



Document à accès différé

Synthèse hydrogéologique des aquifères situés au droit de la commune de Massy (91)

Rapport final

BRGM/RP-56168-FR
décembre 2007

A.L. Szymanski, M. Le Nir

Vérificateur :

Nom : D. BONIJOLY

Date :

Signature :

Approbateur :

Nom : M. LE NIR

Date :

Signature :

En l'absence de signature, notamment pour les rapports diffusés en version numérique,
l'original signé est disponible aux Archives du BRGM.

Le système de management de la qualité du BRGM est certifié AFAQ ISO 9001:2000.

Avertissement

Ce rapport est adressé en recommandé avec accusé de réception, en communication exclusive au demandeur : (nom du demandeur), en X exemplaires conformément au cahier des charges.

Le tirage initial de ce rapport, en nombre fixé par convention, est diffusé à son commanditaire. Sa communicabilité ultérieure à des tiers est liée à la prise d'une décision administrative formelle à laquelle il concourt, conformément à la loi n° 78-753 du 17 juillet 1978.

Passé ce délai, ce rapport devient communicable à tout tiers extérieur qui en ferait la demande ; le BRGM ne peut plus être tenu comme responsable de l'usage qui pourrait en être fait et des éventuelles conséquences pouvant en résulter.

Mots clés : Stockage CO₂, Aquifères, Vulnérabilité, Île-de-France, Massy.

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante :

Szymanski A.L., Le Nir M. (2007) – Synthèse hydrogéologique des aquifères situés au droit de la commune de Massy (91). Rapport final. BRGM/RP-56168-FR, 146 p., 75 fig., 16 tabl.

Synthèse

Le projet de captage, transport et stockage du CO₂ en Île-de-France a pour objectif la réalisation du premier pilote européen de captage du CO₂, à partir d'une centrale thermique au charbon (procédé par oxy-combustion) et de son stockage dans un aquifère salin profond. Plusieurs entreprises se sont associées dans le but de mener à bien ce projet : ALSTOM, BRGM, Gaz de France, Géostock, IFP, Schlumberger et le groupe Suez.

Dans le cadre de ce projet, le BRGM s'est engagé à réaliser une partie des travaux, autorisant le groupement de recherche « Stockage » constitué de Schlumberger, Gaz de France, Géostock, BRGM, IFP et ENSM(P) à déposer un dossier de demande de permis de recherche au sens du code minier.

L'objectif de ce travail est de réaliser une synthèse hydrogéologique ayant pour but de décrire les aquifères situés au droit de la commune de Massy (91). Cette étude consiste à décrire les aquifères dans leur cadre géologique (lithostratigraphie), hydrogéologique (piézométrie, comportement de la nappe, communication) et réglementaire et permettre, par ailleurs, la mise à disposition de données hydrodynamiques et hydrochimiques.

La méthodologie adoptée pour la réalisation de la présente synthèse fait appel à de nombreuses sources bibliographiques et à des bases de données locales ou nationales. L'analyse de ces données fait ressortir les points suivants.

La zone d'étude correspond à la commune de Massy, située dans le nord du département de l'Essonne (91) en région Ile-de-France. La commune est bordée au nord par le cours d'eau de la Bièvre. Sur la carte géologique de Corbeil (n° 219), il est possible de remarquer que les terrains à l'affleurement sur la commune de Massy sont des terrains quaternaires (alluvions de la Bièvre) et tertiaires (Oligocène moyen et inférieur). Ainsi, au droit de la commune de Massy, il est possible de rencontrer neuf systèmes aquifères dont voici le détail, de la surface au socle :

- système multicouche du Calcaire de Beauce et des Sables de Fontainebleau (Oligocène) ;
- système multicouche du Calcaire de Champigny (Éocène supérieur) ;
- système multicouche du Calcaire grossier et des Sables du Soissonnais (Éocène moyen et inférieur) ;
- système aquifère de la Craie (Crétacé supérieur) ;
- système aquifère de l'Albien (Crétacé inférieur) ;
- système aquifère du Néocomien-Barrémien (Crétacé inférieur) ;
- système multicouche du Malm (Jurassique supérieur) ;

- système multicouche du Dogger (Jurassique moyen) ;
- système multicouche du Keuper (Trias supérieur).

Les nappes les plus productives et exploitables au niveau de la commune de Massy semblent être le système multicouche de l'Éocène supérieur, l'aquifère de l'Albien et l'aquifère du Dogger. Cependant, de nouveaux projets, notamment en ce qui concerne la géothermie, pourraient révéler le potentiel d'autres aquifères (Lusitanien, Malm).

L'aquifère de la Craie, bien que constituant un réservoir puissant (450 m), ne présente pas d'intérêt hydrogéologique sur la zone d'étude.

Les aquifères du Tertiaire sont vulnérables du fait de leur position superficielle. La nappe des Calcaires de Beauce est concernée par un Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) et une Zone de Répartition des Eaux (ZRE) et la nappe des Calcaires de Champigny fait l'objet d'un contrat de nappe. La commune de Massy n'est pas directement concernée par ces programmes de protection, mais se situe à une distance d'environ 5 km du périmètre de protection des Calcaires de Beauce. D'autre part, la nappe de l'Albien est classée comme réserve stratégique pour la Région parisienne et fait l'objet d'une gestion particulière grâce à la mise en place d'un SAGE et d'une ZRE. Le périmètre de protection comprend la commune de Massy.

En termes d'exploitation, dans un périmètre de 1 km de la commune de Massy, les différentes nappes de l'Éocène sont exploitées pour des objectifs divers (eau industrielle, agriculture).

Les doublets géothermiques, situés à moins de 2 km de la commune de Massy et toujours en exploitation, sont ceux de Chatenay-Malabry et de Fresnes. Ces ouvrages exploitent l'aquifère du Dogger.

Le captage d'Alimentation en Eau Potable (AEP) le plus proche de la commune de Massy se situe sur la commune d'Orsay et exploite la nappe de l'Albien. Il est situé à 5 km au sud-est de Massy.

La présente étude constitue le livrable de la tâche M2.1-T5 et constituera une partie du mémoire géologique (M2.1-T7).

Sommaire

1. Méthodologie	19
1.1. SYNTHÈSES EXISTANTES	19
1.2. DONNÉES ISSUES DE LA BSS.....	20
1.2.1. Lithologie	20
1.2.2. Exploitation des aquifères profonds	21
1.3. DONNÉES SUR LES CAPTAGES AEP D'ILE-DE-FRANCE	22
2. Description de la zone d'étude et caractères hydrogéologiques généraux	23
2.1. STRUCTURE HYDROGÉOLOGIQUE GÉNÉRALE DU BASSIN DE PARIS	23
2.1.1. Coupe transversale du bassin	23
2.1.2. Zones aquifères du bassin de Paris	23
2.2. ZONE D'ÉTUDE.....	24
2.2.1. Localisation de la commune de Massy.....	24
2.2.2. Géologie	25
2.2.3. Hydrogéologie	26
3. Aquifère multicouche du Calcaire de Beauce et des Sables de Fontainebleau	29
3.1. STRUCTURE DU RÉSERVOIR.....	29
3.1.1. Toit et mur	29
3.2. LITHOSTRATIGRAPHIE.....	30
3.2.1. Calcaire de Beauce (Aquitaniens).....	30
3.2.2. Sables de Fontainebleau (Stampien)	30
3.2.3. Marnes à huîtres (Stampien).....	30
3.2.4. Calcaire de Brie (Sannoisien).....	32
3.2.5. Marnes vertes de Romainvilliers (Sannoisien inférieur)	32
3.3. HYDROGÉOLOGIE	32
3.3.1. Niveaux perméables	32
3.3.2. Comportement de la nappe	33
3.4. DONNÉES HYDRODYNAMIQUES	36
3.4.1. Débits	36
3.4.2. Transmissivité.....	37

3.5.	DONNÉES HYDROCHIMIQUES.....	38
3.5.1.	Minéralisation	39
3.6.	EXPLOITATION DU RÉSERVOIR	40
3.6.1.	Eau potable	40
3.6.2.	Autres usages	41
3.7.	RÉGLEMENTATION ET OBJECTIFS DE PROTECTION	41
3.7.1.	ZRE	41
3.7.2.	SAGE	42
3.8.	VULNÉRABILITÉ DE LA NAPPE	43
3.8.1.	Vulnérabilité par rapport aux formations sus-jacentes	43
3.8.2.	Transferts au sein de la nappe.....	44
3.8.3.	Vulnérabilité par rapport aux formations sous-jacentes.....	44
3.9.	DOCUMENTATION BSS.....	44
4.	Aquifère multicouche du Calcaire de Champigny	45
4.1.	STRUCTURE DU RÉSERVOIR	45
4.1.1.	Toit et mur	46
4.2.	LITHOSTRATIGRAPHIE	46
4.2.1.	Marnes supragypseuses (Ludien supérieur).....	46
4.2.2.	Calcaire et gypse de Champigny (Ludien moyen)	48
4.2.3.	Marnes infragypseuses (Ludien inférieur).....	48
4.2.4.	Sables de Monceau (Bartonien).....	48
4.2.5.	Calcaire de Saint-Ouen (Bartonien).....	48
4.2.6.	Sables de Beauchamp (Auversien).....	49
4.3.	HYDROGÉOLOGIE.....	49
4.3.1.	Niveaux perméables	49
4.3.2.	Comportement de la nappe.....	50
4.4.	DONNÉES HYDRODYNAMIQUES.....	51
4.4.1.	Débits	51
4.4.2.	Transmissivité	52
4.5.	DONNÉES HYDROCHIMIQUES.....	53
4.5.1.	Minéralisation	54
4.6.	EXPLOITATION DU RÉSERVOIR	54
4.6.1.	Eau potable	54
4.7.	RÉGLEMENTATION ET OBJECTIFS DE PROTECTION	55
4.7.1.	Contrat de Nappe.....	55

4.8.	VULNÉRABILITÉ	56
4.8.1.	Vulnérabilité par rapport aux formations sus-jacentes.....	56
4.8.2.	Transferts au sein de la nappe	56
4.8.3.	Vulnérabilité par rapport aux formations sous-jacentes.....	56
4.9.	DOCUMENTATION BSS	56
5.	Aquifère multicouche du Calcaire grossier et des Sables du Soissonais.....	59
5.1.	STRUCTURE DU RÉSERVOIR.....	59
5.1.1.	Toit et mur	60
5.2.	LITHOSTRATIGRAPHIE.....	61
5.2.1.	Marnes et caillasses (Lutétien).....	62
5.2.2.	Calcaires grossiers (Lutétien).....	62
5.2.3.	Sables de l'Yprésien.....	62
5.2.4.	Sables et argiles du Sparnacien (Yprésien inférieur)	63
5.2.5.	Sables de Bracheux	63
5.3.	HYDROGÉOLOGIE	63
5.3.1.	Niveaux perméables	63
5.3.2.	Comportement de la nappe	64
5.4.	DONNÉES HYDRODYNAMIQUES	66
5.4.1.	Débits	66
5.4.2.	Transmissivité.....	67
5.5.	DONNÉES HYDROCHIMIQUES	68
5.5.1.	Minéralisation	69
5.6.	EXPLOITATION DU RÉSERVOIR.....	69
5.6.1.	Eau potable	70
5.7.	RÉGLEMENTATION ET OBJECTIFS DE PROTECTION.....	70
5.8.	VULNÉRABILITÉ	70
5.8.1.	Vulnérabilité par rapport aux formations sus-jacentes.....	70
5.8.2.	Transferts au sein de la nappe	70
5.8.3.	Vulnérabilité par rapport aux formations sous-jacentes.....	71
5.9.	DOCUMENTATION BSS	71
6.	Aquifère de la Craie.....	73
6.1.	STRUCTURE DU RÉSERVOIR.....	73
6.1.1.	Toit et mur	74
6.2.	LITHOSTRATIGRAPHIE.....	74
6.2.1.	Craie supérieure (Sénonien)	75

6.2.2.	Craie grise marneuse (Turonien)	75
6.2.3.	Craie inférieure glauconieuse (Cénomanién).....	76
6.3.	HYDROGÉOLOGIE.....	76
6.3.1.	Niveaux perméables	76
6.3.2.	Comportement de la nappe.....	77
6.4.	DONNÉES HYDRODYNAMIQUES	78
6.4.1.	Débits	78
6.4.2.	Transmissivité	78
6.5.	EXPLOITATION DU RÉSERVOIR	78
6.5.1.	Eau potable	78
6.6.	RÉGLEMENTATION ET OBJECTIFS DE PROTECTION	79
6.7.	VULNÉRABILITÉ.....	79
6.8.	DOCUMENTATION BSS.....	79
7.	Aquifère de l'Albien	81
7.1.	STRUCTURE DU RÉSERVOIR	81
7.1.1.	Toit et mur	82
7.2.	LITHOSTRATIGRAPHIE	83
7.2.1.	Albien supérieur	84
7.2.2.	Albien moyen	84
7.2.3.	Albien inférieur	85
7.2.4.	Aptien	85
7.3.	HYDROGÉOLOGIE.....	86
7.3.1.	Niveaux perméables	86
7.3.2.	Comportement de la nappe.....	87
7.4.	DONNÉES HYDRODYNAMIQUES	89
7.4.1.	Débits	89
7.4.2.	Transmissivité	90
7.5.	DONNÉES HYDROCHIMIQUES.....	91
7.5.1.	Minéralisation	93
7.5.2.	Autres données hydrochimiques.....	93
7.6.	EXPLOITATION DU RÉSERVOIR	93
7.6.1.	Eau potable	94
7.7.	RÉGLEMENTATION ET OBJECTIFS DE PROTECTION	95
7.7.1.	SDAGE.....	95
7.7.2.	ZRE	95

7.8.	VULNÉRABILITÉ	96
7.8.1.	Vulnérabilité par rapport aux formations sus-jacentes.....	96
7.8.2.	Transferts au sein de la nappe	96
7.8.3.	Vulnérabilité par rapport aux formations sous-jacentes.....	96
7.9.	DOCUMENTATION BSS	96
8.	Aquifère multicouche du Néocomien-Barrémien	99
8.1.	STRUCTURE DU RÉSERVOIR.....	99
8.1.1.	Toit et mur	100
8.2.	LITHOSTRATIGRAPHIE.....	100
8.2.1.	Barrémien	101
8.2.2.	Néocomien	101
8.3.	HYDROGÉOLOGIE	102
8.3.1.	Niveaux perméables.....	102
8.3.2.	Comportement de la nappe	102
8.4.	DONNÉES HYDRODYNAMIQUES	104
8.4.1.	Débits	104
8.4.2.	Transmissivité.....	105
8.5.	DONNÉES HYDROCHIMIQUES	105
8.5.1.	Minéralisation	105
8.6.	EXPLOITATION DU RÉSERVOIR.....	107
8.7.	RÉGLEMENTATION ET OBJECTIFS DE PROTECTION	107
8.8.	VULNÉRABILITÉ	107
8.8.1.	Vulnérabilité par rapport aux formations sus-jacentes.....	107
8.8.2.	Transferts au sein de la nappe	107
8.8.3.	Vulnérabilité par rapport aux formations sous-jacentes.....	107
8.9.	DOCUMENTATION BSS	108
9.	Aquifère multicouche du Malm	109
9.1.	STRUCTURE DU RÉSERVOIR.....	109
9.1.1.	Toit et mur	109
9.2.	LITHOSTRATIGRAPHIE.....	110
9.2.1.	Tithonien.....	111
9.2.2.	Kimméridgien.....	112
9.2.3.	Oxfordien	112
9.3.	HYDROGÉOLOGIE	113
9.3.1.	Niveaux perméables.....	113

9.3.2. Comportement de la nappe.....	113
9.4. DONNÉES HYDRODYNAMIQUES.....	114
9.4.1. Débits.....	114
9.4.2. Transmissivité.....	114
9.5. DONNÉES HYDROCHIMIQUES.....	115
9.6. EXPLOITATION DU RÉSERVOIR.....	116
9.7. RÉGLEMENTATION ET OBJECTIFS DE PROTECTION.....	116
9.8. VULNÉRABILITÉ.....	117
9.8.1. Vulnérabilité par rapport aux formations sus-jacentes.....	117
9.8.2. Transferts au sein de la nappe.....	117
9.8.3. Vulnérabilité par rapport aux formations sous-jacentes.....	117
9.9. DOCUMENTATION BSS.....	117
10. Aquifère multicouche du Dogger.....	119
10.1. STRUCTURE DU RÉSERVOIR.....	119
10.1.1. Toit et mur.....	119
10.2. LITHOSTRATIGRAPHIE.....	120
10.2.1. Mégaséquence S4 (Callovien moyen à Bathonien supérieur).....	120
10.2.2. Mégaséquence S3 (Bathonien supérieur à inférieur).....	121
10.2.3. Mégaséquence S2 (Bajocien supérieur à moyen).....	121
10.2.4. Mégaséquence S1 (Bajocien moyen à Aalénien).....	121
10.3. HYDROGÉOLOGIE.....	122
10.3.1. Niveaux perméables.....	122
10.3.2. Comportement de la nappe.....	123
10.4. DONNÉES HYDRODYNAMIQUES.....	124
10.4.1. Débits.....	124
10.4.2. Transmissivité.....	124
10.5. DONNÉES HYDROCHIMIQUES.....	125
10.5.1. Minéralisation.....	125
10.5.2. Autres données hydrochimiques.....	126
10.6. EXPLOITATION DU RÉSERVOIR.....	126
10.7. RÉGLEMENTATION ET OBJECTIFS DE PROTECTION.....	128
10.8. VULNÉRABILITÉ.....	128
10.8.1. Vulnérabilité par rapport aux formations sus-jacentes.....	128
10.8.2. Transferts au sein de la nappe.....	128
10.8.3. Vulnérabilité par rapport aux formations sous-jacentes.....	128

10.9. DOCUMENTATION BSS	129
11. Aquifère multicouche du Keuper	131
11.1. STRUCTURE DU RÉSERVOIR.....	131
11.1.1. Toit et mur	132
11.2. LITHOSTRATIGRAPHIE.....	134
11.2.1. Rhétien	134
11.2.2. Corps fluviatile du Keuper	135
11.3. HYDROGÉOLOGIE	135
11.3.1. Niveaux perméables	135
11.3.2. Comportement de la nappe	135
11.4. DONNÉES HYDRODYNAMIQUES	136
11.4.1. Débits	136
11.4.2. Transmissivité.....	136
11.5. DONNÉES HYDROCHIMIQUES	136
11.5.1. Minéralisation	136
11.6. EXPLOITATION DU RÉSERVOIR.....	137
11.7. RÉGLEMENTATION ET OBJECTIFS DE PROTECTION.....	137
11.8. VULNÉRABILITÉ	138
11.8.1. Vulnérabilité par rapport aux formations sus-jacentes.....	138
11.8.2. Transferts au sein de la nappe	138
11.8.3. Vulnérabilité par rapport aux formations sous-jacentes.....	138
11.9. DOCUMENTATION BSS	138
12. Conclusion	139
13. Références documentaires dans le texte.....	143
14. Bibliographie complète.....	145

Liste des figures

Figure 1 - Localisation des ouvrages BSS dont les données ont été exploitées.....	20
Figure 2 - Localisation des ouvrages issus de la BSS exploitant un aquifère profond.....	21
Figure 3 - Localisation géographique de 656 captages AEP d'Île-de-France.....	22
Figure 4 - Localisation géographique de 137 captages AEP d'Île-de-France dont les informations sur le système aquifère exploité sont manquantes.....	22

Figure 5 - Coupe générale transversale du bassin de Paris (Source Feasibility of CO ₂ storage in geothermal reservoirs. Example of the Paris Basin, France. BRGM-CFG-ANTEA, 2003).	23
Figure 6 - Localisation de la commune de Massy (91) en Île-de-France.	24
Figure 7 - Localisation de la commune de Massy sur la feuille géologique de Corbeil (n° 219).	25
Figure 8 - Localisation de la commune de Massy et caractéristiques de la nappe de l'Oligocène.	29
Figure 9 - Localisation des sondages BSS utilisés pour la description de la lithologie.	31
Figure 10 - Carte piézométrique détaillée du secteur de Massy (d'après Atlas des nappes aquifères de la Région parisienne, BRGM, 1970).	34
Figure 11 - Coupe schématique est-ouest représentant les niveaux traversés par l'aquifère oligocène dans le secteur de Massy.	34
Figure 12 - Fonctionnement schématique de l'écoulement de l'aquifère oligocène au niveau des buttes.	35
Figure 13 - Exutoire de la nappe par une ligne de sources (source Atlas des nappes aquifères de la Région parisienne – Notice explicative – BRGM, 1970).	36
Figure 14 - Localisation et débits des ouvrages principaux captant la nappe de l'Oligocène.	37
Figure 15 - Transmissivités de la nappe de l'Oligocène mesurées dans les ouvrages principaux d'Île-de-France.	38
Figure 16 - Localisation des ouvrages ayant fourni des données hydrochimiques pour l'aquifère oligocène.	39
Figure 17 - Localisation des AEP exploitant l'aquifère multicouche de l'Oligocène.	40
Figure 18 - Localisation de la commune de Massy par rapport à la ZRE nappe de Beauce.	42
Figure 19 - Localisation de la commune de Massy par rapport à l'extention du SAGE nappe de Beauce.	43
Figure 20 - Localisation de la commune de Massy et caractéristiques de la nappe de l'Éocène supérieur.	45
Figure 21 - Localisation des sondages BSS utilisés pour la description de la lithologie.	47
Figure 22 - Alimentation de la nappe de l'Éocène supérieur (source BRGM).	50
Figure 23 - Localisation et débits des ouvrages principaux captant la nappe de l'Éocène supérieur.	51
Figure 24 - Transmissivités de la nappe de l'Éocène supérieur mesurées dans les ouvrages principaux d'Île-de-France.	52
Figure 25 - Localisation des ouvrages ayant fourni des données hydrochimiques pour l'aquifère de l'Éocène supérieur.	53
Figure 26 - Localisation des AEP exploitant l'aquifère multicouche de l'Éocène supérieur.	55
Figure 27 - Localisation de la commune de Massy et structure de la nappe de l'Éocène moyen et inférieur.	59

Figure 28 - Localisation de la fosse de Draveil par rapport à la commune de Massy et structure du toit du réservoir Éocène supérieur.	60
Figure 29 - Localisation des sondages BSS utilisés pour la description de la lithologie.	61
Figure 30 - Carte piézométrique détaillée du secteur de Massy.	65
Figure 31 - Localisation et débits des ouvrages principaux captant la nappe de l'Éocène moyen et inférieur.	66
Figure 32 - Transmissivités de la nappe de l'Éocène moyen et inférieur mesurées dans les ouvrages principaux d'Île-de-France.	67
Figure 33 - Localisation des ouvrages ayant fourni des données hydrochimiques pour l'aquifère de l'Éocène moyen et inférieur et représentation de la minéralisation.	68
Figure 34 - Localisation des AEP exploitant l'aquifère multicouche de l'Éocène moyen et inférieur.	69
Figure 35 - Localisation de la commune de Massy et structure de la nappe de la Craie.	73
Figure 36 - Localisation des sondages BSS utilisés pour la description de la lithologie.	75
Figure 37 - Localisation des AEP exploitant l'aquifère de la Craie.	78
Figure 38 - Localisation de la commune de Massy et structure de la nappe de l'Albien (d'après B. Housse, Ph. Maget, 1976 - Potentiel géothermique du Bassin parisien).	81
Figure 39 - Coupe transversale schématique du bassin de Paris représentant la structure du réservoir au Crétacé inférieur.	82
Figure 40 - Localisation des sondages BSS utilisés pour la description de la lithologie.	83
Figure 41 - Sables de l'Albien : relation entre les niveaux de sables (les formations semi-perméables ou imperméables sont représentées en italique).	86
Figure 42 - Carte piézométrique générale et sens d'écoulements de la nappe de l'Albien (1997). Source : Synthèse hydrogéologique du Crétacé inférieur du bassin de Paris (1997).	87
Figure 43 - Augmentation du niveau piézométrique de la nappe de l'Albien durant la période 1991 à 2007 pour le piézomètre de contrôle situé à Paris (13 ^e arrondissement).	88
Figure 44 - Localisation et débits des ouvrages principaux captant la nappe de l'Albien.	90
Figure 45 - Transmissivité de la nappe de l'Albien (d'après Synthèse hydrogéologique du Crétacé inférieur du bassin de Paris, 1997).	91
Figure 46 - Localisation des ouvrages ayant fourni des données hydrochimiques pour l'aquifère de l'Albien.	92
Figure 47 - Salinité de la nappe de l'Albien (d'après Synthèse hydrogéologique du Crétacé inférieur du bassin de Paris, 1997).	92
Figure 48 - Localisation des captages (industriels, eau potable ou géothermie) exploitant l'aquifère multicouche de l'Albien.	94
Figure 49 - Répartition par usage des volumes prélevés en 2006 dans les nappes de l'Albien et du Néocomien (en m ³). Source : DIREN Île-de-France.	94

Figure 50 - Localisation de la commune de Massy dans la Zone de Répartition des Eaux B5 « Nappes de l'Albien et du Néocomien ».	95
Figure 51 - Localisation de la commune de Massy et puissance du réservoir du Néocomien-Barrémien (d'après Synthèse géologique du bassin de Paris : Atlas (vol. 2), mémoire BRGM n° 102, 1980).	99
Figure 52 - Localisation des sondages BSS utilisés pour la description de la lithologie. Le fond de carte correspond à la puissance du réservoir (cf. Figure 51).	101
Figure 53 - Piézométrie de la nappe du Néocomien-Barrémien en Île-de-France (d'après Synthèse hydrogéologique du Crétacé inférieur du bassin de Paris, 1997).	103
Figure 54 - Localisation et débits des ouvrages principaux captant la nappe de l'Éocène moyen et inférieur. Le fond de carte représente la puissance du réservoir (cf. Figure 51).	104
Figure 55 - Composition chimique des eaux du Néocomien.	105
Figure 56 - Localisation des ouvrages ayant fourni des données hydrochimiques pour l'aquifère du Néocomien-Barrémien.	106
Figure 57 - Localisation des ouvrages exploitant la nappe du Néocomien-Barrémien en Île-de-France. Le fond de carte représente la puissance du réservoir (cf. Figure 51).	106
Figure 58 - Localisation de la commune de Massy et structure du toit du réservoir du Malm.	109
Figure 59 - Localisation des sondages BSS utilisés pour la description de la lithologie. Le fond de carte représente les isohypses du toit du réservoir (cf. Figure 58).	110
Figure 60 - Transmissivités de la nappe du Lusitanien en Île-de-France (d'après Potentiel géothermique du Bassin parisien, BRGM et Elf-Aquitaine, 1976).	115
Figure 61 - Salinité de la nappe du Lusitanien sur la région Île-de-France (d'après Potentiel géothermique du Bassin parisien, BRGM et Elf-Aquitaine, 1976).	116
Figure 62 - Localisation de la commune de Massy et toit des calcaires du Dogger.	119
Figure 63 - Localisation des sondages BSS utilisés pour la description de la lithologie. Le fond de carte correspond à la puissance du réservoir du Dogger calcaire	121
Figure 64 - Puissance du Dogger calcaire en Île-de-France (d'après Synthèse géologique du bassin de Paris : Atlas (vol. 2), mémoire BRGM n° 102, 1980).	122
Figure 65 - Transmissivités du Dogger à l'échelle de la région Île-de-France (d'après Potentiel géothermique du Bassin parisien, BRGM et Elf-Aquitaine, 1976).	124
Figure 66 - Salinité du Dogger à l'échelle de la région Île-de-France (d'après Potentiel géothermique du Bassin parisien, BRGM et Elf-Aquitaine, 1976).	125
Figure 67 - Localisation des ouvrages exploitant l'aquifère du Dogger et état de l'exploitation. Le fond de carte représente la puissance des calcaires du Dogger (cf. Figure 64).	126
Figure 68 - Localisation des ouvrages géothermiques situés proche de Massy.	127
Figure 69 - Extensions des zones aquifères du Lias (d'après Potentiel géothermique du Bassin parisien, BRGM et Elf-Aquitaine, 1976).	128

Figure 70 - Schéma sédimentologique des réservoirs du Trias. (A) Corps fluviatile du Keuper supérieur ; (B) Prisme détritique du Trias moyen ; (C) Réservoir du Trias inférieur.....	131
Figure 71 - Localisation de la commune de Massy et faciès de l'aquifère du Keuper en Île-de-France (d'après Potentiel géothermique du Bassin parisien, BRGM et Elf Aquitaine, 1976).	132
Figure 72 - Puissance du Keuper et transmissivités de la nappe (d'après Potentiel géothermique du Bassin parisien, BRGM et Elf-Aquitaine, 1976).	133
Figure 73 - Localisation des sondages BSS utilisés pour la description de la lithologie.	134
Figure 74 - Salinité de l'aquifère du Keuper (d'après Potentiel géothermique du Bassin parisien, BRGM et Elf-Aquitaine, 1976).	137
Figure 75 - Localisation des ouvrages d'exploitation d'eau situés dans un environnement proche de Massy.	141

Liste des tableaux

Tableau 1 - Nombre d'ouvrages BSS dont les données ont été exploitées par aquifère étudié.	21
Tableau 2 - Lithostratigraphie simplifiée de la zone d'étude (les altitudes indiquées sont approximatives).....	26
Tableau 3 - Données hydrochimiques des ouvrages de l'Oligocène situés dans la zone de Massy.....	38
Tableau 4 - Données hydrochimiques des ouvrages de l'Éocène supérieur situés dans le secteur de Massy.....	53
Tableau 5 - Lithostratigraphie simplifiée de l'Éocène moyen et inférieur dans le secteur de Massy. En grisé, les formations n'apparaissant pas sur la zone considérée.	62
Tableau 6 - Données hydrochimiques des ouvrages de l'Éocène moyen et inférieur situés dans le secteur de Massy.....	68
Tableau 7 - Lithostratigraphie simplifiée du Crétacé supérieur dans le secteur de Massy.	74
Tableau 8 - Lithostratigraphie simplifiée du réservoir de l'Albien dans le bassin de Paris.	83
Tableau 9 - Données hydrochimiques pour les sondages proches de la commune de Massy.....	91
Tableau 10 - Évolution des prélèvements entre 2002 et 2006 (source : DIREN Île-de-France).....	93
Tableau 11 - Lithostratigraphie simplifiée du réservoir du Néocomien-Barrémien dans le bassin de Paris.....	100
Tableau 12 - Lithostratigraphie simplifiée du réservoir du Malm dans le bassin de Paris.	111
Tableau 13 - Lithostratigraphie simplifiée du réservoir du Dogger dans le bassin de Paris.	120
Tableau 14 - Doublets géothermiques situés dans un rayon de 15 km autour de Massy.	127

Tableau 15 - Lithostratigraphie simplifiée du réservoir du Trias supérieur sur la zone d'étude.....	134
Tableau 16 - Ouvrages d'exploitation d'eau situés à moins de 1 km de Massy.....	140

1. Méthodologie

L'étude concernant les aquifères du bassin de Paris, au droit de la commune de Massy (91), concerne le département de l'Essonne, mais a aussi été menée globalement sur toute la région Île-de-France (départements de Paris, Seine-et-Marne, Yvelines, Essonne, Hauts-de-Seine, Seine-Saint-Denis, Val-de-Marne et Val-d'Oise).

Les résultats des travaux réalisés se présentent sous la forme de la présente synthèse hydrogéologique illustrée de documents cartographiques créés grâce à la mise en place d'une base de données cartographiques. Les résultats ont été élaborés à partir des données provenant :

- de synthèses existantes ;
- des données issues de la Banque du Sous-Sol ;
- de la base des captages d'Alimentation en Eau Potable de la région Île-de-France.

Les données concernent des rappels de géologie, l'hydrogéologie (en termes de piézométrie, comportement de la nappe, communication entre les aquifères), les paramètres hydrodynamiques, l'hydrochimie, les prescriptions réglementaires, les objectifs de protection et la vulnérabilité de la nappe par rapport aux transferts de pollution.

Les grandes étapes de l'étude de chaque aquifère ont été les suivantes :

- inventaire des ouvrages BSS situés dans la zone d'étude ou à proximité de la zone d'étude et traversant le niveau étudié ;
- inventaire des données hydrodynamiques et hydrochimiques pour l'aquifère concerné issues de la bibliographie et de la base de données IDF situés sur la zone d'étude ou sur la totalité de la région Île-de-France ;
- inventaire des captages AEP exploitant l'aquifère étudié en Île-de-France ;
- création de la base de données sous ACCESS© ;
- réalisation de cartes par liaison avec le SIG sous ARCVIEW© ;
- synthèse de données et synthèse documentaire.

1.1. SYNTHÈSES EXISTANTES

Les synthèses utilisées dans le cadre de cette étude couvrent le bassin parisien de manière globale ou une zone d'étude plus restreinte :

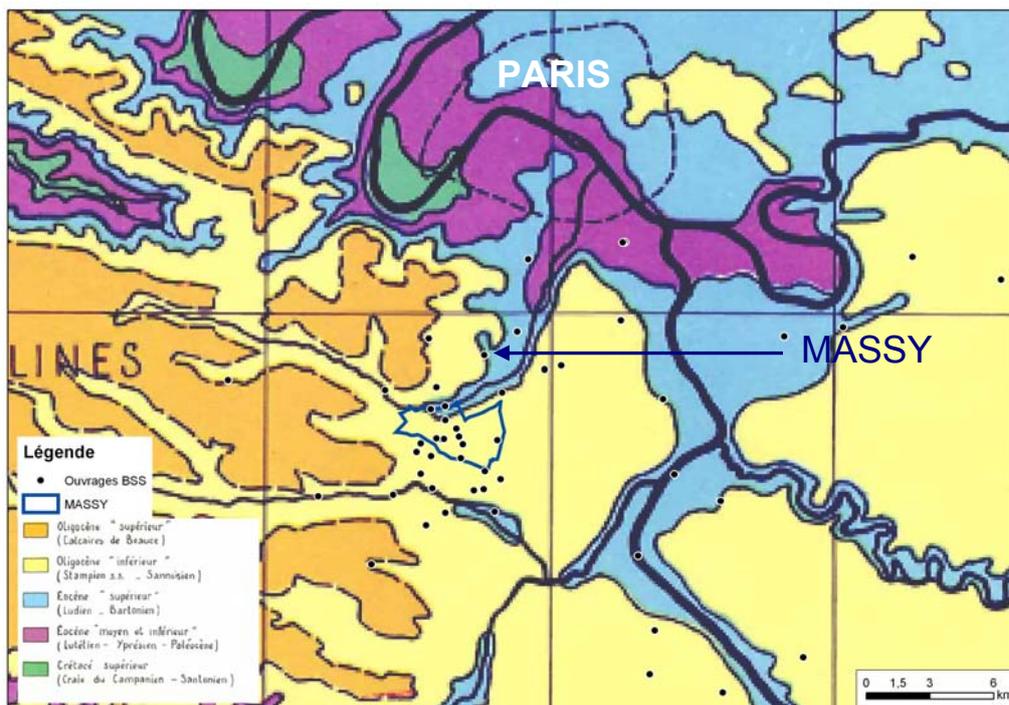
- Atlas des nappes aquifères de la Région parisienne, BRGM, 1970 ;
- Hydrogéologie du centre du bassin de Paris, C. Mégrien, Mémoire BRGM n° 98, 1979 ;

- État de la documentation sur les ouvrages souterrains implantés sur la feuille topographique de Corbeil et synthèse hydrogéologique provisoire, G. Rampon, S. Beaufond, M. Pinelli. Rapport BRGM DSGR.64.A48, 14 octobre 1964 ;
- Synthèse hydrogéologique du Crétacé inférieur du bassin de Paris, J.F. Vernoux, P. Maget, H. Afzali, R. Blanchin, M. Donsimoni, J. Vairon. Rapport BRGM DSGR/IDF R39702, 1997 ;
- Potentiel géothermique du Bassin parisien, B. Housse, P. Maget, mai 1976.

1.2. DONNÉES ISSUES DE LA BSS

1.2.1. Lithologie

Les données issues de la BSS ont permis l'acquisition de données concernant la lithologie rencontrée (grâce aux logs et coupes géologiques) au droit de la commune de Massy ou aux environs de celle-ci et l'acquisition de données hydrodynamiques (transmissivités (T) et débits maximums (Q_{max})).



Pour l'ensemble des aquifères étudiés, les données de **63** ouvrages BSS, recoupant une ou plusieurs formations, ont été récoltées et exploitées pour la description de la lithologie, de la façon suivante :

Aquifère étudié	Nombre d'ouvrages BSS
Oligocène	10
Éocène supérieur	9
Éocène moyen et inférieur	23
Crétacé supérieur	15
Crétacé inférieur (Albien)	16
Crétacé inférieur (Néocomien-Barrémien)	29
Jurassique supérieur	21
Jurassique moyen	21
Trias	5

Tableau 1 - Nombre d'ouvrages BSS dont les données ont été exploitées par aquifère étudié.

1.2.2. Exploitation des aquifères profonds

Les données issues de la BSS nous ont aussi permis de récolter les informations relatives à l'exploitation des aquifères profonds à savoir du Crétacé inférieur au Trias. Ainsi, nous avons pu recenser 163 points d'eau exploitant ces nappes pour l'eau (40 ouvrages, eau potable ou industrielle) ou pour leur potentiel géothermique (109 ouvrages).

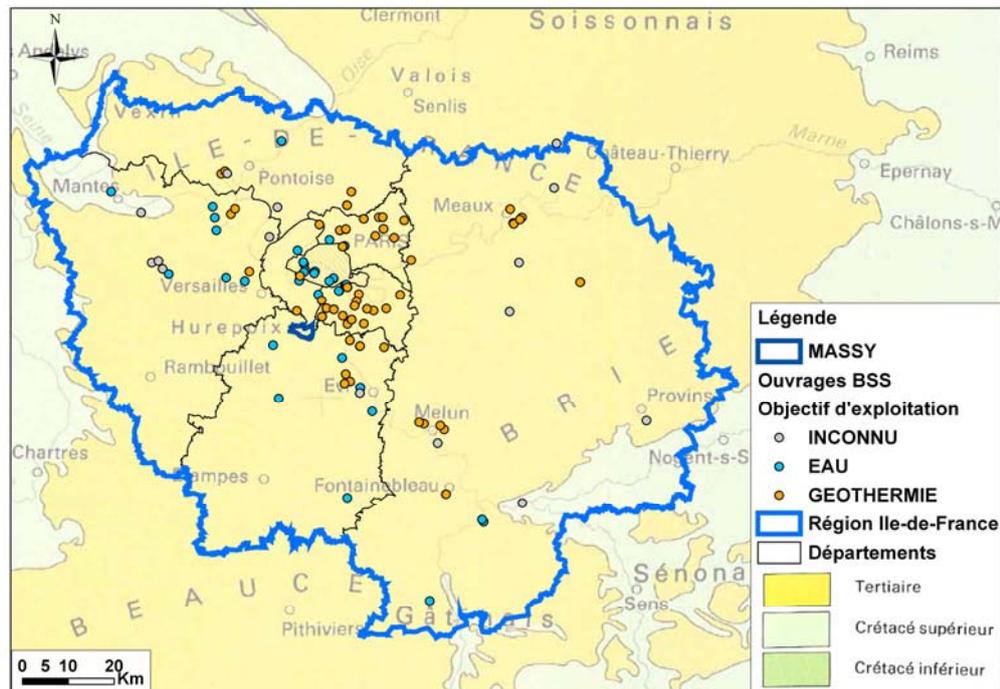


Figure 2 - Localisation des ouvrages issus de la BSS exploitant un aquifère profond.

1.3. DONNÉES SUR LES CAPTAGES AEP D'ÎLE-DE-FRANCE

Les données proviennent d'une base de données des captages AEP d'Île-de-France datant de juin 2006. Cette base contient 656 captages géo-référencés sur l'ensemble de la région Île-de-France (cf. Figure 3).

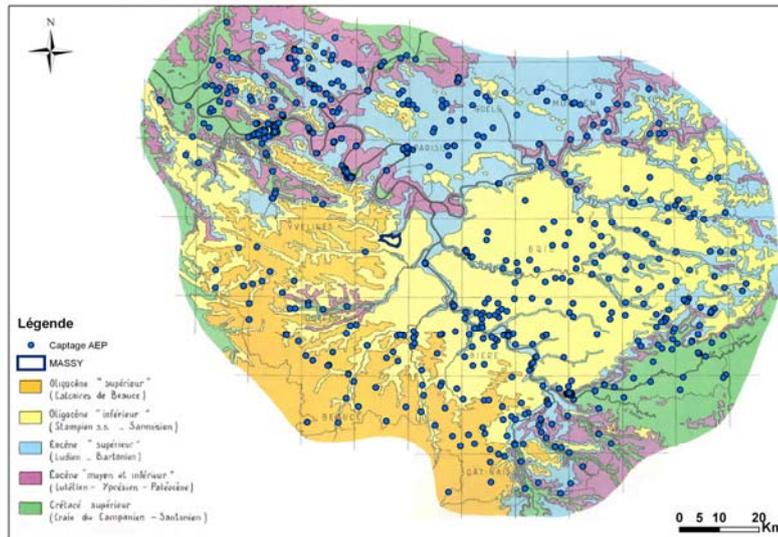


Figure 3 - Localisation géographique de 656 captages AEP d'Île-de-France.

Pour ces 656 captages AEP, les données concernant le niveau aquifère exploité a pu être déterminé pour 519 captages. Les cartes réalisées dans le cadre de ce rapport se basent donc sur l'étude de ces 519 captages AEP, les 137 autres concernant un niveau aquifère non renseigné (cf. Figure 4).

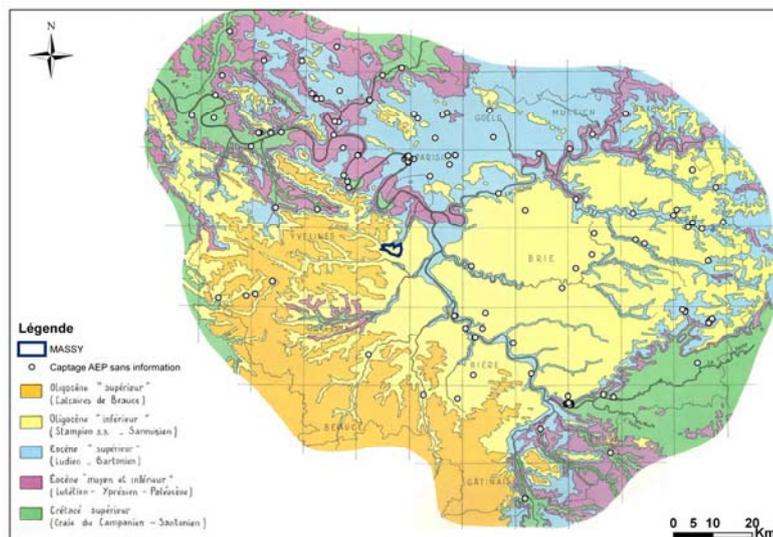


Figure 4 - Localisation géographique de 137 captages AEP d'Île-de-France dont les informations sur le système aquifère exploité sont manquantes.

2. Description de la zone d'étude et caractères hydrogéologiques généraux

2.1. STRUCTURE HYDROGÉOLOGIQUE GÉNÉRALE DU BASSIN DE PARIS

2.1.1. Coupe transversale du bassin

La géologie du bassin de Paris fait apparaître deux grandes entités différentes : une partie qui constitue le socle et l'autre qui correspond au bassin sédimentaire. Le bassin sédimentaire aquifère a pour substratum le socle anté-triassique. L'essentiel de la ressource en eau du bassin provient des formations sédimentaires de l'ère secondaire, tertiaire et parfois quaternaire (cf. Figure 5). La géologie et la morphologie de ces différentes couches permet donc de délimiter les différentes entités hydrogéologiques du bassin.

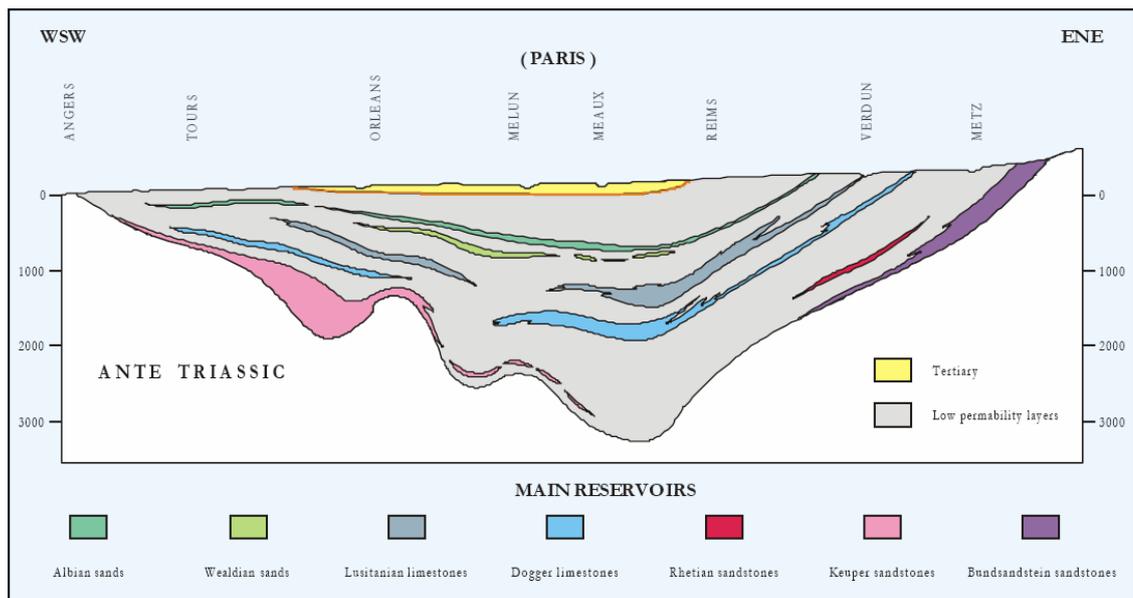


Figure 5 - Coupe générale transversale du bassin de Paris (Source Feasibility of CO₂ storage in geothermal reservoirs. Example of the Paris Basin, France. BRGM-CFG-ANTEA, 2003).

2.1.2. Zones aquifères du bassin de Paris

D'une façon générale, les aquifères rencontrés dans le bassin de Paris sont les suivants, de la surface au socle :

- aquifères alluviaux (Quaternaire) cités pour mémoire ;

- aquifère multicouche du Calcaire de Brie, du Calcaire de Beauce et des Sables de Fontainebleau (Oligocène) ;
- aquifère multicouche du Calcaire de Champigny (Éocène supérieur) ;
- aquifère multicouche des Sables du Soissonnais et du Calcaire grossier (Éocène moyen et inférieur) ;
- aquifère multicouche de la Craie (Crétacé supérieur) ;
- aquifère multicouche de l'Albien (Crétacé inférieur) ;
- aquifère multicouche du Néocomien-Barrémien (Crétacé inférieur) ;
- aquifère du Malm (Jurassique supérieur) ;
- aquifère du Dogger (Jurassique moyen) ;
- aquifère du Lias (Jurassique inférieur) ;
- aquifère du Trias.

2.2. ZONE D'ÉTUDE

2.2.1. Localisation de la commune de Massy

La zone d'étude correspond à la commune de Massy, située dans le nord du département de l'Essonne (91) en région Île-de-France.

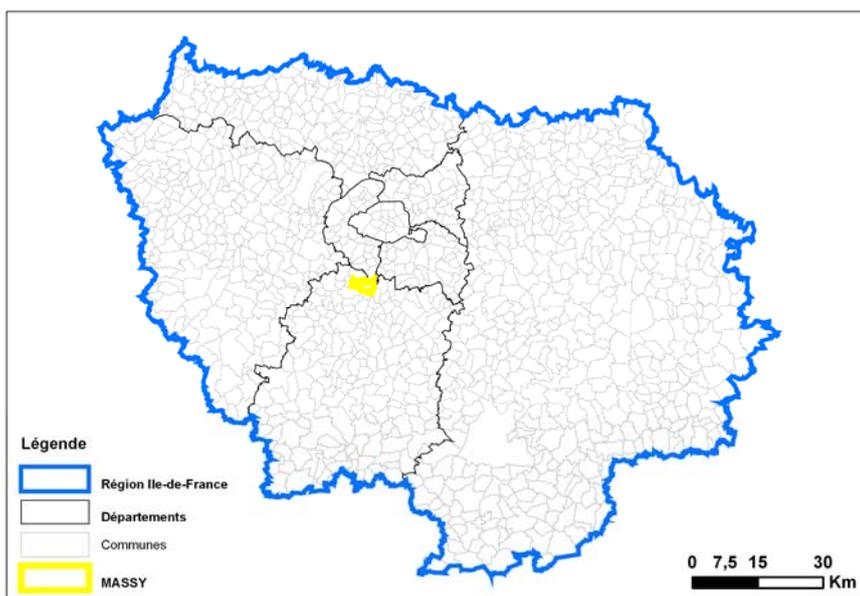
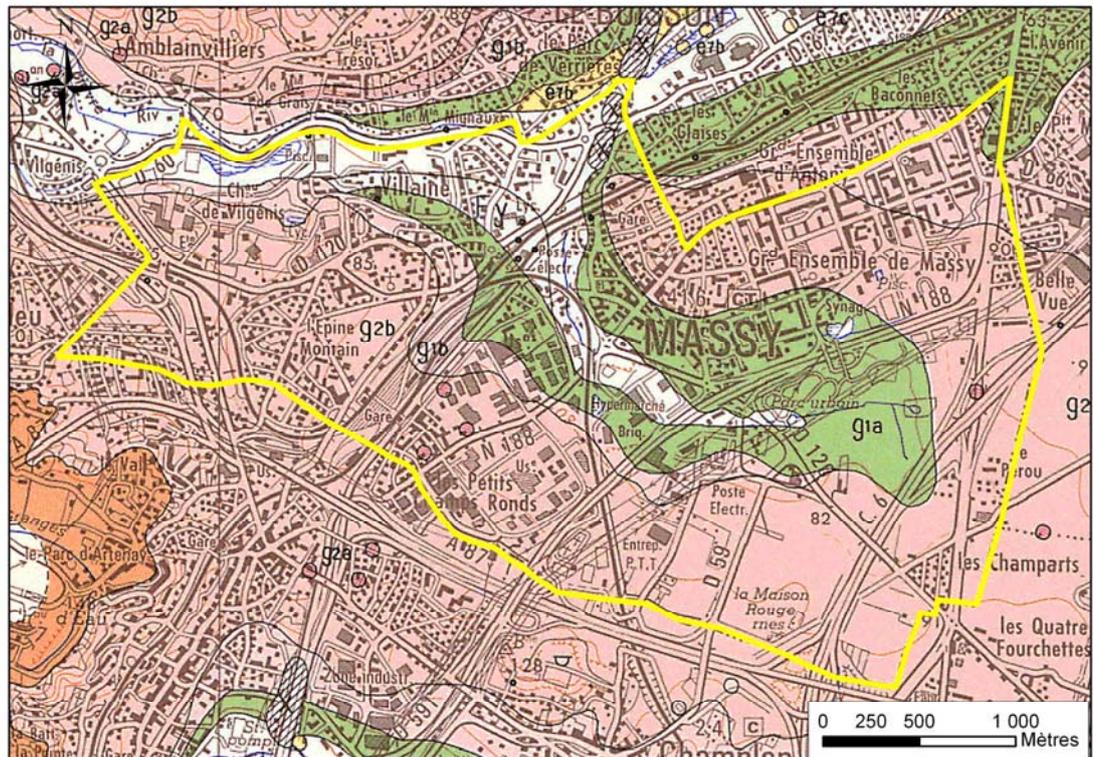


Figure 6 - Localisation de la commune de Massy (91) en Île-de-France.

2.2.2. Géologie

La commune de Massy se situe sur la feuille géologique n° 219 de Corbeil.



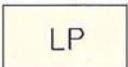
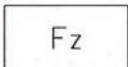
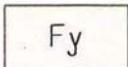
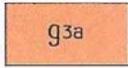
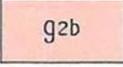
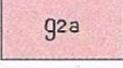
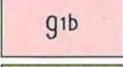
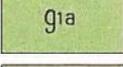
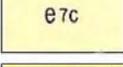
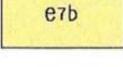
Légende	
	MASSY
	LP Limons des plateaux
	Fz Alluvions récentes
	Fy Alluvions anciennes : basse terrasse (5-20 m)
	g3a Oligocène supérieur Meulière de Montmorency et Argile à meulière de Montmorency
	g2b Stampien supérieur Sables et Grès de Fontainebleau
	g2a Stampien inférieur Marnes à Huîtres
	g1b Stampien inférieur ("Sannoisien") Calcaire de Brie et argile à meulière de Brie
	g1a Stampien inférieur ("Sannoisien") Argile verte
	e7c Ludien supérieur Marnes supragypseuses
	e7b Ludien moyen Marnes et masses du gypse ou calcaire de Champigny

Figure 7 - Localisation de la commune de Massy sur la feuille géologique de Corbeil (n° 219).

La commune de Massy repose sur des terrains quaternaires (alluvions de la Bièvre) et des terrains tertiaires : Oligocène moyen (Sables de Fontainebleau g2b et Calcaire de Brie g1b) et Oligocène inférieur (Argiles vertes g1a).

2.2.3. Hydrogéologie

Alt. (m NGF)	Formations aquifères	Formations imperméables ou semi-imperméables	Système
Z = 90	Aquifère multicouche des Sables de Fontainebleau et des Calcaires de Brie		OLIGOCÈNE
		Marnes à huîtres	
		Marnes vertes de Romainville	
Z = 70		Marnes supragypseuses	ÉOCÈNE SUPÉRIEUR
	Aquifère multicouche du Calcaire de Champigny		
Z = 10	Marnes et caillasses du Lutétien		ÉOCÈNE MOYEN ET INFÉRIEUR
	Calcaire grossier du Lutétien		
		Arkose de Breuillet	
Z = -60		Argiles plastiques	CRÉTACÉ SUPÉRIEUR
	Aquifère de la Craie		
		Craie grise	
Z = -475/490		Craie inférieure	CRÉTACÉ INFÉRIEUR
	Aquifère de l'Albien	Argile de Gault	
		Argiles et marnes de l'Aptien	
Z = -600/630		Argiles bariolées du Barrémien	JURASSIQUE SUPÉRIEUR
	Aquifère du Néocomien-Barrémien		
Z = -700/730		Marnes et calcaires marneux	JURASSIQUE MOYEN
	Aquifère du Tithonien		
	Aquifère du calcaire Lusitanien		JURASSIQUE INFÉRIEUR
		Marnes oxfordiennes	
Z = -1300/1450		Argiles calloviennes	TRIAS
	Aquifère du Dogger		
Z = -1600		Argiles du Bajocien	
		Formations du Lias	
Z = -1800	Aquifère du Keuper		
Z = -1900	SOCLE		

Tableau 2 - Lithostratigraphie simplifiée de la zone d'étude (les altitudes indiquées sont approximatives).

Du fait de sa position sur des terrains où le Tertiaire est à l'affleurement, il est possible de rencontrer la quasi-totalité des aquifères du Bassin parisien au droit de la commune de Massy (cf. § 2.1.2.). Malgré tout, certains aquifères sont localement plus importants que d'autres.

Ainsi, dans la suite de ce rapport, les aquifères situés au droit de la commune de Massy (cf. Tableau 2) seront décrits selon le schéma suivant :

- localisation et positionnement du réservoir étudié : sont décrits les caractéristiques du toit et du mur du réservoir, sa puissance et la localisation géographique de Massy par rapport à l'extension du réservoir ;
- description de la lithostratigraphie des différents niveaux rencontrés ;
- description de l'hydrogéologie du réservoir : sont décrits les caractéristiques des niveaux perméables et le comportement de la nappe (puissance, piézométrie, sens de l'écoulement, exutoire et communication avec d'autres nappes) ;
- mise à disposition des données hydrodynamiques (débits maximums et transmissivité) lorsque celles-ci sont disponibles ;
- mise à disposition des données hydrochimiques (minéralisation, salinité et autres données) lorsque celles-ci sont disponibles ;
- recensement des ouvrages exploitant la nappe en question (eau potable ou industrielle, géothermie) lorsque celles-ci sont disponibles ;
- résumé de la réglementation et des objectifs de protection auxquels est soumis l'aquifère étudié, s'il y a lieu ;
- description de la vulnérabilité de l'aquifère vis-à-vis des aquifères sus ou sous-jacents, mais aussi au sein de l'aquifère lui-même. Cette partie est une description succincte et générale de la vulnérabilité de l'aquifère et n'a pas pour vocation de remplacer une étude d'impact détaillée.

En dehors de l'Albien-Néocomien qui est la ressource stratégique en eau souterraine de la Région parisienne, la commune de Massy se situe dans une zone où les différentes nappes présentent des caractéristiques hydrodynamiques moyennes et sont relativement peu exploitées.

3. Aquifère multicouche du Calcaire de Beauce et des Sables de Fontainebleau

ÈRE : Tertiaire

SYSTÈME : Oligocène

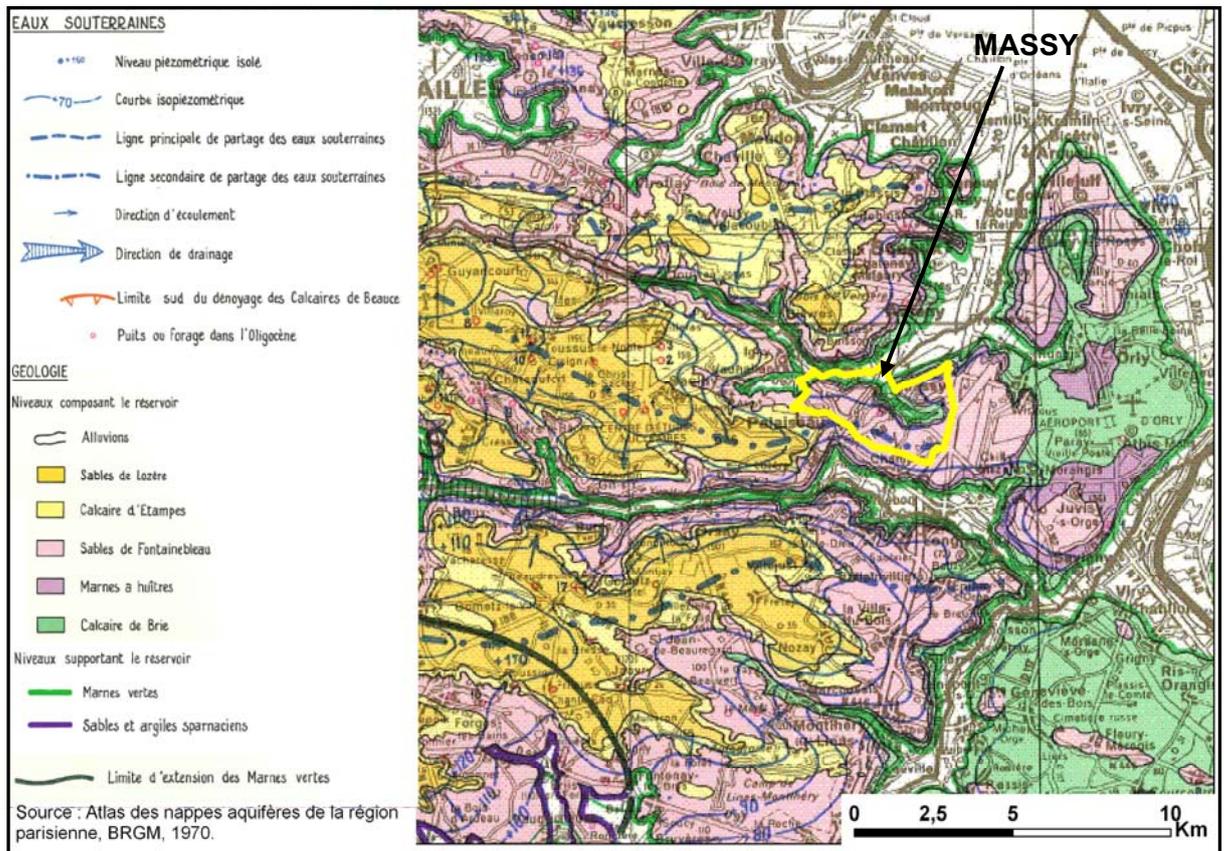


Figure 8 - Localisation de la commune de Massy et caractéristiques de la nappe de l'Oligocène.

3.1. STRUCTURE DU RÉSERVOIR

3.1.1. Toit et mur

a) Toit

Sur la zone considérée, les terrains d'âge Oligocène sont à l'affleurement ou bien sont recouverts de formations quaternaires (alluvions).

b) Mur

Le réservoir des formations aquifères repose sur des argiles vertes imperméables (Marnes vertes de Romainvilliers, étage Stampien). Ces dernières affleurent en bordure de la Bièvre (au nord, sur la commune de Massy) et en bordure de l'Yvette (au sud de la commune de Massy). Le mur du réservoir correspond donc à ces argiles vertes qui se trouvent à une altitude de +70 m NGF [1]. Localement les valeurs peuvent varier.

c) Puissance

L'épaisseur du réservoir est inférieure à 20 m, elle est voisine de 12 m [1] dans la zone d'étude. D'après l'exploitation des données de 11 sondages issus de la Banque du Sous-Sol (BSS), l'épaisseur du réservoir Oligocène est très variable sur la commune de Massy. En moyenne, elle est de 10 m (moyenne calculée d'après l'étude de 11 sondages, médiane à 9,3 m) mais peut localement atteindre 17,3 à 20 m sur la commune de Palaiseau, au sud-ouest de la commune de Massy¹ et 3,3 à 5,5 m dans le centre et l'ouest de la commune².

3.2. LITHOSTRATIGRAPHIE

3.2.1. Calcaire de Beauce (Aquitaniens)

À l'échelle de la carte géologique de Corbeil, les Calcaires de Beauce constituent des bancs de calcaire meulièrement empâtés dans une argile de décalcification et sont plus ou moins discontinus. Au nord de la feuille, la base des calcaires de Beauce est marneuse. Au niveau de la commune de Massy, l'étude des données lithologiques issues des sondages BSS n'indiquent pas la présence de cette unité.

3.2.2. Sables de Fontainebleau (Stampien)

Cette masse importante (65 à 70 m) à l'ouest de la commune de Massy est constituée de sable fin, blanc, ocre ou rosé, contenant du mica et stratifié avec des bancs discontinus de grès siliceux, généralement à son sommet. Au niveau de la commune de Massy, les sondages BSS indiquent que les Sables de Fontainebleau sont jaunes³, voire jaune-gris⁴. Sur le site étudié, les sondages⁵ indiquent une épaisseur de 7 à 10,7 m

3.2.3. Marnes à huîtres (Stampien)

Ces marnes ou calcaires peuvent être plus ou moins sableux jaunes ou verdâtres. La base est généralement marneuse et le sommet calcaire. L'épaisseur maximale se trouve à Massy (6 m) et diminue vers l'ouest et le nord-ouest [2]. Les sondages BSS donnent les informations suivantes : les marnes ont un taux de CaCO₃ compris entre 33 et 66 %⁶, l'épaisseur est de l'ordre de 4,5 m et le faciès varie avec la profondeur : en premier lieu, les marnes sont blanches et fossilifères, dans un second temps le

faciès est plus calcaire, grossier et de couleur jaune, enfin à la base de la formation, les marnes ont un faciès argileux, de couleur verte et fossilifère⁴. Dans l'est de la commune, l'épaisseur peut aussi être très réduite comme cela est mis en évidence par le sondage BSS n° 02192X0271.

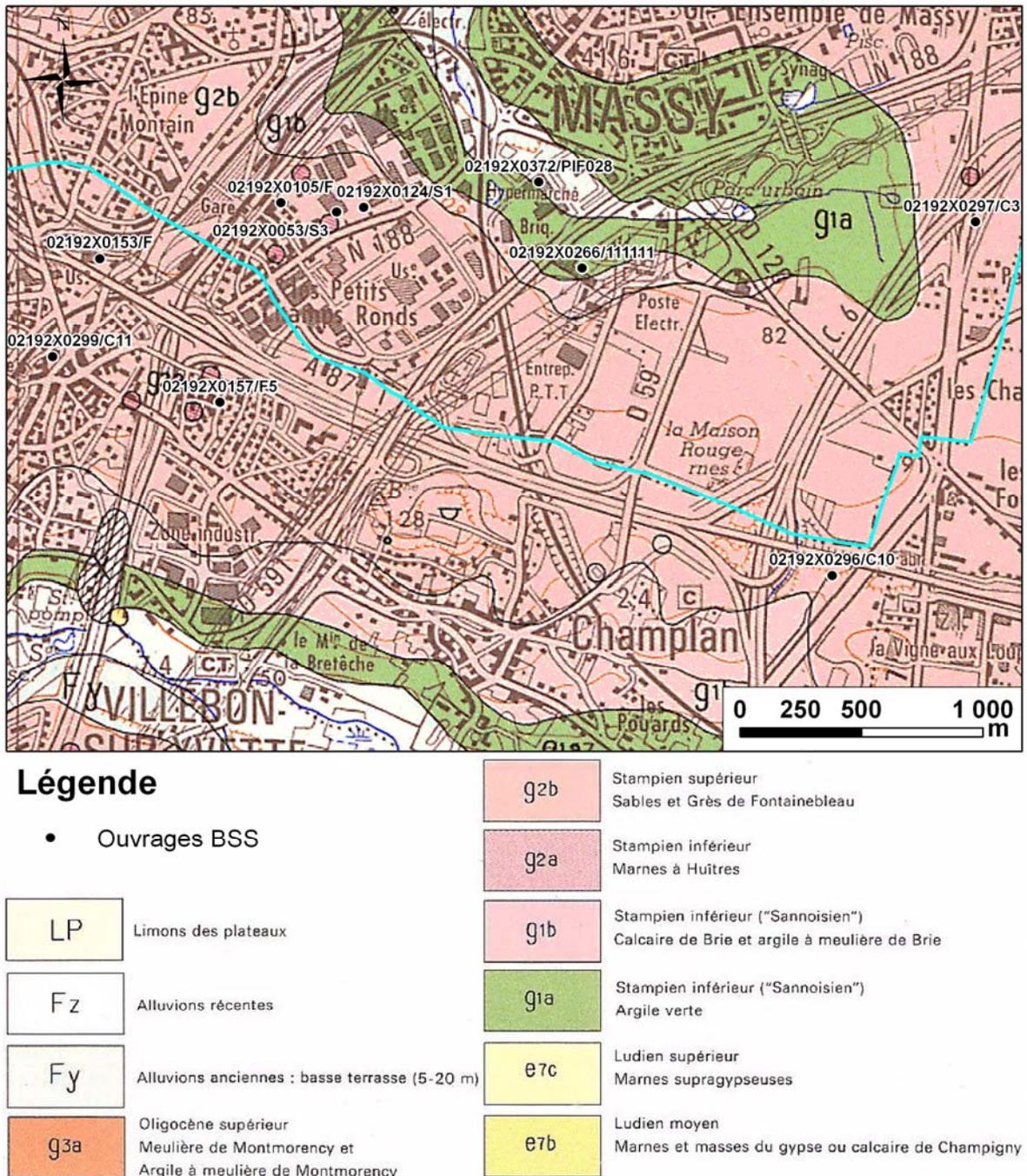


Figure 9 - Localisation des sondages BSS utilisés pour la description de la lithologie.

3.2.4. Calcaire de Brie (Sannoisien)

Dans la zone considérée, les Calcaires de Brie, situés sous les Sables de Fontainebleau ont un faciès marneux, limite meulière. Cette formation est composée de bancs calcaires silicifiés alternant avec des lits de marnes calcaires. La base de la formation est généralement marneuse et blanche. Au niveau de la commune de Massy, ces formations ont une épaisseur totale d'environ 4,5 m (voire 1 m sur le sondage 02192X0105) et sont composées d'une alternance de marnes et de calcaires parfois fossilifères. La base de la formation est composée de calcaire argileux avec un taux de CaCO_3 compris entre 80 et 90 %. Ces formations reposent sur du gypse⁴. Sur la zone d'étude, les calcaires de Brie prennent des teintes jaunes vertes⁷. Dans l'est de la commune, l'épaisseur des formations de Brie peut aussi être très réduite comme l'indique le sondage n° 02192X0271.

3.2.5. Marnes vertes de Romainvilliers (Sannoisien inférieur)

Les Marnes vertes sont des argiles marneuses plastiques, vert-jaunâtres dans lesquelles s'intercalent de minces niveaux carbonatés blancs. Elles se trouvent à l'affleurement en bordure de la Bièvre (au nord, sur la commune de Massy) et en bordure de l'Yvette (au sud de la commune Massy) et sinon, se retrouvent à une altitude d'environ +70 m NGF. L'épaisseur de la formation est d'environ 6 à 8 m⁸, mais peut localement atteindre 20 m⁹.

Cette formation imperméable constitue le mur du réservoir Oligocène.

3.3. HYDROGÉOLOGIE

3.3.1. Niveaux perméables

L'absence de niveaux présentant une perméabilité avérée entre les systèmes aquifères suivants et la continuité des niveaux piézométriques sur la zone d'étude nous permet de considérer ces zones aquifères comme un seul et même système aquifère de l'Oligocène.

a) Calcaires de Beauce

À l'extrême ouest de la feuille de Corbeil, c'est-à-dire à l'ouest de la commune de Massy, la nappe de l'Oligocène circule dans les sables de Lozère et les Calcaires de Beauce. À l'échelle régionale, ils constituent un aquifère calcaire de type karstique de bonne perméabilité [1]. À l'échelle de la carte géologique, les niveaux semi-aquifères rencontrés sont sans extension géographique importante et sont marqués par de nombreuses mares. Les eaux infiltrées dans la masse calcaire rejoignent la nappe sous-jacente des Sables de Fontainebleau [2].

b) Sables de Fontainebleau

Cet aquifère à perméabilité de matrice atteint sa puissance maximale à l'ouest de la feuille de Corbeil. Cependant, dans la majeure partie de la carte géologique, les Sables de Fontainebleau sont disposés en buttes qui ne sont pas suffisamment épaisses pour contenir une nappe d'eau intéressante. Les Sables de Fontainebleau servent alors de filtre aux eaux de la nappe sous-jacente du Calcaire de Brie.

À l'échelle de la carte géologique de Corbeil, les Sables de Fontainebleau reposent sur des marnes à huîtres (épaisseur maximale de 6 m sur la commune de Massy [2]). Cet ensemble, bien que donnant lieu à une ligne de sources du fait de son imperméabilité, n'est localement pas suffisamment imperméable pour exclure la continuité avec la nappe aquifère sous-jacente (Calcaires de Brie) [1].

c) Calcaires de Brie

Cet aquifère a un faciès marneux, voire gypseux dans la zone d'étude et sa perméabilité y est moyenne [1]. Cependant, il constitue le premier réservoir aquifère étendu sur la région de la feuille de Corbeil. Reposant sur les marnes vertes imperméables, de nombreuses sources se manifestent à la base de la formation de Brie. Les eaux sont en rapport avec la surface du sol dans la partie est de Massy et sont recouvertes par les formations des Sables de Fontainebleau dans la partie ouest.

3.3.2. Comportement de la nappe

a) Puissance

Sur la commune de Massy, l'épaisseur mouillée est de 11 à 25 m [3] et correspond à une nappe d'importance moyenne [1].

b) Piézométrie

Le niveau piézométrique de la nappe se situe aux alentours de +70 à +80 m NGF au niveau de la commune de Massy (cf. Figure 10).

Sur le secteur de Massy, le niveau piézométrique se trouve dans le niveau géologique des Sables de Fontainebleau, au dessus des Calcaires de Brie. À l'est de la commune, le niveau piézométrique se situe géologiquement plus bas dans les Calcaires de Brie, tandis qu'à l'ouest il se situe géologiquement plus haut dans les Calcaires de Beauce inférieurs [1] (cf. Figure 11).

En hauteur, sur les buttes oligocènes, la profondeur de la nappe peut atteindre 10 m, alors que dans les vallées (La Bièvre) elle peut affleurer sous la surface du sol, au niveau de la couche imperméable formée par les argiles vertes (cf. Figure 12).

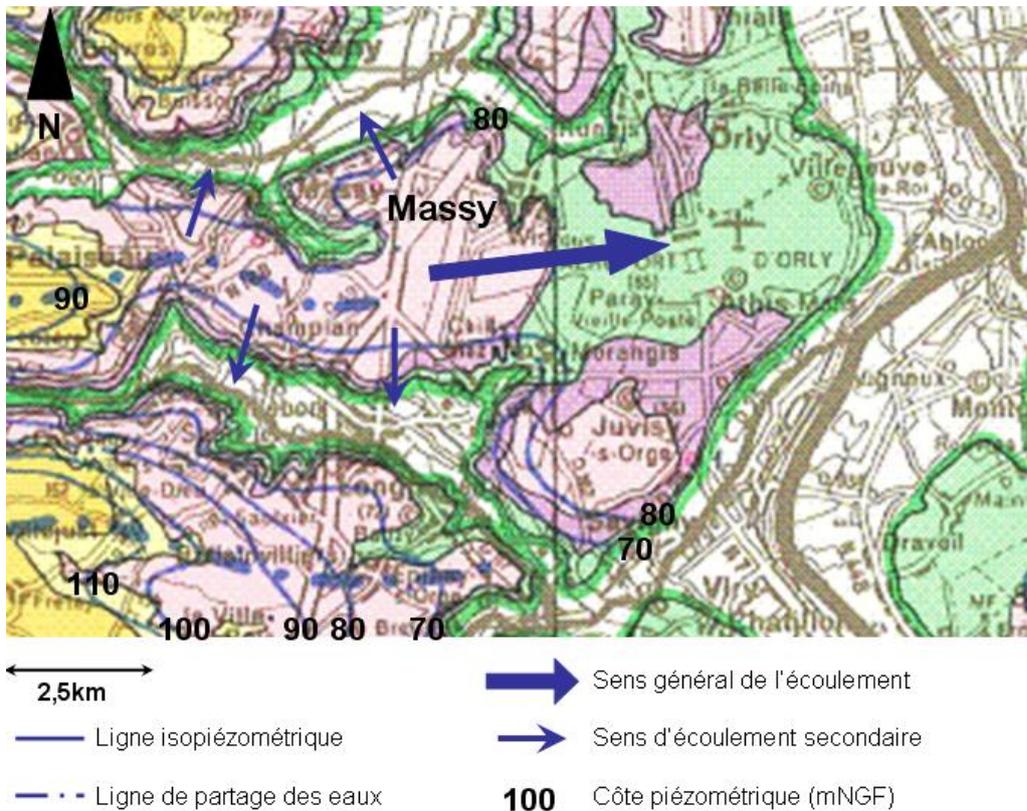


Figure 10 - Carte piézométrique détaillée du secteur de Massy (d'après Atlas des nappes aquifères de la Région parisienne, BRGM, 1970).

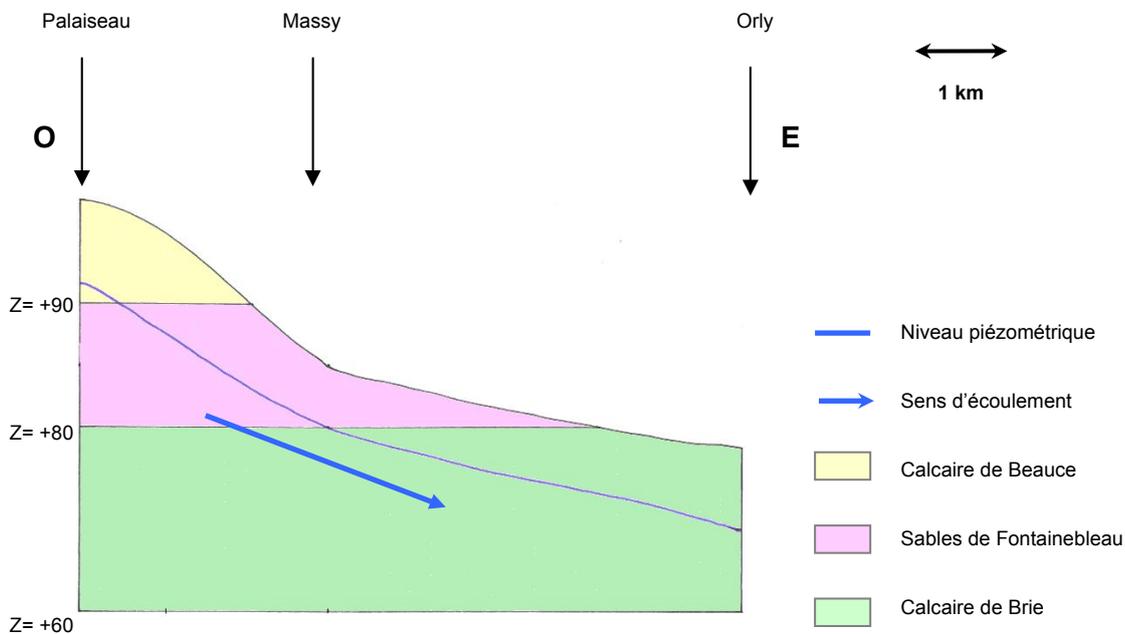


Figure 11 - Coupe schématique est-ouest représentant les niveaux traversés par l'aquifère oligocène dans le secteur de Massy.

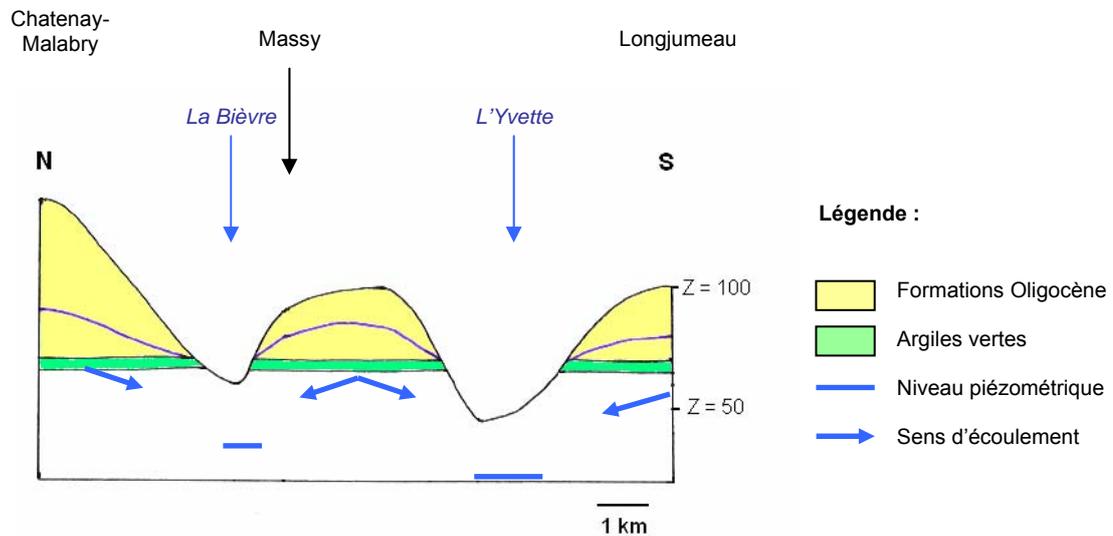


Figure 12 - Fonctionnement schématique de l'écoulement de l'aquifère oligocène au niveau des buttes.

c) Sens de l'écoulement

À l'échelle régionale, les Calcaires de Brie reposent sur des formations imperméables (argiles vertes) inclinées vers la Seine. La surface piézométrique est très proche du sol (8 m) et épouse assez fidèlement la topographie. Le sens général de l'écoulement est en direction du nord-est [1].

On note par ailleurs des sens d'écoulements secondaires. À partir de quelques points hauts, la nappe est divergente, c'est ce que l'on observe dans la zone de Massy. Massy se situe au niveau de la ligne de partage des eaux (cf. Figure 10). Dans la partie nord de la commune, l'écoulement est dirigé vers la Bièvre (direction nord) tandis que plus au sud, il est dirigé vers l'Yvette (direction sud) [1].

Par ailleurs, la nappe est drainée par la Bièvre dans la partie amont du cours d'eau, là où l'on n'observe pas d'affleurements d'argiles vertes dans la vallée. Il existe donc une communication, en amont entre la nappe des calcaires de Brie et le cours d'eau de la Bièvre. Plus en aval, la nappe de l'Oligocène alimente une ligne de sources qui sont de même drainées par la Bièvre mais de façon indirecte.

d) Exutoire

Lorsque la nappe des Sables de Fontainebleau est séparée des calcaires de Brie par la présence de marnes à huîtres (ce que l'on peut observer sur la zone d'étude), l'exutoire de la nappe des Sables de Fontainebleau est formé par une ligne de sources au toit des marnes à huîtres [1]. Cependant, sur la zone d'étude, il semble que les Sables de Fontainebleau soient en relation avec l'aquifère sous-jacent des Calcaires

de Brie car l'étude des sondages BSS montre que la présence des marnes à huîtres n'induit pas de différence de cote piézométrique entre ces deux aquifères.

L'exutoire des Calcaires de Brie est constitué par une ligne de source se situant au niveau du toit des marnes vertes imperméables [2]. Les affleurements de marnes vertes, observés au niveau de la commune de Massy, se trouvent à une altitude plus élevée que les niveaux d'eau des rivières de la Bièvre et de l'Yvette, ce qui nous permet de dire que la nappe de l'Oligocène ne semble pas en continuité hydraulique directe avec les nappes alluviales de ces rivières.

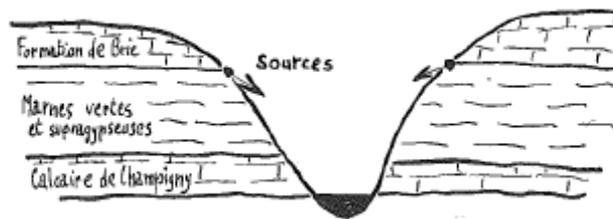


Figure 13 - Exutoire de la nappe par une ligne de sources (source Atlas des nappes aquifères de la Région parisienne – Notice explicative – BRGM, 1970).

e) Communication

À l'échelle régionale, il y a communication entre les nappes des Calcaires de Beauce et la nappe des Sables de Fontainebleau. Cependant, sur la commune de Massy, les formations de Beauce sont absentes.

Malgré la perméabilité moins élevées des marnes à huîtres, on observe sur la commune de Massy une communication entre la nappe des Sables de Fontainebleau et la nappe des Calcaires de Brie.

Dans la mesure où le réservoir repose sur les argiles vertes imperméables, sur la commune de Massy, on n'observe pas de communication avec les aquifères sous-jacents.

3.4. DONNÉES HYDRODYNAMIQUES

3.4.1. Débits

Les débits moyens des ouvrages captant la nappe de l'Oligocène mesurés sur la commune de Massy sont de l'ordre de 2 à 10 m³/h [3]. Cependant, certains ouvrages captant l'aquifère multicouche de l'Oligocène dans le secteur de Massy affichent des débits maximums plus élevés mais qui restent toujours inférieurs à 50 m³/h [1].

En Île-de-France, vingt ouvrages issus de la BSS nous renseignent sur les débits maximums de l'aquifère de l'Oligocène. Les sept points situés dans un rayon de 30 km de Massy enregistrent tous des débits maximums inférieurs à 60 m³/h.

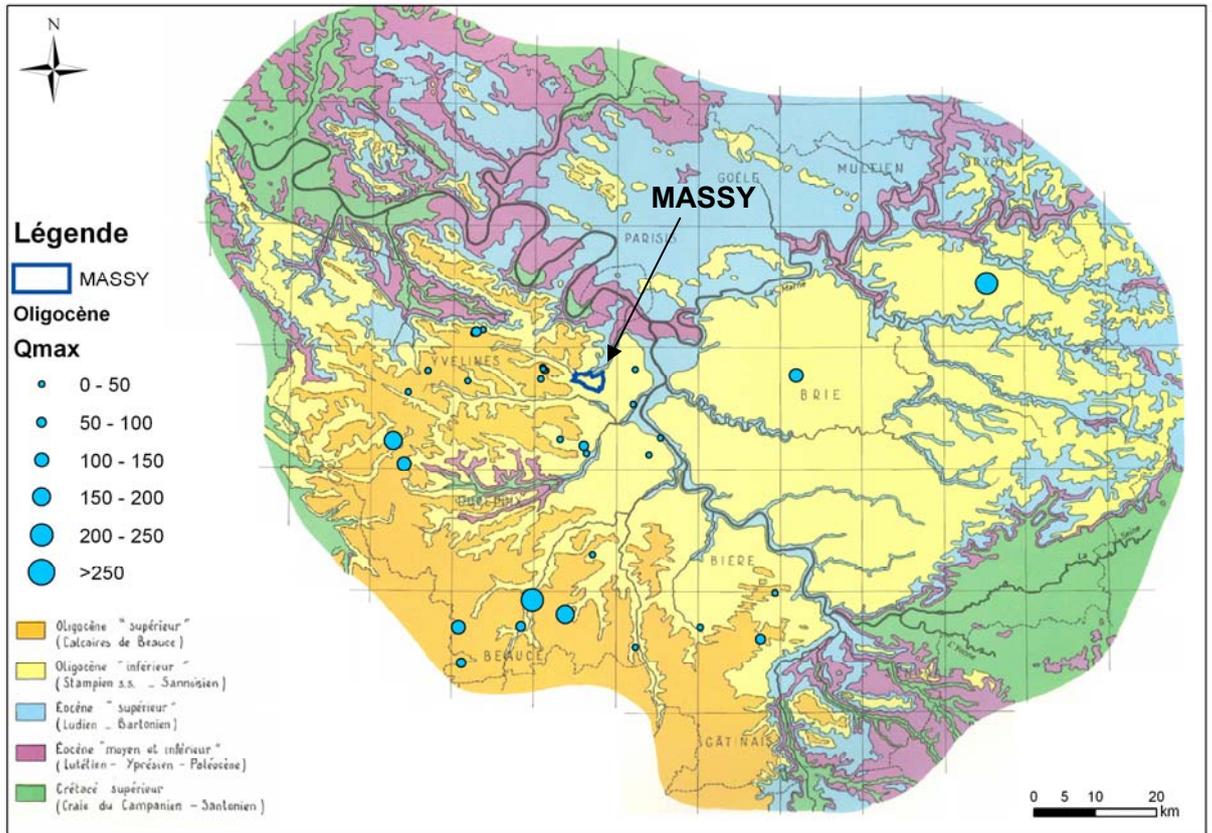


Figure 14 - Localisation et débits des ouvrages principaux captant la nappe de l'Oligocène.

Dans le département de l'Essonne, les débits maximums sont variables et peuvent atteindre 200-220 m³/h dans le sud du département, zone où les Calcaires de Beauce sont très bien représentés [1].

3.4.2. Transmissivité

Au niveau de la commune de Massy, la transmissivité de la nappe de l'Oligocène se situe entre 10⁻² et 10⁻³m²/s.

La transmissivité de la nappe de l'Oligocène augmente plus au sud du département de l'Essonne, ainsi que dans la Beauce, zone où les Calcaires de Beauce sont bien représentés [1].

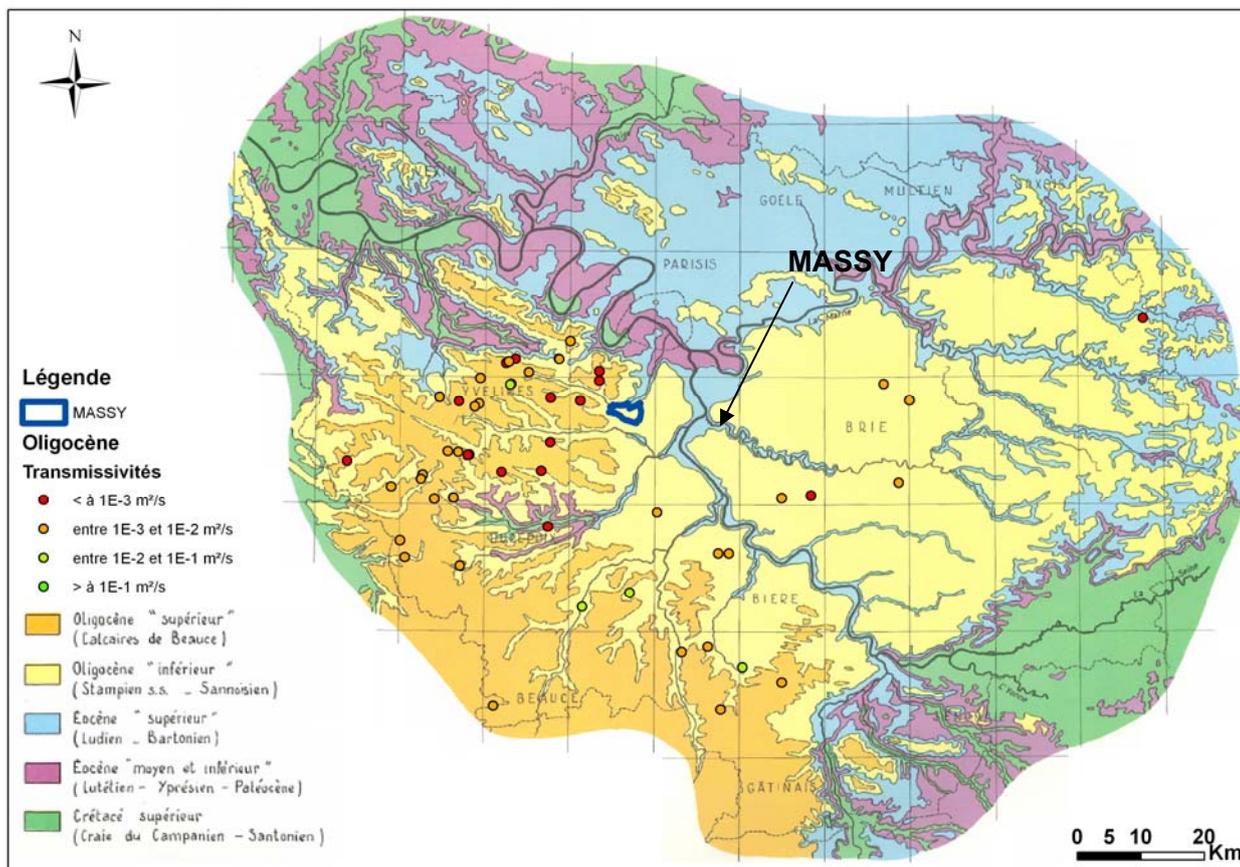


Figure 15 - Transmissivités de la nappe de l'Oligocène mesurées dans les ouvrages principaux d'Île-de-France.

3.5. DONNÉES HYDROCHIMIQUES

N°	Nom	Aquifère	Résistivité (Ω)	TH (°F)	Cl (mg/l)	SO4 (mg/l)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Fe (mg/l)
02191X0033	P2	BEAUCE/SF	1393	43	25	83	149	11	0,2
02191X0035	F4	SF	1491	38	15	55	133	12	1,2
02193X0208	F	BRIE	1600				83		
02196X0021	HY	BRIE		28	34,8	29	91		
02196X0037	F	BRIE	1654	31	31	88	112	10	
02197X0079	F	BRIE	1066	48,5		138	167	17	
02198X0032	F	BRIE	1080	46	92	101	165	11	

Tableau 3 - Données hydrochimiques des ouvrages de l'Oligocène situés dans la zone de Massy.

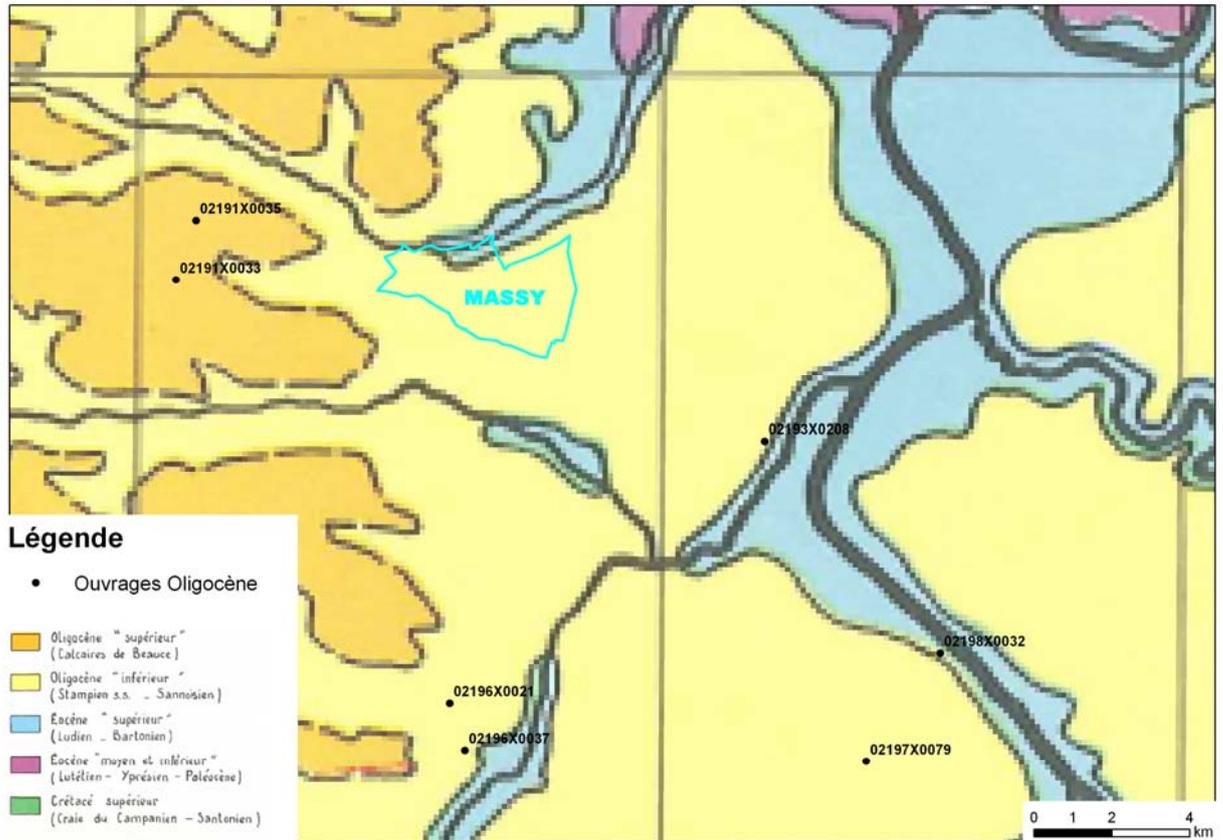


Figure 16 - Localisation des ouvrages ayant fourni des données hydrochimiques pour l'aquifère oligocène.

3.5.1. Minéralisation

La zone étudiée appartient à la province chimique de la Brie mais est très proche de la province chimique des Yvelines [1]. Les éléments à retenir sont alors les suivants :

- une résistivité aux environs de 1 500 Ω ;
- un titre hydrotimétrique aux alentours de 37 °F, ce qui correspond à une eau plutôt dure avec des concentrations en sels dissous assez fortes.

Localement, on constate une différence de résistivité selon la situation des formations de Brie [2] :

- lorsque les formations de Brie sont en contact avec la surface du sol, les eaux sont plus fortement minéralisées comme l'indique le forage 02197X0079 où la résistivité est égale à 1 066 Ω et le titre hydrométrique est égal à 48,5 °F ;
- lorsque les formations de Brie sont protégées par la couverture des Sables de Fontainebleau, les eaux sont moins chargées, comme l'indiquent les forages 02193X0208 et 02196X0037 avec une résistivité de 1 600 à 1 654 Ω et un titre hydrométrique de 31 °F.

En conclusion, l'aquifère multicouche de l'Oligocène sur la commune de Massy est un aquifère de bonne qualité, moyennement minéralisé [3].

3.6. EXPLOITATION DU RÉSERVOIR

3.6.1. Eau potable

Le captage d'alimentation en eau potable (AEP) exploitant l'aquifère multicouche de l'Oligocène le plus proche est situé à environ 26 km de la commune de Massy. Ce captage est situé sur la commune de Celle-les-Bordes (78) et exploite la nappe des Sables de Fontainebleau.

On recense 37 captages AEP en Île-de-France exploitant une des nappes de l'Oligocène (hors Calcaires de Beauce non présents à Massy). Ceux-ci se situent majoritairement dans les départements de l'Essonne (18), de la Seine-et-Marne (14) et des Yvelines (4).

Dans l'Essonne, les nappes captées sont variées avec notamment :

- 11 captages dans les Calcaires de Brie ;
- 6 captages dans les Sables de Fontainebleau ;
- 1 captage mixte.

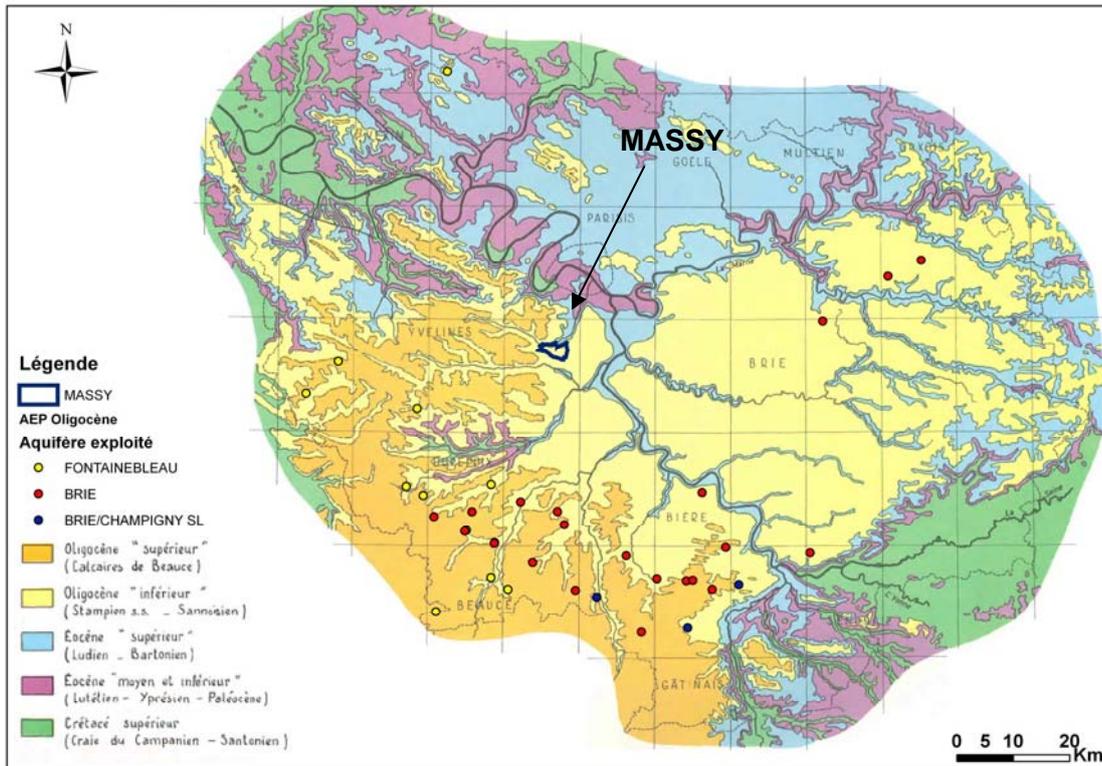


Figure 17 - Localisation des AEP exploitant l'aquifère multicouche de l'Oligocène.

La nappe captée dans les Yvelines est généralement celle des Sables de Fontainebleau, tandis qu'en Seine-et-Marne il s'agit des Calcaires de Brie (10 captages sur 12 au total).

D'une façon plus générale, l'aquifère multicouche de l'Oligocène, nommé « nappe de Beauce », est l'un des plus importants aquifères libres de France. La zone d'exploitation de cet aquifère se trouve essentiellement dans les zones où les Calcaires de Beauce sont bien représentés, à plus de 20 km au sud de Massy.

3.6.2. Autres usages

Les eaux de l'aquifère multicouche de l'Oligocène sont prélevées pour d'autres fins que l'alimentation en eau potable, notamment les prélèvements pour l'industrie et pour l'irrigation.

Les volumes prélevés sur l'aquifère de la Beauce, plus au sud de la commune de Massy, sont principalement destinés à l'irrigation (jusqu'à 450 millions de m³ sur la totalité de l'aquifère). En 2004, 3 200 captages pour l'irrigation et 1 000 pour les autres usages ont été recensés sur la totalité de l'aquifère. Entre 2000 et 2004, un accroissement significatif des demandes de forages pour l'irrigation a été constaté.

3.7. RÉGLEMENTATION ET OBJECTIFS DE PROTECTION

La nappe de la Beauce, qui appartient à l'aquifère multicouche de l'Oligocène, est une nappe très fortement exploitée, voir surexploitée à environ 20 km au sud de la zone d'étude et connaît depuis de nombreuses années un déséquilibre entre les apports pluviométriques et la demande en eau.

3.7.1. ZRE

La nappe de Beauce est classée en Zone de Répartition des Eaux (ZRE), de fait, une demande d'autorisation de prélèvement dans la zone de répartition des eaux sera donc nécessaire dès le seuil de 8 m³/h au lieu de 80 m³/h [4].

Bien que n'appartenant pas à la ZRE à proprement parler, la commune de Massy se situe à une distance de 5 km environ de la limite de la ZRE Nappe de Beauce.

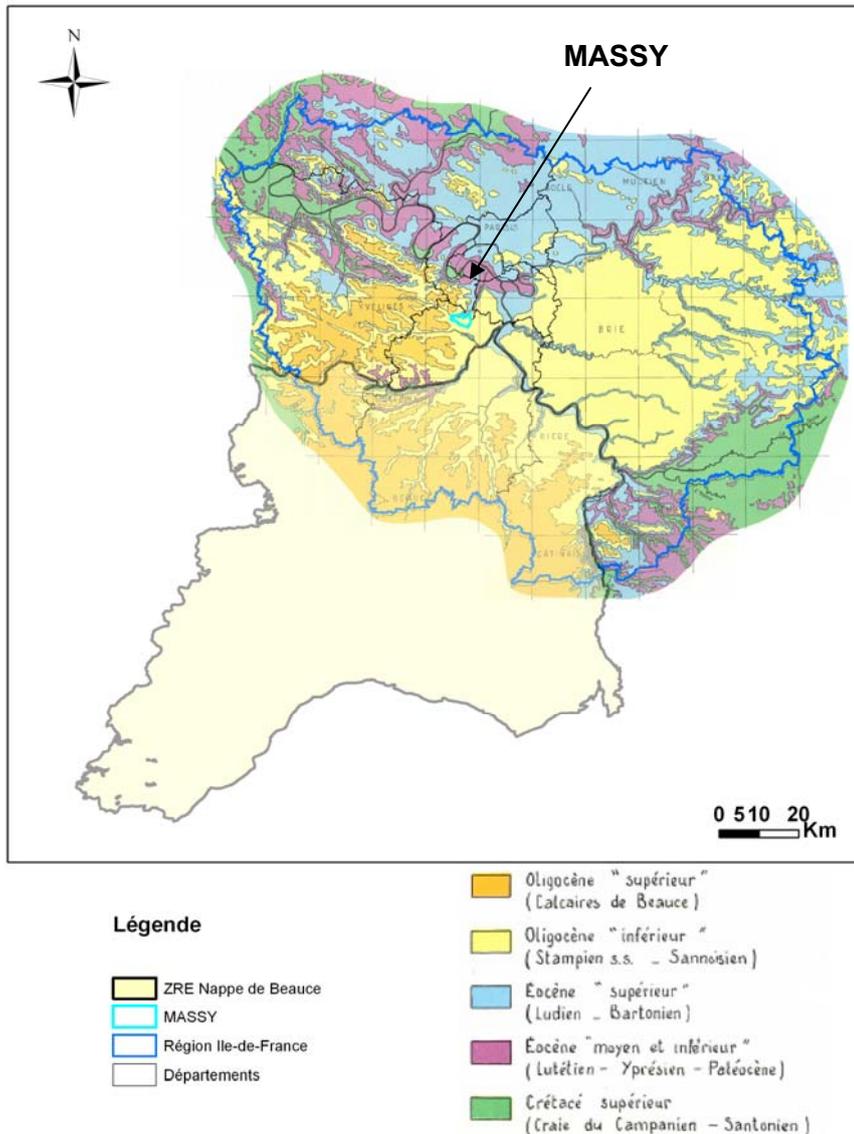


Figure 18 - Localisation de la commune de Massy par rapport à la ZRE nappe de Beauce.

3.7.2. SAGE

Réservoir important permettant la restitution estivale de 700 millions de m³ et régulateur pour le milieu naturel et pour les activités humaines, la nappe de Beauce fait l'objet d'un SAGE (Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux) depuis le 13 janvier 1999 qui prévoit la gestion volumétrique des prélèvements d'irrigation.

Bien que la commune de Massy ne se situe pas à proprement parler dans le SAGE Nappe de Beauce et milieux associés, elle se situe à une distance d'environ 5 km de la limite du SAGE.

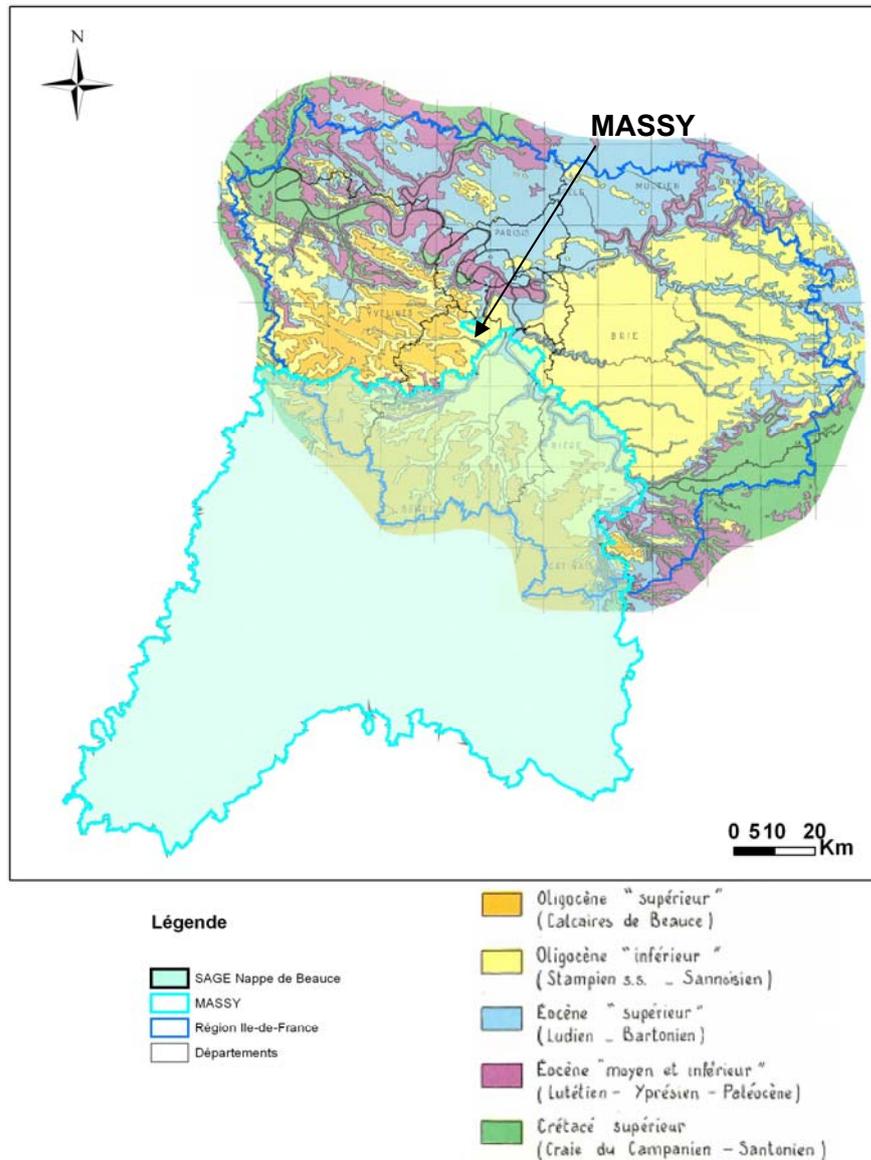


Figure 19 - Localisation de la commune de Massy par rapport à l'extention du SAGE nappe de Beauce.

3.8. VULNÉRABILITÉ DE LA NAPPE

3.8.1. Vulnérabilité par rapport aux formations sus-jacentes

Du fait de sa position superficielle, la nappe de l'Oligocène (nappe libre) est vulnérable aux pollutions qui pourraient contaminer la surface du sol et percoler à travers la Zone Non Saturée, entraînée par les eaux pluviales.

3.8.2. Transferts au sein de la nappe

Dans les Calcaires de Brie, formation karstique, la perméabilité se fait généralement par le biais de fissures, ce qui permet la formation de chemins d'écoulement préférentiels qui peuvent alors engendrer localement une vitesse d'écoulement accélérée par rapport à la moyenne de l'aquifère. Ainsi, dans le cas d'une pollution, le transfert du polluant pourra être facilité dans les Calcaires de Brie, le rendant de fait vulnérable aux pollutions.

3.8.3. Vulnérabilité par rapport aux formations sous-jacentes.

Le mur du réservoir étant constitué d'argiles vertes imperméables, le risque de contamination par l'aquifère sous-jacent est faible. Cependant, il est possible que la contamination se fasse au niveau d'un ouvrage traversant les deux aquifères et les mettant en relation.

3.9. DOCUMENTATION BSS

¹ Sondages BSS 02192X0157 et 02192X0299

² Sondages BSS 02192X0053 et 02192X0124

³ Sondage BSS 02192X0105

⁴ Sondage BSS 02192X0157

⁵ Sondages BSS 02192X0105 et 02192X0157

⁶ Sondage BSS 02192X0124

⁷ Sondage BSS 02192X0153

⁸ Sondages BSS 02192X0266 ; 02192X0296 ; 02192X0297 et 02192X0299.

⁹ Sondage BSS 02192X0372

4. Aquifère multicouche du Calcaire de Champigny

ÈRE : Tertiaire

SYSTÈME : Éocène Supérieur

4.1. STRUCTURE DU RÉSERVOIR

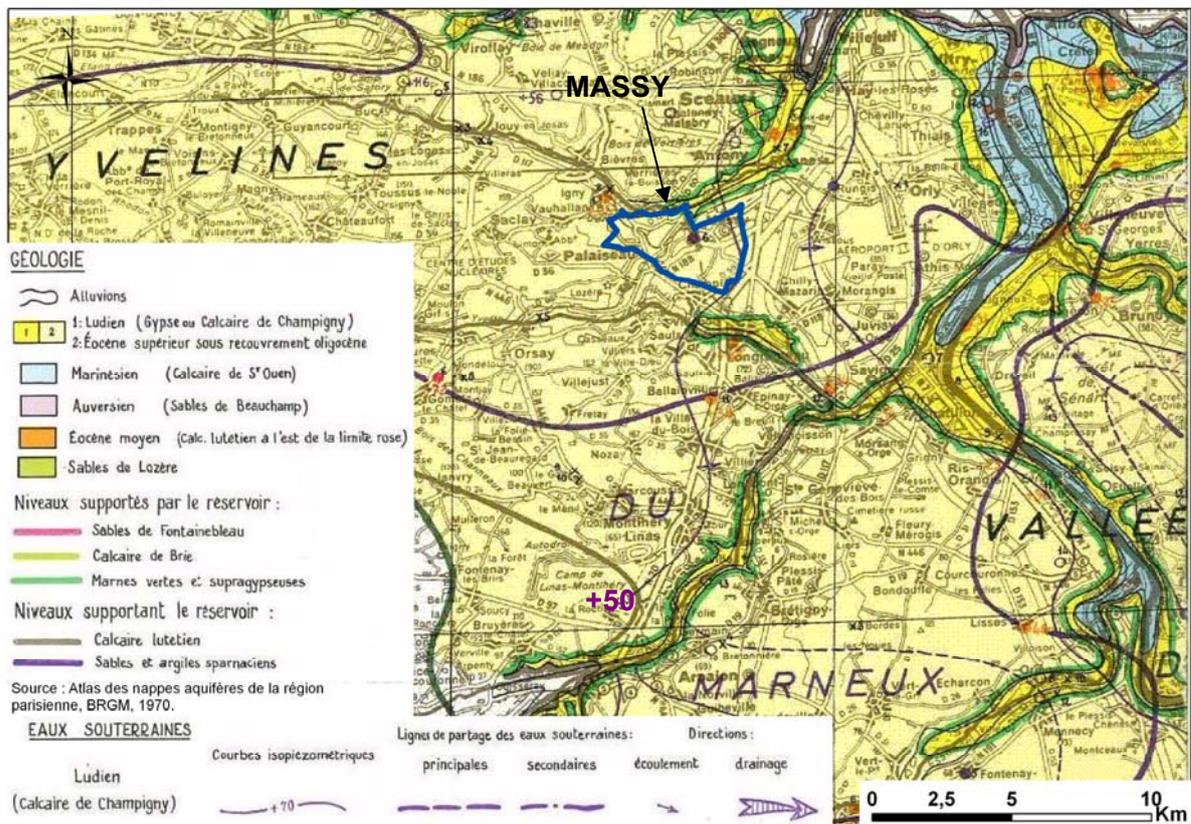


Figure 20 - Localisation de la commune de Massy et caractéristiques de la nappe de l'Éocène supérieur.

4.1.1. Toit et mur

a) Toit

Le toit du réservoir est constitué par le niveau des marnes supragypseuses, niveau imperméable. Les marnes supragypseuses (toit de l'Éocène supérieur) sont elles-mêmes surmontées, sur la commune de Massy, par les argiles vertes imperméables (mur de l'Oligocène). D'après les données de la BSS, au niveau de la commune de Massy, le toit de la formation se situe à une altitude d'environ +65 m NGF.

Dans la vallée de la Bièvre, certains terrains de l'Éocène supérieur sont à l'affleurement.

b) Mur

Le réservoir est supporté par le niveau des Sables de Beauchamp. Cependant, d'après l'Atlas des nappes aquifères de la Région parisienne, ce réservoir est supporté par les sables et les argiles sparnaciennes (mur du réservoir de l'Éocène moyen et inférieur) ce qui laisse penser que les deux réservoirs de l'Éocène supérieur et de l'Éocène moyen et inférieur sont en continuité aquifère.

Le mur des Sables de Beauchamp se situe à une altitude d'environ +10 m NGF (d'après l'étude de quatre sondages BSS) mais peut varier localement.

c) Puissance

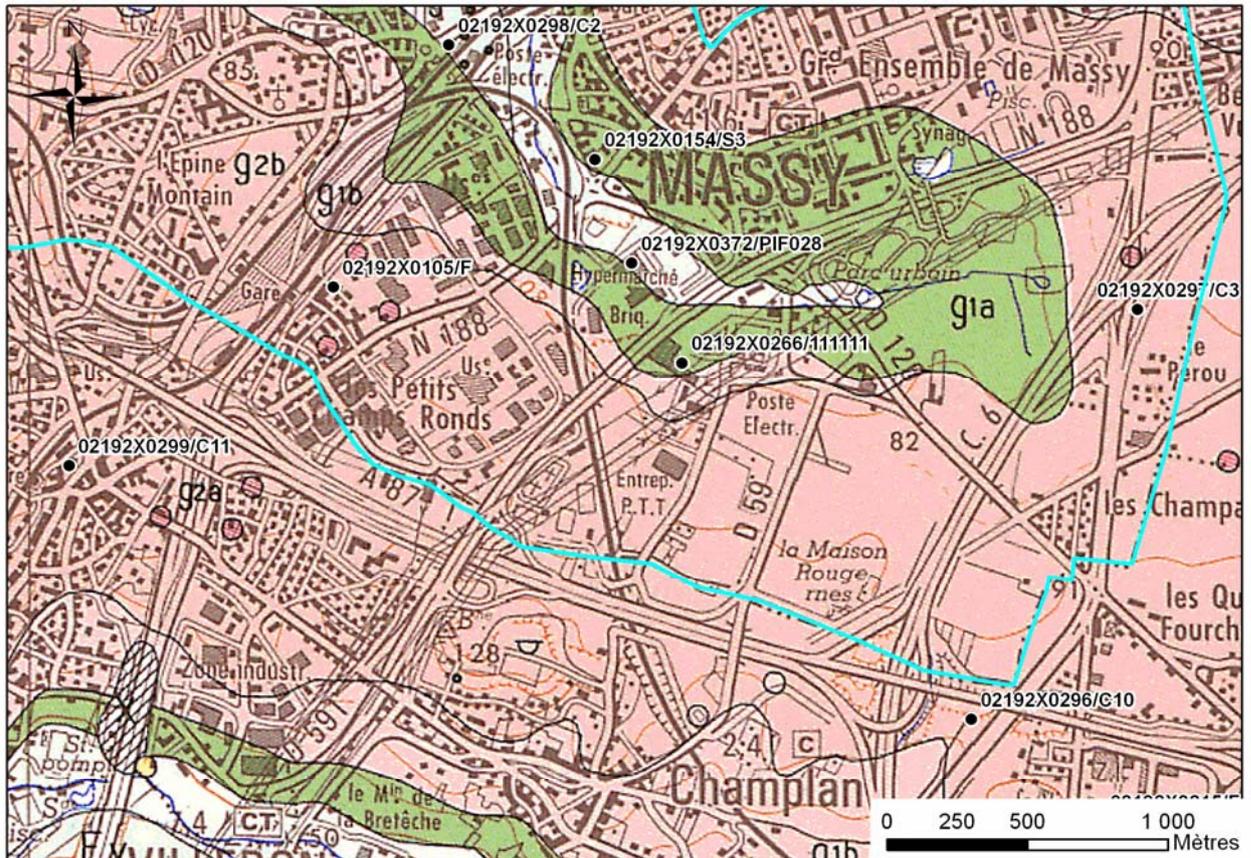
L'épaisseur totale du réservoir est d'environ 50 à 70 m [1].

4.2. LITHOSTRATIGRAPHIE

4.2.1. Marnes supragypseuses (Ludien supérieur)

Cette formation correspond à deux types de marnes [2] :

- les marnes de Pantin : calcareuses blanchâtres, d'aspect crayeux à fissuration verticale, plus argileuses à la base et fréquemment silicifiées. Sur la zone de Massy, les marnes de Pantin sont des marnes souvent blanches et plastiques¹ qui peuvent avoir un faciès plus calcaire², voire argileux gris blanc ou bleuté³. Dans le sondage 02192X0296, la présence de gypse est spécifiée ;
- les marnes d'Argenteuil : argileuses et généralement feuilletées, grises, verdâtres ou bleutées avec parfois des intercalations calcareuses au sommet, jaunâtre et gypseuses à la base. Sur la zone de Massy, les marnes d'Argenteuil ont un faciès argileux silteux d'abord gris vert puis bleuté⁴. On note un faciès plus calcaire sur le sondage 02192X0372 et plus marneux sur les sondages 02192X0154 et 02192X0297. La présence de gypse à la base de la formation est indiquée sur le sondage 02192X0296.



Légende

• Ouvrages BSS	
LP	Limons des plateaux
Fz	Alluvions récentes
Fy	Alluvions anciennes : basse terrasse (5-20 m)
g3a	Oligocène supérieur Meulière de Montmorency et Argile à meulière de Montmorency
g2b	Stampien supérieur Sables et Grès de Fontainebleau
g2a	Stampien inférieur Marnes à Huîtres
g1b	Stampien inférieur ("Sannoisien") Calcaire de Brie et argile à meulière de Brie
g1a	Stampien inférieur ("Sannoisien") Argile verte
e7c	Ludien supérieur Marnes supragypseuses
e7b	Ludien moyen Marnes et masses du gypse ou calcaire de Champigny

Figure 21 - Localisation des sondages BSS utilisés pour la description de la lithologie.

Le toit de ce niveau se situe à une altitude d'environ +65 m NGF d'après les données de cinq sondages BSS. La puissance de ce niveau est comprise entre 15 et 20 m selon les sondages. Ce niveau correspond au toit du réservoir Éocène supérieur et constitue une couche imperméable.

4.2.2. Calcaire et gypse de Champigny (Ludien moyen)

La commune de Massy s'étend dans la zone où le faciès du niveau Champigny est gypseux [2]. Dans cette zone, on trouvera deux masses de gypse séparées par un niveau de marnes d'entre deux masses [1] :

- la première masse du gypse est saccharoïde et compacte ;
- les marnes d'entre deux masses sont argileuses, magnésiennes et leur épaisseur peut varier entre 2 et 5 m ;
- la seconde masse du gypse est saccharoïde dans la zone de Massy.

Dans le secteur de Massy, ces formations peuvent être très bien différenciées comme l'indique le sondage BSS 02192X0297, mais peuvent aussi être indifférenciées lorsque le niveau marneux est absent (sondage BSS 02192X0215) ou bien encore constituer une alternance de plusieurs niveaux de marnes blanches et de gypse (sondage 02192X0298).

Le toit de cette formation se situe à une altitude d'environ +50 m NGF d'après les données de huit sondages BSS, mais cette altitude peut varier localement de +40 m NGF à +52 m NGF selon les points. L'épaisseur moyenne de ce niveau est d'environ 25 m sur le secteur de Massy (moyenne réalisée à partir de l'étude de huit sondages issus de la BSS) et peut varier localement entre 19 et 30 m.

4.2.3. Marnes infragypseuses (Ludien inférieur)

Aussi appelées marnes à Pholadomyes, ce niveau correspond à des marnes calcareuses jaunâtres ou blanchâtres, fossilifères avec des lits d'argiles feuilletées [2]. Cette formation se rencontre au droit du sondage 02192X0372 et correspond à des marnes à passées calcaires. À la base de ces marnes, on retrouve du gypse qui forme la *quatrième masse du gypse*. L'épaisseur de la formation sur ce sondage est d'environ 3 m.

4.2.4. Sables de Monceau (Bartonien)

Ce niveau correspond à des sables ou des marnes sableuses verdâtres avec des bancs de grès, des lits de marnes blanches et des niveaux gypseux dans le faciès gypseux (ce qui est le cas sur la commune de Massy) [2]. Cette formation se rencontre au niveau des sondages BSS 02192X0215 et 02192X0266, le faciès de ce niveau peut varier du sable⁵ à l'argile vert clair⁶. L'épaisseur de ce niveau est d'environ 2 m.

4.2.5. Calcaire de Saint-Ouen (Bartonien)

Cette formation comprend des calcaires marneux blanc-rosé, des niveaux marneux et argileux, des bancs de gypse saccharoïde très pur et des plaquettes siliceuses. Cette formation est très fortement amincie vers l'ouest de la feuille de Corbeil (à l'ouest du secteur de Massy) [2].

Sur le secteur de Massy, les faciès sont globalement similaires selon les sondages BSS. On retrouve au toit de ce niveau des formations calcaires de couleur beige qui sont supportées par des formations marneuses blanches ou beiges avec intercalations calcaires⁷.

Le toit de cette formation se situe à une altitude d'environ +20 m NGF d'après les données de huit sondages BSS et l'épaisseur du niveau est d'environ 12 m (moyenne réalisée sur cinq sondages BSS, les autres n'atteignant pas le mur de la formation).

4.2.6. Sables de Beauchamp (Auversien)

Ce niveau contient des sables, des marnes sableuses ou des marnes argileuses vertes ou grises avec quelques niveaux gréseux, surtout au sommet. La base de ce niveau est plus argileuse. On constate dans le niveau la présence de bancs de gypse saccharoïde purs ou diffus [2].

Le faciès de ce niveau sur le secteur de Massy peut varier selon les sondages BSS étudiés. Le faciès peut être sableux⁸ ou argileux et de couleur verte⁹ ou encore il peut mettre en évidence la présence de grès calcaire¹⁰.

Le toit de la formation se situe entre +3 et +13 m NGF selon les sondages. Son épaisseur varie entre 1 et 4 m. Ce niveau présente une mauvaise perméabilité et constitue le mur du réservoir Éocène supérieur.

4.3. HYDROGÉOLOGIE

4.3.1. Niveaux perméables

a) Calcaires de Champigny, Marnes à Pholadomyes, Calcaire de Saint-Ouen, Sables de Beauchamp

D'un point de vue hydrogéologique, ces différents aquifères à dominante calcaire se comportent comme un seul et même ensemble, dans la mesure où les niveaux argileux ne constituent pas une barrière suffisamment imperméable et continue pour empêcher la percolation de l'eau.

La perméabilité de cet ensemble est une perméabilité de fissures, très hétérogène horizontalement comme verticalement.

L'alimentation de cette nappe (cf. Figure 22) se fait par l'impluvium au niveau des affleurements (dans la vallée de la Bièvre notamment) soit par la vidange de la nappe sus-jacente de l'Oligocène. Cette nappe étant séparée de la nappe de l'Éocène supérieur par les formations imperméables des marnes vertes et supragypseuses, la vidange se fait indirectement, au niveau des flancs de vallées, par l'intermédiaire des lignes de sources [1].

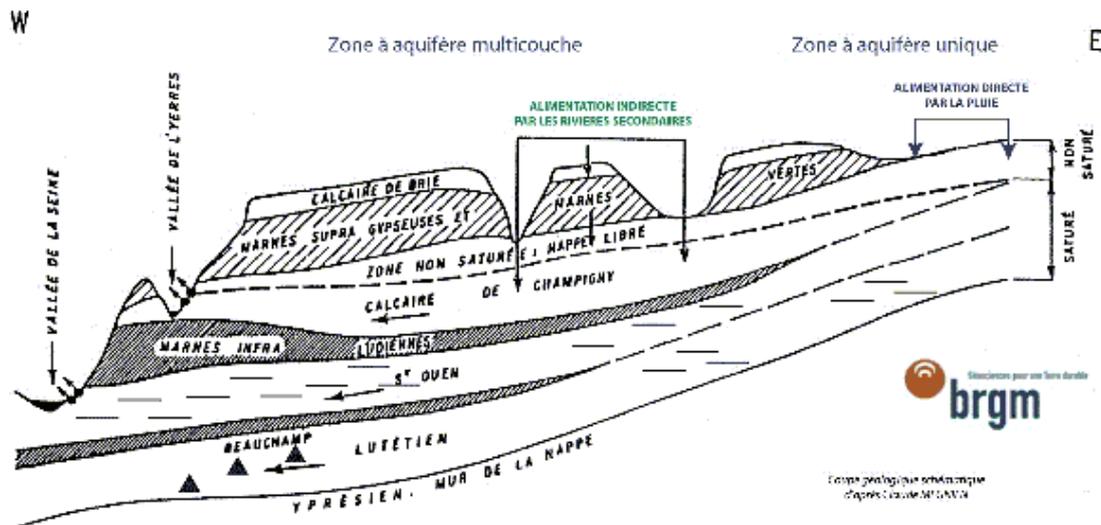


Figure 22 - Alimantation de la nappe de l'Éocène supérieur (source BRGM).

4.3.2. Comportement de la nappe

a) Puissance

La nappe est captive sous le mur des Marnes vertes et supragypseuses. L'épaisseur mouillée est d'environ 50 m.

b) Piézométrie

La surface piézométrique de la nappe de l'Éocène supérieur se situe dans le niveau du Calcaire et du Gypse de Champigny. Le niveau piézométrique au niveau du secteur de Massy se situe approximativement à une altitude de +35 m NGF [1], mais peut varier localement pour atteindre +50 m NGF [1].

La Bièvre n'a pas d'influence sur les niveaux piézométriques au niveau de la commune de Massy.

c) Sens de l'écoulement

L'écoulement général de la nappe s'effectue en direction de la vallée de la Seine, c'est-à-dire dans le sens ouest-est. Le gradient de la nappe est faible, de l'ordre de 1,25 ‰ [1].

d) Exutoire

La nappe de l'Éocène supérieur est drainée par la Seine et d'autre part participe à l'alimentation de la nappe sous-jacente de l'Éocène moyen et inférieur [1].

e) Communication

Il n'y a pas de différence de niveau piézométrique entre la nappe alluviale de la Seine et la nappe des Calcaires de Champigny, les deux nappes sont donc en continuité hydraulique directe [5].

Par ailleurs, la nappe de l'Éocène supérieur repose sur les Sables de Beauchamp où la perméabilité est mauvaise mais n'exclut pas la communication avec le système aquifère sous-jacent, à savoir l'aquifère de l'Éocène moyen et inférieur. De fait, il semble que ces deux aquifères forment un seul et même système.

4.4. DONNÉES HYDRODYNAMIQUES

4.4.1. Débits

Le débit maximum mesuré sur l'ouvrage 02192X0106 captant la nappe de l'Éocène supérieur (niveaux du gypse de Champigny) sur la commune de Massy indique un débit maximum de 2,5 m³/h.

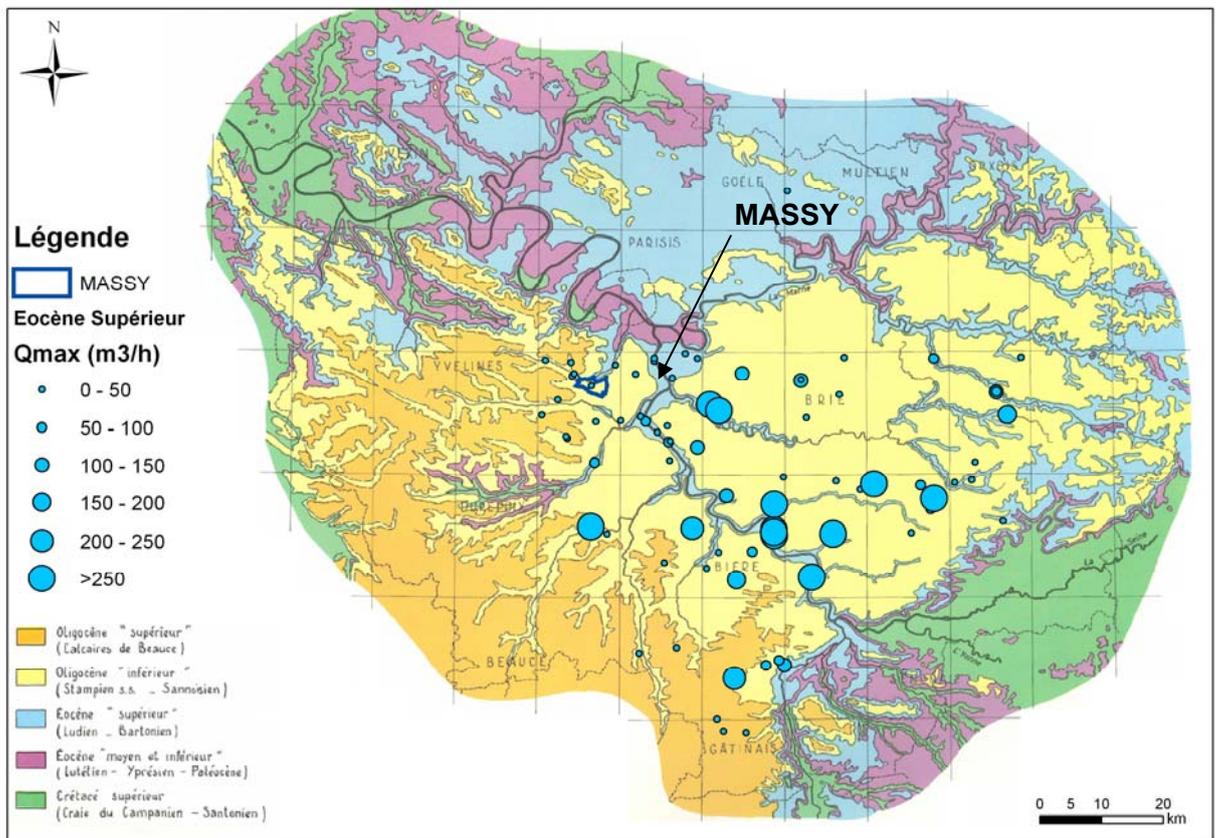


Figure 23 - Localisation et débits des ouvrages principaux captant la nappe de l'Éocène supérieur.

Sur les 18 ouvrages situés dans le secteur de Massy (donnés issues de l'Atlas ou de la BSS), les débits maximums sont compris entre 1 et 60 m³/h avec une moyenne à 14 m³/h.

Sur l'Île-de-France, 80 ouvrages nous renseignent sur les débits maximums mesurés pour la nappe de l'Éocène supérieur. Les ouvrages situés dans les vallées de la Seine et de l'Yerres présentent les valeurs les plus élevées.

4.4.2. Transmissivité

Les transmissivités de la nappe de l'Éocène supérieur sont faibles dans la zone considérée. Les données issues de la BSS ne donnent pas d'indication sur la transmissivité dans des ouvrages suffisamment proches de Massy pour que les résultats soient pertinents.

Au niveau régional, les transmissivités de la nappe de l'Éocène supérieur sont plus fortes que celles de la nappe Oligocène. Les ouvrages situés dans les vallées des cours d'eau de la Seine et de l'Yerres notamment enregistrent les transmissivités les plus élevées (supérieures à 10⁻¹ m²/s) que pour les ouvrages situés à une plus grande distance de ces cours d'eau.

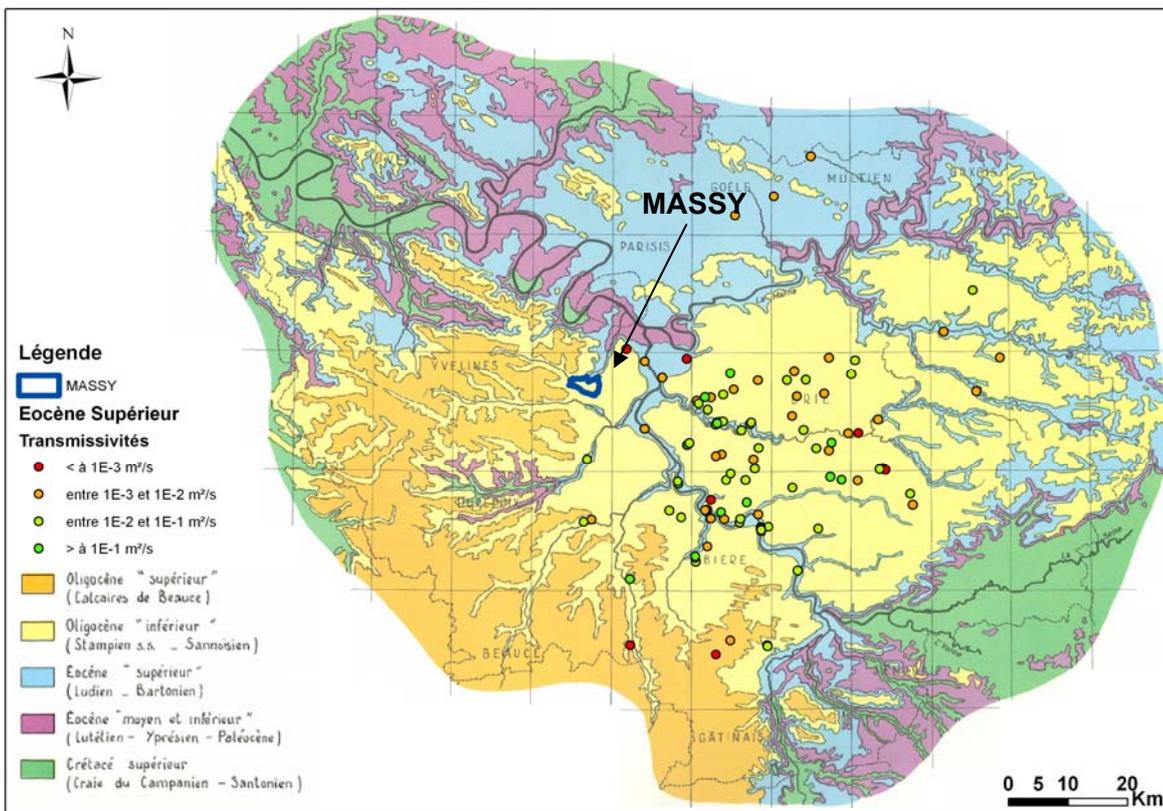


Figure 24 - Transmissivités de la nappe de l'Éocène supérieur mesurées dans les ouvrages principaux d'Île-de-France.

4.5. DONNÉES HYDROCHIMIQUES

N°	Nom	Aquifère	Résistivité (Ω)	TH (°F)	Cl (mg/l)	SO ₄ (mg/l)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Fe (mg/l)
02193X0192	F1	Éocène supérieur	370	188	49	1440	40		0,2
02192X0128	F1		367						
02195X0018	F1		2 155	21	14	50			0,15
02195X0019	F2		1 860	25	23	80			0,2
02198X0009	F		1 453	40	23	18	143	6	
02198X0016	P1		1 726	32	18	4,8	117	9	
02198X0023	F1		1 025	56,5	28	140			0,1
02196X0007	F		768	82	28	655	272	35,5	
02198X0011	P2		1 360	41	33	135	137	16	0,01
02196X0036	F		1 000	54,5	48	168	132	41	
02197X0074	F1		628	113	39	853	319	80	0,06

Tableau 4 - Données hydrochimiques des ouvrages de l'Éocène supérieur situés dans le secteur de Massy.

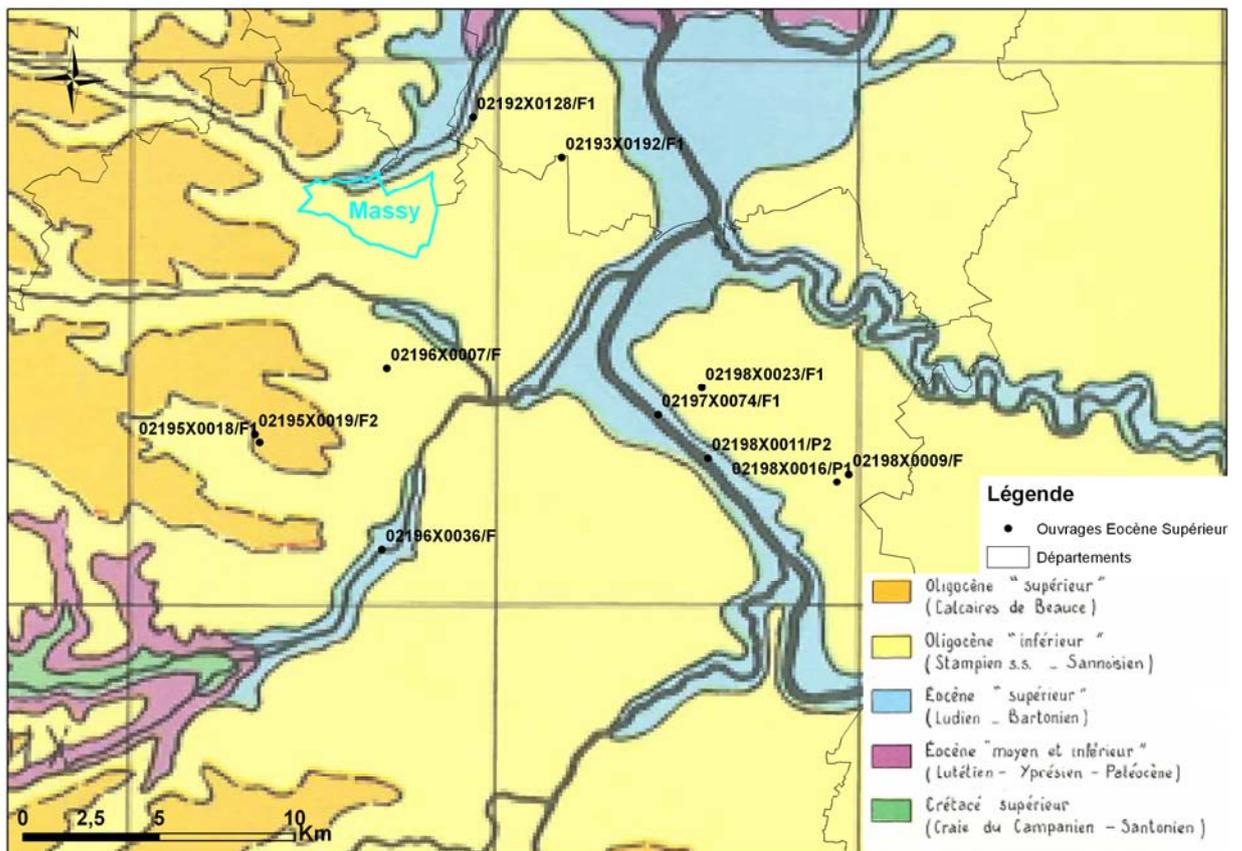


Figure 25 - Localisation des ouvrages ayant fourni des données hydrochimiques pour l'aquifère de l'Éocène supérieur.

4.5.1. Minéralisation

La commune de Massy se situe dans la province chimique du Ludien gypsifère [1] qui est caractérisé par des eaux séléniteuses et une forte concentration en SO_4 dans l'ensemble de la province. Cependant, les ouvrages issus de la BSS et de l'atlas des nappes aquifères de la Région parisienne nous donnent des résultats très contrastés :

- une résistivité moyenne d'environ 1 150 Ohm, mais qui peut varier entre 367 et 2 155 Ohm ;
- un titre hydrométrique moyen de 65 °F, mais pouvant varier de 21 à 188 °F.

Malgré la forte amplitude des données, la minéralisation des eaux de la nappe de l'Éocène supérieur est globalement assez forte.

Seul le sondage 02193X0192 indique une concentration en SO_4 supérieur à 1 000 mg/l, il se trouve peut-être que localement l'aquifère capté se situe dans une zone où le gypse de Champigny se dissout préférentiellement et serait alors responsable de la forte teneur en SO_4 des eaux captées par cet ouvrage.

Les deux sondages qui affichent la minéralisation la moins élevée sont les sondages 02195X0018 et 02195X0019 qui captent la nappe de l'Éocène supérieur, alors que celle-ci est recouverte par l'Oligocène inférieur et supérieur (Calcaire de Beauce).

4.6. EXPLOITATION DU RÉSERVOIR

4.6.1. Eau potable

Le captage d'Alimentation en Eau Potable (AEP) captant la nappe de l'Éocène supérieur le plus proche est situé à une distance d'environ 17 km de la commune de Massy. Ce captage se trouve sur la commune de Brunoy (91) et exploite la nappe du Calcaire de Champigny, au sens large.

Sur l'Île-de-France, 157 captages AEP, exploitant uniquement la nappe de l'Éocène supérieur ou associée à une autre nappe, ont été recensés. Ceux-ci se situent majoritairement dans la Seine-et-Marne (131 captages) et dans l'Essonne (23 captages).

Dans l'Essonne, les captages exploitent en majorité la nappe du Calcaire de Champigny au sens large.

Sur toute l'Île-de-France, douze captages AEP (soit 8 %) sont mixtes et exploitent l'aquifère de l'Éocène supérieur et l'aquifère de l'Éocène moyen et inférieur.

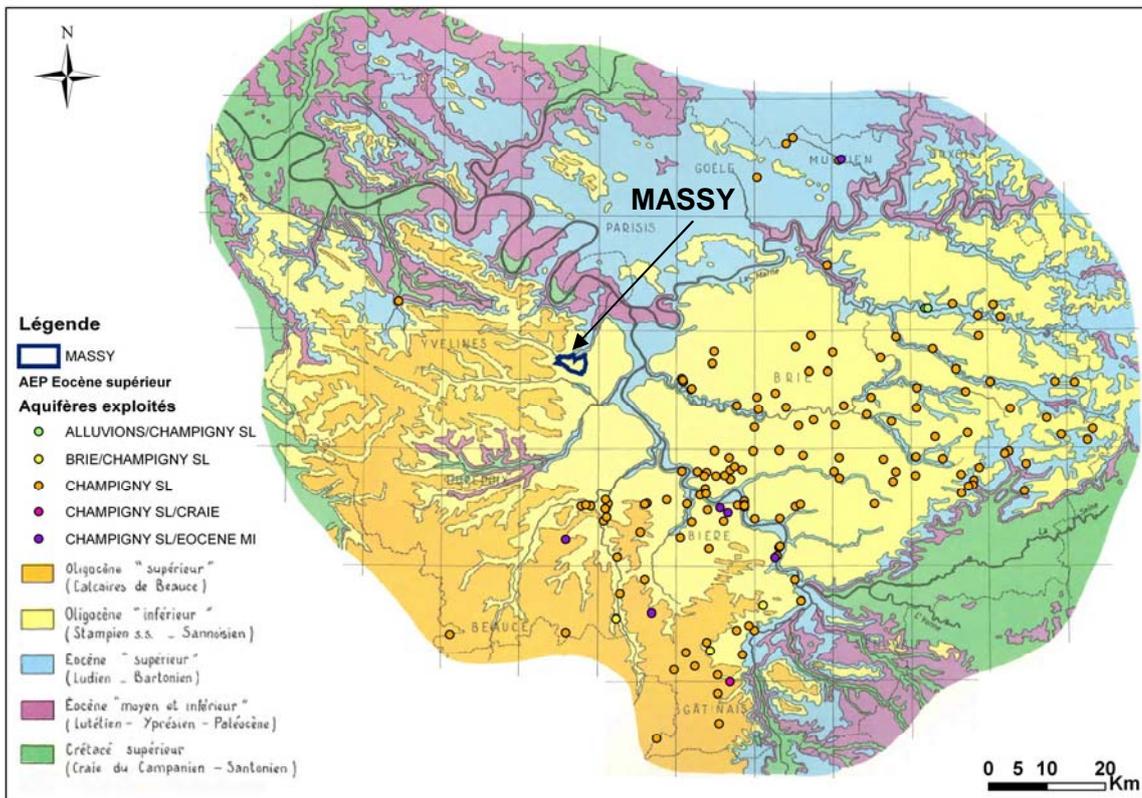


Figure 26 - Localisation des AEP exploitant l'aquifère multicouche de l'Éocène supérieur.

4.7. RÉGLEMENTATION ET OBJECTIFS DE PROTECTION

4.7.1. Contrat de Nappe

Suite aux problèmes de baisse du niveau piézométrique (particulièrement dans les années sèches 1992-1993), de hautes teneurs en nitrate et de l'augmentation des prélèvements, un contrat de nappe a été élaboré en 1996 avec l'objectif de rendre compatible les besoins de l'agriculture, la qualité des eaux et les niveaux d'étiage des rivières. Depuis, ce contrat a pris forme d'une association, AQU'I'Brie, qui réunit l'État, les collectivités, la région Île-de-France, le département de la Seine-et-Marne, les principaux usagers de la nappe et des associations.

Par ailleurs, l'aquifère multicouche de l'Éocène supérieur dans le secteur de Massy ne fait l'objet ni d'une ZRE ni d'un SAGE.

4.8. VULNÉRABILITÉ

4.8.1. Vulnérabilité par rapport aux formations sus-jacentes

L'aquifère multicouche de l'Éocène supérieur est en partie recouvert par une couche de marnes vertes et de marnes supragypseuses qui sont imperméables. Dans ces zones, la nappe est donc protégée vis-à-vis des pollutions provenant de la nappe sus-jacente.

Cependant, dans les vallées des rivières, notamment celle de la Bièvre, les terrains éocènes supérieurs se situent à l'affleurement. Ayant perdu cette couche protectrice dans ces zones, la nappe est vulnérable aux pollutions provenant de la surface.

4.8.2. Transferts au sein de la nappe

Le réservoir d'âge Éocène supérieur est à dominante calcaire fissuré et présente des phénomènes karstiques. Ainsi, dans ce type de formation, il est commun de voir la formation de drains où les vitesses d'écoulement des eaux peuvent atteindre des valeurs plus élevées que la moyenne des valeurs mesurées dans l'aquifère. Ce phénomène permet alors la dispersion rapide du polluant en cas de contamination de la nappe d'eau souterraine.

4.8.3. Vulnérabilité par rapport aux formations sous-jacentes

Le réservoir multicouche Éocène supérieur est composé de plusieurs formations aquifères séparées par des couches marneuses où la perméabilité est diminuée, mais qui permet tout de même la mise en communication.

Par ailleurs, le réservoir repose sur la formation des Sables de Beauchamp qui, malgré sa mauvaise perméabilité, permet la communication avec l'aquifère sous-jacent de l'Éocène moyen et inférieur.

4.9. DOCUMENTATION BSS

¹ Sondages BSS 02192X0105 ; 02192X0297 et 02192X0299

² Sondage BSS 02192X0296

³ Sondages BSS 02192X0266 et 02192X0296

⁴ Sondages BSS 02192X0296 ; 02192X0299 et 02192X0372

⁵ Sondage BSS 02192X0215

⁶ Sondage BSS 02192X0266

⁷ Sondages BSS 02192X0105 ; 02192X0215 ; 02192X0266 ; 02192X0296 ; 02192X0297 ; 02192X0298 et 02192X0299

⁸ Sondages BSS 02192X0105 et 02192X0215

⁹ Sondages BSS 02192X0298 et 02192X0372

¹⁰ Sondage BSS 02192X0266

5. Aquifère multicouche du Calcaire grossier et des Sables du Soissonnais

ÈRE : Tertiaire

SYSTÈME : Éocène moyen et inférieur

5.1. STRUCTURE DU RÉSERVOIR

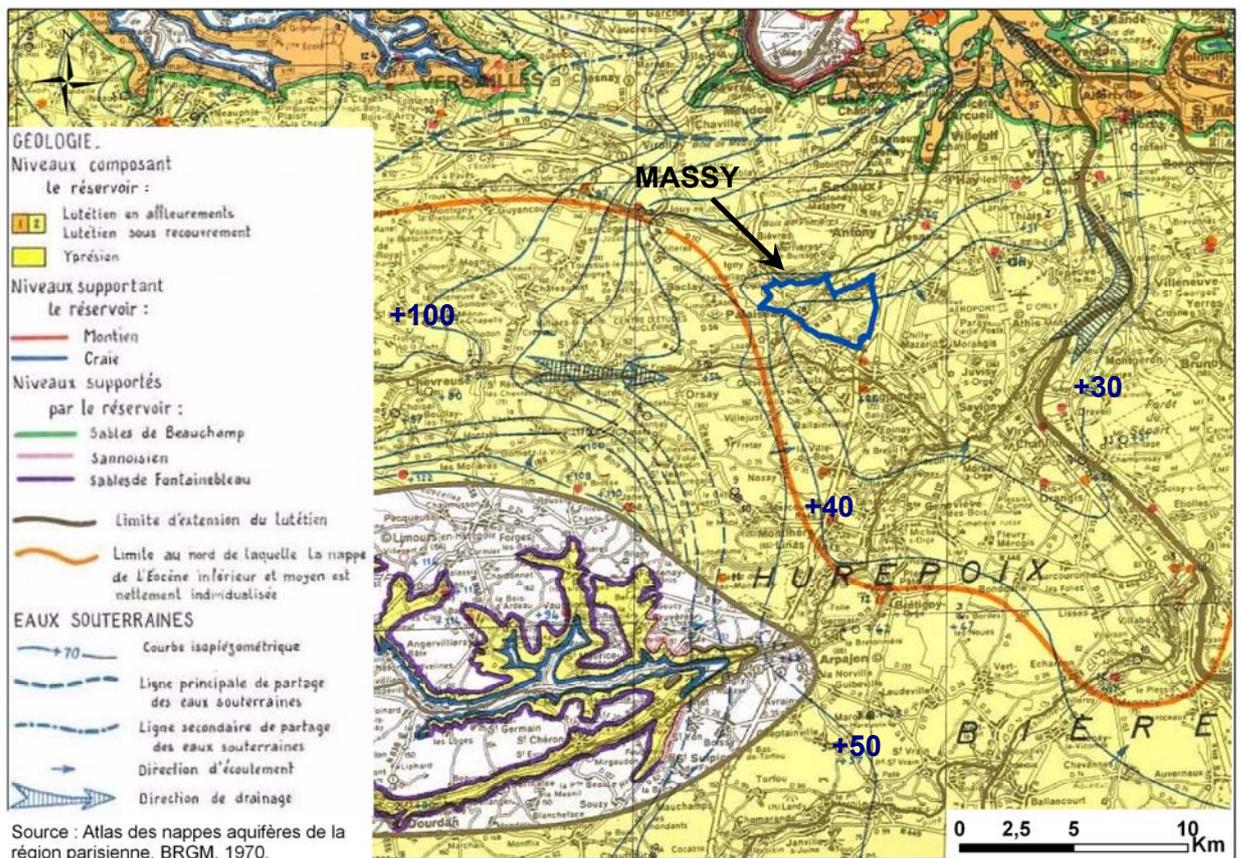


Figure 27 - Localisation de la commune de Massy et structure de la nappe de l'Éocène moyen et inférieur.

5.1.1. Toit et mur

a) Toit

Le sommet du réservoir est formé par la formation karstique du Calcaire grossier (Lutétien). Ce niveau est un niveau aquifère situé en dessous du niveau semi-perméable des Sables de Beauchamp (Éocène supérieur). Ainsi, le réservoir de l'Éocène moyen et inférieur est en communication avec l'aquifère sus-jacent de l'Éocène supérieur sur le secteur de Massy.

D'après l'étude de 23 sondages BSS situés dans un rayon de 6 km du centre de la commune de Massy, le toit du réservoir se situe à une altitude moyenne de +10 m NGF. Cependant, des variations locales sont observées notamment dues à la présence de la fosse de Draveil (cf. Figure 28) située à moins de 10 km au sud-est de la commune de Massy, où le toit des calcaires grossiers peut descendre à une altitude d'environ -10 m NGF [6].

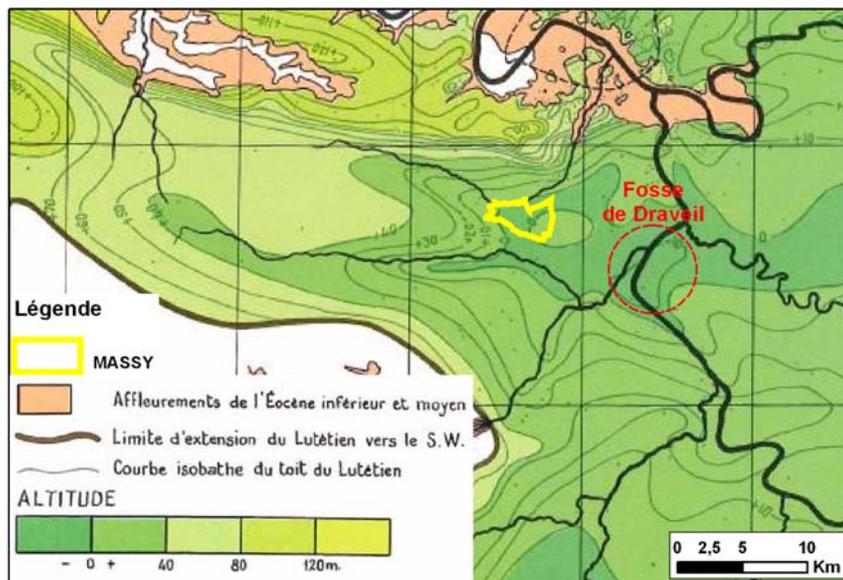


Figure 28 - Localisation de la fosse de Draveil par rapport à la commune de Massy et structure du toit du réservoir Éocène supérieur.

b) Mur

Le mur du réservoir est formé par les argiles à lignite et les argiles plastiques de l'Yprésien. Cette formation est semi-perméable [6], ce qui permet la communication avec l'aquifère sous-jacent du Crétacé supérieur.

Le mur du réservoir se situe à une altitude d'environ -60 m NGF considérant les données de sept sondages BSS.

c) Puissance

D'après les données issues de la BSS, l'épaisseur moyenne du réservoir de l'Éocène moyen et inférieur est d'environ 60 à 70 m, ce qui est cohérent avec les données bibliographiques [1].

5.2. LITHOSTRATIGRAPHIE

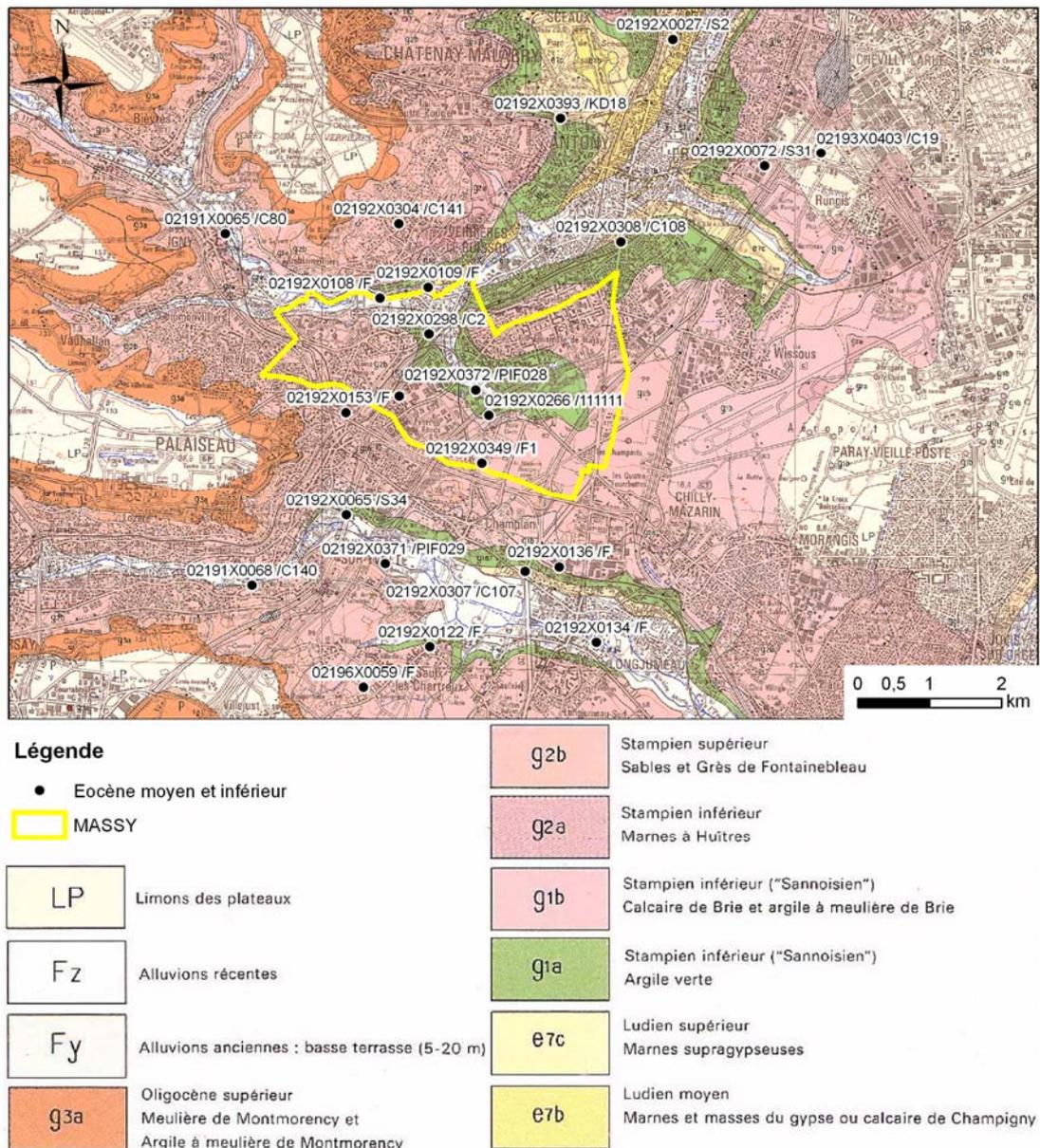


Figure 29 - Localisation des sondages BSS utilisés pour la description de la lithologie.

Épaisseurs (mètres)	Formations Aquifères	Formations semi-perméables	Chronostratigraphie	
40 20 20	<i>Formation calcaire karstique du Calcaire grossier :</i> - Marnes et caillasses - Calcaire grossier		LUTÉTIEN	
0	<i>Sables de Cuise</i>		CUISIEN	YPRÉSIEN
0	<i>Sables du Soissonnais</i>		SPARNACIEN	
25		Arkose de Breuillet Argiles plastiques		

Tableau 5 - Lithostratigraphie simplifiée de l'Éocène moyen et inférieur dans le secteur de Massy. En grisé, les formations n'apparaissant pas sur la zone considérée.

5.2.1. Marnes et caillasses (Lutétien)

Ce niveau correspond à une alternance de marnes (avec un taux de CaCO₃ compris entre 33 et 66 %), d'argiles, de calcaires siliceux et de nombreux bancs de gypse [2]. Les marnes peuvent être blanches¹, ou bien de couleur jaune-brun à gris-brun², voire rose-violet³. Les bancs de gypse peuvent avoir une épaisseur de 0 à 4 m⁴.

Le toit de cette formation se situe à une altitude d'environ 10 m NGF avec des variations locales notamment en direction de la fosse de Draveil. D'après l'étude de douze sondages BSS, l'épaisseur de ce niveau est d'environ 20 m.

5.2.2. Calcaires grossiers (Lutétien)

La formation des calcaires du Lutétien représente un ensemble karstique composé au sommet de bancs calcaires jaunâtres, séparés de quelques bancs marneux [2]. Au milieu du niveau, les calcaires deviennent compacts, glauconieux⁵ et de plus en plus sableux⁶ vers la base. Au niveau du secteur de Massy, il est possible que ce niveau contienne des intercalations gypseuses [6]. Dans certains cas, le calcaire peut être fossilifère⁷.

D'après l'étude de neuf sondages BSS, l'épaisseur de ce niveau est d'environ 20 m.

D'un point de vue global, l'épaisseur du niveau du Lutétien est d'environ 40 m, ce qui est cohérent avec les données issues de la bibliographie [1]. D'autre part, les différents niveaux de cet étage semblent avoir une perméabilité assez bonne à mauvaise [1], mais qui n'exclut pas la communication avec les niveaux sous-jacents.

5.2.3. Sables de l'Yprésien

Ce niveau correspond au faciès sableux de la partie supérieure de l'Yprésien et comprend deux formations :

- les sables supérieurs (Sables de Cuise notamment) : ce niveau correspond au terme supérieur marin de l'étage de l'Yprésien et n'est représenté que sur la partie nord de la Région parisienne [1]. Ce niveau n'est pas observé au niveau de la commune de Massy ;
- les sables du Soissonnais : au nord et au nord-ouest de la fosse de Draveil (région de Massy), le faciès argileux domine dans le niveau de l'Yprésien [5] (Arkose de Breuillet et argiles plastiques) et, au niveau de Massy, les formations des sables du Soissonnais ne sont pas nettement représentées⁸.

5.2.4. Sables et argiles du Sparnacien (Yprésien inférieur)

Dans la zone de Massy (nord-ouest de la fosse de Draveil), ce niveau est dominant [5]. Il est composé notamment des formations suivantes :

- Arkose de Breuillet : constituée de sables grossiers quartzeux et feldspathiques azoïques souvent consolidés en grès par un ciment argilo-siliceux [1]. Ce niveau se retrouve au niveau de deux sondages BSS, et concerne une épaisseur de 20 m environ⁹ ;
- Argiles plastiques : correspondent à des argiles grises ou noires coupées par des bancs de sable fin ou grossier et de passées ligniteuses [2].

Les argiles plastiques sparnaciennes constituent le mur du réservoir de l'Éocène moyen et inférieur. Le mur de la formation se situe à environ -60 m NGF. L'étude de six sondages BSS montre que l'épaisseur moyenne du niveau de l'Yprésien est d'environ 25 m dans le secteur de Massy.

Plus au sud-est de la commune de Massy, au niveau de la fosse de Draveil, l'Yprésien est caractérisé par la présence d'un faciès à graviers et à galets de silex [5], comme le montre les sondages BSS n° 02192X0134 02197X0073. D'après les données de sept sondages BSS, l'épaisseur du niveau de l'Yprésien est comprise entre 20 et 30 m.

Par ailleurs, les niveaux compris dans l'étage Yprésien présentent une assez bonne perméabilité [1].

5.2.5. Sables de Bracheux

Cette formation, localisée dans le nord de l'Île-de-France, est absente dans la zone considérée [1].

5.3. HYDROGÉOLOGIE

5.3.1. Niveaux perméables

Les formations géologiques de l'Éocène moyen et inférieur sont étendues à l'ensemble de la Région parisienne. Cependant, leurs très bonnes qualités aquifères sont limitées

à la partie nord de la région. Située dans une zone de recouvrement tertiaire, la nappe de l'Éocène moyen et inférieur dans le secteur de Massy est une nappe captive.

a) Marnes et caillasses

Le niveau des marnes et caillasses du Lutétien est un niveau perméable en grand. Du fait de la présence de cassures perpendiculaires, l'eau peut circuler dans les bancs de caillasses et de marnes horizontalement (parallèlement à la stratification) mais aussi verticalement. Ce niveau permet la communication entre le mur de l'aquifère multicouche de l'Éocène supérieur (Sables de Beauchamp) et l'aquifère multicouche de l'Éocène moyen et inférieur [2].

b) Calcaire grossier

Malgré la puissance du niveau des calcaires grossiers (20 m), l'intérêt de la roche-réservoir est limité par sa compacité [6]. Cependant, le calcaire est plus ou moins fissuré (faciès karstique) et de fait permet les circulations aquifères, horizontales et verticales. À sa base, le faciès du niveau est plus sableux, ce qui permet également les circulations aquifères par une perméabilité d'interstices [1]. Cet aquifère est en rapport avec l'aquifère sous-jacent (sables et argiles sparnaciens) [2].

c) Sables et argiles sparnaciens

Les bancs de sables grossiers ou de graviers de l'Yprésien présentent une assez bonne perméabilité d'interstices, ce qui permet la circulation de l'eau. Les nombreuses intercalations argileuses et marneuses semblent favoriser les circulations horizontales par rapport aux circulations verticales. Cependant, la discontinuité des bancs à perméabilité réduite (marnes et argiles) n'exclut pas la circulation verticale.

5.3.2. Comportement de la nappe

a) Puissance

Le réservoir du Lutétien est mouillé sur toute son épaisseur [1]. Il peut être dénoyé sur les flancs de vallées de la Seine (à l'est de la commune de Massy). L'épaisseur mouillée maximale se trouve dans la fosse de Draveil où elle peut atteindre 40 à 50 m.

Les sables Yprésiens sont toujours entièrement mouillés (mis à part dans quelques surfaces très réduites au niveau des zones d'affleurement). L'épaisseur mouillée du niveau de l'Yprésien correspond donc à l'épaisseur du niveau [1].

Sur la commune de Massy, la puissance de la nappe serait donc de 40 m pour le Lutétien et 20 à 30 m pour l'Yprésien, soit une puissance de 60 à 70 m pour l'ensemble du réservoir de l'Éocène moyen et inférieur.

b) Piézométrie

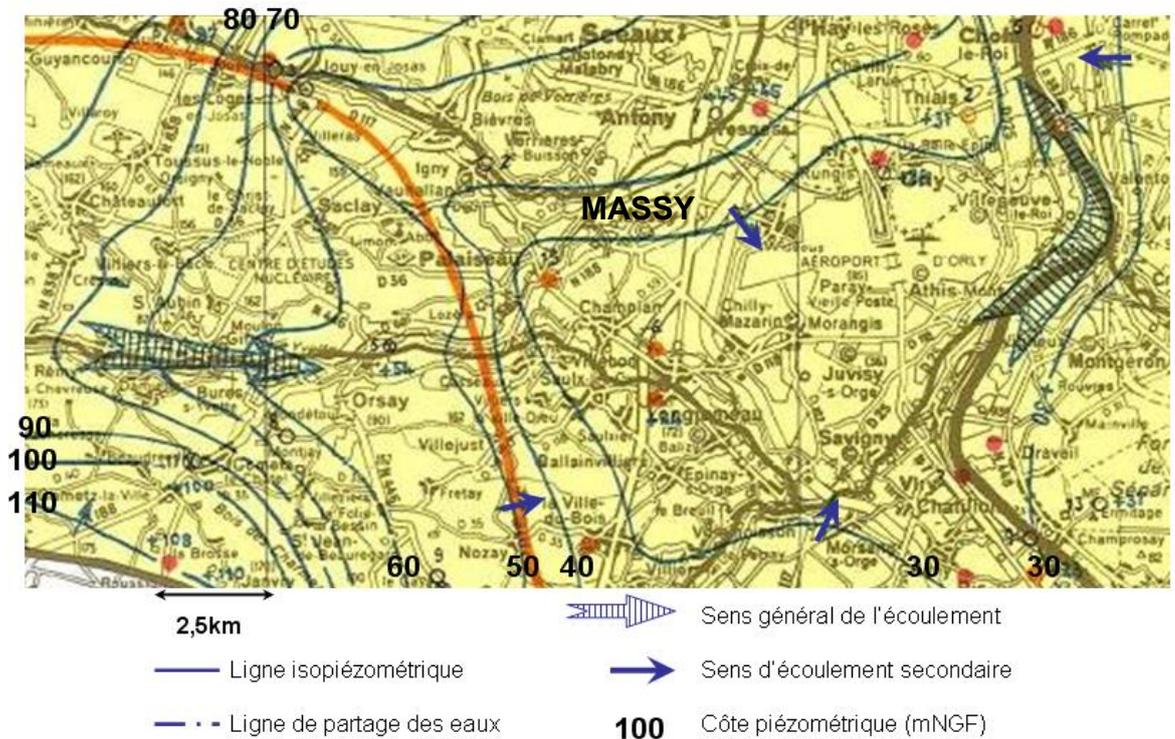


Figure 30 - Carte piézométrique détaillée du secteur de Massy.

Au niveau de la commune de Massy, le niveau piézométrique mesuré dans les ouvrages captant l'aquifère de l'Éocène moyen et inférieur se situe à une altitude d'environ +30 à +50 m NGF. Les valeurs des côtes piézométriques sont supérieures à celles du toit du réservoir (environ +10 m NGF). Ce niveau piézométrique correspond à celui de l'aquifère de l'Éocène supérieur, en cohérence avec la communication des deux aquifères, via le semi-perméable des Sables de Beauchamp qui les sépare.

De façon générale, la piézométrie suit la topographie [1].

c) Sens de l'écoulement

Le sens général de l'écoulement se fait dans le sens est-ouest, en direction de la vallée de la Seine [1] (cf. Figure 30) qui draine l'aquifère [6].

d) Exutoire

Dans la mesure où le mur du réservoir, constitué d'argiles plastiques à perméabilité réduite, se situe à plus basse altitude que les niveaux des cours d'eau de la Bièvre, de l'Yvette et de la Seine, la nappe ne se déverse pas dans les rivières par des lignes de sources (comme cela a pu être observé dans les vallées du Vexin) [1].

Du fait de la discontinuité des terrains imperméables à la base du réservoir aquifère, l'exutoire de ce système correspond à la communication avec l'aquifère sous-jacent du Crétacé supérieur.

e) Communication

En l'absence de niveau strictement imperméable au toit, au mur ou au milieu du réservoir, les eaux contenues dans le réservoir aquifère multicouche de l'Éocène moyen et inférieur sont en communication avec l'aquifère sus-jacent de l'Éocène supérieur et l'aquifère sous-jacent du Crétacé supérieur.

Plus en aval, à environ 20 km de Massy, au niveau de la ville de Paris, l'aquifère de l'Éocène moyen et inférieur est aussi en relation avec l'aquifère des alluvions de la Seine qui peut avoir une puissance relativement importante (supérieure 10 m) [1].

5.4. DONNÉES HYDRODYNAMIQUES

5.4.1. Débits

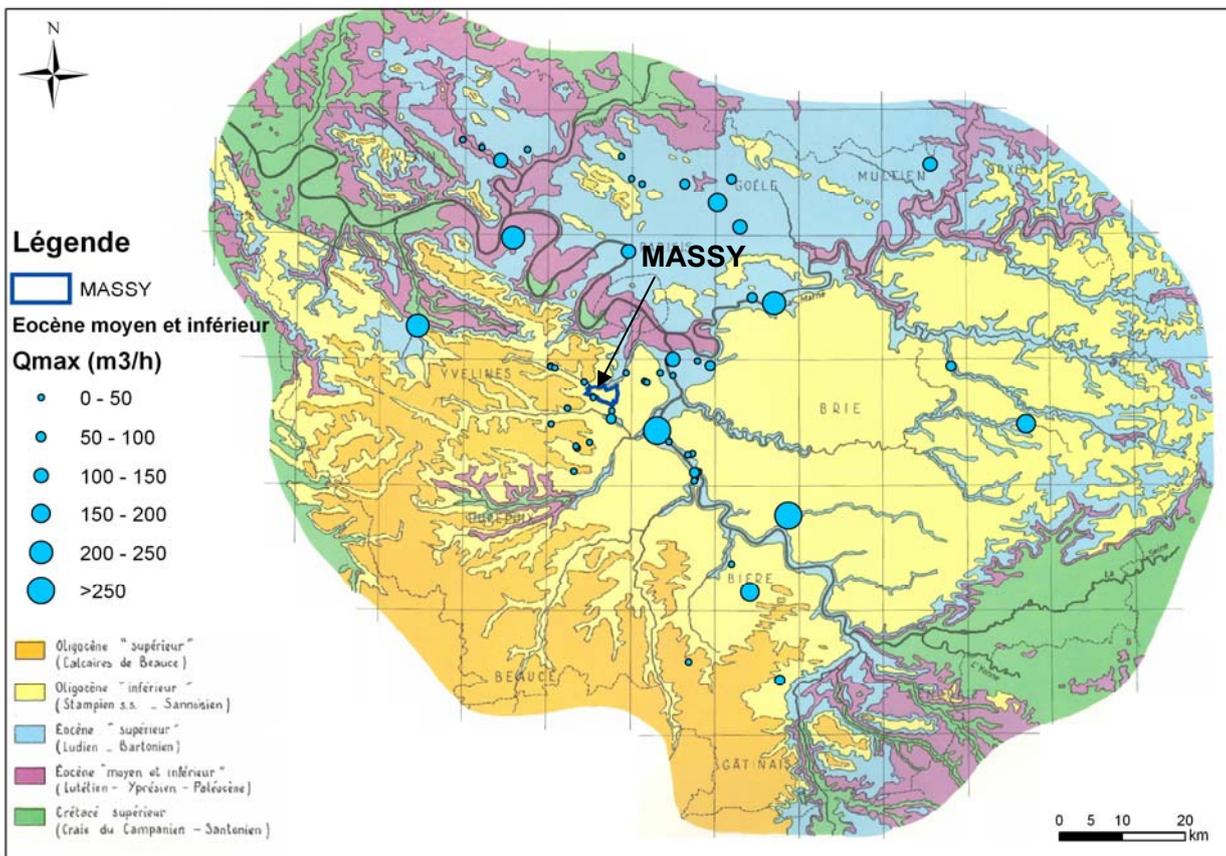


Figure 31 - Localisation et débits des ouvrages principaux captant la nappe de l'Éocène moyen et inférieur.

Les débits mesurés dans les ouvrages captant le système multicouche de l'Éocène moyen et inférieur sont faibles à moyen sur le secteur de Massy, avec des valeurs inférieures à 50 m³/h (cf. Figure 31).

Les débits moyens mesurés pour les ouvrages captant le Lutétien et l'Yprésien au niveau de la région Île-de-France est de 54 m³/h [1] et les ouvrages présentant les débits les plus forts se situent généralement dans les vallées des rivières de la Seine ou de la Marne, là où la communication avec les aquifères alluviaux se fait (notamment à Saint-Denis avec 370 m³/h et Épinay-sur-Seine avec 236 m³/h).

5.4.2. Transmissivité

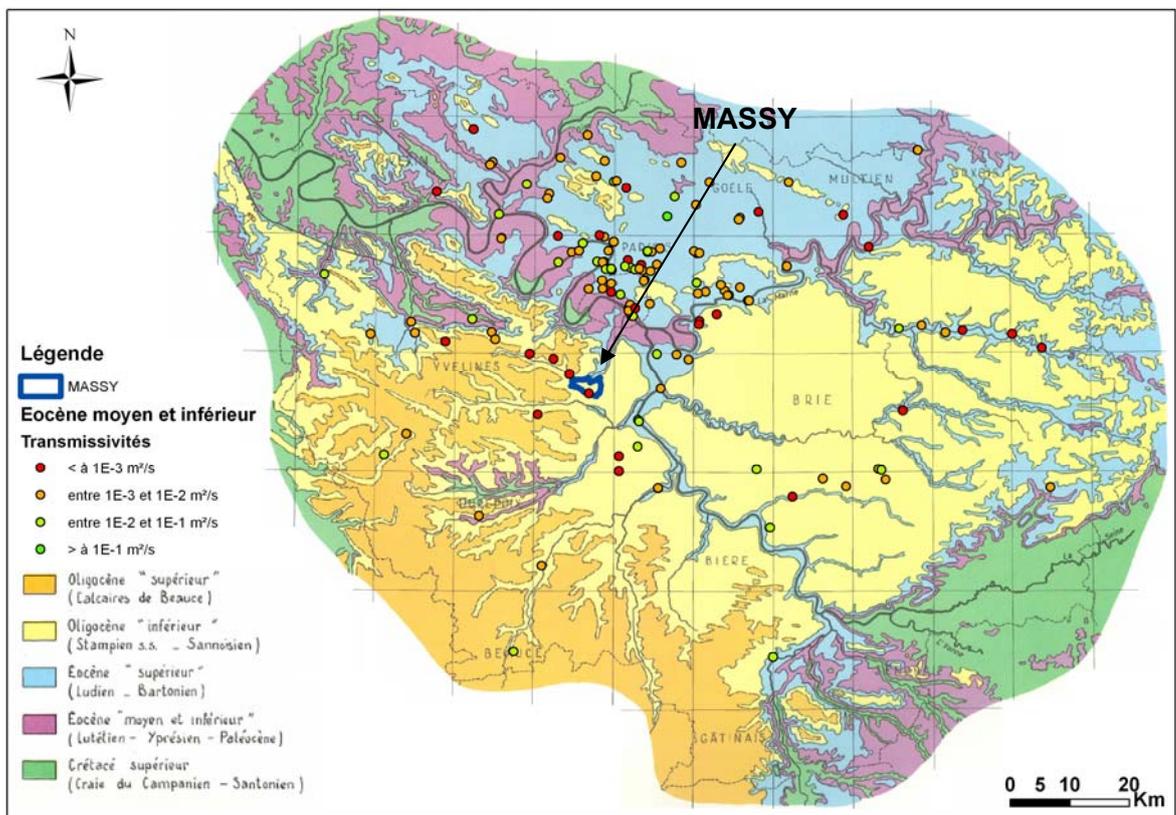


Figure 32 - Transmissivités de la nappe de l'Éocène moyen et inférieur mesurées dans les ouvrages principaux d'Île-de-France.

D'après les données issues de la BSS, dans la zone d'étude les transmissivités mesurées sont inférieures à 10⁻³ m²/s. La transmissivité est en moyenne de 10⁻³ m²/s sur l'ensemble de l'aquifère. La transmissivité de l'aquifère varie avec la puissance du réservoir [6].

5.5. DONNÉES HYDROCHIMIQUES

N°	Nom	Aquifère	Résistivité (Ω)	TH (°F)	Cl (mg/l)	SO4 (mg/l)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Fe (mg/l)
02193X0007	F	Éocène moyen et inférieur	375	211	27	1910	528	191	0,9
02193X0192	F1		370	188	49	1440	40		0,2
02193X0194	F1			193					
02193X0195	F2		710	91,6	42	740	205	98	0,05
02193X0221	F1		402	202	45	1766	560	95	0,25
02194X0004	F		583	141	124	988			1,3
02192X0128	F1		367						
02192X0136	F		350	230	43	220	560	220	1
02195X0018	F1		2 155	21	14	50	0,15		
02195X0019	F2		1 860	25	23	80			0,2
02197X0073	F		1 142	48	21	327	102	55	0,09

Tableau 6 - Données hydrochimiques des ouvrages de l'Éocène moyen et inférieur situés dans le secteur de Massy.

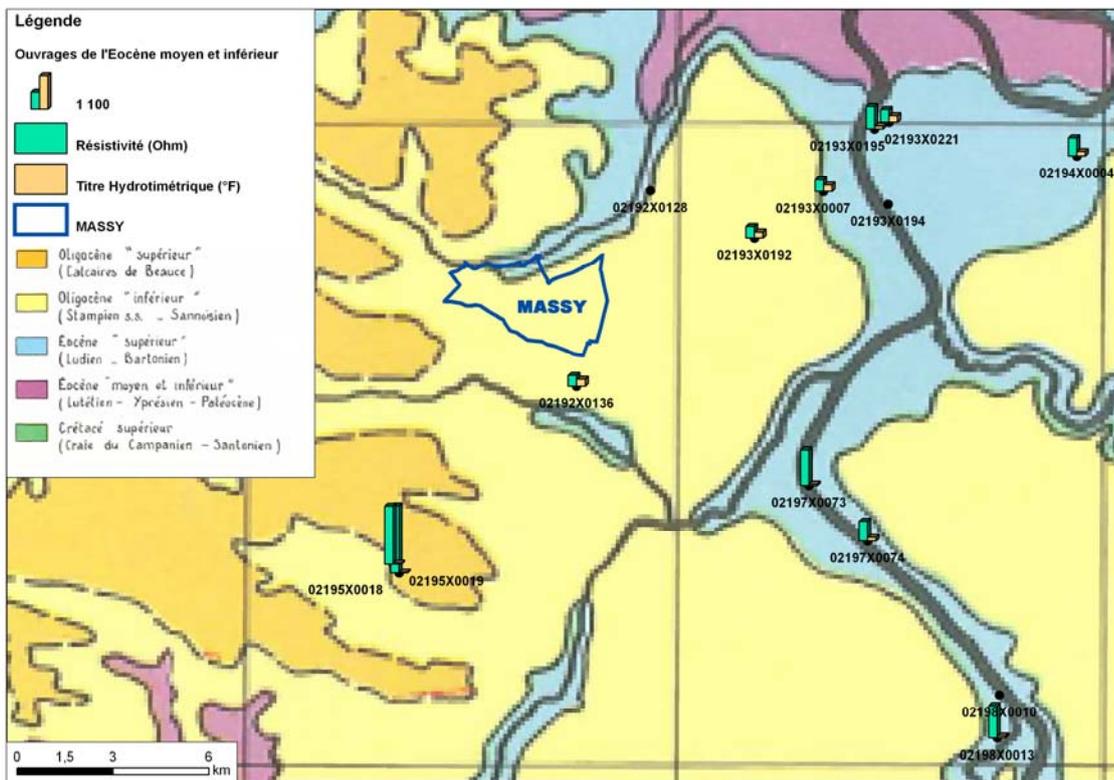


Figure 33 - Localisation des ouvrages ayant fourni des données hydrochimiques pour l'aquifère de l'Éocène moyen et inférieur et représentation de la minéralisation.

5.5.1. Minéralisation

Les eaux de ce réservoir présentent de fortes amplitudes de minéralisation, mais sont en moyenne fortement minéralisées avec :

- une résistivité moyenne d'environ 830 Ohm, mais qui peut varier entre 350 et 2 155 Ohm ;
- un titre hydrométrique moyen de 120 °F mais pouvant varier de 21 à 230 °F.

D'autre part, les eaux sont très chargées en éléments notamment en chlore (teneur moyenne de 40 mg/l et maximale de 124 mg/l) et en sulfates (teneur moyenne de 744 mg/l et maximale 1 766 mg/l). Ceci peut s'expliquer par :

- la présence de bancs gypseux dans les niveaux traversés qui en se dissolvant chargent les eaux en sulfates notamment ;
- la présence de passages ligniteux à la base du niveau des calcaires grossiers [2].

D'une manière générale, il semblerait que les niveaux du Lutétien soient plus minéralisés que les niveaux de l'Yprésien sous-jacents.

5.6. EXPLOITATION DU RÉSERVOIR

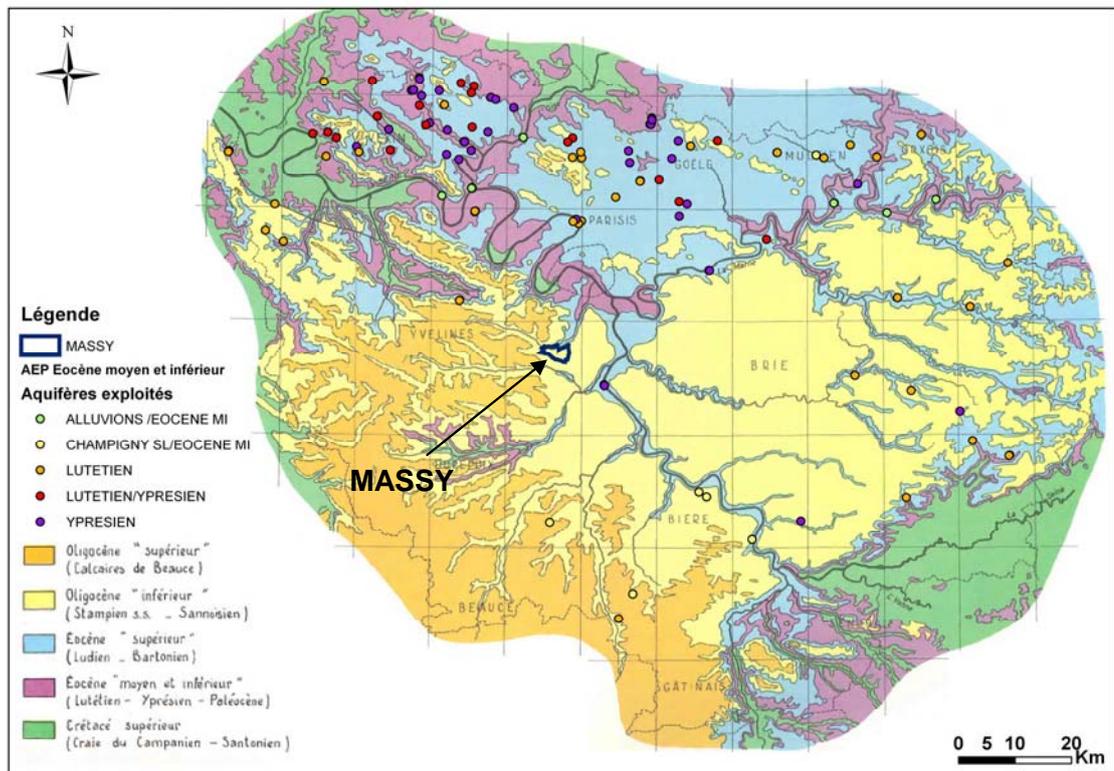


Figure 34 - Localisation des AEP exploitant l'aquifère multicouche de l'Éocène moyen et inférieur.

5.6.1. Eau potable

L'aquifère est très exploité dans le nord de la région, environ la moitié des captages sont situés dans le département du Val-d'Oise. Sur l'ensemble de la région Île-de-France, environ 114 captages AEP exploitent l'aquifère de l'Éocène inférieur et moyen, soit seul, soit associé aux aquifères sus-jacents. Parmi ceux-ci, on distingue :

- 40 ouvrages exploitant uniquement le Lutétien ;
- 40 ouvrages exploitant uniquement l'Yprésien ;
- 19 ouvrages exploitant le Lutétien et l'Yprésien ;
- 9 ouvrages associés à une nappe alluviale (Seine-et-Marne essentiellement) ;
- 6 ouvrages associés à la nappe de l'Éocène supérieur.

Le groupe de quatre captages AEP (usine de la SLEE), exploitant l'aquifère de l'Éocène moyen inférieur le plus proche de la commune de Massy, concerne la nappe de l'Yprésien et se situe sur la commune de Viry-Châtillon (91) à une distance d'environ 10 km du centre de la commune de Massy. Le débit d'exploitation est compris entre 180 et 210 m³/h.

5.7. RÉGLEMENTATION ET OBJECTIFS DE PROTECTION

Aucune réglementation particulière.

5.8. VULNÉRABILITÉ

5.8.1. Vulnérabilité par rapport aux formations sus-jacentes

La nappe de l'Éocène moyen et inférieur est captive au niveau de la zone étudiée. Elle est protégée par les nappes sus-jacentes. Cependant, l'absence de niveau strictement imperméable au toit de la formation ou au mur de la formation précédente (Éocène supérieur), la communication entre les deux systèmes aquifères est possible (pas de distinction nette des niveaux piézométriques).

5.8.2. Transferts au sein de la nappe

Dans le niveau des calcaires grossiers, les formations karstiques fissurées permettent la formation de chemins d'écoulement préférentiels et l'augmentation locale des vitesses d'écoulement. Ce phénomène permet la dispersion rapide des polluants.

Cependant, les niveaux sous-jacents, essentiellement sableux, présentent une porosité d'interstice qui ne permet pas la même rapidité de diffusion des polluants.

5.8.3. Vulnérabilité par rapport aux formations sous-jacentes

En l'absence de niveau strictement imperméable à la base de l'Éocène inférieur, la communication est rendue possible avec l'aquifère sous-jacent du Crétacé supérieur. Cependant, la présence de bancs argileux et marneux discontinus limitent les circulations aquifères verticales. De fait, l'aquifère de l'Éocène moyen et inférieur est légèrement protégé par rapport aux pollutions provenant de l'aquifère sous-jacent.

5.9. DOCUMENTATION BSS

¹ Sondage BSS 02192X0372

² Sondages BSS 02192X0153 ; 02192X0266

³ Sondage BSS 02196X0059

⁴ Sondages BSS 02192X0372 ; 02192X0153 ; 02192X0136

⁵ Sondages BSS 02192X0108 ; 02192X0134

⁶ Sondages BSS 02192X0136 ; 02192X0134

⁷ Sondages BSS 02192X0027 ; 02192X0059 ; 02192X0134

⁸ Sondage BSS 02192X0307

⁹ Sondages BSS 02191X0065 ; 02191X0068

6. Aquifère de la Craie

ÈRE : Secondaire

SYSTÈME : Crétacé supérieur

6.1. STRUCTURE DU RÉSERVOIR

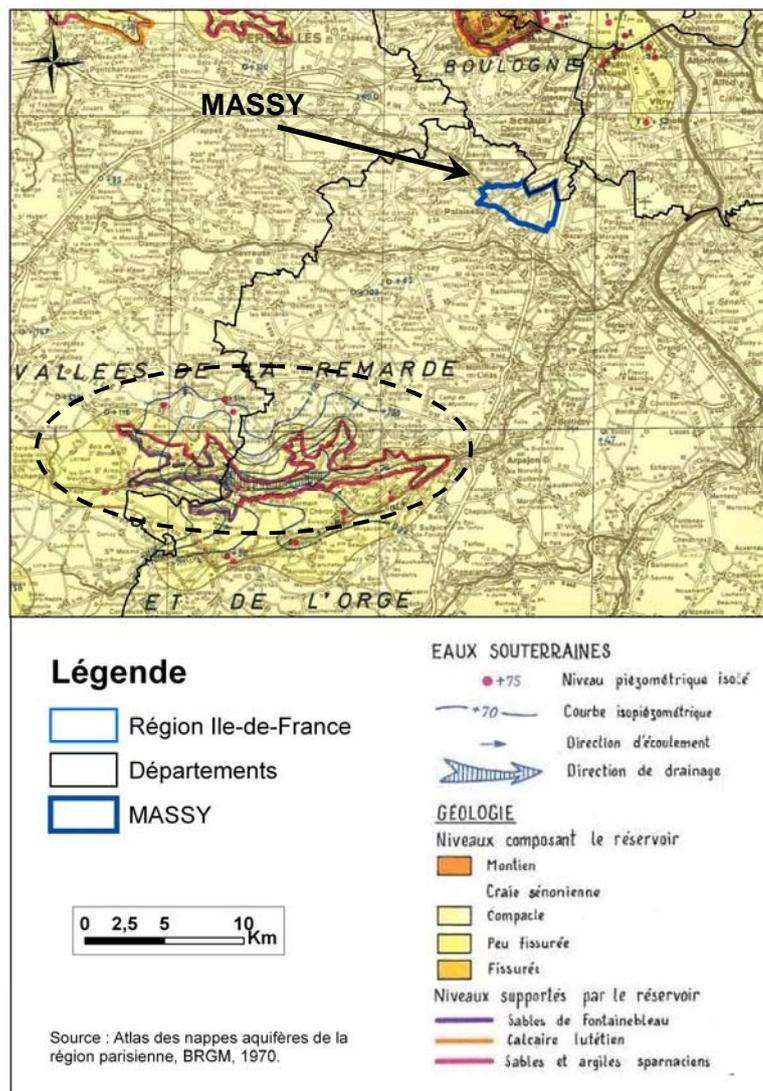


Figure 35 - Localisation de la commune de Massy et structure de la nappe de la Craie.

6.1.1. Toit et mur

a) Toit

Le toit de l'aquifère de la Craie est formé par le niveau de la Craie supérieure du Sénonien. Le toit de la formation se situe au-dessous du niveau des argiles sparnaciennes (Yprésien) qui constituent le mur du réservoir de l'Éocène moyen et inférieur. Localement, le niveau des Marnes et Calcaires du Montien (formation Paléocène, Tertiaire) peut s'interposer entre les argiles sparnaciennes et la Craie supérieure. Cependant, ce niveau ne constitue pas un niveau imperméable et permet la communication entre les deux systèmes aquifères.

Le toit de la Craie se situe à une altitude d'environ -60 m NGF d'après les données de onze sondages BSS. Dans la fosse de Draveil (cf. Figure 28), l'altitude peut descendre à -70 m NGF. Des variations locales peuvent cependant être observés, liées ou non à la présence de l'étage Montien.

b) Mur

Le mur de l'aquifère de la Craie est formé par le niveau de la Craie inférieure glauconieuse du Cénomaniens. Le mur de cette formation se situe à une altitude d'environ -475 m NGF.

Le toit de la formation suivante est formé par les Marnes de Brienne et les Argiles de Gault de l'Albien. Ces niveaux possèdent des propriétés imperméables relatives.

c) Puissance

Le réservoir du Crétacé supérieur a une puissance moyenne d'environ 450 m dans le secteur de Massy, d'après les données de six sondages BSS.

6.2. LITHOSTRATIGRAPHIE

Épaisseurs (mètres)	Aquifères	Formations semi-perméables	Chronostratigraphie
270	<i>Formation de la Craie supérieure</i>		SÉNONIEN
130		Craie grise marneuse	TURONIEN
50		Craie inférieure glauconieuse	CÉNOMANIEN

Tableau 7 - Lithostratigraphie simplifiée du Crétacé supérieur dans le secteur de Massy.

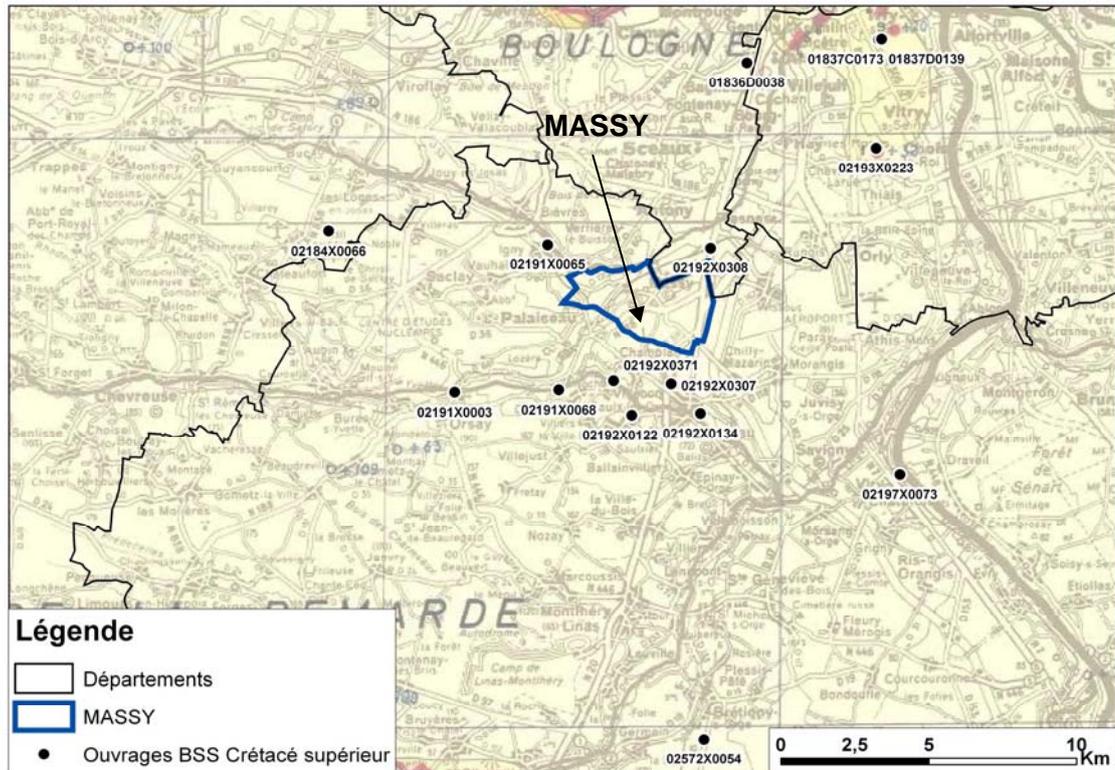


Figure 36 - Localisation des sondages BSS utilisés pour la description de la lithologie.

6.2.1. Craie supérieure (Sénonien)

Ce niveau est composé de craie (calcaire blanc composé essentiellement de tests de micro-organismes et de fines particules de calcaire) blanche caractérisée par la présence quasi-systématique de silex (notamment dans les niveaux supérieurs) dans les sondages BSS étudiés. Dans certains cas, cette craie peut être compacte¹ ou tendre² selon les sondages ou la profondeur. Le toit de ce niveau peut être altéré et présenter des bancs marneux³ ou argileux⁴.

L'épaisseur de ce niveau, d'après les données de quatre sondages BSS situés dans le secteur de Massy, est en moyenne de 270 m avec des variations pouvant aller de 200 à 310 m.

6.2.2. Craie grise marneuse (Turonien)

Ce niveau est composé de craie et de calcaire gris et est caractérisé par la présence de marnes. La craie est généralement dure⁵. Localement, il est possible de trouver des horizons sableux⁶, schisteux⁷, argileux⁶ ou pyriteux⁸.

L'épaisseur de ce réservoir, d'après les données de trois sondages BSS situés dans le secteur de Massy, est en moyenne de 130 m, avec des variations pouvant aller de 90 à 200 m.

6.2.3. Craie inférieure glauconieuse (Cénomanién)

Ce niveau est composé de Craie et de calcaires présentant des intercalations marneuses ou argileuses⁹. Sur certains points, le calcaire peut prendre un faciès schisteux¹⁰ ou sableux¹¹.

L'épaisseur de ce niveau, d'après les données de cinq sondages BSS situés dans le secteur de Massy, est en moyenne de 50 m avec des variations pouvant aller de 32 à 70 m.

6.3. HYDROGÉOLOGIE

D'après les données de la BSS sur la feuille topographique de Corbeil, une dizaine de forages pour eau sont entrés sans la craie. Les débits observés y sont très faibles [2] (un maximum de 15 m³/h mesuré pour deux sondages situés sur la feuille de Corbeil n° 219) dans la zone considérée, ce qui limite les propriétés aquifères de la Craie dans le secteur de Massy.

Par ailleurs, dans toutes les zones de recouvrement tertiaires, comme c'est le cas dans le secteur de Massy, la formation de la Craie n'est pas souvent aquifère du fait d'une fissuration fermée ou oblitérée. Seule dans les zones de fracturation l'exploitation est rendue possible [6].

Comme l'indique la Figure 35, la commune de Massy se situe dans une zone où la Craie sénonienne est compacte, de fait peu fissurée, ce qui limite ses propriétés aquifères.

6.3.1. Niveaux perméables

Au niveau de la commune de Massy, les propriétés aquifères de la nappe de la Craie semblant limitées par la nature compacte des calcaires, il n'est pas possible de parler de perméabilité à proprement parler.

D'une manière globale, sur l'ensemble du bassin, le niveau aquifère du réservoir de la Craie correspond aux formations supérieures (Sénonien). Des variations locales sont observables à l'échelle du bassin Seine-Normandie.

Des études récentes menées par le BRGM montrent que la Craie peut avoir des fissures ouvertes dans des zones de flexure. Une de ces flexures a été mise en évidence dans le sud de l'Essonne à Ablis et a permis la réalisation d'un forage d'alimentation en eau potable pour le Syndicat d'Ablis. La reconnaissance des zones de flexures de la Craie permettrait de préciser l'exploitabilité de cet aquifère à proximité de la zone de projet.

6.3.2. Comportement de la nappe

a) Puissance

Dans la mesure où la nature aquifère du système de la Craie semble limitée dans la zone de Massy, la puissance de la nappe est impossible à déterminer.

Cependant, dans les zones où l'exploitation est possible la puissance du réservoir crayeux peut alors être très importante, notamment dans le nord-ouest et le sud-est de la Région parisienne.

b) Piézométrie

Les niveaux piézométriques mesurés dans la Craie sur le secteur de Massy (sondages BSS n° 02191X0040 et 02193X0092) se situent aux alentours de +50 à +55 m NGF. Les informations concernant la piézométrie de la Craie dans le secteur de Massy sont rares.

Cependant, au niveau de la vallée de l'Orge et de la Rémarde (à une distance d'environ 25 km au sud de la commune de Massy), les côtes piézométriques de la Craie sont d'environ +100 m NGF.

c) Sens de l'écoulement

Au niveau de la commune de Massy, aucune indication concernant le sens de l'écoulement ne peut être donnée.

Cependant, au niveau de la vallée de l'Orge et de la Rémarde, l'écoulement se fait en direction de l'est, c'est-à-dire dans le sens d'écoulement du cours d'eau de l'Orge.

d) Exutoire

La nappe de la Craie est drainée par les rivières de l'Orge, de la Rémarde et de la Seine à proximité de la zone d'étude.

e) Communication

La nappe de la Craie est en communication avec l'aquifère sus-jacent de l'Éocène inférieur et moyen en l'absence de niveau strictement imperméable et continu pour les séparer.

Il en est de même en ce qui concerne l'aquifère sous-jacent de l'Albien (Crétacé inférieur) qui semble *a priori* protégé par une couche d'argiles imperméables. Cependant, il n'est pas possible d'exclure la possibilité de communication entre les deux nappes (voir chapitre suivant).

6.4. DONNÉES HYDRODYNAMIQUES

6.4.1. Débits

Les débits mesurés par le puits BSS n° 002193X0223 indiquent un débit spécifique de 0,046 m³/h (débit maximum 15 m³/h) dans le niveau de la Craie.

6.4.2. Transmissivité

Les informations concernant la transmissivité de la nappe au niveau de la commune de Massy ou de son secteur sont indisponibles.

6.5. EXPLOITATION DU RÉSERVOIR

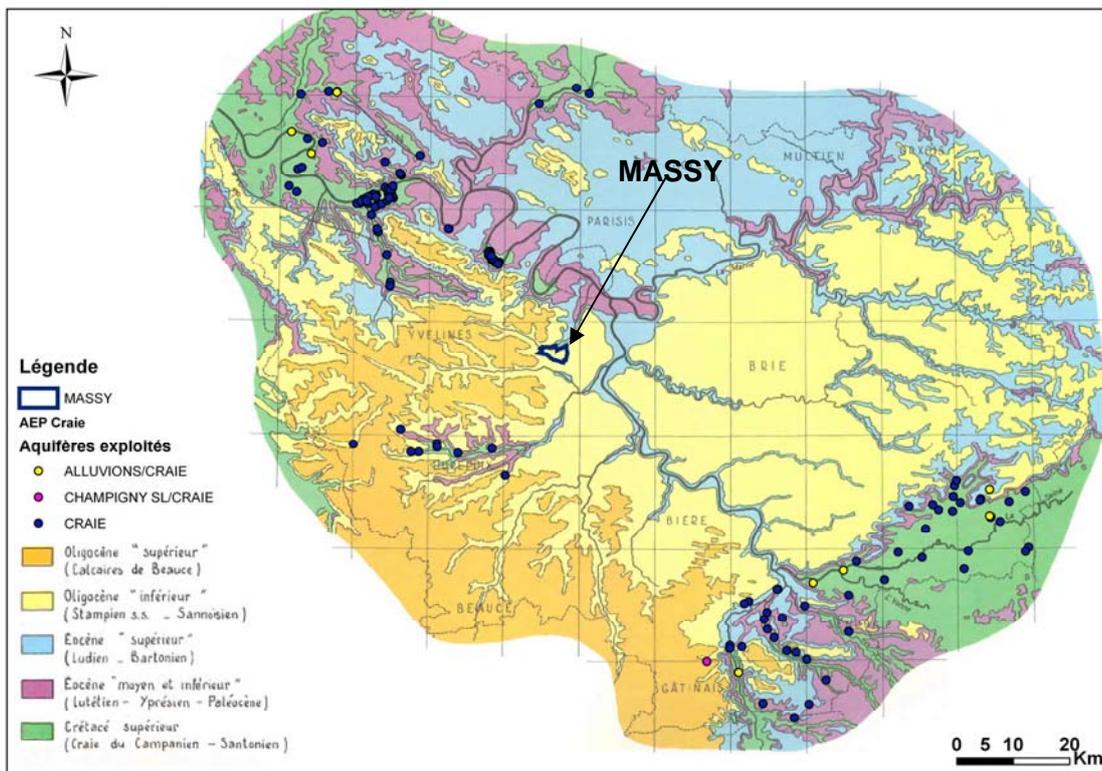


Figure 37 - Localisation des AEP exploitant l'aquifère de la Craie.

6.5.1. Eau potable

L'aquifère de la Craie est exploité en Île-de-France dans les régions d'affleurement du niveau de la Craie à savoir, le nord-ouest, le sud-est et les vallées de l'Orge et de la Rémarde. On recense 169 captages AEP qui exploitent l'aquifère de la Craie seul ou associé à une autre nappe (seuls 6 % des captages sont mixtes).

Le captage AEP exploitant la nappe de la Craie le plus proche de la commune de Massy se situe dans la vallée de l'Orge, sur la commune de Saint-Maurice-Montcouronne (91), à une distance d'environ 20 km au sud-ouest de la commune de Massy.

6.6. RÉGLEMENTATION ET OBJECTIFS DE PROTECTION

Aucune prescription réglementaire particulière.

6.7. VULNÉRABILITÉ

Du fait du faible potentiel aquifère de cette formation au niveau de Massy, les transferts entre les nappes sus-jacentes et sous-jacentes sont limités bien que nous ne pouvons pas les exclure totalement.

Au toit de la formation sous-jacente (Albien supérieur), on trouve les formations des Marnes de Brienne et des Argiles de Gault qui constituent une couche imperméable sur l'ensemble du bassin et limitent, sans exclure, les transferts aquifères verticaux sous-jacents en direction de l'aquifère de la Craie.

Cependant, la formation contenue dans le Crétacé supérieur est formée en grande majorité de craie. Placée dans un environnement acide, la craie a le potentiel de se dissoudre. Le CO₂, en se dissolvant, diminue le pH de l'eau. Ainsi, le transfert de cette eau vers les formations crayeuses aurait pour conséquence une dissolution de la craie en carbonates.

6.8. DOCUMENTATION BSS

¹ Sondages BSS 02193X0223 ; 01836D0038

² Sondage BSS 01836D0038

³ Sondages BSS 01837C0173 ; 01837D0139

⁴ Sondage BSS 01836D0038

⁵ Sondages BSS 02197X0073 ; 01837C0173

⁶ Sondage BSS 02197X0073

⁷ Sondages BSS 02197X0073 ; 01836D0038

⁸ Sondages BSS 02197X0073 ; 02191X0003

⁹ Sondages BSS 01837D0139 ; 02191X0003 ; 01837C0173

¹⁰ Sondages BSS 02197X0073 ; 02191X0003

¹¹ Sondage BSS 01836D0038

7. Aquifère de l'Albien

ÈRE : Secondaire

SYSTÈME : Crétacé inférieur

7.1. STRUCTURE DU RÉSERVOIR

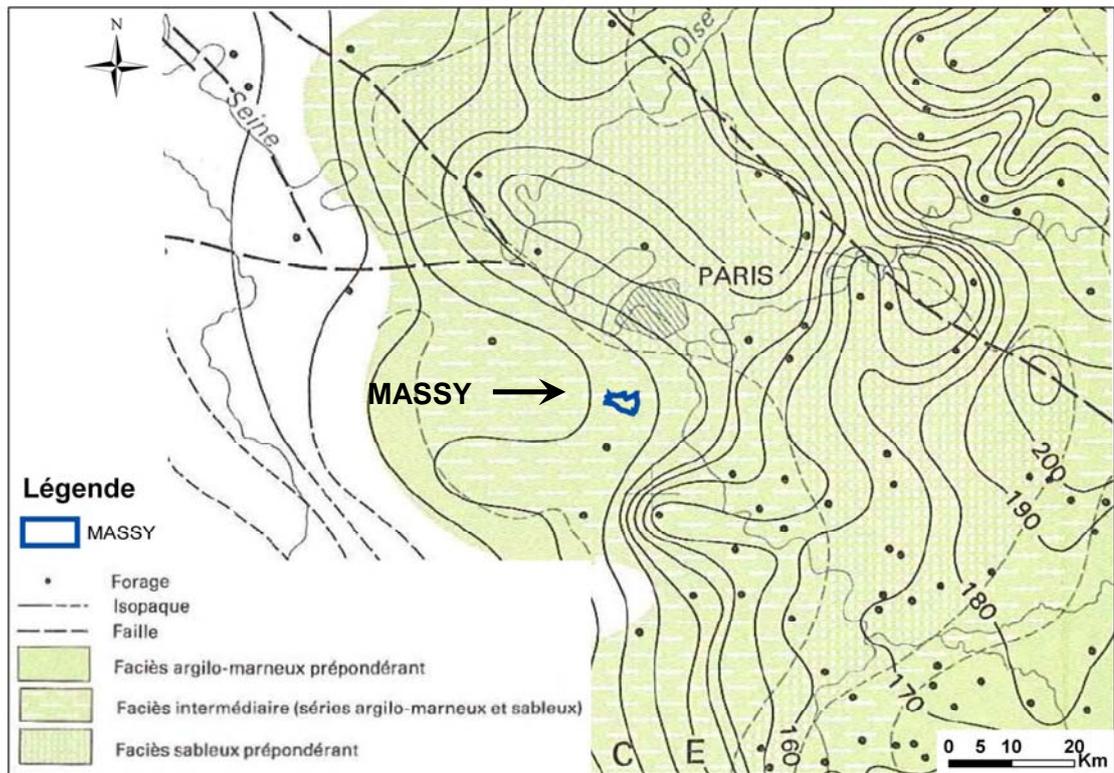


Figure 38 - Localisation de la commune de Massy et structure de la nappe de l'Albien (d'après B. Housse, Ph. Maget, 1976 - Potentiel géothermique du Bassin parisien).

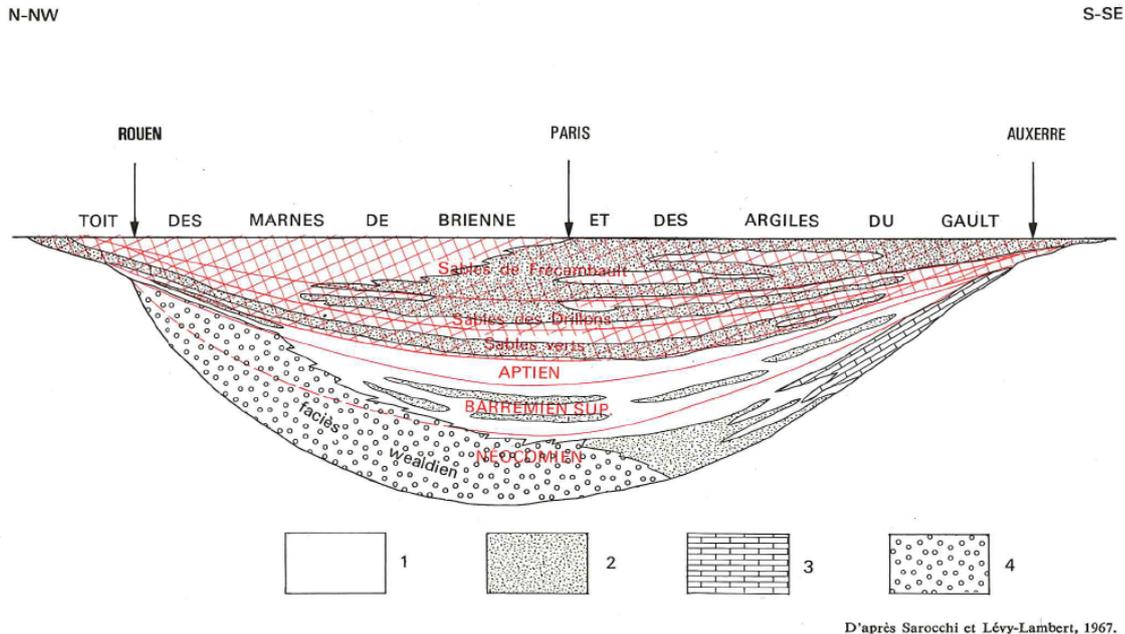


Figure 39 - Coupe transversale schématique du bassin de Paris représentant la structure du réservoir au Crétacé inférieur.

(1 : argile ; 2 : sables et grès ; 3 : calcaire ; 4 : dépôt argileux-sableux de faciès wealdien (Néocomien) ; en hachures rouges : aquifère multicouche de l'Albien) - Source : Les bassins de la Seine et des cours d'eau normands (1974).

7.1.1. Toit et mur

a) Toit

Le toit du réservoir de l'Albien est formé par les Marnes de Brienne, formation imperméable qui est surmontée par la Craie inférieure du Cénomaniens (Crétacé supérieur). Le toit de ce niveau se situe à une altitude d'environ -490 m NGF dans le secteur de Massy.

Située sous une formation imperméable, l'aquifère multicouche de l'Albien est un aquifère captif.

b) Mur

Le mur du réservoir de l'Albien est formé par le niveau des Sables verts de l'Albien. Le mur de ce niveau se situe à une altitude moyenne de -630 m NGF. Ce niveau repose sur les argiles plastiques et les marnes sableuses de l'Aptien qui constitue un niveau imperméable et sépare l'aquifère de l'Albien de l'aquifère sous-jacent du Néocomien-Barrémien.

c) Puissance

La puissance du réservoir de l'Albien est en moyenne de 120 m.

7.2. LITHOSTRATIGRAPHIE

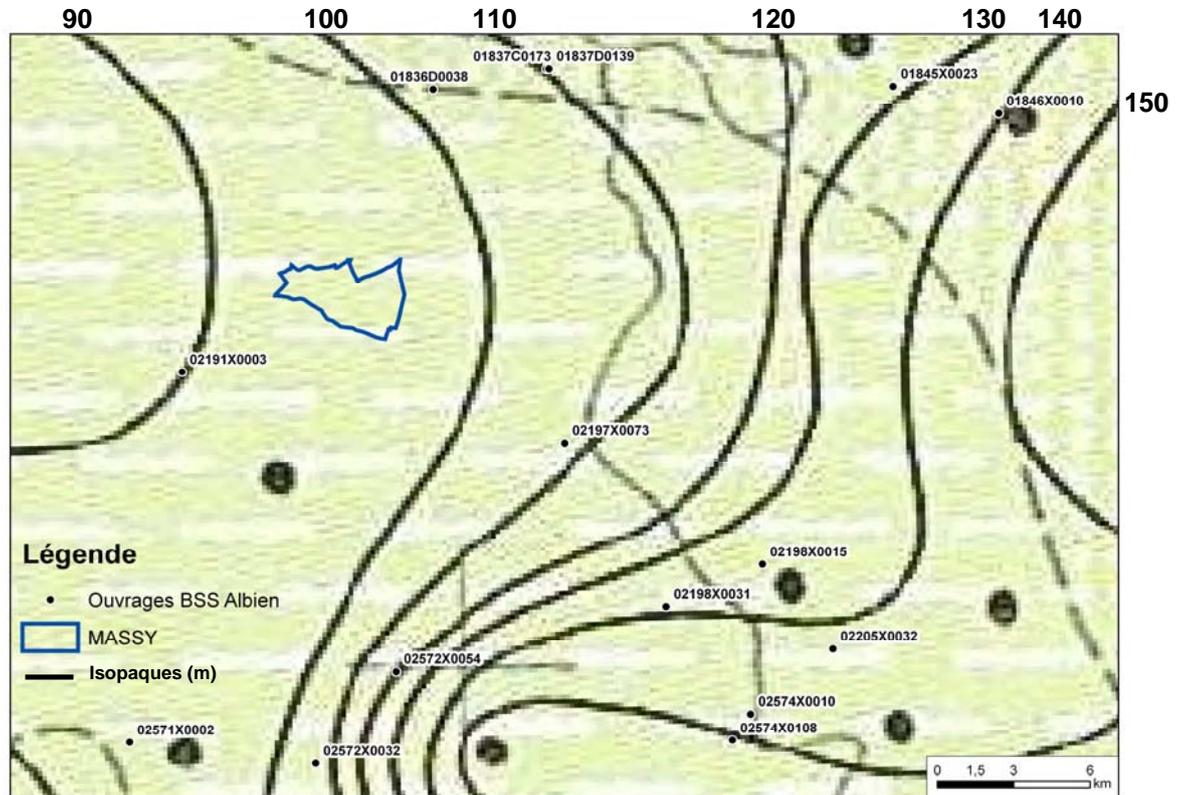


Figure 40 - Localisation des sondages BSS utilisés pour la description de la lithologie.

Épaisseur (mètres)	Aquifères	Formations semi-perméables ou imperméables	Chronostratigraphie
35-40		Marnes de Brienne Argiles du Gault	ALBIEN SUPÉRIEUR
20-25	Sables de Frécambault		ALBIEN MOYEN
5-10		Argiles tégulines	
10-15	Sables des Drillons		ALBIEN INFÉRIEUR
~3		Argiles de l'Armance	
20-30	Sables verts		
50		Argiles plastiques et marnes sableuses	APTIEN

Tableau 8 - Lithostratigraphie simplifiée du réservoir de l'Albien dans le bassin de Paris.

7.2.1. Albien supérieur

Les formations de l'Albien supérieur constituent une couche imperméable et continue sur l'ensemble du bassin, et sépare l'aquifère de l'Albien de l'aquifère de la Craie.

a) Marnes de Brienne

Ce niveau correspond à des argiles, légèrement calcaires, grises¹ ou verdâtres² et glauconieuses [1]. Parfois, elles peuvent aussi être bleues et dures³. Leur épaisseur est d'environ 15 à 20 m et est constante sur l'ensemble du bassin. Ce niveau est imperméable. Le toit de cette formation se trouve à environ -490 m NGF.

b) Argiles de Gault

Ce niveau correspond à un faciès des Sables de Frécambault sous-jacents. Ce niveau correspond à des argiles plastiques grises et noires⁴ et parfois glauconieuses⁵. Elles peuvent présenter un faciès plus sableux à certains endroits⁶. Malgré tout, ce niveau est considéré comme un niveau imperméable. Dans l'Eure, la perméabilité des argiles de Gault est comprise entre 10^{-9} et $1.7 \cdot 10^{-7}$ m/s [8].

D'après les données de cinq sondages dans le secteur de Massy, l'épaisseur moyenne de ce niveau est d'environ 20 m. L'épaisseur du niveau augmente lorsque l'on se dirige vers le nord [1].

L'épaisseur du niveau de l'Albien supérieur, couverture imperméable, est donc comprise entre 35 et 40 m au niveau du secteur étudié.

7.2.2. Albien moyen

a) Sables de Frécambault

Ce niveau se rencontre sur l'ensemble de l'Île-de-France et tend à disparaître au bord, devenant argileux et revêtant le faciès des argiles du Gault [6]. Ce niveau correspond à des sables gris-verdâtres⁷ assez fins, légèrement glauconieux⁸ et pouvant comporter des intercalations argileuses⁹. Localement, on peut aussi rencontrer des faciès argileux pyriteux¹⁰, voire des sables consolidés en grès¹¹.

D'après l'étude de six sondages BSS situés dans le secteur de Massy, l'épaisseur moyenne de ce niveau est d'environ 23 m. Les variations locales sont faibles.

b) Argiles tégulines

Ce niveau correspond à un niveau semi-perméable. Il est composé d'argiles gris-noir¹² à gris-vert¹³ qui peuvent être légèrement sableuses¹⁴. Localement, elles peuvent être fossilifères¹⁵.

D'après l'étude de cinq sondages BSS situés dans le secteur de Massy, l'épaisseur moyenne de ce niveau est de 6 m. Au niveau du bassin de Paris, l'épaisseur est comprise entre 5 et 10 m [6].

c) Sables des Drillons

Cette formation contient des sables gris-verts¹⁶, fins ou grossiers¹⁷, légèrement glauconieux¹⁸. Localement on rencontre des faciès plus argileux. Des intercalations argileuses noires¹⁹, compactes, minces et discontinues [6] sont observables.

D'après les données de six sondages issus de la BSS, l'épaisseur moyenne de ce réservoir dans la zone de Massy est d'environ 13 m, avec de faibles variations.

L'épaisseur du niveau de l'Albien moyen est d'environ 40 à 45 m.

7.2.3. Albien inférieur

a) Argiles de l'Armance

Ce niveau contient des argiles noires et dures²⁰, qui peuvent être légèrement sableuses²¹. On rencontre des profils schisteux²², voire glauconieux²³ sur certains points. Malgré leurs propriétés imperméables, ces argiles n'excluent pas les circulations aquifères verticales.

Les données BSS nous montrent qu'au niveau du secteur de Massy ce niveau a une épaisseur très réduite (1 à 3 m).

b) Sables verts

Ce niveau correspond à des sables verts²⁴ à vert-gris²⁵. Le faciès est parfois argileux²⁶, glauconieux ou pyriteux²⁷. Les sables sont localement consolidés en grès²³ avec des intercalations locales de marnes ou d'argiles noires²⁸.

L'épaisseur de ce niveau, calculée à partir des données de quatre sondages BSS est d'environ 25 m dans le secteur de Massy. Ce niveau correspond au mur du réservoir de l'Albien et se situe à une altitude d'environ -630 m NGF.

Ainsi, l'épaisseur moyenne du niveau de l'Albien inférieur est comprise entre 25 et 30 m.

7.2.4. Aptien

Le niveau de l'Aptien constitue le substratum imperméable de l'aquifère de l'Albien (cf. Figure 39) qui le sépare de l'aquifère sous-jacent du Néocomien-Barrémien. On distingue généralement deux niveaux dans cette formation :

- un banc argileux constitué d'argiles gris-noir à jaune. Leur faciès est sableux, parfois pyriteux ou quartzeux, voire gréseux ;
- un banc sableux fin à grossier, de couleur gris-vert, qui présente un faciès souvent glauconieux ou pyriteux. Parfois, les sables se sont consolidés en grès.

La perméabilité verticale de ce niveau semi-perméable est estimée à $K = 10^{-9}$ m/s au niveau de l'intégralité du Bassin parisien [8].

L'épaisseur de ce niveau est d'environ 50 m, d'après les données de six sondages BSS. Correspondant à un niveau imperméable, il ne permet théoriquement pas la communication entre l'aquifère multicouche de l'Albien et celui du Néocomien-Barrémien.

7.3. HYDROGÉOLOGIE

7.3.1. Niveaux perméables

a) Nappe des Sables verts de l'Albien

La nappe dite « des sables verts » de l'Albien correspond à l'aquifère multicouche comprenant tous les niveaux perméables de l'Albien, à savoir :

- les sables de Frécambault ;
- les sables des Drillons ;
- les sables verts.

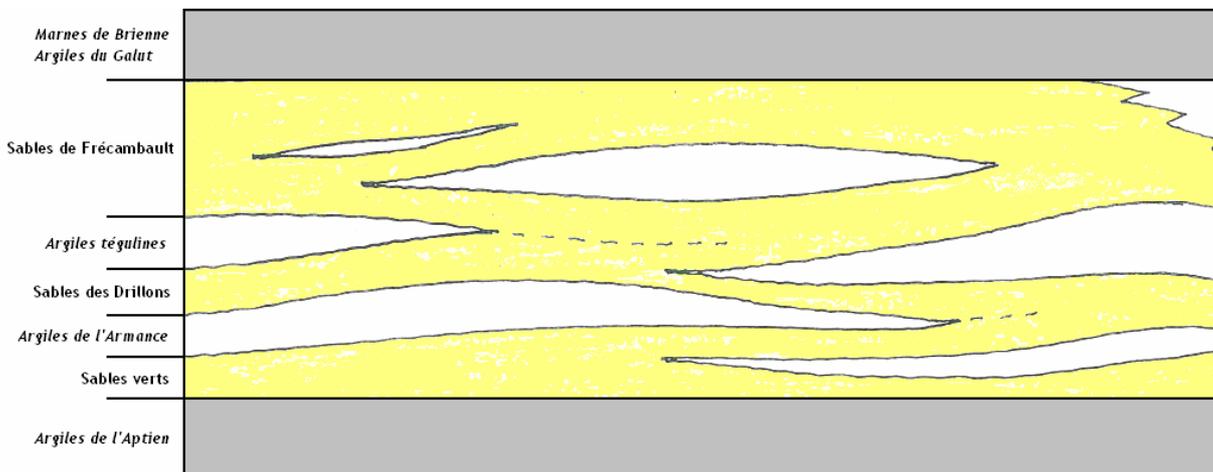


Figure 41 - Sables de l'Albien : relation entre les niveaux de sables (les formations semi-perméables ou imperméables sont représentées en italique).

Seuls les niveaux des marnes de Brienne et les argiles de Gault (situées au toit du réservoir) et le niveau des argiles de l'Aptien (au mur du réservoir) constituent des couches imperméables. Les formations semi-perméables ou imperméables des argiles

tégulines et des argiles de l'Armance ne constituent pas des obstacles aux circulations aquifères verticales du fait de leur discontinuité. Ainsi, l'aquifère de l'Albien correspond à un aquifère multicouche où les niveaux sableux sont en relation (cf. Figure 41).

La nappe étant contenue entre deux couches imperméables, la nappe est non seulement captive mais elle est aussi « en charge », c'est-à-dire que la nappe est soumise en tout point à une pression supérieure à la côte du toit de la formation. Sa surface piézométrique est plus haute que le toit de l'aquifère, qui se trouve alors entièrement en zone saturée.

7.3.2. Comportement de la nappe

a) Puissance

Le réservoir de l'Albien étant en charge, la puissance de la nappe correspond à la puissance du réservoir, à savoir environ 120 m.

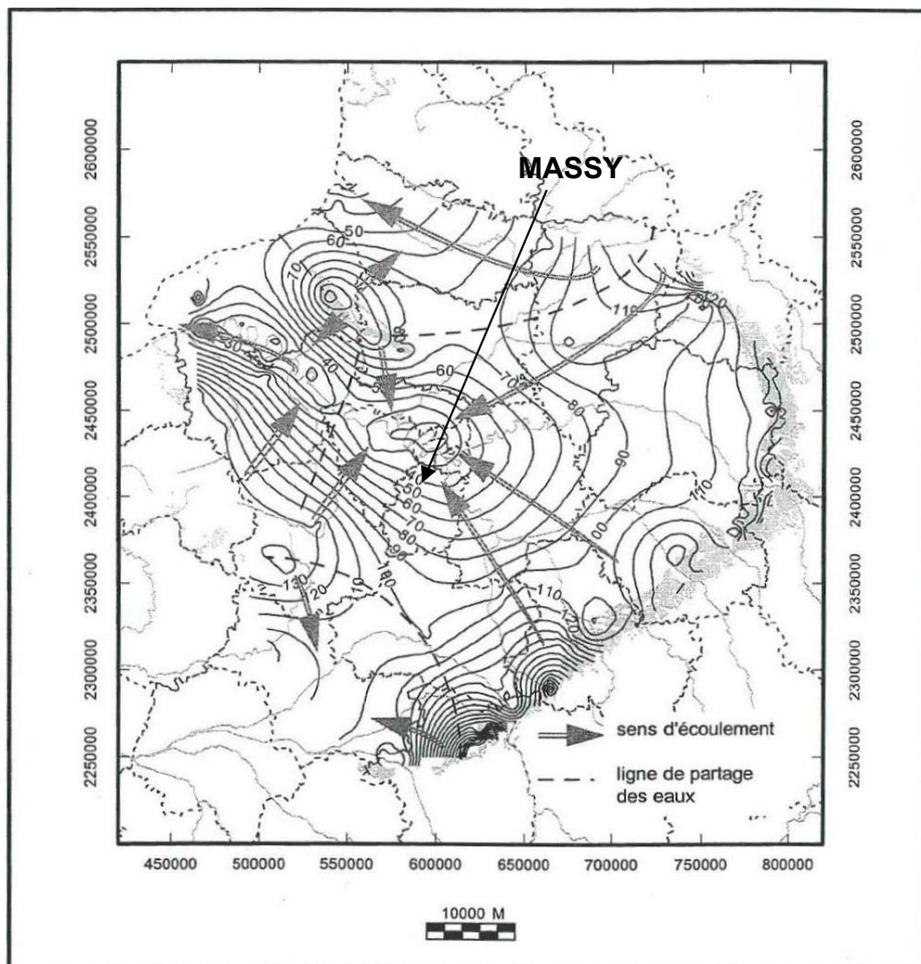


Figure 42 - Carte piézométrique générale et sens d'écoulements de la nappe de l'Albien (1997).
Source : Synthèse hydrogéologique du Crétacé inférieur du bassin de Paris (1997).

b) Piézométrie

Étant donné que la nappe est en charge, les côtes piézométriques mesurées sont plus élevées que les côtes du toit du réservoir. La commune de Massy se situe dans une zone où les niveaux piézométriques mesurés sont à environ +40 m NGF (cf. Figure 42). La surface piézométrique prend la forme d'une cuvette ayant pour point le plus bas le centre de la Région parisienne.

Depuis les années 1990, les prélèvements sur la nappe de l'Albien ont été fortement réduits. Dès lors, on constate une augmentation des niveaux piézométriques (cf. Figure 43).

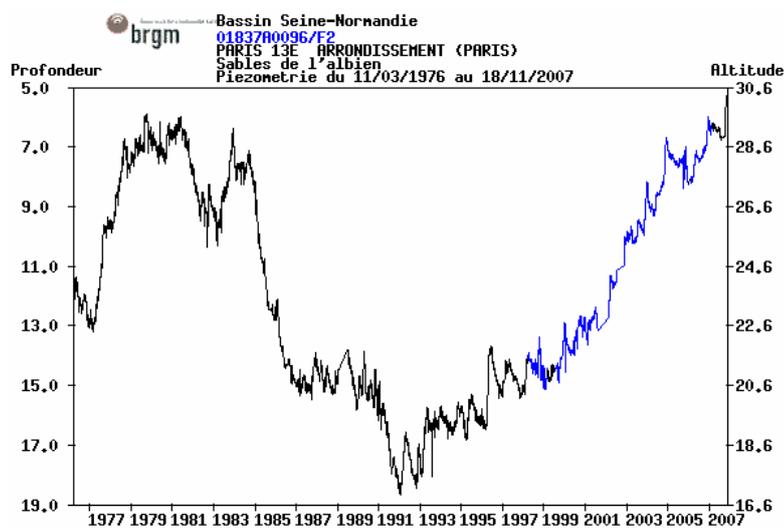


Figure 43 - Augmentation du niveau piézométrique de la nappe de l'Albien durant la période 1991 à 2007 pour le piézomètre de contrôle situé à Paris (13^e arrondissement).

c) Sens de l'écoulement

L'écoulement de la nappe de l'Albien, au niveau de l'Île-de-France, se fait de façon générale en direction du centre de la région. Au niveau de la commune de Massy, la nappe de l'Albien s'écoule en direction du nord-est. D'une manière plus générale, la nappe est drainée vers le nord-ouest, le long de l'axe de la Seine.

L'écoulement horizontal de la nappe de l'Albien est de l'ordre de 5 m par an [8].

d) Exutoire

L'exutoire de la nappe n'est pas associé systématiquement aux zones d'affleurement. En effet, les prélèvements par captage, par exemple en Basse-Seine, alliés au drainage de l'aquifère alluvions-Craie (Seine et affluents) sont très significatifs.

e) Communication

La nappe de l'Albien est contenue entre deux passages imperméables. La communication avec les aquifères sous-jacents et sus-jacents semble donc limitée, voire impossible. Cependant, une étude isotopique, réalisée en 1971, conclut que l'alimentation de la nappe de l'Albien ne se fait pas à partir des zones d'affleurement situés en bordure est et sud-est du bassin, mais par communication avec la nappe du Crétacé supérieur [7].

Cette communication est rendue possible selon les propriétés plus ou moins imperméables des argiles de l'Albien supérieur et les caractéristiques hydrogéologiques de la nappe de la Craie. Certaines zones du bassin voient l'épaisseur des argiles se réduire à 20 m ce qui facilite les échanges avec le niveau supérieur. D'autre part, selon le rapport de charge entre la nappe de la craie et la nappe de l'Albien, la drainance peut s'effectuer dans un sens ou l'autre [8]. Ainsi, si la nappe de la Craie est plus chargée que celle de l'Albien, la communication pourra se faire en direction de cette dernière. On estime à $K = 10^{-9}$ m/s la perméabilité verticale entre la Craie et l'Albien sur l'ensemble du Bassin parisien [8].

Dans la zone considérée, la nappe de la Craie semble avoir une faible charge piézométrique, ce qui limiterait les échanges de la Craie vers l'Albien. De plus, la puissance du niveau imperméable des argiles de l'Albien supérieur est supérieure à 40 m, limitant fortement les possibilités d'échange entre les deux nappes.

La même remarque peut être faite concernant l'aquifère sous-jacent du Néocomien-Barrémien, nappe captive également. Dans l'ouest et dans le sud-ouest du Bassin parisien, l'épaisseur des argiles de l'Aptien, niveau imperméable situé au mur de la nappe de l'Albien, peut être réduite à 20 m.

En comparant les niveaux piézométriques de ces deux nappes, il est possible de mettre en évidence des zones où les différences de charges sont très élevées comme c'est le cas dans le centre du bassin de Paris [8]. La nappe de l'Albien étant en charge inférieure (+20 m NGF) à la nappe du Néocomien-Barrémien (+80 m NGF) dans la zone considérée, les échanges par drainance en direction de la nappe de l'Albien sont envisageables.

Dans la zone d'étude, les aquifères de l'Albien et du Néocomien-Barrémien semblent en communication par drainance *per ascensum* malgré l'imperméabilité de la couche argileuse de l'Aptien.

7.4. DONNÉES HYDRODYNAMIQUES

7.4.1. Débits

Les débits mesurés dans les ouvrages BSS captant la nappe de l'Albien sont forts, voire très forts. À proximité de la commune de Massy, les débits sont de 235 m³/h sur le captage AEP de la commune d'Orsay, à 7 km au sud-ouest de Massy et peuvent

être supérieurs à 250 m³/h sur la station de pompage de Viry-Châtillon située à 10 km au sud-est de Massy.

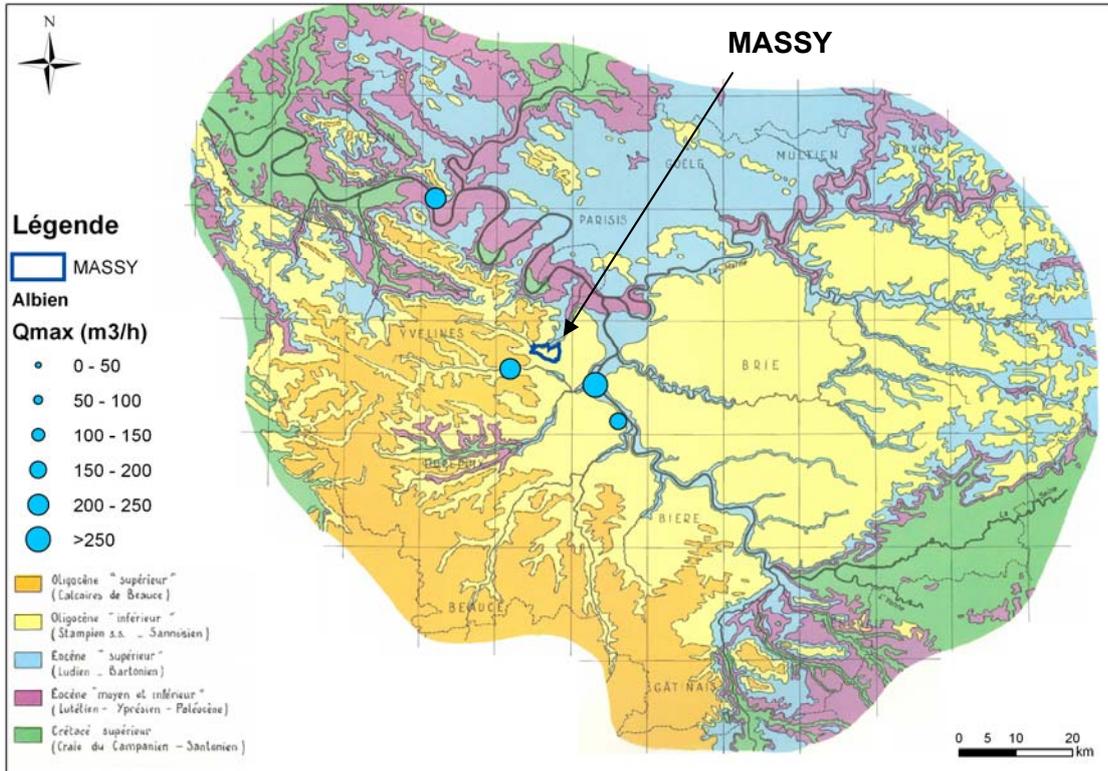


Figure 44 - Localisation et débits des ouvrages principaux captant la nappe de l'Albien.

Cependant, les valeurs récoltées sont difficilement comparables dans la mesure où les informations concernant le niveau testé au sein de l'aquifère de l'Albien ne sont pas disponibles.

7.4.2. Transmissivité

Autour de Paris, il existe une zone de forte transmissivité qui s'étend vers le sud. La commune de Massy semble se situer en bordure de cette zone, où les transmissivités sont de l'ordre de 4 à 5.10⁻³ m²/s [8].

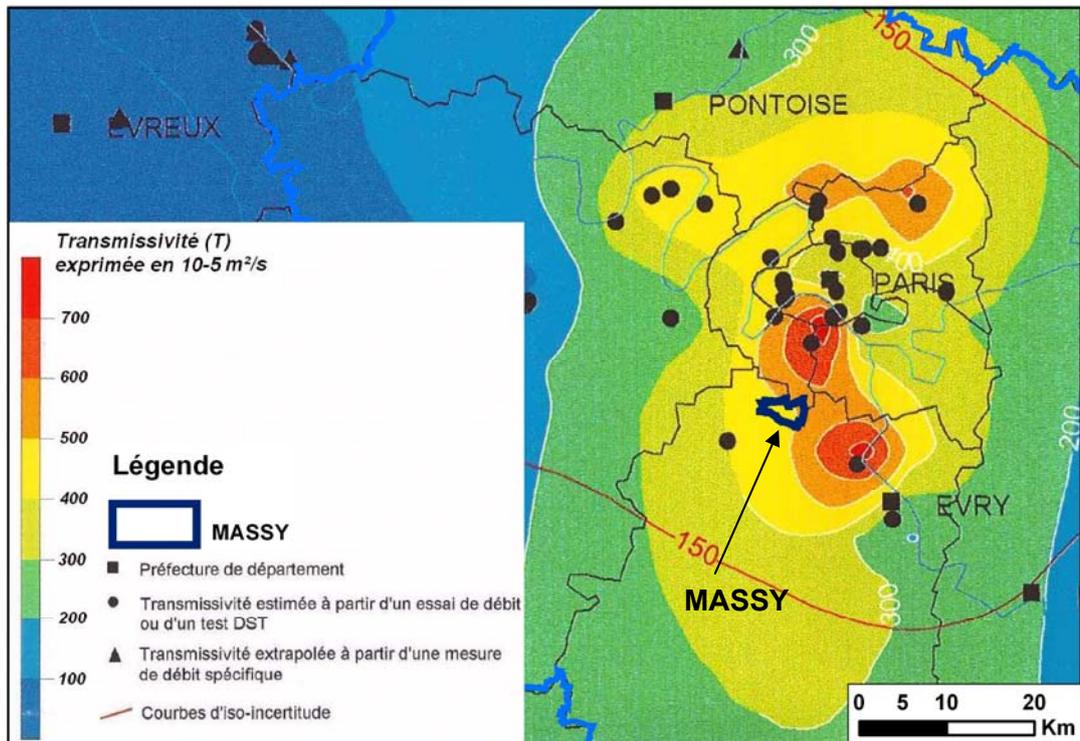


Figure 45 - Transmissivité de la nappe de l'Albién (d'après Synthèse hydrogéologique du Crétacé inférieur du bassin de Paris, 1997).

7.5. DONNÉES HYDROCHIMIQUES

N°	Nom	Aquifère	Résistivité (Ω)	TH (°F)	Cl (mg/l)	SO ₄ (mg/l)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Fe (mg/l)
02197X0073	F	ALBIEN	4 971	13	7	10	32	6	
02197X0073	F		4 595	9,8	4	12	28	7	0,18
02191X0003	F		4 155	12	5,7	18	30	8	
02191X0003	F		4 590	10,2	6	14	29	7	0,17

Tableau 9 - Données hydrochimiques pour les sondages proches de la commune de Massy.

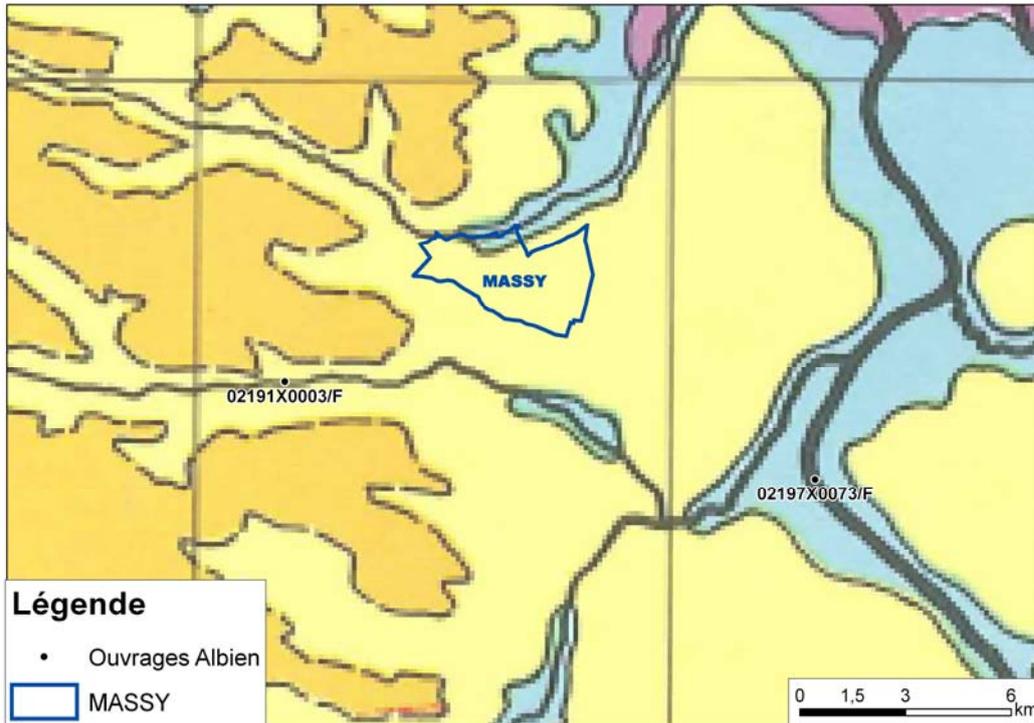


Figure 46 - Localisation des ouvrages ayant fourni des données hydrochimiques pour l'aquifère de l'Albien.

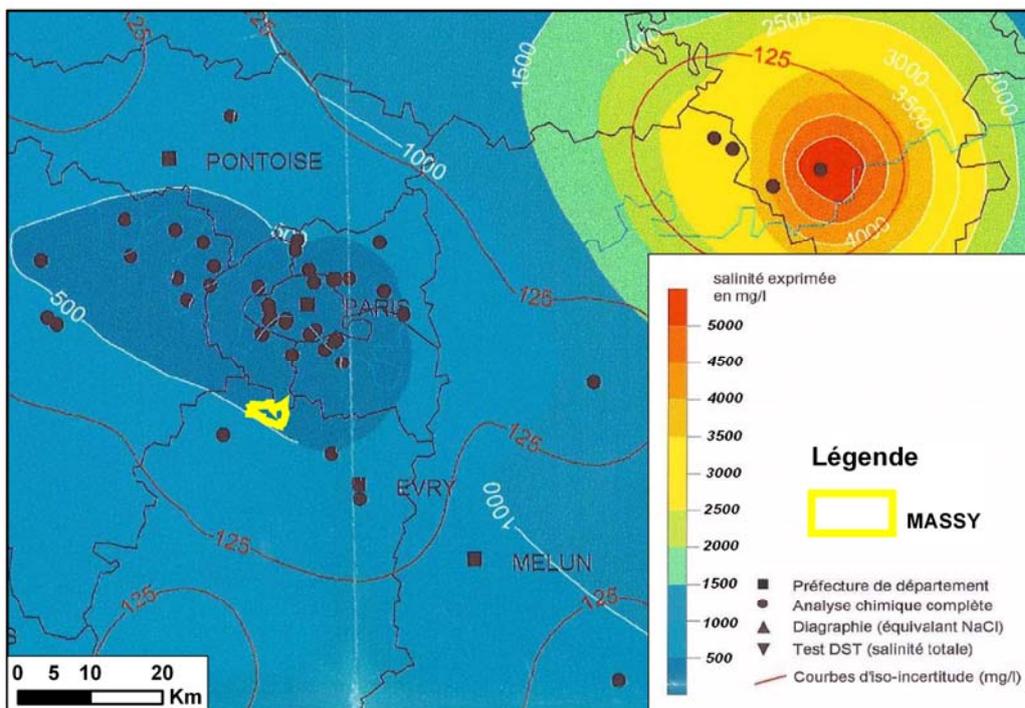


Figure 47 - Salinité de la nappe de l'Albien (d'après Synthèse hydrogéologique du Crétacé inférieur du bassin de Paris, 1997).

7.5.1. Minéralisation

Les analyses chimiques effectuées sur les eaux des ouvrages captant la nappe de l'Albien révèlent que la commune de Massy se situe dans une zone où l'eau est douce (salinité inférieure à 500 mg/l). Les eaux sont caractérisées par une forte résistivité (entre 4 000 et 5 000 Ohm) et un titre hydrotimétrique faible (de l'ordre de 10 à 13 °F). Une étude, réalisée en 1978 [9] sur l'Île-de-France, décrit les eaux de l'Albien comme bicarbonatées sodiques à calciques, légèrement magnésiennes.

7.5.2. Autres données hydrochimiques

La dénomination « sables verts de l'Albien » provient de la présence de glauconie (minéral ferreux de couleur verte) qui peut atteindre 30 % de la composition minéralogique du sable. Dans l'ouest parisien (zone d'étude), la teneur est inférieure à 1 mg/l (0,17 mg/l à Orsay), mais peut atteindre plusieurs mg/l à Crouy-sur-Ourcq (80 km au nord-est de Massy), voire 10 mg/l sur le captage de Montbouy (à 130 km au sud-sud-est de Massy)⁴.

7.6. EXPLOITATION DU RÉSERVOIR

En Île-de-France, on recense 36 sondages exploitant l'Albien dont 31 sont des forages d'eau et un forage géothermique (forage de la Maison de la Radio à Paris, non exploité à l'heure actuelle).

La nappe de l'Albien a été très fortement exploitée pour des usages d'eau potable et industrielle. En Île-de-France, la nappe est exploitée depuis plus de 150 ans.

Un affaissement généralisé de 80 m de la nappe de l'Albien a conduit à la publication du décret-loi du 8 août 1935, soumettant en Île-de-France les forages dans l'Albien à autorisation. Depuis les années 1960 jusqu'en 1997, les prélèvements se situent tout de même aux alentours de 19 millions de m³ par an. Aujourd'hui, on observe une diminution des prélèvements dans l'Albien (cf. Tableau 10).

Département	2002	2003	2004	2005	2006
Paris	234 278	260 180	256 454	260 208	427 460
Seine-et-Marne	161 317	198 271	185 211	167 298	175 059
Yvelines	6 747 926	6 964 392	7 128 024	7 385 869	7 184 730
Essonne	3 277 644	3 155 253	3 078 015	3 235 587	3 019 971
Hauts-de-Seine	3 209 130	2 925 586	2 878 644	3 058 022	2 993 609
Seine-Saint-Denis	3 326 061	2 694 435	2 325 748	1 831 752	1 945 783
Total Île-de-France	16 956 356	16 198 117	15 852 096	15 938 736	15 746 612

Tableau 10 - Évolution des prélèvements entre 2002 et 2006 (source : DIREN Île-de-France).

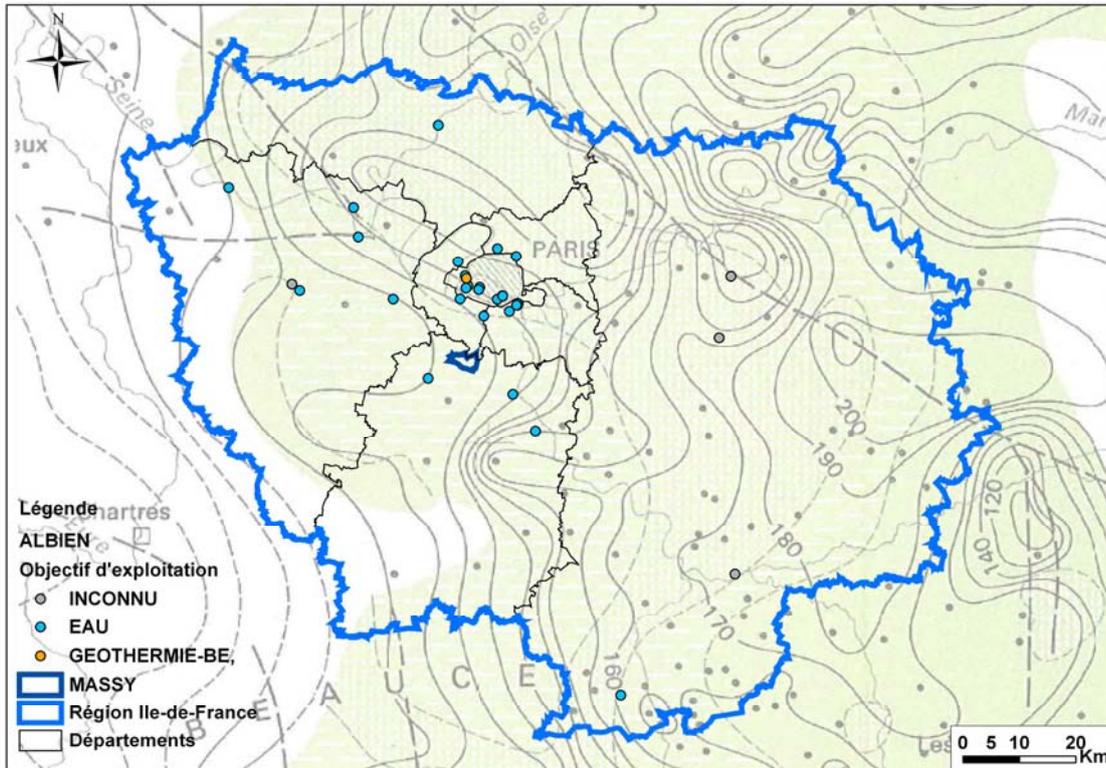


Figure 48 - Localisation des captages (industriels, eau potable ou géothermie) exploitant l'aquifère multicouche de l'Albién.

7.6.1. Eau potable

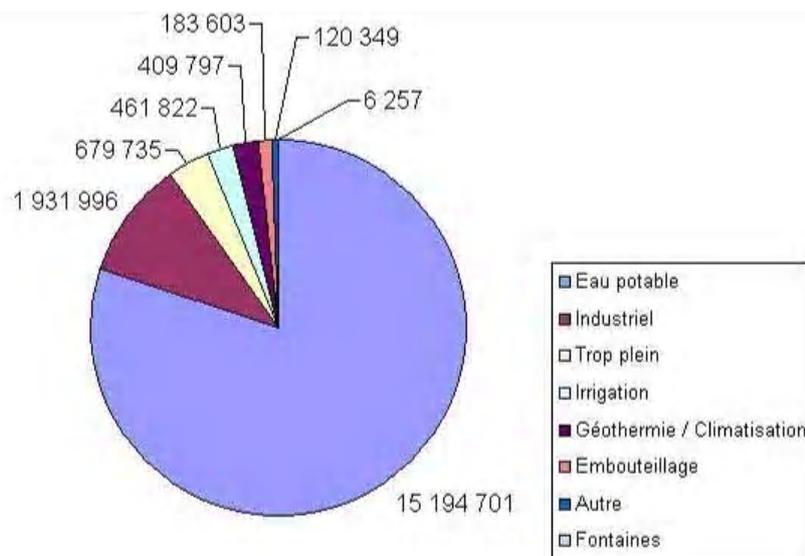


Figure 49 - Répartition par usage des volumes prélevés en 2006 dans les nappes de l'Albién et du Néocomien (en m³). Source : DIREN Île-de-France.

Aujourd'hui, le SDAGE du bassin Seine-Normandie (approuvé le 20 septembre 1996) considère la nappe de l'Albien captif comme une ressource d'importance stratégique pour l'alimentation de secours en eau potable en Île-de-France.

Le captage AEP, le plus proche de la zone d'étude, se situe sur la commune d'Orsay (91) et présente un débit maximum de 235 m³/h. Le captage se situe à une distance de 7 km au sud-ouest de Massy.

7.7. RÉGLEMENTATION ET OBJECTIFS DE PROTECTION

7.7.1. SDAGE

Depuis le 20 septembre 1996, le SDAGE du bassin Seine-Normandie considère l'aquifère multicouche de l'Albien comme une ressource d'importance stratégique pour l'alimentation de secours en eau potable de l'Île-de-France. L'arrêté du 19 octobre 2000 indique que tout nouveau prélèvement ne peut être autorisé qu'à titre temporaire et révoquant après avis de la mission déléguée de bassin. La priorité est donnée aux usages en adéquation avec la qualité intrinsèque des nappes. De nouvelles autorisations ne peuvent être accordées que dans la limite d'un volume total de 18 millions de m³ par an dans l'Albien, en Île-de-France.

7.7.2. ZRE



Figure 50 - Localisation de la commune de Massy dans la Zone de Répartition des Eaux B5 « Nappes de l'Albien et du Néocomien ».

L'aquifère multicouche de l'Albien fait partie de la Zone de Répartition des Eaux B5 « Nappes de l'Albien et du Néocomien » (cf. Figure 50). Le périmètre de cette zone est celui de l'extension totale hors zones à surface libre, et hors zones où les limites du système aquifère ne sont pas connues avec précision. Il s'agit d'une zone de protection élargie [4].

7.8. VULNÉRABILITÉ

7.8.1. Vulnérabilité par rapport aux formations sus-jacentes

La nappe de l'Albien peut être en communication avec la nappe sus-jacente du Crétacé supérieur. Cependant, la faible charge de cet aquifère dans la zone étudiée et l'épaisseur de la couche argileuse imperméable semblent limiter les transferts de l'aquifère du Crétacé supérieur vers l'aquifère de l'Albien.

7.8.2. Transferts au sein de la nappe

Les zones aquifères de l'Albien étant majoritairement composées d'éléments sableux, il s'agit dès lors d'une porosité d'interstices. Contrairement aux aquifères karstiques, il est rare de voir se développer, dans un aquifère à porosité d'interstices, des chemins préférentiels d'écoulements qui, en augmentant la vitesse d'écoulement localement, favorisent la dispersion rapide des substances polluantes.

7.8.3. Vulnérabilité par rapport aux formations sous-jacentes

D'après les données issues de l'étude hydrogéologique du Crétacé inférieur [8], la charge de la nappe du Néocomien-Barrémien (+80 m NGF) est supérieure à celle de la nappe de l'Albien (+40 m NGF), ce qui favorise les échanges en direction de l'Albien et le rend vulnérable aux pollutions éventuelles en provenance de la nappe sous-jacente, notamment via des forages mal réalisés ou dégradés.

7.9. DOCUMENTATION BSS

¹ Sondages BSS 01837C0173 ; 01837D0139 ; 02198X0031.

² Sondage BSS 01837D0139

³ Sondages BSS 02191X0003 ; 02197X0073

⁴ Sondages BSS 01837C0173 ; 01837D0139 ; 02191X0003

⁵ Sondage BSS 02198X0031

⁶ Sondage BSS 02197X0073

⁷ Sondages BSS 01836D0038 ; 01837C0173 ; 01837D0139 ; 02197X0073

⁸ Sondages BSS 01837C0173 ; 01837D0139 ; 02198X0031

-
- ⁹ Sondages BSS 01836D0038 ; 01837C0173 ; 02191X0003
- ¹⁰ Sondages BSS 01836D0038 ; 02191X0003
- ¹¹ Sondage BSS 01837C0173
- ¹² Sondages BSS 01837C0173 ; 01837D0139
- ¹³ Sondages BSS 02197X0073 ; 02198X0031
- ¹⁴ Sondages BSS 01836D0038 ; 01837C0173 ; 01837D0139 ; 02198X0031
- ¹⁵ Sondage BSS 01837C0173
- ¹⁶ Sondages BSS 02197X0073 ; 02191X0003 ; 01837D0139 ; 01837C0173 ; 01836D0038
- ¹⁷ Sondages BSS 02197X0073 ; 02191X0003 ; 01837D0139
- ¹⁸ Sondages BSS 01837C0173 ; 02198X0031
- ¹⁹ Sondages BSS 02191X0003 ; 01837D0139 ; 01837C0173
- ²⁰ Sondages BSS 02197X0073 ; 02191X0003 ; 01837C0173 ; 01836D0038
- ²¹ Sondages BSS 02191X0003 ; 01837D0139 ; 01837D0038
- ²² Sondages BSS 02191X0003 ; 01837C0173
- ²³ Sondage BSS 02198X0031
- ²⁴ Sondages BSS 01837D0139 ; 01837C0173 ; 02198X0031
- ²⁵ Sondages BSS 02191X0003
- ²⁶ Sondages BSS 02191X0003 ; 01837D0139 ; 01837C0173 ; 02198X0031
- ²⁷ Sondages BSS 02191X0003 ; 02198X0031
- ²⁸ Sondages BSS 02191X0003 ; 01837D0038

8. Aquifère multicouche du Néocomien-Barrémien

ÈRE : Secondaire

SYSTÈME : Crétacé inférieur

8.1. STRUCTURE DU RÉSERVOIR

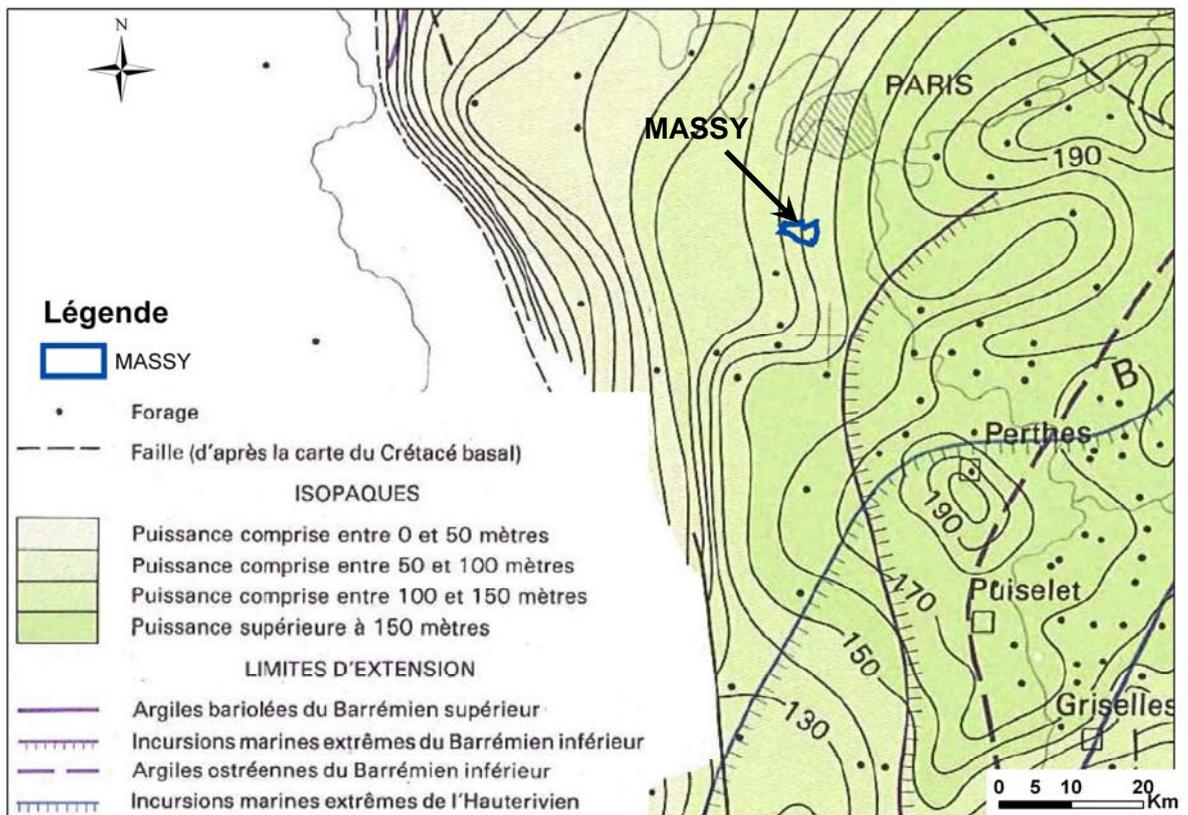


Figure 51 - Localisation de la commune de Massy et puissance du réservoir du Néocomien-Barrémien (d'après Synthèse géologique du bassin de Paris : Atlas (vol. 2), mémoire BRGM n° 102, 1980).

8.1.1. Toit et mur

a) Toit

Le toit du réservoir du Néocomien-Barrémien est formé par l'étage du Barrémien supérieur, lui-même constitué d'argiles bariolées. Cet étage se situe stratigraphiquement sous les argiles de l'Aptien (formation décrite dans le chapitre concernant l'aquifère de l'Albien). Le toit de la formation du Barrémien supérieur sur la zone d'étude se situe à une altitude d'environ -600 m NGF¹ et tend à s'enfoncer en direction de l'est.

b) Mur

Le mur du réservoir du Néocomien-Barrémien est formé par le mur de l'étage du Néocomien. Cet étage correspond aussi au mur du Crétacé. Le mur de la formation se situe à une altitude d'environ -750 m NGF², au niveau de la zone d'étude.

En dessous du Crétacé inférieur, se situe le niveau du Jurassique dont le toit est constitué de calcaires marneux du Purbeckien.

c) Puissance

La puissance du réservoir est d'environ 150 m avec des variations locales sur la zone d'étude.

8.2. LITHOSTRATIGRAPHIE

Épaisseur (mètres)	Aquifères	Formations semi-perméables ou imperméables	Chronostratigraphie	
80	Formation multicouche barrémienne d'argiles bariolées à intercalations de grès et de sables lenticulaires		BARRÉMIEN SUPÉRIEUR	
			BARREMIEN INFÉRIEUR	
70	Formation multicouche d'argiles sableuses, avec intercalations de grès fins peu consolidés.		HAUTERIVIEN	NÉOCOMIEN
			VALANGINIEN	

Tableau 11 - Lithostratigraphie simplifiée du réservoir du Néocomien-Barrémien dans le bassin de Paris.



Figure 52 - Localisation des sondages BSS utilisés pour la description de la lithologie. Le fond de carte correspond à la puissance du réservoir (cf. Figure 51).

8.2.1. Barrémien

a) Barrémien supérieur

Ce niveau est constitué d'argiles bariolées³, versicolores⁴, rouges [8]. Les argiles bariolées peuvent être plastiques à passées sableuses⁵ et gréseuses⁶, de plus en plus nombreuses vers la base.

b) Barrémien inférieur

Ce niveau est constitué d'argiles grises ou noires⁷ à lignite⁸ et à pyrite⁶. On remarque aussi la présence de passées sableuses⁹.

L'épaisseur totale formée par l'étage Barrémien est environ d'environ 80 m sur la zone d'étude.

8.2.2. Néocomien

Le niveau du Néocomien correspond à un ensemble diffus argileux-sableux [8].

a) Hauterivien

Ce niveau est composé de sables¹⁰ fins à moyens ligniteux¹¹ avec des passées gréseuses¹².

b) Valanginien

Ce niveau est composé de sables à passées argileuses, noires à grises¹³, pouvant présenter un faciès pyriteux¹⁴ ou ligniteux¹⁵.

Dans les zones où ces niveaux sont peu différenciables, ils sont regroupés sous le nom « Wealdien », ce qui a pu être rencontré sur quelques sondages¹⁶, mais en général ce niveau est surtout rencontré dans la moitié nord du Bassin parisien [8]. Dans ce cas, les formations rencontrées correspondent à un mélange de ce qui a pu être observé dans les niveaux de l'Hauterivien et du Valanginien.

L'épaisseur totale du niveau du Néocomien est d'environ 70 m, avec des variations locales.

8.3. HYDROGÉOLOGIE

8.3.1. Niveaux perméables

L'aquifère du Néocomien-Barrémien correspond à un ensemble diffus argileux-sableux. Les bancs argileux à perméabilité réduite étant discontinus et d'épaisseur plus ou moins réduite, la communication entre les bancs sableux est rendue possible. Ainsi, le Néocomien-Barrémien constitue un seul et même système aquifère. Cet aquifère est un aquifère captif.

Par ailleurs, les données concernant la perméabilité des niveaux argileux sont très rares¹. Au niveau de la commune de Crouy-sur-Ourcq (à environ 80 km au nord-est de Massy), les perméabilités verticales mesurées dans les argiles du Gault, du Barrémien et de l'Aptien sont d'environ 10^{-9} m/s.

8.3.2. Comportement de la nappe

a) Puissance

La nappe du Néocomien-Barrémien est en charge, ainsi l'épaisseur mouillée correspond à la totalité du réservoir, soit environ 150 m.

b) Piézométrie

La nappe du Néocomien-Barrémien étant en charge, les niveaux piézométriques correspondent à des altitudes supérieures au toit de la formation. Ainsi, les niveaux de pressions mesurés sont de +80 m NGF environ sur la zone d'étude.

Ces pressions sont supérieures à celles mesurées dans la nappe de l'Albien (+40 m NGF).

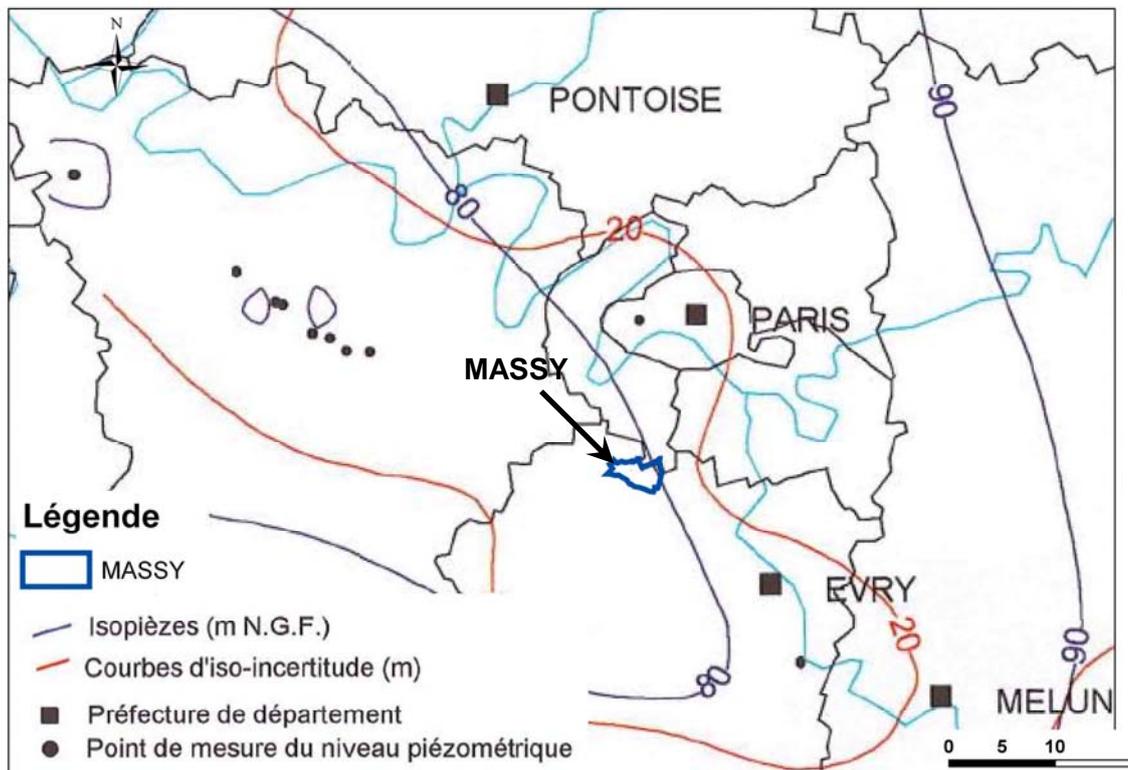


Figure 53 - Piézométrie de la nappe du Néocomien-Barrémien en Île-de-France (d'après Synthèse hydrogéologique du Crétacé inférieur du bassin de Paris, 1997).

c) Sens de l'écoulement

Le sens général de l'écoulement de la nappe du Néocomien-Barrémien est en direction du centre du bassin de Paris. Cependant, au niveau de la zone d'étude, le sens de l'écoulement semble se faire en direction du sud-ouest.

d) Exutoire

La nappe captive présente un axe de drainage principal orienté le long de la vallée de la Seine en direction du nord-ouest.

e) Communication

La nappe du Néocomien-Barrémien peut alimenter la nappe de l'Albien du fait de la différence de charge de +40 m NGF existant entre les deux nappes. Cependant, cette différence de charge montre l'existence d'une barrière imperméable significative limitant ces échanges.

Par ailleurs, la communication de la nappe du Néocomien-Barrémien avec la nappe du Jurassique sous-jacente est possible, mais est cependant limitée par le faciès calcaréo-marneux du Purbeckien sous-jacent [8].

8.4. DONNÉES HYDRODYNAMIQUES

8.4.1. Débits

Les forages d'eau au Néocomien sont rares, ce qui explique le manque de données hydrodynamiques. La mesure de débit la plus précise est celle du forage géothermique de Bruyères-le-Châtel, situé à 15 km de la commune de Massy. Un pompage d'essai de 44 jours a été réalisé avec un débit de 160 m³/h. Sur le forage industriel situé sur la commune de Corbeil, à 20 km de la commune de Massy, un pompage d'essai a été réalisé durant 15 jours donnant des valeurs de débits de 150 m³/h la première semaine et 126 m³/h la deuxième semaine [8].

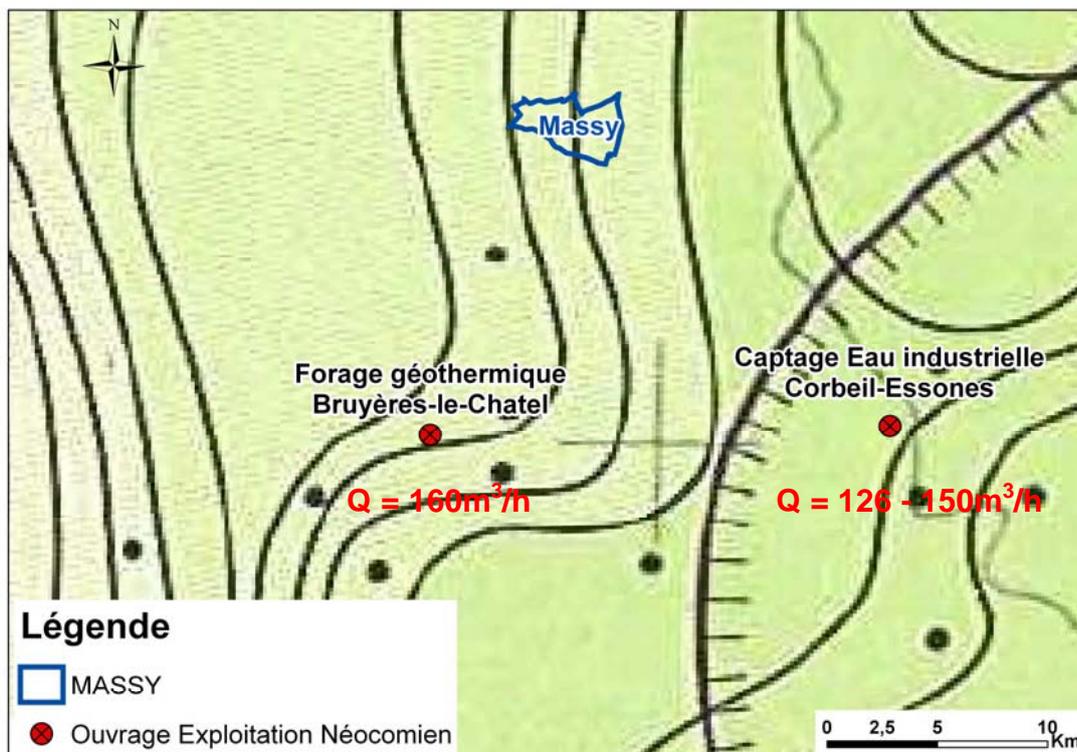


Figure 54 - Localisation et débits des ouvrages principaux captant la nappe de l'Éocène moyen et inférieur. Le fond de carte représente la puissance du réservoir (cf. Figure 51).

8.4.2. Transmissivité

D'une manière générale, les transmissivités mesurées dans la nappe du Néocomien-Barrémien sont plus faibles que celles de l'Albien avec, sur l'ensemble du bassin, des valeurs inférieures à $2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$. Cette faible transmissivité s'explique par la faible granulométrie des sables (forages de Bruyères-le-Châtel) et la cimentation irrégulièrement répartie pouvant augmenter la variabilité de la transmissivité [8].

8.5. DONNÉES HYDROCHIMIQUES

Les données hydrochimiques pour la nappe du Néocomien-Barrémien sont peu nombreuses. La recherche a donc été étendue à l'ensemble du Bassin parisien.

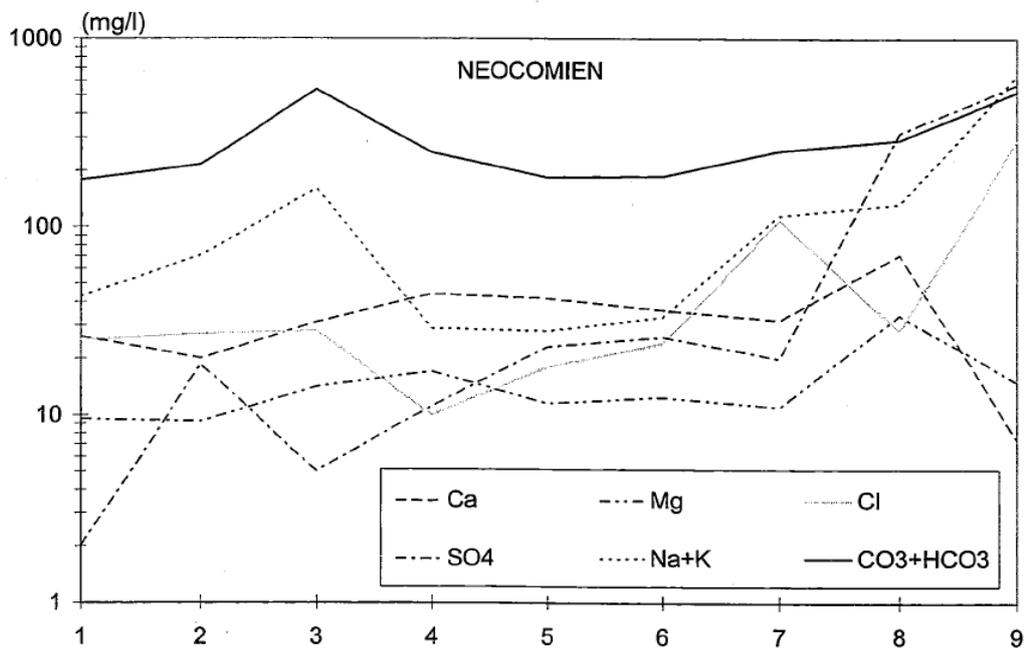


Figure 55 - Composition chimique des eaux du Néocomien.

(1 : Beynes ; 2 : Saint-Clair-sur-Epte ; 3 : Auferville ; 4 : Ivry-sur-Seine ; 5 : Beynes ; 6 : Bruyère-le-Chatel ; 7 : Beynes ; 8 : Chailly-en-Bière ; 9 : Gournay-sur-Aronde). Source : Les bassins de la Seine et des cours d'eau normands, BRGM (1974).

8.5.1. Minéralisation

D'une manière générale, la salinité de la nappe du Néocomien Barrémien est plus forte que celle de l'Albien, sauf dans le nord du bassin. Cependant, en Île-de-France, la salinité peut-être inférieure à 1 g/l.

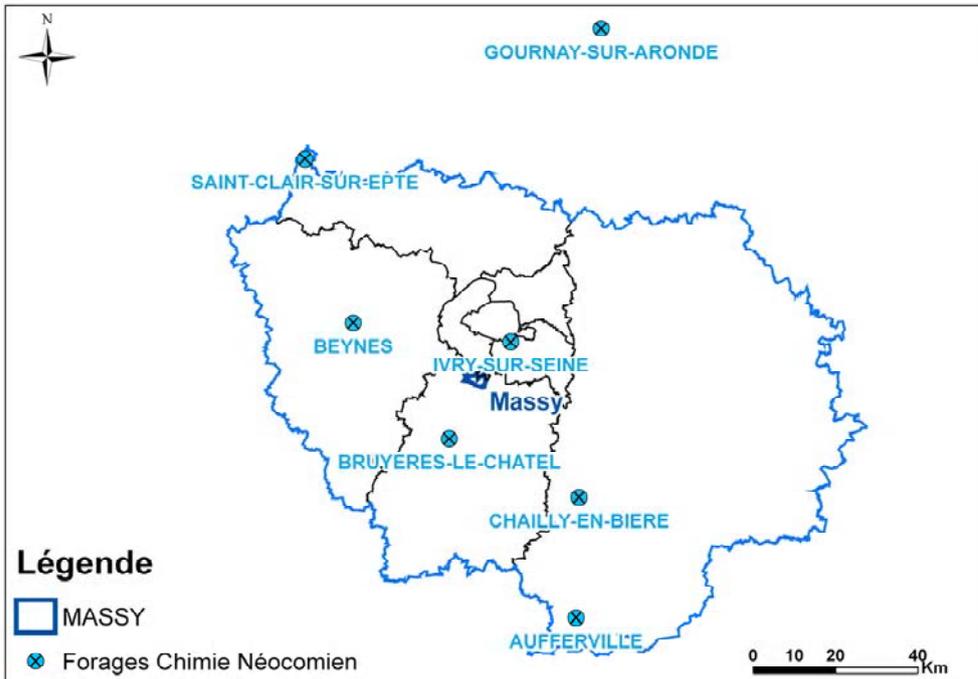


Figure 56 - Localisation des ouvrages ayant fourni des données hydrochimiques pour l'aquifère du Néocomien-Barrémien.

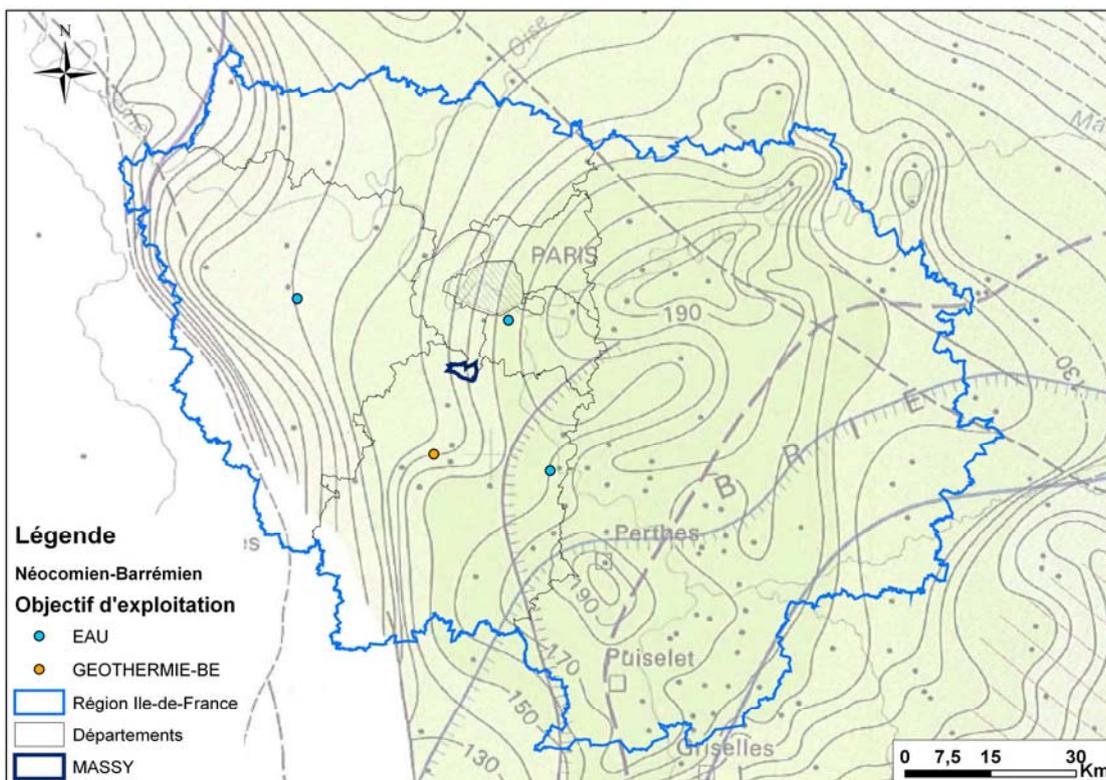


Figure 57 - Localisation des ouvrages exploitant la nappe du Néocomien-Barrémien en Île-de-France. Le fond de carte représente la puissance du réservoir (cf. Figure 51).

8.6. EXPLOITATION DU RÉSERVOIR

Les données issues de la BSS nous indiquent quatre forages en Île-de-France exploitant ou ayant exploité la nappe du Néocomien-Barrémien, trois pour des captages d'eau et un pour la géothermie de basse énergie (ouvrage de Bruyères-le-Chatel (91), non exploité à l'heure actuelle).

8.7. RÉGLEMENTATION ET OBJECTIFS DE PROTECTION

La nappe du Néocomien-Barrémien est associée à la nappe de l'Albien pour former la Zone de Répartition des Eaux (ZRE) n° B5. La nappe du Néocomien-Barrémien est soumise aux mêmes objectifs de protection que l'Albien (cf. § 7.7.2.).

8.8. VULNÉRABILITÉ

8.8.1. Vulnérabilité par rapport aux formations sus-jacentes

La nappe du Néocomien-Barrémien étant en charge par rapport à la nappe sus-jacente de l'Albien, elle n'est pas vulnérable vis-à-vis de l'Albien. Par ailleurs, les eaux de l'Albien sont réputées de très bonne qualité, protégées par une réglementation particulière.

8.8.2. Transferts au sein de la nappe

La nappe du Néocomien étant essentiellement constituée de sables et d'argiles, porosité d'interstices, il n'y a pas observation de phénomènes karstiques (comme dans les calcaires) provoquant la formation de chemins préférentiels d'écoulement permettant la diffusion rapide des substances polluantes.

De plus, les faibles transmissivités de la nappe du Néocomien-Barrémien, dues à la faible granulométrie des sables qu'elle contient, ont pour conséquence un écoulement peu rapide au sein de la nappe et de fait limitent la diffusion rapide des polluants.

8.8.3. Vulnérabilité par rapport aux formations sous-jacentes

La communication entre les aquifères du Néocomien-Barrémien et l'aquifère sous-jacent du Jurassique supérieur est possible du fait de la perméabilité du niveau calcaire-marneux du Purbeckien les séparant.

Les communications dépendent de la différence de charge entre les deux nappes (la recherche bibliographique n'a pas permis de préciser ce point) et du degré d'imperméabilité du faciès calcaréo-marneux du Purbeckien qui les sépare. Le faciès calcaire karstique de ce niveau sur la zone d'étude semble indiquer la possibilité de circulations aquifères entre les nappes du Néocomien-Barrémien et du Jurassique supérieur.

8.9. DOCUMENTATION BSS

¹ Sondage BSS 02195X0025

² Sondages BSS 02192X0292 ; 02195X0025

³ Sondages BSS 02193X0374 ; 02572X0050 ; 02195X0025 ; 02571X0002 ; 02197X0140 ; 01837C0173 ; 02198X0031

⁴ Sondage BSS 02194X0160

⁵ Sondages BSS 02198X0031 ; 02197X140 ; 02571X0002 ; 02195X0025

⁶ Sondage BSS 02193X0374

⁷ Sondage BSS 02197X0140

⁸ Sondage BSS 02194X0160

⁹ Sondages BSS 02195X0025 ; 02571X0002

¹⁰ Sondage BSS 02195X0025

¹¹ Sondage BSS 02571X0002

¹² Sondage BSS 02572X0050

¹³ Sondage BSS 02197X0140

¹⁴ Sondages BSS 02195X0025 ; 02572X0050

¹⁵ Sondage BSS 02571X0002

¹⁶ Sondages BSS 02193X0374 ; 01837C0173

9. Aquifère multicouche du Malm

ÈRE : Secondaire

SYSTÈME : Jurassique supérieur

9.1. STRUCTURE DU RÉSERVOIR

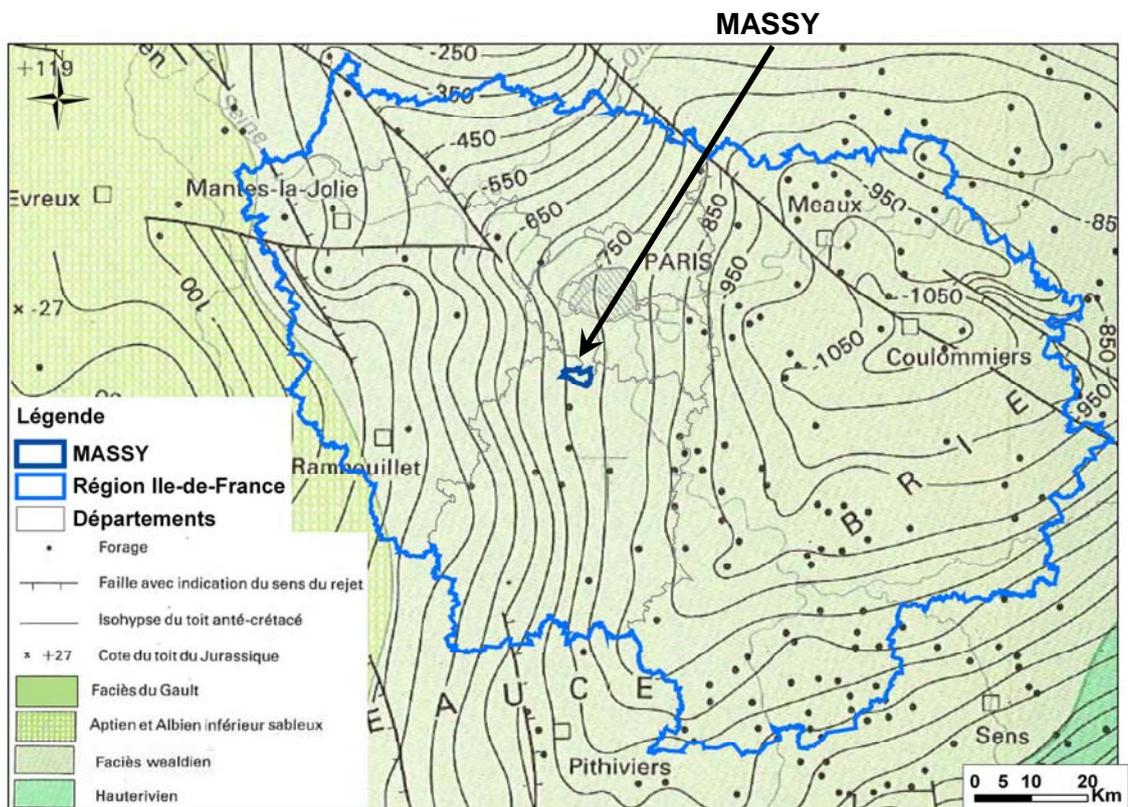


Figure 58 - Localisation de la commune de Massy et structure du toit du réservoir du Malm.

9.1.1. Toit et mur

a) Toit

Le toit de la formation du Malm est formé par l'étage Tithonien (anciennement Portlandien). Cet étage correspond à une série calcaire et aquifère. La communication avec l'étage sus-jacent du Crétacé inférieur semble donc être possible.

Ce niveau se situe à une altitude d'environ -700 m NGF [10] sur le secteur de Massy, avec des variations locales d'après l'étude de 24 sondages BSS situés dans la zone d'étude.

b) Mur

Le mur de la formation du Malm est formé par le mur de l'Oxfordien inférieur qui correspond à une série à dominante marneuse, substratum de l'aquifère du Lusitanien.

Le mur du réservoir se situe approximativement à une altitude de -1 300 m NGF [10] sur le secteur de Massy, avec des variations aux alentours de -1 450 m NGF d'après l'étude de 17 sondages BSS répartis sur la zone d'étude.

c) Puissance

La puissance de ce réservoir est d'environ 600 m [10] et peut atteindre une moyenne de 650 m d'après l'étude de 17 sondages BSS.

9.2. LITHOSTRATIGRAPHIE

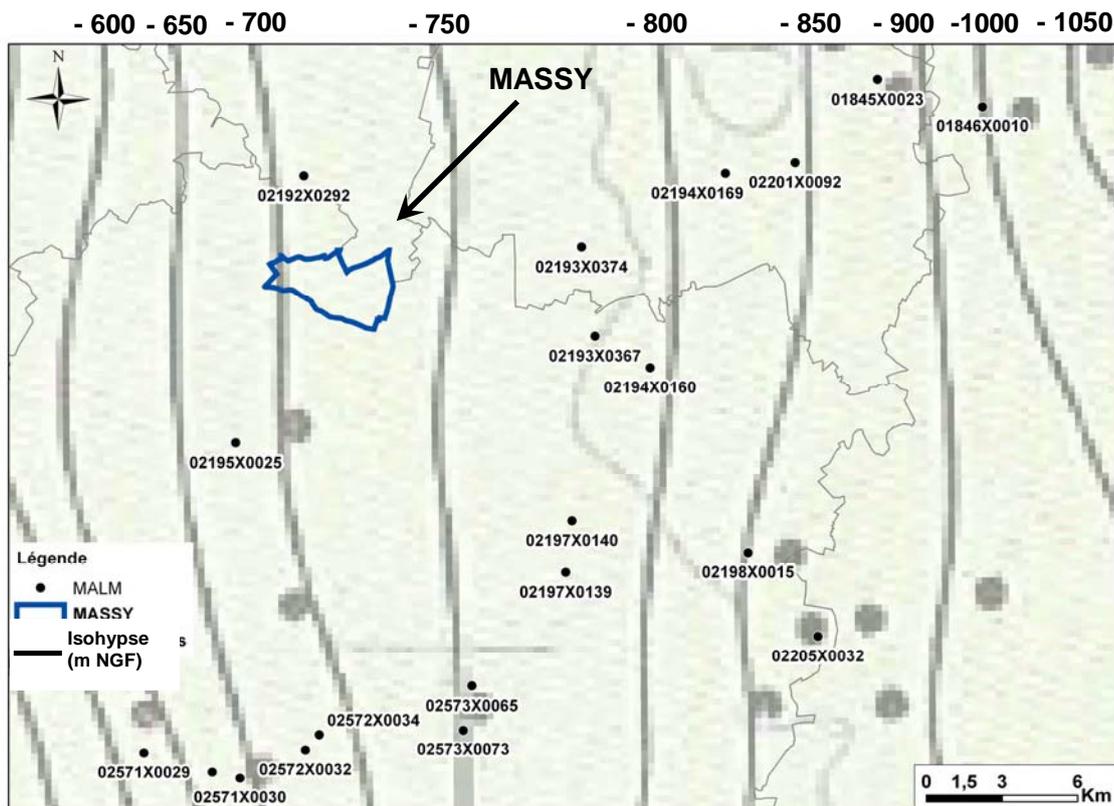


Figure 59 - Localisation des sondages BSS utilisés pour la description de la lithologie. Le fond de carte représente les isohypses du toit du réservoir (cf. Figure 58).

Épaisseur (mètres)	Aquifères	Formations semi-perméables ou imperméables	Chronostratigraphie	
			Purbeckien	Tithonien
150	Calcaires supérieurs		Tithonien inférieur	
100-150		Marnes et calcaires marneux	Kimméridgien	
150-250	Calcaire récifaux, oolithiques et compacts du Lusitanien		Oxfordien	
100-150		Marnes		

Tableau 12 - Lithostratigraphie simplifiée du réservoir du Malm dans le bassin de Paris.

9.2.1. Tithonien

L'étage Tithonien correspond à l'ancien étage du Portlandien (dénomination changée en 1990). Cet étage présente essentiellement un faciès calcaire.

a) Purbeckien

Dans sa partie supérieure (Purbeckien), le faciès est calcaire et marneux. L'étude des sondages BSS montre que le calcaire est dolomitique¹, généralement de couleur grise². Des passées sableuses³, argileuses⁴ ou gréseuses⁵ et la présence de lignite⁶ sont à noter. La nature calcaire de ce niveau lui confère des propriétés karstiques et aquifères.

L'épaisseur de ce niveau est d'environ 25 m [10]. Le sondage BSS le plus proche de la zone d'étude pour lequel l'information est disponible⁷, indique une épaisseur du niveau du Tithonien de 30 m NGF.

b) Tithonien inférieur

Dans sa partie inférieure, le Tithonien présente des faciès subrécifaux [10], à dominante calcaréo-marneuse. L'étude des sondages BSS montre que le niveau est calcaire, de couleur gris-blanc⁸ à grise⁹ et présente des niveaux gréseux¹⁰. Des intercalations de marnes gris foncé à brunes¹¹ sont à noter, ainsi que des passées argileuses¹² ou sableuses¹³. Ce niveau peut localement être silteux¹⁴ ou bioclastique¹⁵.

L'épaisseur de ce niveau est d'environ 120 m d'après l'étude de huit sondages BSS situés dans la zone d'étude.

L'épaisseur totale du niveau du Tithonien est d'environ 150 m NGF [10], ce qui correspond aux observations réalisées par l'étude des sondages BSS.

9.2.2. Kimméridgien

Le niveau Kimméridgien a un faciès à dominante marneuse. Le toit de la formation se situe à une altitude d'environ -850 m NGF.

Les marnes composant ce niveau sont généralement de couleur grise¹⁶ à noire¹⁷, silteuses¹⁸ et pyriteuses¹⁹. Ces marnes peuvent s'alterner avec des argiles grises²⁰ ou des passées calcaires²¹, notamment à la base du niveau.

La puissance des marnes du Kimméridgien dans la zone d'étude est comprise entre 125 et 150 m [10].

9.2.3. Oxfordien

On distingue généralement trois faciès différents dans l'Oxfordien : l'Oxfordien supérieur, moyen et inférieur. Le manque d'informations précises sur la puissance des niveaux oxfordiens sur le secteur de Massy ne permettent pas de donner d'informations très précises. La puissance de ce niveau est comprise entre 250 et 400 m.

a) Oxfordien supérieur et moyen

L'oxfordien supérieur et moyen est globalement calcaire. L'oxfordien supérieur est caractérisé par la présence de calcaire rubané qui repose sur une série de calcaire oolithique graveleux, tandis que l'Oxfordien moyen est caractérisé par du calcaire bioclastique [11]. Dans sa partie supérieure, il est possible de rencontrer du calcaire dolomitique²². La perméabilité moyenne de ce réservoir est comprise entre 2.10^{-8} et 4.10^{-7} m/s [6].

Ce niveau peut localement être traversé par des horizons sableux²³, pyriteux²⁴ ou marneux²⁵.

b) Oxfordien inférieur

L'Oxfordien inférieur est un niveau globalement marneux [11]. Il est représenté par des marnes gris-noir à traces pyriteuses. Il ne montre pas de niveaux poreux et perméables [11].

9.3. HYDROGÉOLOGIE

9.3.1. Niveaux perméables

a) Tithonien

Le niveau Tithonien, avec un faciès globalement karstique, présente des propriétés aquifères. Il constitue donc la première formation aquifère du Jurassique supérieur. Beaucoup plus à l'est de la zone d'étude, à Laimont (55), des débits supérieurs à 100 m³/h ont été obtenus [6]. Sur la zone d'étude (et plus généralement sur la Région parisienne), ce niveau présente une épaisseur réduite [12]. Les informations concernant ce système aquifère au niveau de la commune de Massy n'ont pu être trouvées.

b) Lusitanien

L'aquifère du Lusitanien correspond au système aquifère qui repose entre les deux séries marneuses et imperméables du Kimméridgien et de l'Oxfordien inférieur. Les étages de l'Oxfordien supérieur et moyen présentent un faciès calcaire dont la porosité permet une certaine perméabilité. La profondeur du toit du réservoir du Lusitanien, au niveau de la zone d'étude est d'environ -1 000 m NGF.

Par manque d'informations concernant le réservoir du Tithonien, seul l'aquifère du Lusitanien sera développé par la suite.

9.3.2. Comportement de la nappe

a) Puissance

La commune de Massy se situe dans une zone où l'épaisseur « utile »ⁱ du réservoir du Lusitanien est comprise entre 25 et 50 m. En 1982, un test effectué sur le doublet géothermique d'Orly (à 7 km à l'est de Massy) indiquait une épaisseur productive totale de 43 m [11].

b) Piézométrie

En ce qui concerne les niveaux piézométriques du Lusitanien, ceux-ci semblent être très rares [12]. Malgré tout, la pression de gisement mesurée au cours d'un test sur le doublet géothermique d'Orly correspond à une pression de 144,07 kg/cm².

Dans la zone considérée, on note la présence d'un forage où l'eau des formations lusitaniennes est éruptive.

ⁱ L'épaisseur utile correspond à l'épaisseur des formations poreuses perméables.

c) Sens de l'écoulement

À l'échelle du bassin de Paris, l'écoulement de la nappe se fait selon deux axes : l'un en direction est-ouest passant par Châlons-en-Champagne – Compiègne, l'autre en direction sud-nord entre l'Yonne et le Loing.

Les informations précises sur la zone d'étude n'ont pas pu être trouvées.

d) Exutoire

Les informations concernant l'exutoire de la nappe du Lusitanien n'ont pu être trouvées.

e) Communication

Contenu entre deux niveaux argileux de faible perméabilité, le niveau du Lusitanien semble permettre des échanges limités avec les nappes sus et sous-jacentes du Tithonien et du Jurassique moyen (Dogger). Cependant, les données exactes de la perméabilité des argiles entourant ce niveau aquifère au niveau de la zone d'étude n'étant pas disponibles, il est impossible d'exclure la présence de communications locales au niveau de la zone d'étude.

9.4. DONNÉES HYDRODYNAMIQUES

9.4.1. Débits

Le débit moyen de la nappe du Lusitanien mesuré sur la commune d'Orly (à 7 km à l'est de Massy) est de 99,5 m³/h.

9.4.2. Transmissivité

Les transmissivités mesurées sur la nappe du Lusitanien sont plus élevées dans le nord-est et le nord-ouest de la région Île-de-France. D'après la carte des transmissivités issue de l'ouvrage de B. Housse et P. Maget « Potentiel géothermique du Bassin parisien » (cf. Figure 60), les transmissivités dans la zone d'étude sont faibles.

La zone d'étude se situe à quelques kilomètres d'une zone où les niveaux poreux sont totalement absents.

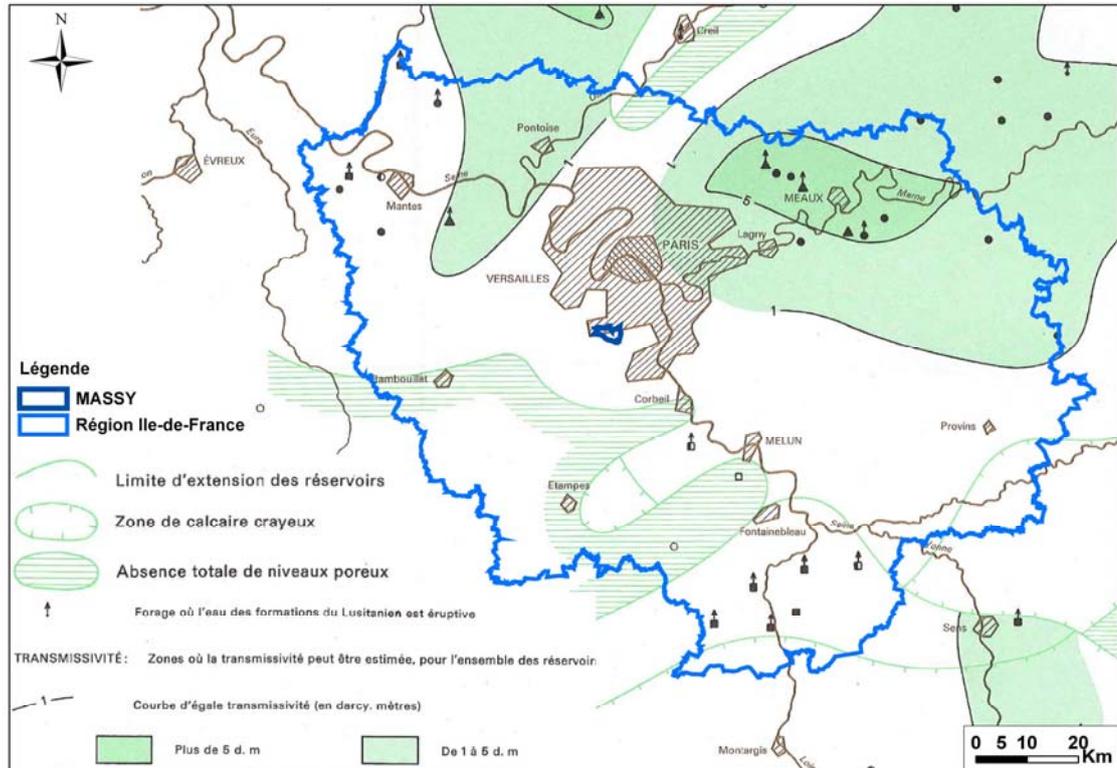


Figure 60 - Transmissivités de la nappe du Lusitanien en Île-de-France (d'après Potentiel géothermique du Bassin parisien, BRGM et Elf-Aquitaine, 1976).
 (Les zones hachurées correspondent aux zones où les milieux poreux sont totalement absents).
 1 Darcy.mètre (d.m.) = $0,966 \cdot 10^{-55} \text{ m}^2/\text{s}$ pour une eau à 20 °C.

9.5. DONNÉES HYDROCHIMIQUES

Les données hydrochimiques, récoltées pour le forage géothermique de la commune d'Orly, indiquent une minéralisation de 9,81 g/l pour la nappe du Lusitanien.

La salinité (en équivalent NaCl) de l'aquifère du Lusitanien est au maximum de 2 à 3 g/l (avec une limite de potabilité de 300 mg/l). Ces zones se situent plus au nord-ouest de la zone d'étude. Au sud de la zone d'étude, au-dessous de la commune de Corbeil-Essonnes, la salinité est de 4,1 g/l.

La salinité est telle que cet aquifère n'est pas exploitable pour les utilisations courantes, d'alimentation humaine, d'irrigation ou d'utilisation industrielle.

Par ailleurs, sur ce même point situé au sud de la commune de Corbeil, la présence d'hydrogène sulfuré a été mise en évidence au sein de l'aquifère du Lusitanien.

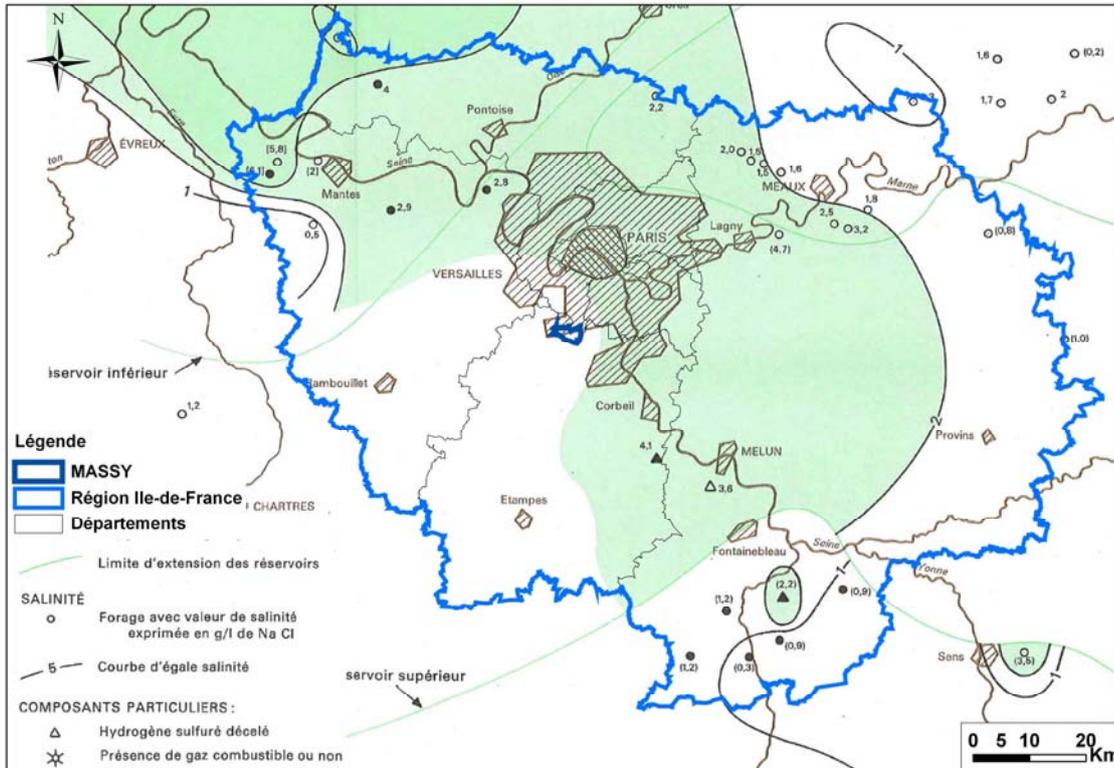


Figure 61 - Salinité de la nappe du Lusitanien sur la région Île-de-France (d'après Potentiel géothermique du Bassin parisien, BRGM et Elf-Aquitaine, 1976).

9.6. EXPLOITATION DU RÉSERVOIR

L'eau de cette nappe n'est pas utilisable ni pour l'alimentation humaine, ni pour l'agriculture, ni pour l'industrie en raison de sa salinité trop élevée. Les tests de pompage effectués sur la nappe du Lusitanien ont révélé qu'ils ne constituaient pas non plus un intérêt majeur pour la géothermie dans la mesure où l'aquifère sous-jacent du Dogger présente de meilleures caractéristiques.

À l'heure actuelle, l'intérêt de l'exploitation du Lusitanien est remis en question du fait du refroidissement du Dogger suite à l'injection d'eau froide.

9.7. RÉGLEMENTATION ET OBJECTIFS DE PROTECTION

Le Lusitanien ne fait l'objet d'aucune réglementation particulière.

9.8. VULNÉRABILITÉ

9.8.1. Vulnérabilité par rapport aux formations sus-jacentes

Le réservoir du Lusitanien se trouve placé sous la couche argileuse et marneuse du Kimméridgien supérieur. Ainsi, les échanges avec la nappe sus-jacente du Portlandien sont limités d'autant plus que cet aquifère présente une faible épaisseur.

9.8.2. Transferts au sein de la nappe

L'aquifère du Lusitanien, aquifère calcaire, est un ensemble karstique. Il présente donc une porosité de fissures, ce qui permet la formation de chemins préférentiels d'écoulement et de fait, facilite le transfert des pollutions à grande vitesse.

9.8.3. Vulnérabilité par rapport aux formations sous-jacentes

Le mur du Malm correspond aux niveaux argileux de l'Oxfordien inférieur associé aux niveaux argileux du Callovien. Cet ensemble constitue un horizon avec des perméabilités très faibles ce qui limite les échanges aquifères entre les nappes. L'aquifère sous-jacent du Dogger ne constitue donc pas une menace pour l'aquifère du Malm.

9.9. DOCUMENTATION BSS

¹ Sondages BSS 02572X0050 ; 02195X0025 ; 02193X0367 ; 02193X0374

² Sondages BSS 02194X0160 ; 02571X0002 ; 02193X0374

³ Sondages BSS 02193X0374 ; 02571X0002

⁴ Sondages BSS 02195X0025 ; 02572X0050 ; 02194X0160 ; 02571X0002

⁵ Sondages BSS 02192X0292 ; 02197X0140

⁶ Sondages BSS 02193X0374 ; 2197X0140

⁷ Sondage BSS 02193X0374

⁸ Sondage BSS 02571X0002

⁹ Sondages BSS 02193X0374 ; 02192X0292

¹⁰ Sondages BSS 02192X0292 ; 02197X0140

¹¹ Sondages BSS 02193X0374 ; 02197X0140 ; 02572X0050. 02195X0025. 02194X0160

¹² Sondage BSS 02571X0002

¹³ Sondage BSS 02571X0002

¹⁴ Sondages BSS 02194X0160 ; 02193x0374

¹⁵ Sondage BSS 02193X0367

¹⁶ Sondages BSS 02573X0067 ; 02201X0092

¹⁷ Sondages BSS 02192X0292 ; 02571X002 ; 02571X0374

¹⁸ Sondages BSS 02573X0067 ; 02192X0292 ; 02193x0374

¹⁹ Sondages BSS 02573X0067 ; 02193X0374

²⁰ Sondages BSS 02201X0092 ; 02193x0374

²¹ Sondages BSS 02195X0025 ; 02572X0050 ; 02194x0160 ; 02193X0367

²² Sondages BSS 03295X0025 ; 02572X0050

²³ Sondage BSS 02195X0025

²⁴ Sondage BSS 02195X0025

²⁵ Sondage BSS 02195X0025

10. Aquifère multicouche du Dogger

ÈRE : Secondaire

SYSTÈME : Jurassique moyen

10.1. STRUCTURE DU RÉSERVOIR

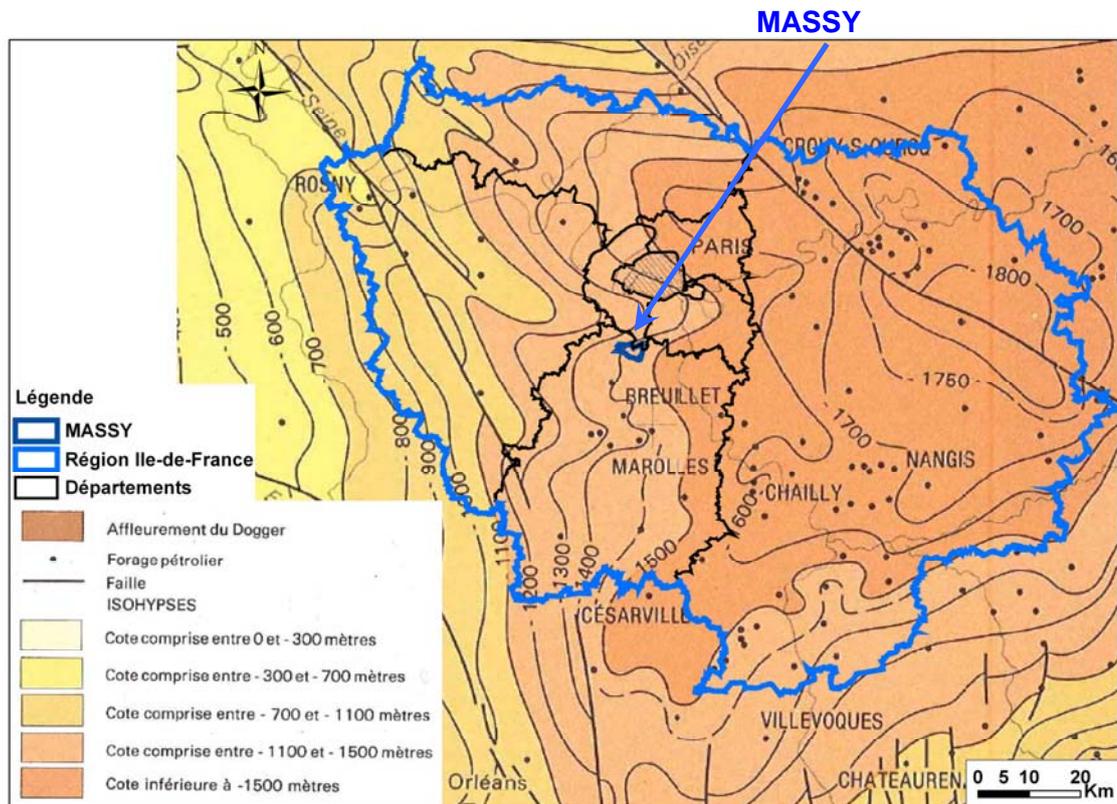


Figure 62 - Localisation de la commune de Massy et toit des calcaires du Dogger.

10.1.1. Toit et mur

a) Toit

Le toit de la formation du Dogger correspond à l'étage Callovien dont la partie supérieure est argilo-gréseuse et se situe en dessous des argiles et des marnes imperméables de l'Oxfordien inférieur.

Le toit de la formation du Dogger, au niveau de la commune de Massy, se situe à environ -1 400 m NGF, d'après l'étude de 14 sondages BSS et environ -1 300 m NGF pour six autres sondages BSS.

b) Mur

Le mur de la formation du Dogger est constitué par l'étage Aalénien qui constitue un niveau argileux. Le mur de la formation se situe au-dessus du Toarcien (Lias, Jurassique inférieur) également argileux.

Le mur de la formation se situe à une altitude d'environ -1 600 m NGF pour les six sondages BSS dont le toit se situait à -1 300 m NGF.

c) Puissance

La puissance du réservoir du Dogger est d'environ 300 m sur la zone d'étude.

10.2. LITHOSTRATIGRAPHIE

Épaisseur (mètres)	Aquifères	Formations semi-perméables ou imperméables	Chronostratigraphie
50	Aquifère des calcaires du Dogger (S3 et S2)	Barrière argileuse callovo-oxfordienne (S4)	Callovien
130		Ensemble argileux (S1)	Bathonien
80			Bajocien
40			Aalénien

Tableau 13 - Lithostratigraphie simplifiée du réservoir du Dogger dans le bassin de Paris.

Le réservoir du Dogger peut se subdiviser en quatre mégaséquences [13].

10.2.1. Mégaséquence S4 (Callovien moyen à Bathonien supérieur)

La partie supérieure de ce niveau correspond à la dernière période du Dogger. Le complexe argileux callovo-oxfordien, épais d'une centaine de mètres au total (à l'échelle du bassin) et d'environ 30 m pour le Callovien seul, correspond à une bonne barrière argileuse présentant de très faibles perméabilités (entre 10^{-12} et 10^{-13} m/s).

La partie inférieure de ce niveau correspond à la « dalle nacrée » qui présente une épaisseur d'environ 5 à 10 m.



Figure 63 - Localisation des sondages BSS utilisés pour la description de la lithologie. Le fond de carte correspond à la puissance du réservoir du Dogger calcaire (cf. Figure 62).

10.2.2. Mégaséquence S3 (Bathonien supérieur à inférieur)

Ce niveau correspond à une série calcaire d'environ 100 m d'épaisseur. Il est composé de calcaire beige bioclastique, oolithique et graveleux¹. Localement, il peut présenter des couleurs plus bleues et des faciès de calcaires coquillers².

10.2.3. Mégaséquence S2 (Bajocien supérieur à moyen)

Ce niveau correspond à une série de calcaire argileux, graveleux et bioclastique. La présence d'argile calcaire silteuse peut être mise en évidence localement². La puissance de ce niveau est inférieure à 100 m.

10.2.4. Mégaséquence S1 (Bajocien moyen à Aalénien)

Ce niveau constitue le mur du Dogger. Il est composé d'argile silteuse plus ou moins calcaire³. Le Bajocien inférieur est composé de marnes. La puissance de cette séquence est d'environ 40 m.

10.3. HYDROGÉOLOGIE

10.3.1. Niveaux perméables

Le Dogger aquifère se trouve entre les argiles du Callovo-Oxfordien sus-jacentes et les marnes du Lias sous-jacentes. Le toit du niveau aquifère correspond au toit des calcaires du Dogger, c'est-à-dire environ -1 400 à -1 450 m NGF sur la commune de Massy (cf. Figure 64).

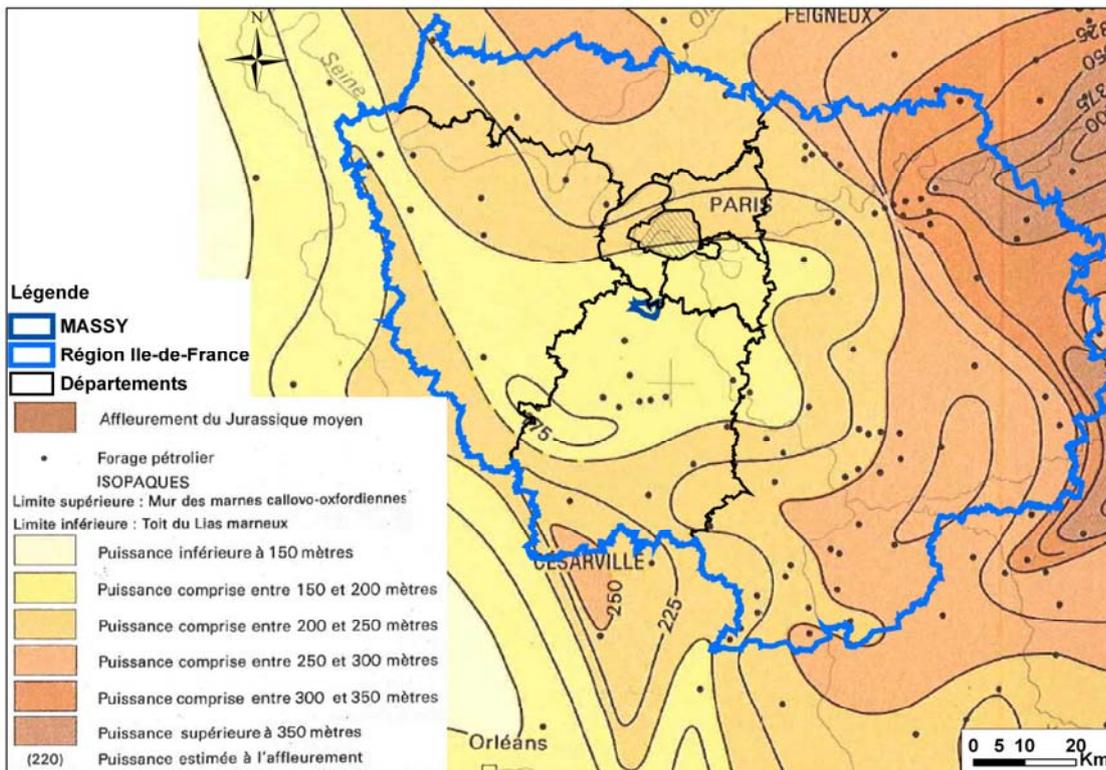


Figure 64 - Puissance du Dogger calcaire en Île-de-France (d'après Synthèse géologique du bassin de Paris : Atlas (vol. 2), mémoire BRGM n° 102, 1980).

Dans la zone d'étude, les niveaux aquifères sont réduits au Bathonien supérieur et moyen. Ces niveaux sont à dominante calcaire et sont donc plus sensibles que les réservoirs sableux à l'injection de gaz acides comme le CO₂. Les niveaux marneux rencontrés à travers le réservoir ne semblent pas empêcher les circulations aquifères.

La porosité moyenne de ce réservoir à l'échelle du bassin est de 10 %.

10.3.2. Comportement de la nappe

a) Puissance

La puissance de l'aquifère du Dogger correspond à la puissance cumulée des calcaires du Dogger, soit une puissance comprise entre 150 et 200 m au niveau de la commune de Massy (cf. Figure 64).

b) Piézométrie

Malgré la quantité de données disponibles, aucune carte des niveaux potentiométriques de la nappe du Dogger n'a été réalisée dans la zone d'étude. Cependant, dans le secteur de la zone d'étude, notamment au sud-ouest (alentours de Corbeil), on constate que l'eau des puits est éruptive.

La pression de l'eau mesurée dans le Dogger au niveau du bassin est en moyenne de 14 à 15 MPa. Les niveaux d'eau mesurés dans l'aquifère du Bathonien correspondent à des valeurs de +140 m NGF.

c) Sens de l'écoulement

La surface piézométrique obtenue à partir des mesures de pression montre un écoulement général dirigé vers le nord-ouest, ainsi que vers le sud-ouest, le long de la Loire, en aval d'Orléans.

Dans la zone d'étude, les lignes d'écoulement de l'aquifère sont orientées dans le sens sud-nord.

d) Exutoire

L'alimentation du Dogger semble se faire par les zones d'affleurement, c'est-à-dire à l'est, au nord-est et au sud-est du Bassin parisien. Il existe deux hypothèses quant à l'exutoire de la nappe :

- la première consiste à dire que l'exutoire du Dogger se fait sous la Manche, en direction de Bath (Grande-Bretagne). Ceci pourrait s'expliquer par la présence de bonnes couches argileuses et marneuses au toit et au mur du Dogger. De plus, l'étude de la topographie va dans le même sens que cette hypothèse ;
- la seconde hypothèse consiste à dire que l'exutoire du Dogger se fait en direction des aquifères sus-jacents (notamment Albien, Néocomien et Lusitanien) mais cela n'a pu être prouvé. En effet, la piézométrie du Dogger n'a pas répondu à l'affaissement du toit de l'Albien au cours de la période où il a été surexploité et d'autre part la salinité des aquifères, comme l'Albien, n'a pas augmenté ce qui aurait pu être constaté en cas d'échange d'eaux avec le Dogger qui présente une très forte salinité.

e) Communication

L'aquifère du Dogger, dans sa partie captive est situé entre deux couches argileuses (Callovo-Oxfordien au-dessus) et marneuses (Lias supérieur au-dessous) qui présentent des épaisseurs considérables et des perméabilités très faibles, ce qui semble limiter la communication avec les aquifères sus et sous-jacents.

10.4. DONNÉES HYDRODYNAMIQUES

10.4.1. Débits

Aucune information concernant le secteur de Massy n'a pu être relevée dans la bibliographie.

10.4.2. Transmissivité

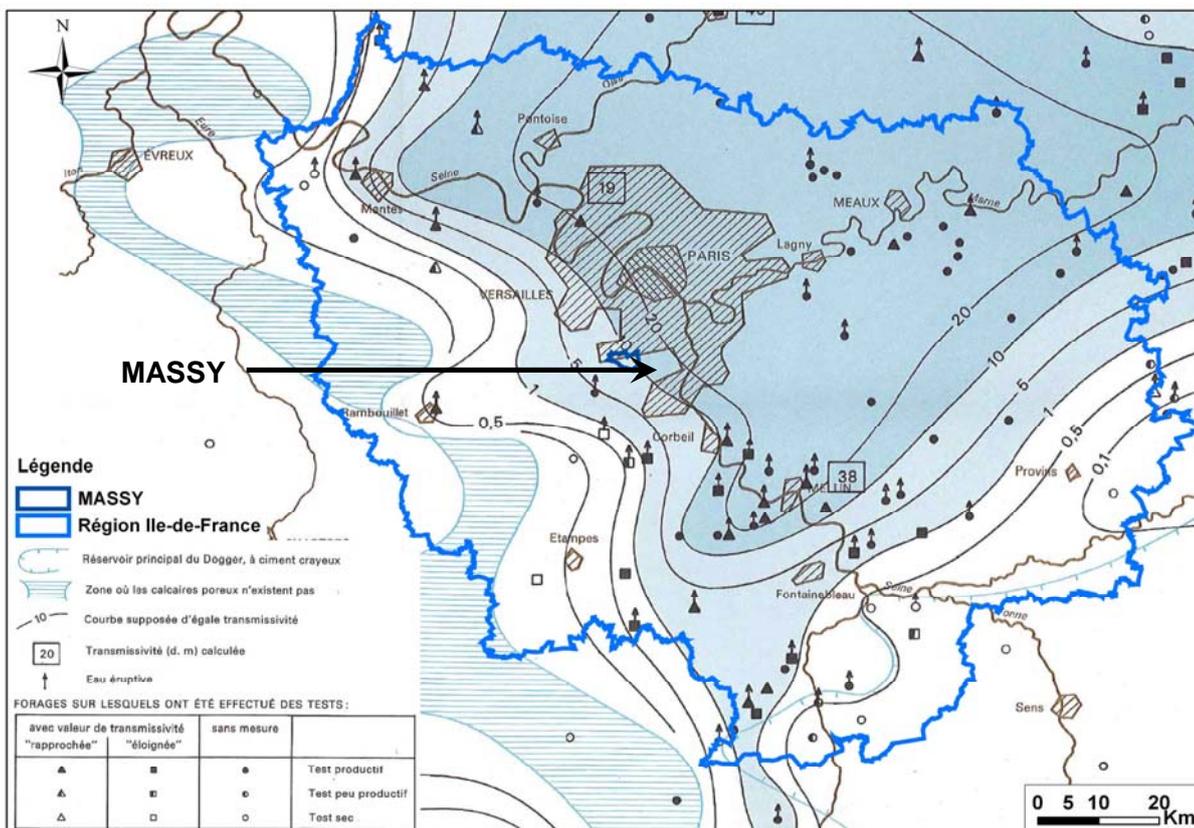


Figure 65 - Transmissivités du Dogger à l'échelle de la région Île-de-France (d'après Potentiel géothermique du Bassin parisien, BRGM et Elf-Aquitaine, 1976).

Les transmissivités du Dogger dans le Bassin parisien sont en général faibles. Pour la zone de Massy, on estime la transmissivité à environ 5 Darcy.mètre (Dm). La région

présentant les plus fortes transmissivités se situe dans la zone de Meaux, au nord-ouest de la zone d'étude. Cela s'explique par une plus grande puissance des calcaires du Dogger associé à une très forte perméabilité des calcaires graveleux dans la zone.

10.5. DONNÉES HYDROCHIMIQUES

10.5.1. Minéralisation

L'ensemble du réservoir du Dogger présente une forte minéralisation. La salinité en NaCl peut localement dépasser 30 g/l. Dans le secteur de Massy, elle se situe entre 15 et 20 g/l dans la partie supérieure du réservoir. À la base du réservoir, la salinité peut être supérieure de 5 g/l à cette valeur.

Les autres espèces majeures présentes dans les eaux du Dogger sont les métaux alcalins et alcalino-terreux (K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+}), des sulfates (SO_4^{2-}) et des bicarbonates (HCO_3^-).

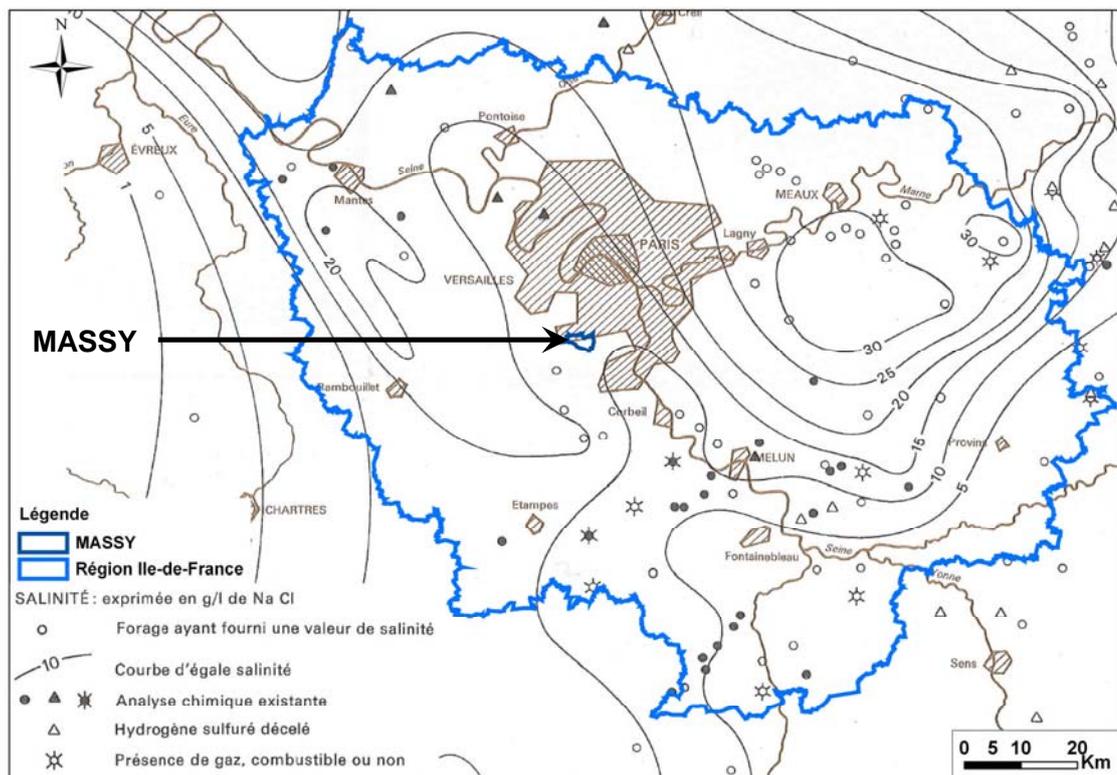


Figure 66 - Salinité du Dogger à l'échelle de la région Île-de-France (d'après Potentiel géothermique du Bassin parisien, BRGM et Elf-Aquitaine, 1976).

10.5.2. Autres données hydrochimiques

La présence d'hydrogène sulfuré a été mise en évidence sur une grande partie des forages d'eau réalisés pour la géothermie. Les eaux du Dogger contiennent aussi des gaz dissous neutres (azote et méthane majoritaires).

10.6. EXPLOITATION DU RÉSERVOIR

La salinité très élevée du réservoir du Dogger fait que celui-ci est uniquement exploité pour les hydrocarbures et la géothermie.

Le premier puits géothermal puisant les eaux du Dogger a été réalisé en 1969 à Melun. Sur l'Île-de-France, on a recensé en BSS jusqu'à 102 ouvrages qui ont pu exploiter le Dogger. Ceux-ci sont localisés préférentiellement dans le centre de la région. Un certain nombre d'installations sont actuellement fermées, mais une relance de l'exploitation géothermique est en cours et va donner lieu à de nouveaux forages.

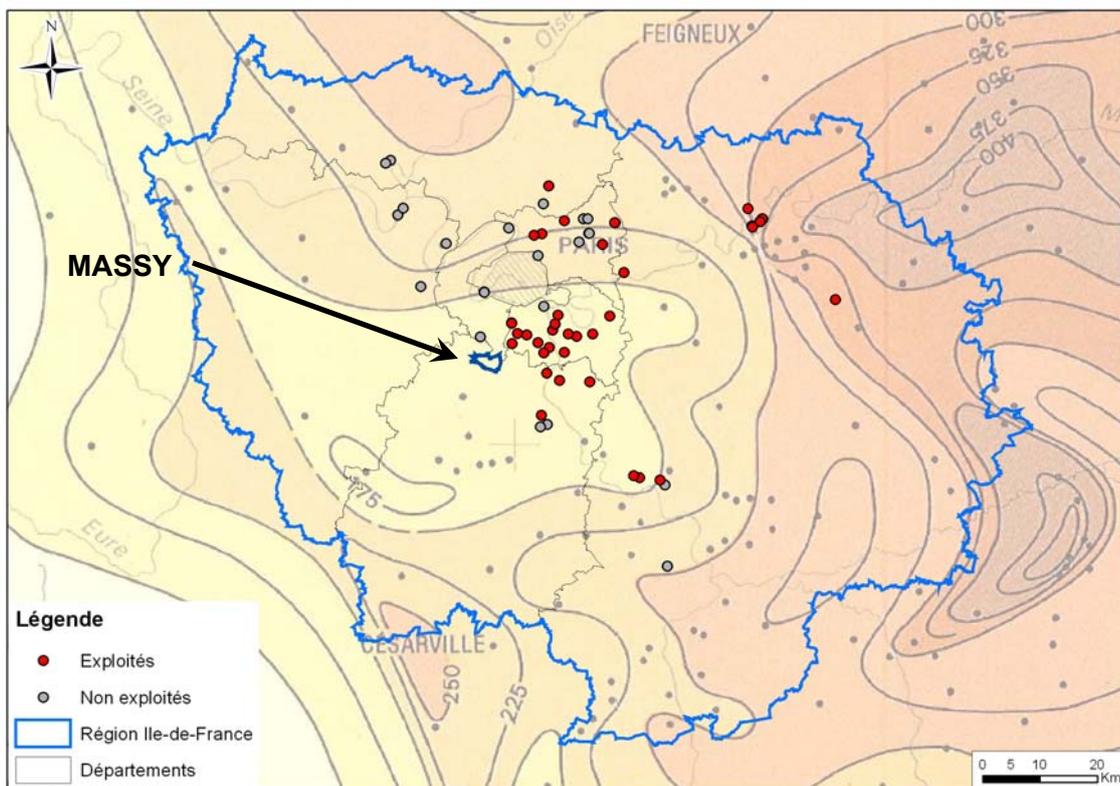


Figure 67 - Localisation des ouvrages exploitant l'aquifère du Dogger et état de l'exploitation. Le fond de carte représente la puissance des calcaires du Dogger (cf. Figure 64).

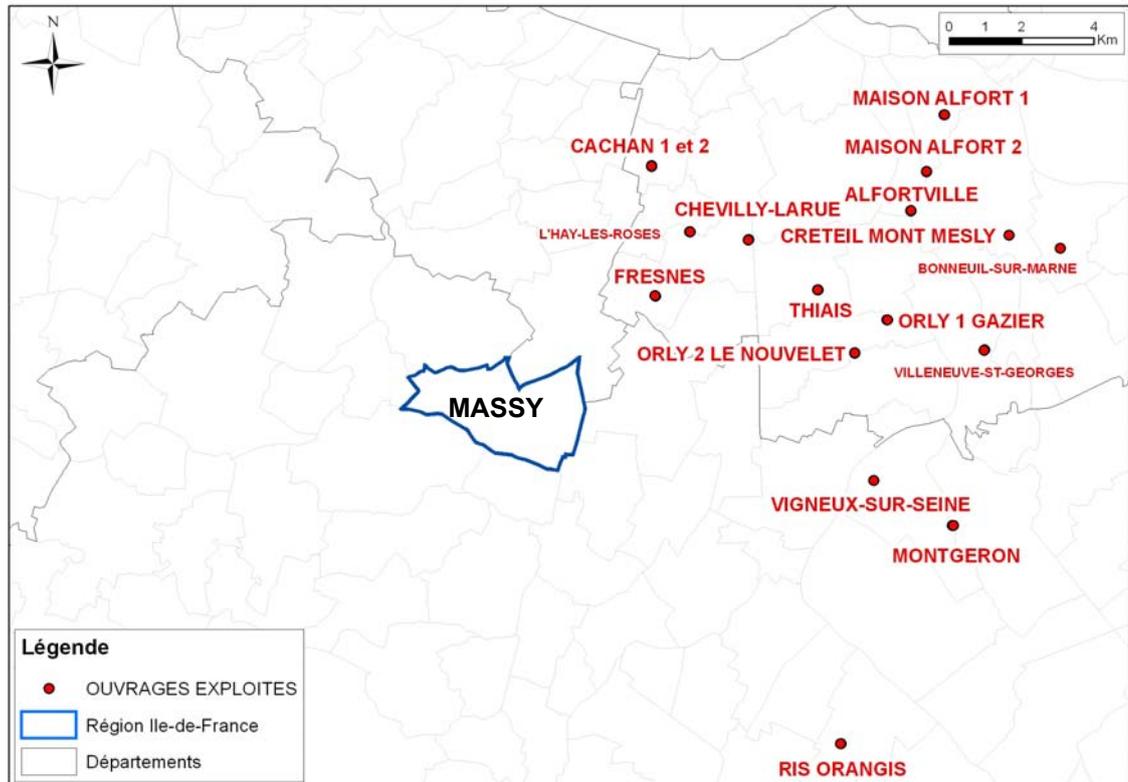


Figure 68 - Localisation des ouvrages géothermiques situés proches de Massy.

Par ailleurs, dans un rayon de 15 km autour de la commune de Massy, il est possible de rencontrer 17 doublets géothermiques en exploitation (cf. Figure 65) :

Nom de l'ouvrage	Distance	N° BSS
Fresnes	3 km	02192X0294 et 02192X0295
L'Hay-les-Roses	5 km	02193X0370 et 02193X0371
Chevilly-Larue	6 km	02193X0372 et 02193X0373
Cachan 1	6 km	01836D0248 et 01836D0249
Cachan 2	6 km	01836D0250 et 01836D0251
Thiais	7 km	02193X0376 et 02193X0377
Orly 2	8 km	02193X0374 et 02193X0375
Orly 1	8-9 km	02193X0364 et 02193X0365
Vigneux-sur-Seine	8-9 km	02193X0367 et 02193X0368
Alfortville	10 km	02194X0173 et 02194X0174
Maisons-Alfort 2	10-15 km	01838C0201 et 01838C0202
Montgeron	10-15 km	02194X0160 et 02194X0162
Ris-Orangis	10-15 km	02197X0140 et 02197X0141
Villeneuve-Saint-Georges	10-15 km	02194X0177 et 02197X0178
Maisons-Alfort 1	10-15 km	01838C0203 et 01838C0203
Créteil	10-15 km	02194X0171 et 02194X0172
Bonneuil-sur-Marne	10-15 km	02194X0169 et 02194X0170

Tableau 14 - Doublets géothermiques situés dans un rayon de 15 km autour de Massy.

10.7. RÉGLEMENTATION ET OBJECTIFS DE PROTECTION

Aucune prescription réglementaire particulière.

10.8. VULNÉRABILITÉ

10.8.1. Vulnérabilité par rapport aux formations sus-jacentes

L'aquifère du Dogger est protégé par la couverture des argiles Callovo-Oxfordienne qui présente une perméabilité très faible. Ainsi, les échanges avec l'aquifère sus-jacent du Malm sont très limités.

10.8.2. Transferts au sein de la nappe

L'aquifère du Dogger calcaire est un ensemble karstique. Il présente donc une porosité de fissures, ce qui permet la formation de chemins préférentiels d'écoulement et de fait, facilite le transfert des pollutions à grande vitesse.

10.8.3. Vulnérabilité par rapport aux formations sous-jacentes

Le Dogger repose sur l'étage Toarcien du Lias supérieur. Cet étage est peu épais dans la zone considérée et ne dépasse pas 50 m. Cependant, les étages sous-jacents (Domérien, Sinémurien et Hettangien) forment un ensemble marneux qui constitue, avec une épaisseur de 100 à 120 m, la couverture imperméable des aquifères sous-jacents du Trias.

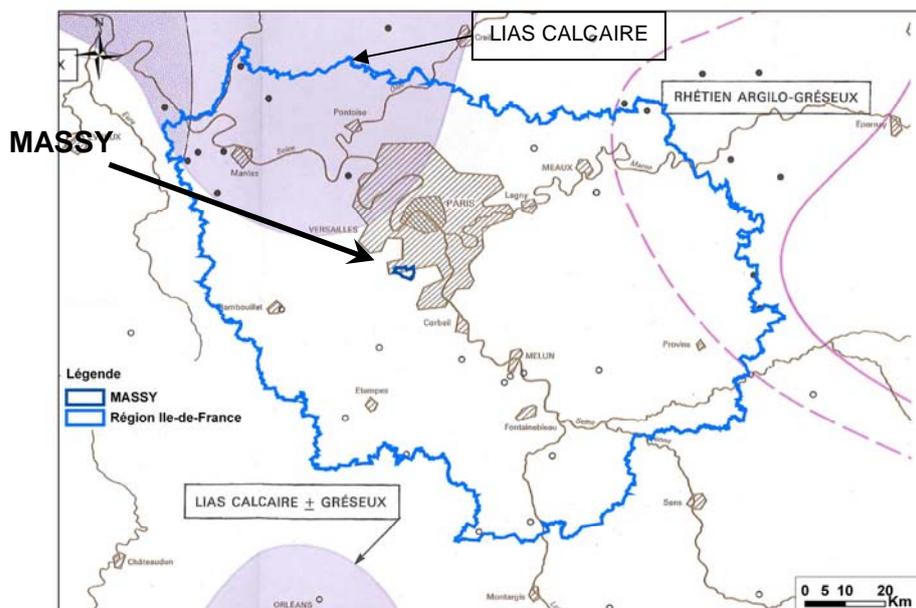


Figure 69 - Extensions des zones aquifères du Lias
(d'après *Potentiel géothermique du Bassin parisien*, BRGM et Elf-Aquitaine, 1976).

Les propriétés aquifères du Lias étant très limitées dans la zone considérée (même les niveaux calcaires sont considérés comme des aquitardes), il ne peut être considéré comme un danger vis-à-vis du Dogger et ne sera pas décrit par la suite.

10.9. DOCUMENTATION BSS

¹ Sondages BSS 02573X0067 ; 02572X0050

² Sondage BSS 02571X0004

³ Sondage BSS 02572X0050

11. Aquifère multicouche du Keuper

ÈRE : Secondaire

SYSTÈME : Trias supérieur

11.1. STRUCTURE DU RÉSERVOIR

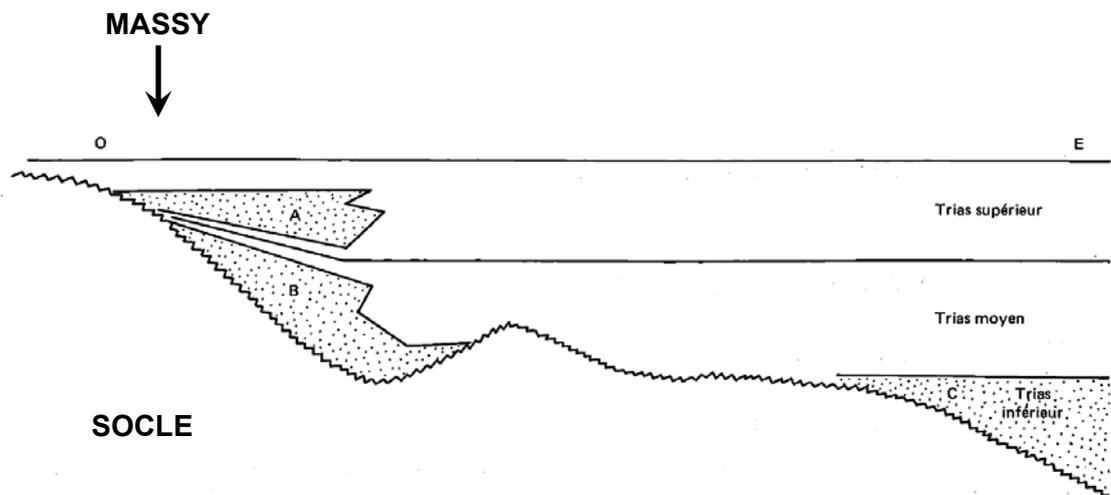


Figure 70 - Schéma sédimentologique des réservoirs du Trias. (A) Corps fluviatile du Keuper supérieur ; (B) Prisme détritico du Trias moyen ; (C) Réservoir du Trias inférieur.

(Source : B. Housse, P. Maget, Potentiel géothermique du Bassin parisien, mai 1976).

Sur la zone considérée, l'aquifère du Trias est formé par le corps fluviatile du Keuper supérieur (Trias supérieur). Au niveau de la commune de Massy, le mur de cette formation correspond au socle antétriasique.

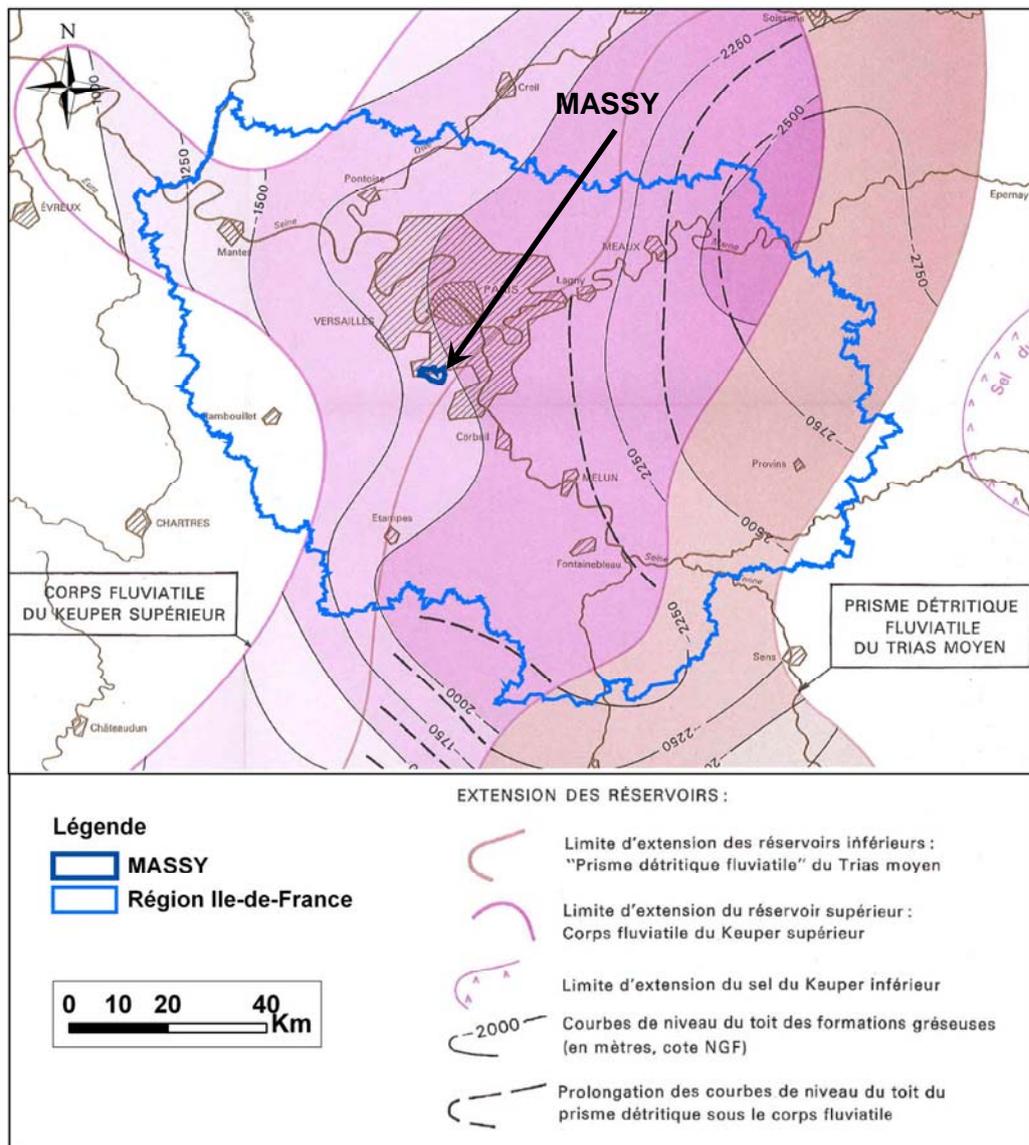


Figure 71 - Localisation de la commune de Massy et faciès de l'aquifère du Keuper en Île-de-France (d'après Potentiel géothermique du Bassin parisien, BRGM et Elf Aquitaine, 1976).

11.1.1. Toit et mur

a) Toit

Le toit de la formation du Trias est formé par le niveau du Rhétien. Cependant, sur la zone d'étude, ce niveau semble avoir une épaisseur réduite, voire nulle.

L'altitude du toit de la formation est d'environ -1 800 m NGF.

b) Mur

Le mur du Trias sur la zone d'étude correspond au toit du socle qui se situe, sur la zone d'étude, à une altitude de -1 900 m.

c) Puissance

La puissance du réservoir du Trias est donc d'environ 100 à 110 m, d'après l'étude de cinq sondages BSS situés dans la zone d'étude.

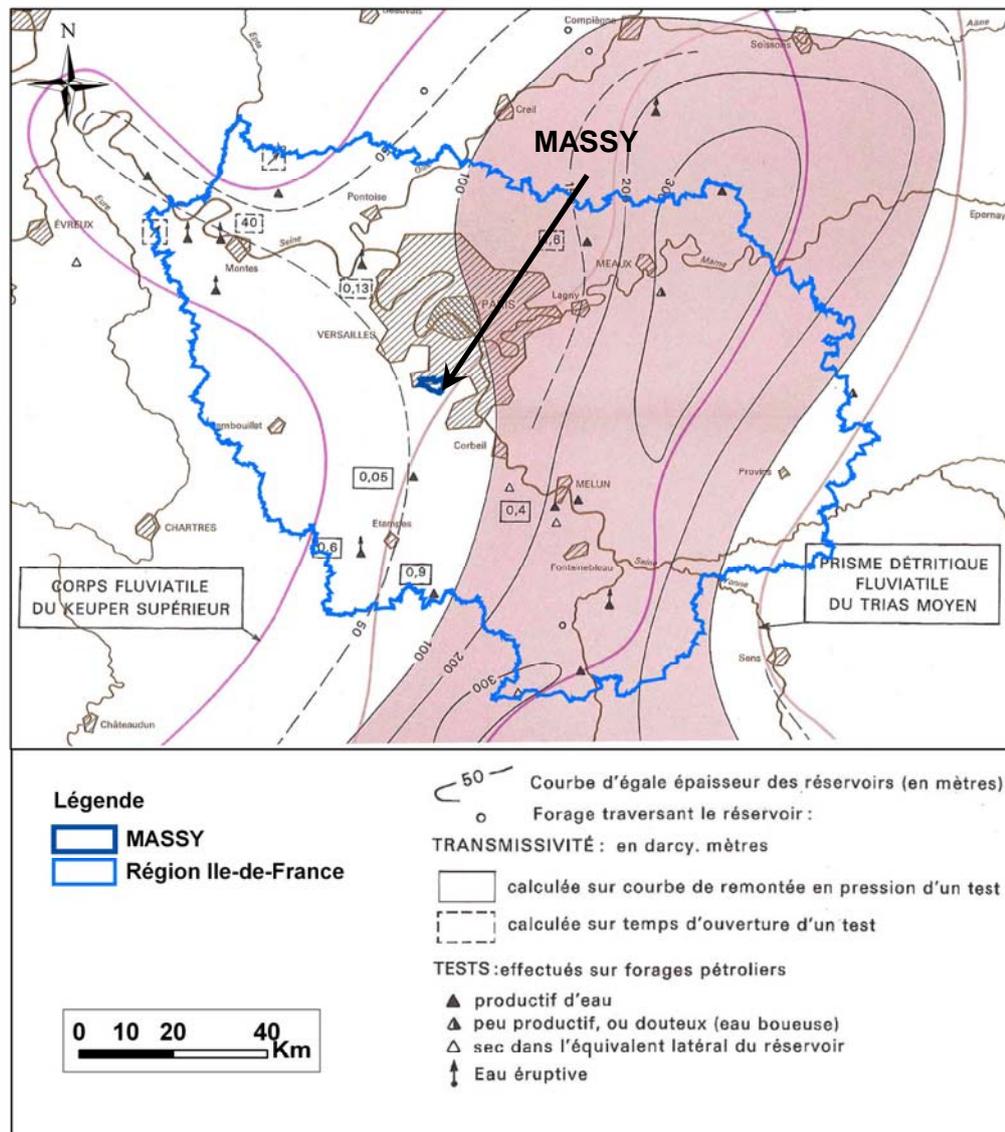


Figure 72 - Puissance du Keuper et transmissivités de la nappe (d'après Potentiel géothermique du Bassin parisien, BRGM et Elf-Aquitaine, 1976).

11.2. LITHOSTRATIGRAPHIE

Épaisseur (mètres)	Aquifères	Formations semi-perméables ou imperméables	Chronostratigraphie
50-100	Corps fluviatile du Keuper Supérieur		Trias supérieur
SOCLE			

Tableau 15 - Lithostratigraphie simplifiée du réservoir du Trias supérieur sur la zone d'étude.

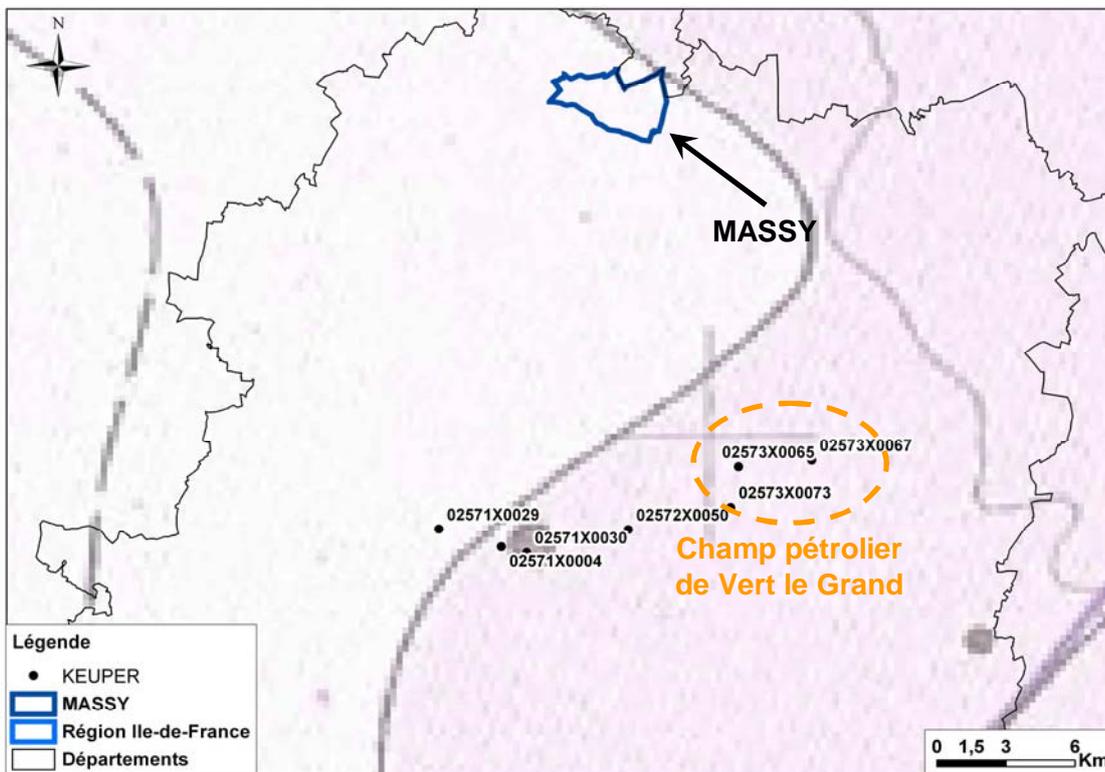


Figure 73 - Localisation des sondages BSS utilisés pour la description de la lithologie.

11.2.1. Rhétien

Le niveau du Rhétien est composé d'argiles rouges (argiles rouges de Saint-Maur) qui peuvent présenter un faciès sableux micacé ou encore des passées gréseuses roses à vertes, grossières et altérées¹. L'épaisseur de ce niveau est réduite à une quinzaine de mètres au maximum, voire inexistante sur certains sondages.

11.2.2. Corps fluviatile du Keuper

Le corps fluviatile du Keuper est formé dans sa partie supérieure par des argiles dolomitiques [12]. La couleur des argiles peut varier du rouge au rose¹ dans sa partie supérieure, au gris² plus en profondeur. Ces argiles peuvent être traversées par des passées de grès fin à très fin³.

Les deux-tiers de sa partie inférieure sont composés de grès moyens à grossiers qui constituent d'excellents réservoirs [12]. Le grès peut alors être cimenté par des argiles dolomitiques³ ou siliceuses².

La puissance de ce niveau est d'environ 100 à 110 m.

11.3. HYDROGÉOLOGIE

11.3.1. Niveaux perméables

a) Corps fluviatile du Keuper

Le niveau perméable correspond au corps fluviatile du Keuper et plus précisément à la partie inférieure de ce niveau, composé de grès moyens à grossiers qui présentent de bonnes qualités aquifères.

La porosité moyenne de ce niveau est estimée entre 12 à 14 %. La perméabilité du Keuper au niveau du sondage BSS 02572X0050 est estimée entre 100 mD à 1 D.

11.3.2. Comportement de la nappe

a) Puissance

La puissance de la nappe correspond à l'épaisseur globale des ensembles grésos-argileux aquifères. L'épaisseur de ce niveau dans le secteur de Massy est comprise entre 50 et 100 m (cf. Figure 72).

b) Piézométrie

La piézométrie de l'aquifère du Keuper est estimée à +50 m NGF, soit une pression plus faible que celle du Dogger sus-jacent.

c) Sens de l'écoulement

Le sens général de l'écoulement se fait en direction est-nord-est.

d) Exutoire

Aucune information particulière recueillie concernant l'exutoire de la nappe du Keuper.

e) Communication

Étant donné la difficulté à préciser le tracé du biseau des dépôts fluviaux du Keuper inférieur [12], la communication latérale entre l'aquifère du corps fluvial du Keuper supérieur et le prisme détritique du Trias moyen ne peut être exclue.

Par contre, la sédimentation argileuse fine des argiles rouges de Saint-Maur semble constituer un étage relativement imperméable, limitant la communication avec les niveaux sus-jacents. De plus, les propriétés aquifères du Lias sont très limitées, voire inexistantes dans la zone d'étude, ce qui laisse penser que la communication avec l'aquifère sus-jacent du Dogger est très réduite.

11.4. DONNÉES HYDRODYNAMIQUES

11.4.1. Débits

Des données sur les débits mesurés dans la nappe du Keuper supérieur dans la zone de Massy n'ont pu être trouvées. Cependant, il est possible de remarquer que les points les plus proches de la commune de Massy ne présentent pas d'eau éruptive, alors que les débits les plus forts sont mesurés dans les zones où l'eau est éruptive. Malgré tout, il est impossible de conclure quant à l'ordre de grandeur des débits de la nappe au droit de la commune de Massy.

11.4.2. Transmissivité

Dans les ensembles fluviaux, les résultats concernant la transmissivité sont très hétérogènes. Malgré tout, les transmissivités mesurées sur les sondages les plus proches de la commune de Massy sont de 0,05 et 0,4 D.m (cf. Figure 72).

11.5. DONNÉES HYDROCHIMIQUES

11.5.1. Minéralisation

Les eaux du Keuper ont une salinité comprise entre 50 et 100g/l (en équivalent NaCl). Du gaz combustible a été signalé dans de nombreux forages du Trias mais aucun document n'indique que c'est le cas dans le secteur de Massy (cf. Figure 74). À environ 15 km au sud-est de la commune de Massy, se situe le champ pétrolier de Vert-le-Grand qui peut influencer sur la chimie des eaux du Keuper dans la zone d'étude.

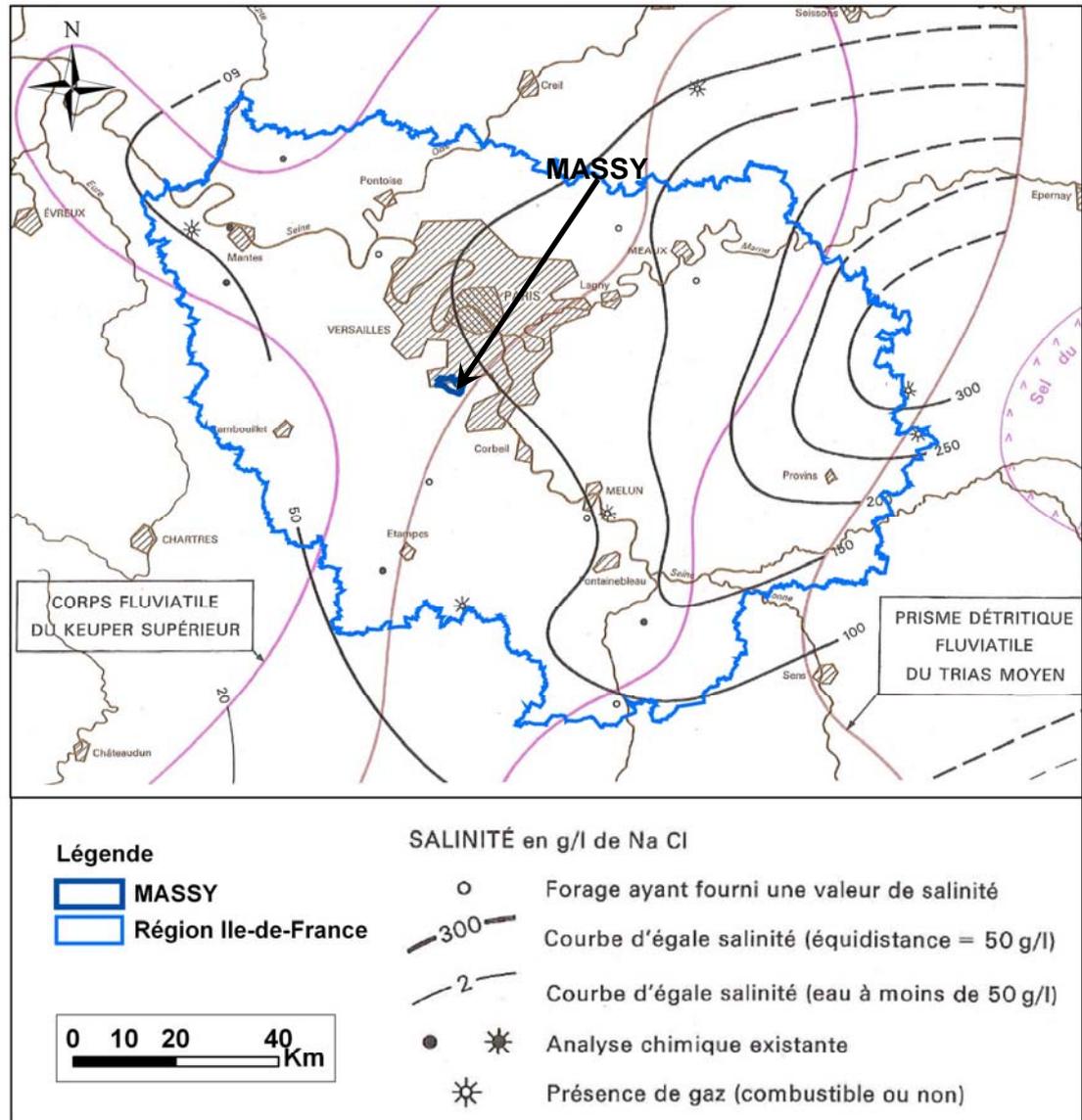


Figure 74 - Salinité de l'aquifère du Keuper
(d'après Potentiel géothermique du Bassin parisien, BRGM et Elf-Aquitaine, 1976).

11.6. EXPLOITATION DU RÉSERVOIR

Aucun ouvrage exploitant les eaux du Keuper n'a été recensé en Île-de-France.

11.7. RÉGLEMENTATION ET OBJECTIFS DE PROTECTION

Le Keuper ne fait l'objet d'aucune prescription réglementaire particulière.

11.8. VULNÉRABILITÉ

11.8.1. Vulnérabilité par rapport aux formations sus-jacentes

L'ensemble fluviatile aquifère du Keuper supérieur est protégé de l'aquifère sus-jacent du Dogger par une série de couches imperméables et aussi par l'aquitarde du Lias, dans la zone d'étude. Ainsi, au niveau de la commune de Massy, le Keuper ne semble pas vulnérable vis-à-vis des aquifères sus-jacents.

11.8.2. Transferts au sein de la nappe

Le corps fluviatile du Keuper aquifère est notamment formé par des grès grossiers qui présentent des perméabilités d'interstices. Contrairement aux aquifères karstiques, ce type de perméabilité ne permet pas *a priori* la formation de chemins préférentiels d'écoulement qui facilitent la diffusion des polluants à grande vitesse.

11.8.3. Vulnérabilité par rapport aux formations sous-jacentes

L'aquifère du Keuper au niveau de la zone d'étude repose sur le socle antétriasique.

11.9. DOCUMENTATION BSS

¹ Sondage BSS 02571X0004

² Sondage BSS 02572X0050

³ Sondage BSS 02573X0067

12. Conclusion

La présente étude a pour but de faire la synthèse hydrogéologique des différents aquifères présents au droit de la commune de Massy. La description des aquifères concerne alors leur contexte géologique et hydrogéologique (en terme de piézométrie, comportement de la nappe, communication entre les aquifères), ainsi que la description de paramètres hydrodynamiques, hydrochimiques. De même, les prescriptions réglementaires, les objectifs de protection et la vulnérabilité de la nappe par rapport au transfert de pollution ont été décrits pour chaque système aquifère.

À l'issue de cette étude, il apparaît qu'il existe neuf systèmes aquifères présents au droit de la commune de Massy :

- système multicouche du Calcaire de Beauce et des Sables de Fontainebleau (Oligocène) ;
- système multicouche du Calcaire de Champigny (Éocène supérieur) ;
- système multicouche du Calcaire grossier et des Sables du Soissonnais (Éocène moyen et inférieur) ;
- système aquifère de la Craie (Crétacé supérieur) ;
- système aquifère de l'Albien (Crétacé inférieur) ;
- système aquifère du Néocomien-Barrémien (Crétacé inférieur) ;
- système multicouche du Malm (Jurassique supérieur) ;
- système multicouche du Dogger (Jurassique moyen) ;
- système multicouche du Keuper (Trias supérieur).

Concernant ces systèmes aquifères, nous pouvons formuler les conclusions suivantes :

- les aquifères du Tertiaire, du fait de leur position superficielle sont vulnérables vis-à-vis des pollutions en provenance de la surface. Ainsi, la nappe des Calcaires de Beauce (Oligocène) est concernée par un SAGE et une ZRE dont les limites se situent à une distance inférieure à 5 km de la commune de Massy. Les systèmes de l'Éocène semblent être en connexion hydraulique par l'absence d'un niveau continu et nettement imperméable ;
- l'aquifère de la Craie, bien que présentant un réservoir puissant (450 m), ne présente pas sur la zone d'étude d'intérêt hydrogéologique particulier ;
- la nappe de l'Albien est classée comme réserve stratégique pour la Région parisienne et est exploitée à 5 km de la commune de Massy, à Orsay, pour l'alimentation en eau potable. Il semblerait que l'Albien et la nappe sous-jacente du Néocomien-Barrémien soient en communication hydraulique ;

- le Dogger est le principal aquifère concerné par des exploitations géothermiques. Celles-ci se situent en majorité dans le centre de la région Île-de-France. La commune de Massy se situe à moins de 2 km des doublets géothermiques de Chatenay-Malabry et Fresnes. Cet aquifère est fortement exploité pour la géothermie et de nouveaux projets sont en préparation, ainsi l'aquifère du Lusitanien, peu connu régionalement, pourrait également présenter un intérêt afin de suppléer l'aquifère du Dogger ;
- le Trias est exploité au niveau du champ pétrolier de Vert le Grand à environ 5 km au sud de Massy (Figure 73). Cependant, aucun ouvrage exploitant l'aquifère du Trias n'a été recensé en région Île-de-France.

En terme d'exploitation, nous pouvons remarquer que :

- seuls trois systèmes aquifères sont exploités à moins de 1 km de la commune de Massy (cf. Tableau 16 et Figure 75). Il s'agit de la nappe de l'Éocène supérieur (irrigation, aspersion, industries) et de la nappe de l'Éocène inférieur et moyen (industries) ;
- les doublets géothermiques situés à moins de 2 km de la commune de Massy et toujours en exploitations sont ceux de Chatenay-Malabry et de Fresnes (cf. Figure 68). Ces ouvrages exploitent l'aquifère du Dogger ;
- le captage d'alimentation en eau potable le plus proche de la commune de Massy se situe sur la commune d'Orsay et exploite la nappe de l'Albien. Il est situé à 5 km au sud-est de Massy.

Objectif	Nappe			Total
	Éocène supérieur	Éocène moy. et inf.	Éocène mixte	
Eau industrielle	1	2	1	4
Irrigation	1			1
Aspersion	2			2
Total	4	2	1	7

Tableau 16 - Ouvrages d'exploitation d'eau situés à moins de 1 km de Massy.

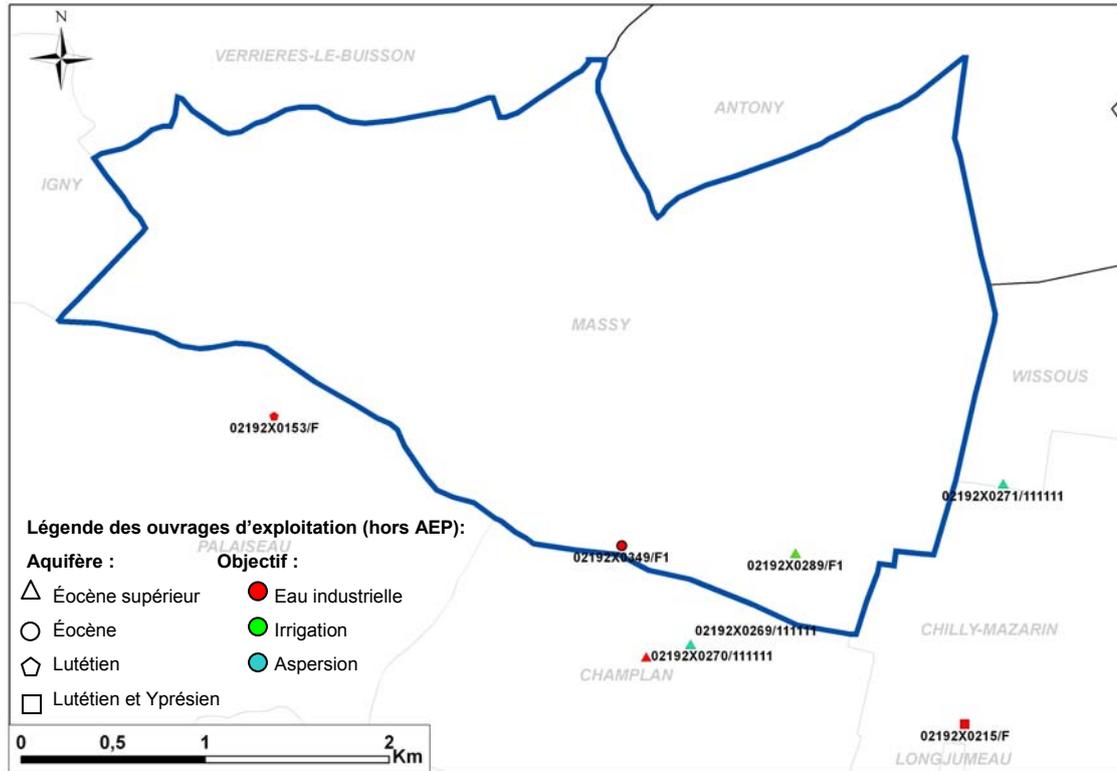


Figure 75 - Localisation des ouvrages d'exploitation d'eau situés dans un environnement proche de Massy.

13. Références documentaires dans le texte

- [1] **Mégny C.** (1970) - Atlas des nappes aquifères de la Région parisienne. Éditions BRGM, 143 p., 19 pl.
- [2] **Rampon G., Beufond S., Pinelli M.** (1964) - État de la documentation sur les ouvrages souterrains implantés sur la feuille topographique Corbeil et synthèse hydrogéologique provisoire. Rapport BRGM DSGR.64.A48, 40 p., 7 fig., 6 ann.
- [3] **BRGM, ADEME, ARENE, EDF** (2006) - Géothermie pompes à chaleur : outil d'aide à la décision pour la réalisation d'opérations de pompes à chaleur sur nappe aquifère, région Île-de-France.
- [4] **Nègre E.**, avec la collaboration de **Gravier A., Le Nir M., Mardhel V.** (2004) – Dispositifs de surveillance et d'alerte des Zones de Répartition des Eaux (ZRE) en France métropolitaine et dans les DOM. BRGM/RP-53380-FR, 130 p., 30 ill.
- [5] **Mégny C.** (1979) - Hydrogéologie du centre du bassin de Paris : contribution à l'étude de quelques aquifères principaux. Mémoire BRGM n° 98, 456 p., 278 fig.
- [6] **Mission déléguée de bassin Seine-Normandie** (1974) - Les Bassins de la Seine et des cours d'eau normands. Tome 1, Ressources d'eau et données hydrologiques, fascicule 4 – eaux souterraines. 157 p., 52 tabl., 110 fig.
- [7] **BRGM** (1971) - Application des méthodes isotopiques et hydrochimiques à l'étude de la nappe de l'Albien du bassin de Paris. Rapport 71 SGN 304 HYD.
- [8] **Vernoux J.F., Maget P., Afzali H., Blanchin R., Donsimoni M., Vairon J.** (1997) - Synthèse hydrogéologique du Crétacé inférieur du bassin de Paris. Rapport BRGM DSGR/IDF R 39702, 93 p., 2 tabl., 37 fig., 23 pl., 12 ann.
- [9] **BRGM** (1978) - La nappe de l'Albien en Île-de-France, rapport SGN 697 BDP.
- [10] **Debrand-Passard S.** (1980) - Synthèse géologique du bassin de Paris : atlas (vol. 2). Mémoire BRGM n° 102, 50 pl., 5 ann.
- [11] **Bouniol B.** (1985) - Étude d'un réservoir géothermique carbonaté : le Lusitanien de la Région parisienne. Rapport BRGM 85 SGN 053 IRG, 119 p., 53 fig., 8 pl., 3 ann.
- [12] **Housse B., Maget Ph.** (1976) - Potentiel géothermique du Bassin parisien. 125 p., 29 pl., 2 ann.

- [13] **Bonijoly D.**, with the collaboration of **Barbier J., Matray J.M., Robelin C., Kervevan C., Thierry D., Menjot A., Cotiche C., Herbrich B.** (2003) - Feasibility of CO₂ storage in geothermal reservoirs. Example of the Paris Basin, France. BRGM-CFG-ANTEA contribution to the GESTCO project. Fifth RTD Framework Program (ENK6-CT-1999-00010). BRGM/RP-52349-FR, 135 p., 54 fig., 9 tabl., 1 ann.

14. Bibliographie complète

Abou Akar A. (1994) - Risque de pollution des nappes d'eau douce du fait des exploitations géothermales du Dogger du Bassin parisien. A. Évaluation de la nocivité des eaux du Dogger. Rapport BRGM R 38032 GGP DR 94, 87 p., 1 fig., 5 tabl., 3 ann.

André P., Roussel Ph. (1978) - Alimentation en eau des communes de la zone rurale de l'Essonne : vulnérabilité des réservoirs aquifères. Rapport BRGM 78 SGN 610 BDP, 103 p., 11 fig., 5 pl., 4 ann.

Berger G. (1992) - Champ pétrolier de Chailly : synthèse hydrogéologique des aquifères du tertiaire. Rapport BRGM 92 IDF 038, 19 p., 5 ann.

Bonijoly D., with the collaboration of **Barbier J., Matray J.M., Robelin C., Kervevan C., Thierry D., Menjot A., Cotiche C., Herbrich B.** (2003) – Feasibility of CO₂ storage in geothermal reservoirs. Example of the Paris Basin, France. BRGM-CFG-ANTEA contribution to the GESTCO project. Fifth RTD Framework Program (ENK6-CT-1999-00010). BRGM/RP-52349-FR, 135 p., 54 fig., 9 tabl., 1 ann.

Bouniol B. (1985) - Étude d'un réservoir géothermique carbonaté : le Lusitanien de la Région parisienne. Rapport BRGM 85 SGN 053 IRG, 119 p., 53 fig., 8 pl., 3 ann.

Brette G. (1988) - Étude de faisabilité hydrologique : usine de Massy (Essonne). Rapport BRGM 88 IDF 113, 17 p.

Brette G., Cuccodoro S., Plumère B. (1991) - Alimentation en eau industrielle de l'usine d'incinération d'ordures ménagères de Massy (Essonne) : compte-rendu de réalisation du forage de reconnaissance. Rapport BRGM 91 IDF 189, 19 p.

Debrand-Passard S. (1980) - Synthèse géologique du bassin de Paris : Atlas (Volume 2). Mémoire BRGM n° 102, 50 pl., 5 ann.

Frey Ch., Alliez V., Berger G., Moussié B. (1981) - Étude hydrogéologique de la nappe de l'Albien en région Île-de-France. Rapport BRGM 81 SGN 800 IDF, 19 p., 3 fig., 5 pl., 2 ann.

Housse B., Maget Ph. (1976) - Potentiel géothermique du Bassin parisien. 125 p., 29 pl., 2 ann.

Maget Ph. (1981) - Ressources géothermiques dans le département de l'Essonne. I. Étude générale. Rapport BRGM 81 SGN 557 GTH, 18 p., 19 pl.

Mégnyen C. (1970) - Atlas des nappes aquifères de la Région parisienne. Éditions BRGM, 143 p., 19 pl.

Mégnien C. (1979) - Hydrogéologie du centre du bassin de Paris : contribution à l'étude de quelques aquifères principaux. Mémoire BRGM n° 98, 456 p., 278 fig.

Mégnien C., Mégnien F. (1980) - Synthèse géologique du bassin de Paris : stratigraphie et paléogéographie (Volume 1). Mémoire BRGM n° 101, 466 p., 107 fig.

Mégnien F. (1980) - Synthèse géologique du bassin de Paris : lexique des noms de formation (Volume 3). Mémoire BRGM n° 103, 467 p.

Nègre E., avec la collaboration de **Gravier A., Le Nir M., Mardhel V.** (2004) - Dispositifs de surveillance et d'alerte des Zones de Répartition des Eaux (ZRE) en France métropolitaine et dans les DOM. BRGM/RP-53380-FR, 130 p., 30 ill.

Rampon G., Beaufond S., Pinelli M. (1964) - État de la documentation sur les ouvrages souterrains implantés sur la feuille topographique Corbeil et synthèse hydrogéologique provisoire. Rapport BRGM DSGR.64.A48, 40 p., 7 fig., 6 ann.

Rojas J., Giot D., Le Nindre Y.M. (1989) - Caractérisation et modélisation du réservoir géothermique du Dogger, Bassin parisien, France. Rapport BRGM R 30169.

Texier V., Thiery Ph. (1984) - Contribution à l'étude de la nappe de l'Albien dans le centre du Bassin parisien. Mémoire de DEA (BRGM et UPMC), 76 p.

Vernoux J.F., Maget P., Afzali H., Blanchin R., Donsimoni M., Vairon J. (1997) - Synthèse hydrogéologique du Crétacé inférieur du bassin de Paris, rapport BRGM DSGR/IDF R 39702, 93 p., 2 tabl., 37 fig., 23 pl., 12 ann.

GEOTHERMA (1984) - Étude d'inventaire thermique des nappes aquifères de 100 à 1 000 mètres en région Île-de-France : Inventaire des ressources en eaux souterraines (Fascicule 1), CB/PL/0.LD, 43 p.

Mission déléguée de bassin Seine-Normandie (1974) - Les bassins de la Seine et des cours d'eau normands. Tome 1 : Ressources d'eau et données hydrologiques, fascicule 4 – eaux souterraines, 157 p., 52 tabl., 110 fig.



Centre scientifique et technique
3, avenue Claude-Guillemin
BP 36009
45060 – Orléans Cedex 2 – France
Tél. : 02 38 64 34 34

Service géologique régional Île-de-France
7, rue du Théâtre
91884 – Massy – France
Tél. : 01 69 75 10 25