoire Naturelle qui gère et collecte les données d'un réseau d'associations pour la protection de la nature, présentes sur une zone plus étendue (Programme Vigie-Nature). L'objectif de ces études est surtout de mettre en évidence les populations les plus vulnérables aux changements du milieu (climat, pollution) et les populations charnières (dans la chaîne alimentaire).

En 2009/2010, les analyses de micropolluants organiques pratiquées dans différentes matrices agroalimentaires ainsi que dans divers bioindicateurs ont montré plusieurs anomalies importantes par rapport aux valeurs de référence disponibles (réglementaires et bibliographiques). Ces anomalies concernent non seulement la présence excessive de certains métaux lourds dans des matrices végétales (céréales, légumes, champignon) et animales (gibier) ainsi que des teneurs anormalement élevées de PCB (maïs, œufs et gibiers). Certains de ces polluants sont d'origine naturel (exemple de quelques métaux) mais pour la majorité d'entre leur présence est d'origine anthropique liée à des activités industrielles historiques et actuelles (fonderies…) mais également agricoles (fertilisation et produits phytosanitaires).

LA DESCRIPTION DES ACTIVITES HUMAINES

La zone d'étude de l'Observatoire Pérenne de l'Environnement regroupe 82 communes dont la moitié d'entre elles compte moins de 100 habitants. Toutes ces communes s'inscrivent dans des espaces de faibles peuplements avec des densités de populations de moins de 22 hab./km² (11 hab./km² pour le secteur de référence) largement inférieures à la moyenne nationale de 108 hab./km². La déprise démographique s'est enclenchée depuis la fin du 19e siècle. L'arrêt des activités d'extraction du minerai participe à cette réaction en chaîne et les communes du plateau perdent progressivement leur nombre d'habitants. Cette perte du potentiel humain engendre des mutations économiques conséquentes. Toutes les activités d'artisanat et le commerce local s'effondrent en l'espace d'un siècle. Le caractère rural de ce territoire est confirmé par une activité économique peu développée, par une dispersion importante des services publics et par une faible proportion des entreprises de service. Les principales entreprises du secteur de référence sont essentiellement dans les domaines de la fabrication de meubles, de la fromagerie, de la fonderie et de la construction. Les rares commerces recensés au sein de la zone sont principalement de petits commerces alimentaires. La répartition de la population par activité professionnelle montre une prédominance d'ouvriers et de retraités et une part plus importante d'agriculteurs par rapport aux données départementales.
Les activités agricoles sont très importantes et occupent une large partie des sols. Les productions agricoles sont essentiellement céréalières et oléagineuses, ou destinées à l'alimentation animale notamment dans les 3 vallées (Vallée de l'Orge, Vallée de la Saulx, Vallée de l'Ornain). L'élevage bovin est largement prépondérant bien que l'on note la présence de quelques troupeaux d'ovins. Les exploitations agricoles de la zone OPE comptent parmi les plus grandes des départements de la Meuse et de la Haute-Marne avec une surface agricole utile de plus de 150 ha. Elles sont majoritairement sous forme sociétaire et plus de la moitié d'entre elles ont un troupeau de bovins qui a fortement évolué vers une production de viande au gré des orientations de la Politique Agricole Commune. La production laitière reste importante pour une transformation fromagère AOC[71] Brie de Meaux. Plus de 80 % du secteur de référence est en zone AOC avec la présence d'une fromagerie à Biencourt-sur-Orge qui assure 33 % du volume total de la production AOC et plus de 65 % de l'appellation en Meuse.

****

Après quatre années d'études de l'Observatoire pérenne de l'environnement, les principaux écosystèmes de la zone OPE ont fait l'objet de plusieurs inventaires faunistiques et floristiques et d'une caractérisation relativement fine des milieux physiques, biologiques et humains. A ce jour, la majorité de ces travaux repose sur une approche descriptive formalisée par l'application de protocoles nationaux et l'intégration dans des réseaux d'observations ou de mesure déjà existants.
Parallèlement à ces études, l'Andra a entrepris la construction de sites expérimentaux lourdement instrumentées qui permettront d'entreprendre de vastes programmes de recherche avec la collaboration de la communauté scientifique :

- les stations de mesure des flux de matières et d'énergie entre le sol, l'eau, l'air et la biosphère dans les écosystèmes forestiers (site de Montiers-sur-Saulx) et agro-systèmes (prairie et culture à Osne-le-Val). Il s'agit d'étudier les interactions entre différents compartiments de l'environnement tout en combinant sur un même site différentes disciplines (la biogéochimie, l'écophysiologie, la microbiologie, la foresterie.). Ces sites offrent l'opportunité d'observer l'environnement selon une approche d'écologie fonctionnelle intégrée.
- la station de mesure atmosphérique dédiée au suivi climatique, au suivi de la qualité de l'air et aux prélèvements d'échantillons d'air et de particules. Cette station atmosphérique située à Houdelaincourt permet de mesurer, en continu, et à très long terme, la qualité de l'air et les gaz à effet de serre. Cette station s'inscrit dans l'infrastructure européenne ICOS (Integrated Carbon Observation System), dont l'objectif est de développer l'observation de l'air et des gaz à effet de serre sur l'ensemble de l'Europe.
- les stations de suivi du milieu aquatique installées sur les deux principaux cours d'eau l'Orge et La Saulx avec l'appui de l'Agence de l'Eau Seine-Normandie et du Laboratoire National de Métrologie et d'Essais. Ce réseau permettra d'engager un vaste programme d'étude de la variabilité spatiotemporelle de la qualité des eaux en tête de bassin versant sur une zone hydrographique complexe par son contexte karstique et pour laquelle le suivi ponctuel est souvent insuffisant.

En 2013, l'Andra se dotera d'une écothèque qui lui permettra de conserver à long terme les échantillons de 43 matrices prélevés dans le cadre de l'Observatoire. Elle garantira la traçabilité des mesures environnementales.
La poursuite de ces études au cours des prochaines années contribuera à l'élaboration de l'état de référence et à la compréhension des processus qui gouvernent le fonctionnement des écosystèmes ainsi qu'à leurs interactions.

[71] AOC : Appellation d'Origine Contrôlée

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Agreste Lorraine, 2006 : L'annuaire agreste Lorraine de l'année 2006, Direction Régionale de l'Agriculture et de la Forêt Service Régional de l'Information Statistique et Économique de Lorraine (SRISE).

Agreste Haute-Marne, 2007 : L'agriculture en Haute-Marne, Direction Régionale de l'Agriculture et de la Forêt Service Régional de l'Information Statistique et Économique de Champagne Ardenne (SRISE).

Andre F., Jonard M. & Ponette Q., 2010. Biomass and nutrient content of sessile oak (Quercus petraea (Matt.) Liebl.) and beech (Fagus sylvatica L.) stem and branches in a mixed stand in southern Belgium. Sci Total Environ, 408, 2285-94

Andre F., Ponette Q., 2003 : Comparaison of biomass and nutrient content between oak (Quercus petraea) and hornbeam (Carpinus betulus) trees in a coppice-with-standards stand in Chimay (Belgium). Annals of Forest Science, 60, 489-502.

Antéa, 1997 : Projet Est de la France modélisation hydrologique du système aquifère des calcaires de Barrois phase 1 collecte des données et études. Rapport Andra n° D.RP.0ANT.97.061.A.

Antéa, 2004 : Actualisation des données climatiques et hydrologiques du site de Meuse/Haute-Marne. Rapport Andra n° D.RP.0ANT.04.035.A.

Arthur L., Lemaire M., 2009 : Les chauves-souris de France, Belgique, Luxembourg et Suisse. Biotope, Mèze (collection Parthénope) ; MNHN, Paris, 544 pages.

Avila A., Alarcon M., Queralt I., 1998 : The chemical composition of dust transported in red rains - Its contribution to the biogeochemical cycle of a Holm oak forest in Catalonia (Spain). Atmospheric Environment 32, 179-191.

Bardgett R.D., Cook R., 1998 : Functional aspects of soil animal diversity in agricultural grasslands. Appl. Soil Ecol. 10, 263-276.

Bachelier G., 1978 : La faune des sols, son écologie et son action, Orstom édition, Paris, pp. 391.

Becu D., Fauvel B., 2005 : Méthode pour le suivi de l'activité des chauves-souris : diverses applications et définition de protocoles pour le suivi des réserves de l'ONF. XXVIIIe congrès francophone de la SFEPN – actes du colloque, p. 63-70.

Buée M., Maurice JP., Zeller B., Andrianarisoa S., Ranger J., Courtecuisse R., Marçais B. Le Tacon F., 2011: Influence of tree species on richness and diversity of epigeous fungal communities in a French temperate forest stand. Fungal Ecology. 4 :22-31.

Cahiers d'habitats Natura 2000 : espèces animales (tome VII) (2004) Ministère de l'écologie, 360p.

Charlon N., 1962 : Relation entre métabolisme respiratoire chez les poissons, teneur en oxygène et température. Extrait Bull. Soc. Histoire Naturelle de Toulouse, 105, 1-2, 136-156.

Clarkson D.T., 1988 : The uptake and translocation of manganese by plant roots. In: Manganese in Soils and Plants. Kluwer Academic Dordrecht.

Cluzeau D., Pérès G., Guernion M., Chaussod R., Cortet J., Fargette M., Martin-Laurent F., Mateille T., Pernin, C., Ponge J.F., Ruiz-Camacho, N., Villenave, C., Rougé, L., Mercier, V., Bellido, A., Cannavacciulo, M., Piron, D., Arrouays, D., Boulonne, L., Jolivet, C., Lavelle, P., Velasquez, E., Plantard, O., Walter, C., Foucaud-Lemercier, B., Tico, S., Giteau, J.-L., Bispo, A., 2009 : Intégration de la biodiversité des sols dans les réseaux de surveillance de la qualité des sols : exemple du programme pilote à l'échelle régionale, le RMQS BioDiv. Etude et gestion des sols 16, 187-202.

Coineau Y., Cleva K., du Chatenet, G., 1997 : Ces animaux minuscules qui nous entourent. Delachaux et Niestlé.

Conservatoire Des Sites Lorrains, 2004 : Pré-atlas de répartition des Amphibiens et Reptiles de Lorraine. Commission Amphibiens et Reptiles. CD Rom.

Coppa G., 2002 : Etude entomologique du ruisseau de l'Ormançon, commune de Saint-Joire, département de la Meuse. Insecta : Trichoptera, Ephemeroptera, Odonata. Groupe Régional Etude Faune Flore Ecosystèmes, 12p.

Cortet J., Gomot-De Vauflery A., Poinsot-Balaguer N., Gomot L., Texier C., Cluzeau D., 1999. The use of invertebrate soil fauna in monitoring pollutant effects. European Journal of Soil Biology, 35, p 115-134.

Cortet J., Gillon D., Joffre R., Ourcival J.M., Poinsot-Balaguer N., 2002 : Effects of pesticides on organic matter recycling and microarthropods in a maize field: use and discussion of the litterbag methodology. European Journal of Soil Biology, 38, p 261-265.

Cortet J., A. Gomot de Vauflery et al. (1999) : "The use of invertebrate soil fauna in monitoring pollutant effects." European Journal of Soil Biology 35(3): 115-134.

Deharveng L., 2004a : Fauna Europaea: Collembola. In Fauna Europea Version 1.1. http://www.faunaeur.org.

Deharveng l., 2004b : Recent advances in Collembola systematics. Pedobiologia, 48, p 415-433.

Delorme D., Van Laere G., Gaillard J.M., Klein F.; 2007 : Faune sauvage 275 : La phase juvénile chez le chevreuil, un élément déterminant pour orienter la gestion de l'espèce.

DIREN Lorraine, 2009 : Utilisation du portail CARMEN pour l'actualisation des données d'inventaires et de protection.

DREAL Champagne Ardenne, 2009 : Utilisation du portail CARMEN pour l'actualisation des données d'inventaires et de protection.

DRE Champagne-Ardenne / SOPAT, 2005 : Typologie de la Champagne-Ardenne Structuration et dynamique des territoires.

Dufrene L., 2009 : Rapport de Master 1 : Influence de l'habitat sur l'abondance des chiroptères communs en activité de chasse. Université Paris-Sud 11, MNHN ; 30 pages + annexes.

Dupouey J.L., Bachacou J., Cosserat R., Aberdam S., Vallauri D., Chappart G., Corvisier de Villèle M.A., 2007 : Vers la réalisation d'une carte géoréférencée des forêts anciennes de France, Le Monde des Cartes, 191, 85-98.

Elliot J.M., 1981 : Some aspect of thermal stress on freshwater teleost. In "Stress and Fish", EdA.D. Pickering, Academic Press London.

Elliot J.M., 1982 : The effects of temperature and ration size on the growth and energetics of salmonids in captivity. Comp. Biochem. Physiol., Vol. 73b, 81-91.

Elliot J.M., 1995 : A new improved growth model for brown trout, Salmo trutta. Functional Ecology, 9, 290-298.

Elliot J.M., Hurley M.A., 1998 : A new functional model for estimating the maximum amount of invertebrate food consumed per day by brown trout, Salmo trutta. Freshwater Biology, 39, 339-349.

Faune sauvage n°275, 2007 : La longueur de la patte arrière : un indicateur fiable du suivi des populations de chevreuils en forêt.

F.D.A.A.P.P.M.A. de Haute-Marne, 2004 : Actualisation du Schéma Départemental des Vocations Piscicoles de Haute-Marne. Bureaux d'études Asconit consultants, Sialis, Téléos. 3 000 p.

F.D.P.P.M.A. 55, 2006. Plan Départemental pour la Protection du milieu aquatique et la Gestion des ressources piscicoles

Floraine, 2009 : l'association des botanistes de Lorraine a décidé de mener, en partenariat avec de nombreuses structures lorraines (conservatoire botanique de Nancy, DIREN, Parc Naturel Régional de Lorraine, ONF...), un atlas de la flore de Lorraine.

Gasc A., 2008 : Etude de l'influence des variables d'habitats sur l'abondance des activités de chasse mesurée dans le cadre du suivi chauves-souris du programme Vigie-nature. MNHN ; 45 pages.

Goudie A.S., Middleton N.J., 2001 : Saharan dust storms: nature and consequences. Earth-Science Reviews 56, 179-204.

Haury J., Ombredane D., Bagliniere J.L., 1991 : L'habitat de la truite commune (Salmo trutta, L.) en eaux courantes. In Baglinière, Maisse : La truite : biologie et écologie, 25-46, INRA Publ., Paris.

Humphries J.M., Stangoulis J.C.R., Graham R.D., 2006 : Manganese. In: Handbook of plant nutrition. University of Adelaide Adelaide, Australia.

Hydroinvest, 2003 : Laboratoire de Recherche Souterrain De Meuse/Haute-Marne, synthèse hydrogéologique des calcaires du Barrois. Bilan des connaissances géologiques et hydrogéologiques sur le site de l'Est. Rapport Andra n° D.RP.0HYN.03.004.

IFEN, 2009 : Commissariat général du développement durable Service de l'Observation et des données statistiques.

IFN, 2008 : La forêt en France métropolitaine, Inventaire Forestier National.

INSEE, 2007 : Données INSEE (agricoles, structure de la population, territoire, logement, formation, entreprises, tourisme et accueil).

INSEE, 2009 : Données INSEE (agricoles, structure de la population, territoire, logement, formation, entreprises, tourisme et accueil).

ISO, 2006a : Qualité du sol -- Prélèvement des invertébrés du sol -- Partie 1: Tri manuel et extraction au formol des vers de terre.

ISO, 2006b : Qualité du sol -- Prélèvement des invertébrés du sol -- Partie 2: Prélèvement et extraction des micro-arthropodes (Collembola et Acarina).

Jiguet F., 2001 : Programme STOC-EPS. Bilan de la relance du réseau national en 2001. *Ornithos* 8-6 : 201-207.

Jiguet F., 2008 : Suivi Temporel des Oiseaux Communs. Bilan du programme STOC pour la France en 2007. Ornithos 15-2 : 73-83.

Jiguet F., Julliard R., 2003-2006 : Suivi Temporel des Oiseaux Communs. Bilan du programme STOC pour la France en 2002. *Ornithos* 10-5 : 193-201.

Jiguet F., Julliard R., 2007 : Suivi Temporel des Oiseaux Communs. Bilan du programme STOC pour la France en 2006. Ornithos 14-2 : 73-79.

Jolivet C., Boulonne L., Ratie C., 2006 : Manuel du Réseau de Mesures de la Qualité des Sols, édition 2006 Unité Infosol. INRA Orléans, France, pp. 190.

Jonard M., André F., Ponette Q., 2009 : Cycle des éléments et évaluation de la fertilité chimique en forêt. Forêt Wallonne, 98, 60-70.

Joosse N.G., 1981 : Ecological strategies and population regulation f collembola in heterogeneous environments. Pedobiologia 21, 346-356.

Julliard R., Jiguet F., 2002 : Un suivi intégré des populations d'oiseaux communs en France. *Alauda* 70 : 137-147.

Krantz G.W., 1978 : A manual of acarology, 2nde édition. Oregon State University Book Stores, Inc. Corvallis, pp. 509.

Lacour J.-P., 2002 : Les Rhopalocères du nord de la Haute-Marne et d'une partie des départements limitrophes Aube, Marne, Meuse, Vosges. Bulletin de la Société de Sciences Naturelles et d'Archéologie de la Haute-Marne. 1, 67-77.

Lacour J.-P., 2007 : Les Rhopalocères de notre région (suite). Bulletin de la Société de Sciences Naturelles et d'Archéologie de la Haute-Marne. 6, 24-32.

Lacour J.-P., 2008 : Les Rhopalocères de notre région (suite). Bulletin de la Société de Sciences Naturelles et d'Archéologie de la Haute-Marne. 7, 31-38.

Lacour J.-P., 2009 : Les Rhopalocères de notre région (suite). Bulletin de la Société de Sciences Naturelles et d'Archéologie de la Haute-Marne. 7, 31-38.

Météo-France 2010 : Consultation de la base de données Météo-France Climathèque.

Morot-Gaudry J.-F., 1997 : Assimilation de l'azote chez les plantes - Aspects phsiologique, biochimique et moléculaire, Paris.

MNHN, 2010 : Suivi Temporel des Oiseaux Communs. Bilan du programme STOC pour la France en 2009. Ornithos 14-2 : 73-79.

NEOMYS, 2008. : Base de données faunistique. Taxon des vertébrés. Document interne.

Parise C., 2009 : Plan régional d'actions en faveur des Chiroptères 2009-2013. CPNCA, DREAL CA.

Parise C., 2009 : Observation et surveillance de l'environnement de surface : étude chiroptères, recherche de gîtes en période estivale. CPNCA, 9 pages.

Petersen, H., 1982 : Structure and size of soil animal populations. Oikos, 39, p 306-357.

Pett-Ridge J.C., Derry L.A., Barrows J.K., 2009 : Ca/Sr and Sr-87/Sr-86 ratios as tracers of Ca and Sr cycling in the Rio Icacos watershed, Luquillo Mountains, Puerto Rico. Chem. Geol. 267, 32-45.

Ponette Q., Ulrich E., Brêthes A., Bonneau M., Lanier M. (eds.), 1997 : RENECOFOR - Chimie des sols dans les 102 peuplements du réseau, campagne de mesures 1993/95. , Fontainebleau.

Ponge J.-F., 2003 : Humus forms in terrestrial ecosystems: a framework to biodiversity. Soil Biology & Biochemistry, 35, p 935-945.

Ponge J .-F., Dubs F., Gillet S., Sousa J.P., Lavelle P., 2006 : Decreased biodiversity in soil springtail communities: the importance of dispersal and landuse history in heterogeneous landscapes. Soil Biology & Biochemistry 38, p 1158-1161.

Rodriguez, S., Querol, X., Alastuey, A., de la Rosa, J., 2007 : Atmospheric particulate matter and air quality in the Mediterranean: a review. Environmental Chemistry Letters 5, 1-7.

Servanty S., 2007 : Dynamique d'une population chassée de sangliers (Sus scrofa scrofa) en milieu forestier..

Seynave I., Gegout J.C., Herve J.C. & Dhote J.F., 2008 : Is the spatial distribution of European beech (Fagus sylvatica L.) limited by its potential height growth? Journal of Biogeography, 35, 1851-1862.**Servanty S., 2007** : Dynamique d'une population chassée de sangliers (Sus scrofa scrofa) en milieu forestier.

Sicard C., Saint-Andre L., Gelhaye D. & Ranger J., 2006 : Effect of initial fertilisation on biomass and nutrient content of Norway spruce and Douglas-fir plantations at the same site. Trees-Structure and Function, 20, 229-246

Steiner M., Linkov I., Yoshida S., 2002 : The role of fungi in the transfer and cycling of radionuclides in forest ecosystems. Journal of Environmental radioactivity. 58 :217-241.

Stuut J.B., Zabel M., Ratmeyer V., Helmke P., Schefuss E., Lavik G., Schneider R., 2005 : Provenance of present-day eolian dust collected off NW Africa. Journal of Geophysical Research-Atmospheres 110, 14.

Swap, R., Garstang, M., Greco, S., Talbot, R., Kallberg, P., 1992 : SAHARAN DUST IN THE AMAZON BASIN. Tellus Ser. B-Chem. Phys. Meteorol. 44, 133-149.

Tiunov A.V., Scheu S., 1999 : Microbial respiration, biomass, biovolume and nutrient status in burrow walls of Lumbricus terrestris L., Lumbricidae). Soil Biology & Biochemistry, 31, p 2039-2048.

Tiunov A. V., M. Bonkowski et al., 2001 : "Microflora, protozoa and nematoda in Lumbricus terrestris walls: a laboratory experiment." Pedobiologia 45: 46-60.

Tiunov A.V., Bonkowski M., Bonkowski M., Tiunovc J.A., Scheu S., 2001. Microflora, protozoa and nematoda in Lumbricus terrestris walls: a laboratory experiment. Pedobiologia, 45, p 46-60.

Tiunov A. V., Scheu S., 1999 : "Microbial respiration, biomass, biovolume and nutrient status in burrow walls of Lumbricus terrestris L. (Lumbricidae)." Soil Biol. Biochem. 31: 2039-2048.

U.I.C.N., M.N.H.N., 2008. : Liste rouge des Amphibiens et Reptiles menacés en France métropolitaine.

Ulrich E., 1995 : The renecofor-network : objectives and realization. Revue forestière française, 47, 107-124.

Vansteenwegen ch., 1992 : Le Programme STOC : bilan et perspectives. *Alauda* 92-4.

Verneaux J., 1976a. : Biotypologie de l'écosystème eaux courantes, La structure biotypologique, Note, CR Acad., Sc., Paris, t 283, série D1663, 5p

Walter D.E., Krantz G.W., Lindquist E. 1996 : Acari. The Mites. Version 13 December 1996. http://tolweb.org/Acari/2554/1996.12.13. The Tree of Life Web Project, http://tolweb.org/.

Yaalon D.H., 1997 : Comments on the source, transport and deposition scenario of Saharan dust to southern Europe. Journal of Arid Environments 36, 193-196.

Zannèse A., al. Wildlife Society bulletin, 2006 : Hind foot length : an indicator for monitoring roe deer populations at landscape scale

GLOSSAIRE

Acarien : Les acariens sont un taxon d'arachnides. Beaucoup vivent librement dans le sol ou l'eau, mais certains ont aussi développé une grande diversité de relations avec d'autres êtres vivants (animaux ou végétaux).

Algue : Végétal inférieur (thallophyte) souvent microscopique et unicellulaire, filament ou colonial.

Amont : Partie supérieure d'un cours d'eau par rapport à un point donné (contraire : aval).

ANPE : Créée en 1967, l'Agence nationale pour l'emploi (ANPE) a pour missions d'assister les personnes à la recherche d'un emploi, d'une formation ou d'un conseil professionnel, d'aider les employeurs pour l'embauche et le reclassement de leurs salariés, de participer à la mise en œuvre d'actions favorisant la mobilité géographique et professionnelle et l'adaptation aux emplois et de mettre en place les aides publiques destinées à faciliter l'embauche et le reclassement des salariés.

Anthropique : Résultant de l'action ou de la présence humaine.

APPB (Arrêté préfectoral de protection de biotope) : Les arrêtés préfectoraux de protection de biotope (APPB) sont des espaces réglementés présentant un patrimoine naturel d'intérêt et notamment des espèces protégées. Ils sont mis en œuvre par des arrêtés pris par le Préfet de Département.

Aquifère : Formation géologique contenant de façon temporaire ou permanente de l'eau mobilisable, constituée de roches perméables (formations poreuses et/ou fissurées) et capable de la restituer naturellement et/ou par exploitation (drainage, pompage...).

Bassin versant : Surface d'alimentation d'un cours d'eau ou d'un lac. Le bassin versant se définit comme l'aire de collecte considérée à partir d'un exutoire, limitée par le contour à l'intérieur duquel se rassemblent les eaux précipitées qui s'écoulent en surface et en souterrain vers cette sortie.

Benthos ou faune benthique : Ensemble des organismes vivant sur le fond de la rivière.

Berge : La berge matérialise la partie hors eau de la rive; elle est caractérisée par sa forme transversale (berge en pente douce, berge abrupte...), sa composition (sableuse...), sa végétation...

Biocénose : Ensemble des organismes vivants colonisant le même milieu écologique.

Biodégradable : Substances ou matière dont la dégradation peut s'effectuer par l'intervention complexe d'organismes vivants.

Biomasse : Quantité de matières vivante présente dans l'écosystème.

Biotope : Habitat de la biomasse.

Bryophytes : Embranchement du règne végétal comprenant les mousses et les hépatiques.

Catégories socioprofessionnelles : La nomenclature des professions et catégories socioprofessionnelles dite PCS a remplacé, en 1982, la CSP. Elle classe la population selon une synthèse de la profession (ou de l'ancienne profession), de la position hiérarchique et du statut (salarié ou non). Elle comporte trois niveaux d'agrégation emboîtés :

- les groupes socioprofessionnels (8 postes) ;
- les catégories socioprofessionnelles (24 et 42 postes) ;
- les professions (486 postes).

Calcisols : Sols peu épais, carbonatés, caillouteux, à texture argileuse ou équilibrée.

Calcosols : Solum diagnostique : Aca ou Aci ou LAca ou LAci/ Sca/C, ou M, ou R. Ils ont toujours un Sca. Selon que le substrat est peu filtrant (ressuyage ralenti par exemple sur des marnes) ou très filtrant (ressuyage accéléré par exemple sur Karst) le sol sera dans une ambiance sèche ou humide. Si le ressuyage est accéléré, la lixiviation pourra entraîner une acidification du solum.

Cambisol eutrique : Sol peu évolué présentant un horizon d'altération Bw (horizon cambique.

Chômeurs au sens du recensement : Les chômeurs au sens du recensement de la population sont les personnes (de 15 ans ou plus) qui se sont déclarées chômeurs (inscrits ou non à l'ANPE) sauf si elles ont, en outre déclaré explicitement ne pas rechercher de travail.

Chef d'exploitation agricole et coexploitant : Le chef d'exploitation est la personne physique qui assure la gestion courante de l'exploitation. Dans le cas d'une forme sociétaire, où plusieurs personnes peuvent remplir cette fonction, on retient celle qui assure la plus grande part de responsabilité, les autres étant définies comme coexploitants.

Collemboles : Petits arthropodes souvent sauteurs, anciennement classés parmi les insectes, puis dans les aptérygotes.

Colluviosol : Sols formés sur les colluvions. Ces sols héritent d'elles leur nature minéralogique et granulométrique. Ils sont totalement indépendants du substrat géologique. Ordinairement, plus on se situe vers le bas plus le sol est épais. On y trouve des horizons tels que A, J, S, et les couches D et M. On les trouve sur les versants, dans les vallées sèches et dolines, dans les têtes de talwegs des plateaux, sur les replats, ou à la faveur d'aménagements disparus : haies, rideaux, banquettes. La circulation de l'eau est avant tout latérale : ils reçoivent des éléments en solution venant des parties plus hautes ; ils peuvent être engorgés dans les parties les plus basses du paysage. Leur fertilité dépend de leur épaisseur, et de la richesse des sols situés en amont. Ils peuvent être très caillouteux.

Débit d'étiage : Le débit mensuel d'étiage (QMNA) est le débit moyen mensuel le plus faible enregistré entre avril et novembre de chaque année.

Demande biologique en oxygène (DBO5) : Le rejet d'eaux résiduaires urbaines, industrielles ou agricoles (élevage) en grande quantité et dans un espace restreint provoque un accroissement considérable de la charge organique des eaux superficielles.

Demande chimique en oxygène (DCO) : La demande chimique en oxygène, ou DCO, est la quantité d'oxygène, qui est consommée par les matières oxydables, organiques ou non, dans les conditions de l'essai, contenues dans 1 litre d'eau.

Demandeur d'emploi de longue durée : Les demandeurs d'emploi de longue durée sont ceux inscrits à l'ANPE depuis plus d'un an.

Diatomées : Algues microscopiques unicellulaires faisant partie des algues brunes, formant parfois des colonies filamenteuses, se développant dans tous les milieux aquatiques. Les chlorophylles (couleur verte) sont masquées par les caroténoïdes, ces derniers leur donnant une couleur marron.

Diversité : caractère relatif à l'importance numérique des espèces végétales ou animales dans une communauté ou un site donné.

ENS : Espace Naturel sensible, Outil de protection des espaces naturels par leur acquisition foncière ou par la signature de conventions avec les propriétaires privés ou publics mis en place dans le droit français et régis par le code de l'urbanisme.

Entreprise : L'entreprise est une unité économique, juridiquement autonome, organisée pour produire des biens ou des services pour le marché. L'entreprise est localisée à l'adresse de son établissement siège. On distingue :

- l'entreprise individuelle (personne physique) qui ne possède pas de personnalité juridique distincte de celle de la personne physique de son exploitant ;
- l'entreprise sociétaire, par exemple Société Anonyme (SA), Société à Responsabilité Limitée (SARL).

Établissement : L'établissement est une unité de production géographiquement individualisée, mais juridiquement dépendante de l'entreprise. L'établissement, unité de production, constitue le niveau le mieux adapté à une approche géographique de l'économie.

ETP : Evapotranspiration potentielle est définie comme l'ensemble des pertes en eau par évaporation et transpiration d'une surface de gazon de hauteur uniforme, couvrant totalement le terrain, en pleine période de croissance, recouvrant complètement le sol et abondamment pourvue en eau.

ETM : L'évapotranspiration maximale d'une culture donnée est définie à différents stades de développement végétatif, lorsque l'eau est en quantité suffisante et que les conditions agronomiques sont optimales (sol fertile, bon état sanitaire, ...).

ETR : L'évapotranspiration réelle est la somme des quantités de vapeur d'eau évaporées par le sol et par les plantes quand le sol est à son humidité spécifique actuelle et les plantes à un stade de développement physiologique et sanitaire réel.

Ecosystème : Ensemble des êtres vivants (Biocénose), des éléments non vivants et des conditions climatiques et géologiques (Biotopes) qui sont liés et interagissent entre eux et qui constitue une unité fonctionnelle de base en écologie.

Embâcle : Terme général désignant un amoncellement de troncs d'arbres, débris... dans un cours d'eau, pouvant former un barrage et provoquer des inondations.

Eutrophe : Qui possède une forte teneur en «éléments nutritifs (eau ou sol eutrophe) ; qui exige des sols non désaturés ou des eaux riches en éléments minéraux.

Eutrophisation : Processus naturel par lequel un milieu aquatique s'enrichit en nutriments, en particulier par des composés d'azote et de phosphore, qui accéléreront la croissance d'algues et des formes plus développées de la vie végétale.

Exploitation agricole : Dans le recensement agricole, l'exploitation agricole est définie comme une unité de production remplissant les trois critères suivants :
- produire des produits agricoles ;
- avoir une gestion courante indépendante ;
- atteindre un certain seuil en superficie, en production ou en nombre d'animaux.
  Ce seuil a été défini de la façon suivante :
- une superficie agricole utilisée au moins égale à un hectare ;
- ou une superficie en cultures spécialisées au moins égale à 20 ares ;
- ou une activité suffisante de production agricole, estimée en cheptel, surface cultivée ou volume de production.

Exploitation professionnelle : Exploitation qui emploie 0,75 unité de travail annuel et dont la marge brute standard est égale ou supérieure à 12 hectares équivalent blé (ou à 8 unités de dimensions européenne).

Faciès : Secteur de cours d'eau, d'une longueur variable, présentant une homogénéité de hauteurs d'eau, vitesses et natures des fonds.

Famille : Une famille est la partie d'un ménage comprenant au moins deux personnes et constituée :
- soit d'un couple (formé de deux personnes de sexe différent, mariées ou non), avec le cas échéant son ou ses enfant(s) appartenant au même ménage ;
- soit d'un adulte avec son ou ses enfant(s) appartenant au même ménage (famille monoparentale).

Foyer fiscal : Le terme foyer fiscal désigne l'ensemble des personnes inscrites sur une même déclaration de revenus. Il peut y avoir plusieurs foyers fiscaux dans un seul ménage : exemple, un couple non marié où chacun remplit sa propre déclaration de revenus compte pour deux foyers fiscaux.

Frayère, zone de fraie : Lieu de reproduction des poissons, où sont déposés les œufs.

Fluviosols : Sols occupant les lits mineur ou majeur des rivières (mais pas les terrasses), ils sont développés dans des matériaux récents : les alluvions fluviatiles. Ces dernières peuvent être homogènes ou non, tant par leur granulométrie que par leur nature minéralogique qui proviennent des matériaux situés en amont et transportés sur de longues distances (d'où leur différence avec les COLLUVIOSOLS).

Gleysols : Ancien terme qui désignait : un faciès de sol, un horizon, un aspect du sol, un processus ou un phénomène, etc.. Voir horizon réductique, et hydromorphie. Sols à Gley : voir REDUCTISOLS, REDOXISOLS, PELOSOLS, PLANOSOLS.

Habitat (au sens de la directive) : C'est le milieu dans lequel vit une espèce ou un groupe d'espèces animales ou végétales (ex : tourbières, roselière d'estuaire, chênaies …). Ce sont des zones terrestres ou aquatiques possédant des caractéristiques biogéographiques et géologiques particulières et uniques.

Hélophyte : Végétal semi-aquatique ou amphibie finissant par développer un appareil végétatif et reproducteur totalement aérien.

Hydrophyte : Végétal qui développe la totalité de son appareil végétatif à l'intérieur du milieu aquatique ou à la surface de ce dernier.

Hyporhéique : Se dit du milieu existant dans les interstices d'un sédiment saturé en eau.

Kc : Le coefficient cultural**,** Le calcul du coefficient Kc qui permet de passer de la surface de référence (le gazon) à un coefficient cultural propre à un végétal prend un compte différents processus physiques comme la résistance aérodynamique (ra) et la résistance de surface (rs).

Impôt sur le revenu : Pour les ménages, cet impôt comprend essentiellement l'impôt sur le revenu, la Contribution sociale généralisée (CSG) et la Contribution au remboursement de la dette sociale (CRDS). Pour les entreprises, il s'agit principalement de l'impôt sur les sociétés.

Invertébrés : Animaux dépourvus de colonne vertébrale (insectes, crustacés, mollusques, vers…).

IPGN (Inventaire du Patrimoine Géologique National) : L'inventaire des richesses géologiques, minéralogiques et paléontologiques fait partie de l'inventaire du patrimoine naturel défini dans l'article L.411-5 du code de l'Environnement. L'inventaire du patrimoine géologique est mené dans chaque région sur la base d'une méthode élaborée au niveau national, sous la responsabilité du Muséum National d'Histoire Naturelle et avec l'appui technique du BRGM concernant la saisie et la gestion des données dans le logiciel Géotope créé à cet effet. La DIREN Lorraine coordonne l'inventaire géologique régional avec l'appui technique et scientifique du CSRPN et de la commission régionale du patrimoine géologique qui a été mise en place à cet effet.

Lentique ou lénitique : Qualifie une eau stagnante ou caractérisée par des faibles vitesses de courant.

Lotique : Qualifie une eau courante.

Lit majeur d'un cours d'eau : Lit maximum qu'occupe un cours d'eau dans lequel l'écoulement ne s'effectue que temporairement lors du débordement des eaux hors du lit mineur en période de très hautes eaux en particulier lors de la plus grande crue historique.

Lit mineur d'un cours d'eau : Partie du lit compris entre les berges franches ou bien marquées, dans laquelle l'intégralité de l'écoulement s'effectue, la quasi-totalité du temps, en dehors des périodes de très hautes eaux et de crues débordantes. Dans le cas d'un lit en tresse, il peut y avoir plusieurs chenaux d'écoulement.

Luvisols : Sols caractérisés par une illuviation d'argile au sein d'un même matériau ne présentant pas de discontinuité lithologique (même rapport Sable/Limon). Il y a une différenciation nette entre les horizons supérieurs : A, L, E ou Eg qui sont appauvris en argile et en fer, moins colorés (pureté faible), moins bien structurés, assez perméables, et les horizons inférieurs : BT, BTg, BTdg, qui sont enrichis en argile et fer, plus colorés (pureté supérieure) bien structurés, moins perméables.

Macrophyte : Plante supérieure à fleurs vivant entièrement dans l'eau (hydrophyte) ou ayant une partie de son appareil végétatif dans l'eau (hélophyte).

Ménage : Un ménage, au sens statistique, est défini comme l'ensemble des occupants d'une résidence principale, qu'ils aient ou non des liens de parenté. Un ménage peut ne comprendre qu'une seule personne. Remarque : ne font pas partie des ménages, les personnes vivant dans des habitations mobiles (y compris les mariniers et les sans-abri) et la population des communautés (foyers de travailleurs, maisons de retraite, résidences universitaires, maisons de détention, etc.

Miellat : Liquide épais et visqueux constitué par des excréments liquides, riches en sucres et en acides aminés, des homoptères (pucerons) ou de cochenilles, déposés sur les feuilles ou projetés par les cornicules.

NATURA 2000 : L'Union européenne a adopté deux directives, l'une en 1979, l'autre en 1992 pour donner aux États membres un cadre commun d'intervention en faveur de la préservation des milieux naturels. Natura 2000 a pour objectif de maintenir la diversité biologique des milieux en tenant compte des exigences économiques, sociales, culturelles et régionales qui s'y attachent.

Nébulosité : La nébulosité, ou couverture nuageuse, est la fraction du ciel couverte par les nuages d'un certain genre, d'une certaine espèce, d'une certaine variété, d'une certaine couche, ou d'une certaine combinaison de nuages. La nébulosité totale est la fraction du ciel caché par l'ensemble des nuages visibles.

Oligotrophe : Qualifie une eau pauvre en matières nutritives.

Oxygène dissous et pourcentage de saturation : L'oxygène est un des facteurs fondamentaux de la vie des cours d'eau et conditionne en particulier les processus d'autoépuration.

Orientation technico-économique des exploitations agricoles : Afin de comparer des productions agricoles de nature différente, on traduit chacune d'elles en une unité commune à l'aide de coefficients de marge brute standard (MBS), qui représente la différence entre la valeur standard de la production et les coûts spécifiques associés à cette production. Chaque coefficient se rapporte à un hectare de culture ou à une tête de cheptel. On calcule la marge brute standard des différentes productions, ainsi que la marge brute totale de l'exploitation. La part relative des MBS des différentes productions dans la MBS totale permet de classer chaque exploitation dans une orientation technico-économique des exploitations (OTEX) en fonction de sa spécialisation. L'OTEX est une classification européenne.

Palynologie : Etude des pollens et des palynomorphes

Palynomorphes : Microfossiles à parois organiques

Pédofaune : Faune du sol effectuant tout ou partie de son cycle de vie dans le sol.

Phloème : Tissu conducteur de la sève élaborée

Photosynthèse : Production par les végétaux verts de substances organiques à partir de substances minérales grâce aux pigments chlorophylliens utilisant l'énergie lumineuse.

Phytoplancton : Ensemble des végétaux microscopiques (algues) vivant en suspension dans l'eau.

Plancton : Ensemble de micro-organismes animaux ou végétaux qui sont en suspension dans l'eau. On distingue le phytoplancton (algues microscopiques) et le zooplancton (micro-crustacés, rotifères, etc…).

Pollen : Elément fécondant mâle de la fleur initialement contenu dans l'anthère à l'extrémité des étamines.

Polluosensibilité : Se dit d'un organisme exigeant vis-à-vis de la qualité de l'eau et du milieu. Sa présence témoigne de l'absence de dégradations physico-chimiques majeures.

Population active : La population active regroupe la population active occupée (appelée aussi "population active ayant un emploi") et les chômeurs. La mesure de la population active diffère selon l'observation statistique qui en est faite. On peut actuellement distinguer trois approches principales : au sens du BIT, au sens du recensement de la population, au sens de la Comptabilité nationale.

Podzosols : Sols caractérisés par le processus de podzolisation qui comprend : 1/ une acido-complexolyse, processus biogéochimique d'altération, qui est une attaque des minéraux par des solutions organiques complexantes. L'aluminium et le fer et les cations sont éliminés, et il ne reste que le quartz, on a formation d'un horizon E ; 2/ un processus de migration puis d'immobilisation des constituants organiques, et des complexes organo-minéraux (de fer ou d'aluminium), cela conduisant à une accumulation qui se fait dans les horizons BP podzoliques. Les horizons BP peuvent être cimentés (alios) ou meubles, et avoir de fortes teneurs en fer et aluminium (BPs) ou en carbone organique (BPh). Si ces deux horizons existent dans le même solum, BPh est au-dessus de BPs.

Pression atmosphérique : Pression de l'air en un point mesurée à l'aide d'un baromètre dont l'unité de mesure est le pascal.

Radier : Faciès à profondeur variable, à vitesse moyenne à forte, à courant turbulent et à substrat grossier.

Réductisol : Sols hydromorphes dans lesquels les processus d'oxydoréduction sont dominants. Il y a saturation en eau permanente. Ils possèdent parfois un épisolum humifère épais et foncé. Il n'y a pas à proprement parler de solum diagnostic, mais on trouve toujours un horizon G, ou Go +Gr qui apparaît à moins de 50 cm de profondeur.

Régosols : Sols définis par un solum très mince (moins de 10 cm) sur un matériau meuble ou peu dur. Solum diagnostic : n'importe quel horizon pédologique sur la couche M (à l'exclusion des FLUVIOSOLS).

Rendosol : Sol évolué sur roche mère calcaire, c'est le sol le plus fréquent en France. Aca ou LAca/ C, ou M, ou R. L'horizon A fait moins de 30 à 40 cm d'épaisseur. Si l'horizon Aca a plus de 8 % de carbone organique, on a alors un ORGANOSOL CALCAIRE. La structure est grumeleuse grenue, voire polyédrique. Le pH est compris entre 7 et 8,7. La plupart du temps il y a des éléments grossiers calcaires. L'apport de fumure organique facilite la culture.

Rendisols : Solum diagnostique : Aci ou LAci/ C, ou M, ou R. Ces sols ne font pas effervescence mais sont saturés ou subsaturés.

Rendzines : Ancien terme, voir RENDOSOLS ou RENDISOLS.

Résidence principale : Une résidence principale est un logement occupé de façon habituelle et à titre principal par le ménage. Il y a ainsi égalité entre le nombre de résidences principales et le nombre de ménages.

Résidence secondaire : Une résidence secondaire est un logement utilisé pour les week-ends, les loisirs ou les vacances. Les logements meublés loués (ou à louer) pour des séjours touristiques sont également classés en résidences secondaires.

Revenu imposable : Le revenu imposable comprend l'ensemble des revenus, bénéfices et gains de toute sorte, perçus par le contribuable, ainsi que par les membres de son foyer fiscal quelle qu'en soit la source, française ou étrangère. C'est un revenu annuel net et global :

- le contribuable est imposable chaque année ;
- les revenus perçus peuvent provenir d'une seule catégorie de revenus ou de plusieurs (revenus catégoriels) ;
- les revenus sont diminués des dépenses effectuées en vue de l'acquisition ou de la conservation du revenu (la décote de 10 % et l'abattement de 20 % pour les salaires par exemple) ;
- les revenus sont diminués des déficits générés au titre des impositions précédentes.

Réserves Naturelles Nationales : Espaces règlementés présentant un patrimoine naturel d'intérêt international (RNN), national (RNN et RNR) ou régional (RNR). Il s'agit d'espaces fortement protégés faisant également l'objet d'une gestion suivie, déléguée par l'Etat auprès d'un organisme par convention. Le décret du 18 Mai 2005 rappelle la nouvelle procédure de création des réserves. Les textes régissant les réserves sont les articles L 332-1 à L 332-27 et R 332-01 à R 332-48 du code de l'environnement.

Richesse taxinomique ou spécifique : Caractère relatif au nombre d'espèces animales ou végétales d'une communauté ou d'un site donné.

Ripisylve : Formation végétale ligneuse (buissonnante ou arborée) et herbacée jouant le rôle de transition entre les milieux aquatiques et les milieux terrestres. C'est une zone particulièrement riche du point de vue biologique.

Saprobie : Associations d'organismes aquatiques vivant dans des eaux riches en matières organiques (Ramade, 1993).

Secteur d'activité : Un secteur regroupe des entreprises de fabrication, de commerce ou de service qui ont la même activité principale (au regard de la nomenclature d'activité économique considérée). L'activité d'un secteur n'est donc pas tout à fait homogène et comprend des productions ou services

secondaires qui relèveraient d'autres items de la nomenclature que celui du secteur considéré. Au contraire, une branche regroupe des unités de production homogènes. Au recensement de 1990, les activités ont été codifiées selon la nomenclature d'activités et de produits (NAP).

Sédimentation : Mode de dépôt, sous l'influence de la gravité, des matières en suspension dans les eaux.

Sites classés : Les sites classés sont instaurés pour protéger et conserver un espace naturel ou bâti, quelque soit son étendue (entretien, restauration, conservation…).

Sites inscrits : Les sites inscrits ont pour objet la sauvegarde de formations naturelles, de paysages, de villages et de bâtiments anciens (entretien, restauration, mise en valeur…) et la préservation contre toute atteinte grave (destruction, altération, banalisation…).

Solde migratoire : Le solde migratoire est la différence entre le nombre de personnes qui sont entrées sur le territoire et le nombre de personnes qui en sont sorties au cours de l'année. Ce concept est indépendant de la nationalité.

Solum : Tranche verticale d'une couverture pédologique observable dans une fosse ou une tranchée On y intègre une épaisseur suffisante de la roche sous-jacente pour en permettre la caractérisation.

Superficie agricole utilisée : La superficie agricole utilisée (SAU) est une notion normalisée dans la statistique agricole européenne. Elle comprend les terres arables (y compris pâturages temporaires, jachères, cultures sous verre, jardins familiaux …), les surfaces toujours en herbe et les cultures permanentes (vignes, vergers, etc.).

Taxon : Groupe systématique identifiant un organisme (espèce, genre, famille...)

Taux d'activité : Le taux d'activité est le rapport entre le nombre d'actifs (actifs occupés et chômeurs) et la population totale correspondante.

Taux de chômage : Le taux de chômage est le pourcentage de chômeurs dans la population active (actifs occupés + chômeurs). Remarque : le taux de chômage diffère de la part de chômage qui, elle, mesure la proportion de chômeurs dans la population totale.

Unité de travail annuel (UTA) : L'unité de travail annuel (UTA) est l'unité de mesure de la quantité de travail humain fourni sur chaque exploitation agricole. Cette unité équivaut au travail d'une personne travaillant à temps plein pendant une année. On distingue les UTA salariées (qui comprennent éventuellement les exploitants eux-mêmes ou des membres de leur famille), permanents ou saisonniers, des UTA non salariés. On considère aussi parfois l'ensemble des UTA familiales qui regroupent les exploitants et les membres de leur famille participant au travail sur l'exploitation, qu'ils soient salariés ou non.

ZICO (Zone Importante pour la Conservation des Oiseaux) : A l'instigation du Ministère de l'Environnement, les ZICO correspondent à des sites d'intérêt majeur qui hébergent des effectifs d'oiseaux sauvages jugés d'importance communautaire ou européenne. Textes applicables : Directive du Conseil des Communautés européennes n° 79/409 du 2 avril 1979 concernant la conservation des oiseaux sauvages, JOCE n° L 103/1 du 25 avril 1979. Deux types de critères ont été retenus pour la sélection des ZICO : les critères répondant à la directive « Oiseaux » et définis dans le cadre du comité d'adaptation de la Directive, ainsi que les critères définis par la convention de Ramsar pour déterminer les zones humides d'importance internationale. Ces critères font intervenir des seuils chiffrés, en nombre de couples pour les nicheurs et en nombre d'individus pour les hivernants et les migrateurs. Sur les 535 espèces d'oiseaux recensées en Europe, 350 sont présentes en France soit les 2/3 des espèces européennes.

ZNIEFF : Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique (ZNIEFF). L'inventaire ZNIEFF a pour but la localisation et la description des zones naturelles présentant un intérêt écologique, faunistique et floristique particulier. L'inventaire définit deux types de zone (type I et type II).