

Projet LUSITANIEN –

Evaluation du potentiel géothermique du Lusitanien du bassin de Paris pour la production de chaleur : mise en adéquation entre ressource et besoins







Projet LUSITANIEN –

Evaluation du potentiel géothermique du Lusitanien du bassin de Paris pour la production de chaleur : mise en adéquation entre ressource et besoins

Rapport final

BRGM/RP-63244-FR

Février 2014

Étude réalisée dans le cadre des projets de Service public du BRGM

S. Caritg, B. Bourgine, D. Foissard, S. Lopez Avec la collaboration de C. Allanic et C. Zammit

Vérificateur :		Approbateur :
Nom : Olivier GOYENECHE	Ν	lom : Romain VERNIER
Date : Le 13/02/2014 Signature : Gym		Date : Le 13/02/2014

Le système de management de la qualité et de l'environnement est certifié par AFNOR selon les normes ISO 9001 et ISO 14001.



Mots-clés : Lusitanien ; Oxfordien ; géothermie ; géothermie basse énergie,

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

Caritg S., Bourgine B., Foissard D, Lopez S., avec la collaboration de Allanic C. et Zammit C. (2014) - Projet LUSITANIEN - Evaluation du potentiel géothermique du Lusitanien du bassin de Paris pour la production de chaleur : mise en adéquation entre ressource et besoins. Rapport final. BRGM/RP-63244-FR, 147 p., 43 fig., 13 tabl., 8 ann.

© BRGM, 2014, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

Synthèse

Contrairement à l'aquifère carbonaté du Dogger aujourd'hui largement exploité en géothermie pour l'usage direct de sa chaleur, l'aquifère du Lusitanien, situé 100 à 150 m au-dessus, reste inexploité et mal connu. La demande énergétique ne cessant d'augmenter tout en nécessitant des niveaux de température et d'énergie thermique plus réduits du fait de la généralisation de la Réglementation Thermique 2012, il devient urgent de proposer une alternative au risque de surexploitation du Dogger. Les départements du Val-de-Marne et de Seine-Saint-Denis sont particulièrement touchés par une surconcentration de doublets géothermiques exploitant le Dogger. Cette nécessité est d'autant plus urgence qu'elle s'inscrit dans le cadre du développement de la production de chaleur géothermique par usage direct pour laquelle le Grenelle de l'Environnement a retenu une multiplication par trois entre 2006 et 2020 pour cette forme de géothermie.

Fort de ces constations, le projet LUSITANIEN vise à estimer le potentiel géothermique de cet aquifère carbonaté à la lumière de l'ensemble des données de forages pétroliers et géothermiques actuellement disponibles. Pour ce faire, trois étapes successives ont été réalisées, à deux échelles différentes :

- La première étape consiste à estimer la ressource géothermale du Lusitanien en calculant sa chaleur exploitable à partir de la combinaison des cartes de profondeur, d'épaisseur et de température du Lusitanien. Les données utilisées pour l'évaluation du potentiel à l'échelle du bassin de Paris sont des cartes issues de la bibliographie (Housse et Maget-, 1976) tandis que celles utilisées pour la région lle-de-France ont été construites dans le cadre de ce projet à partir de la modélisation géologique 3D des données de forages actualisées ;
- La deuxième étape a pour but d'estimer les besoins énergétiques exprimés en surface, soit à partir d'une carte de densité de population recensée en 2009 à l'échelle du bassin de Paris, soit à partir d'une carte prédictive de consommation d'énergie accessible à la géothermie à l'horizon 2020 à l'échelle de la région Ile-de-France ;
- La troisième étape propose d'évaluer le potentiel géothermique du Lusitanien en comparant les cartes d'estimation de la ressource en profondeur à celles des besoins énergétiques exprimés en surface.

Le résultat de ces deux estimations du potentiel géothermique du Lusitanien à l'échelle du bassin de Paris et à celle de la région IIe-de-France montre que deux zones favorables peuvent être mises en avant : la cible de Meaux et celle de Lagny-Fontainebleau. Toutes deux présentent des températures entre 55 et 65°C pour des épaisseurs utiles d'environ 40 à 80 m.

Enfin, une étape supplémentaire a été proposée pour tenter de caractériser les paramètres pétrophysiques de cet aquifère par un traitement des diagraphies visant à calculer la porosité diagraphique le long de la colonne lithologique du Lusitanien, dans les forages valorisables. Cette dernière étape a permis de nous conforter dans l'idée que seule la réalisation de nouveaux forages permettra d'estimer la capacité de ce réservoir à être exploité en acquérant de nouvelles données ciblées pour la géothermie, à savoir la perméabilité, la transmissivité et le débit de ces formations

On notera avec une grande attention que les différentes étapes de l'étude synthétisées ci-avant expliquent la raison pour laquelle l'équipe du BRGM ayant conduit la présente étude a

volontairement pris la responsabilité de ne pas aborder l'analyse de débits dans les zones favorables ciblées de l'aquifère du Lusitanien. Ce choix a été fait dans la mesure ou les informations permettant de statuer sur les débits d'exploitation prévisibles sont trop brutes et insuffisantes pour ne pas risquer d'aboutir à des échecs préjudiciables au développement géothermique de cette formation aquifère.

.

Sommaire

1.	Introduction11
	1.1. CONTEXTE ET PROBLÉMATIQUE11
	1.2. OBJECTIFS ET DÉMARCHE ADOPTÉE11
	1.3. PLAN DU RAPPORT12
2.	Etat des connaissances et données disponibles sur l'aquifère du Lusitanien 13
	2.1. DEFINITION DE D'AQUIFÈRE DU LUSITANIEN
	2.2. CONTEXTE GÉOLOGIQUE DU BASSIN DE PARIS ET ENVIRONNEMENT DE DÉPÔT DURANT L'OXFORDIEN14
	2.3. LITHOLOGIES RÉSERVOIRS DU LUSITANIEN
3.	Méthode et paramètres utilisés pour estimer la potentialité géothermique du Lusitanien20
	3.1. POUR ESTIMER LA RESSOURCE GÉOTHERMALE DU LUSITANIEN : CALCUL DE LA QUANTITÉ DE CHALEUR EXPLOITABLE SURFACIQUE20
	3.2. POUR ESTIMER LES BESOINS ÉNERGÉTIQUES
	3.3. POUR ÉVALUER LE POTENTIEL GÉOTHERMIQUE DU LUSITANIEN22
4.	Evaluation du potentiel géothermique du Lusitanien à l'échelle du bassin de Paris23
	4.1. INTRODUCTION
	4.2. NUMÉRISATION ET INTERPOLATION DES DONNÉES BIBLIO-
	GRAPHIQUES EXISTANTES
	GRAPHIQUES EXISTANTES .23 4.3. ESTIMATION DE LA RESSOURCE GEOTHERMALE DU LUSITANIEN DISPONIBLE SOUS LE BASSIN DE PARIS .27 4.3.1. Cartes de profondeur et d'épaisseur interpolées à partir des cartes bibliographiques existantes .27 4.3.2. Carte de température interpolée à partir des cartes bibliographiques existantes .29 4.3.3. Calcul de la quantité de chaleur exploitable surfacique du Lusitanien du bassin de Paris .30
	GRAPHIQUES EXISTANTES 23 4.3. ESTIMATION DE LA RESSOURCE GEOTHERMALE DU LUSITANIEN 27 DISPONIBLE SOUS LE BASSIN DE PARIS 27 4.3.1. Cartes de profondeur et d'épaisseur interpolées à partir des cartes bibliographiques existantes 27 4.3.2. Carte de température interpolée à partir des cartes bibliographiques existantes 29 4.3.3. Calcul de la quantité de chaleur exploitable surfacique du Lusitanien du bassin de Paris 30 4.4. ESTIMATION DES BESOINS ÉNERGÉTIQUES DU BASSIN DE PARIS 32

	4.6. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS	.34
5.	Evaluation du potentiel géothermique du Lusitanien sur la région lle-de- France	. 37
	5.1. INTRODUCTION	. 37
	5.2. MODÈLE GÉOLOGIQUE 3D DU LUSITANIEN	. 37
	5.3. ESTIMATION DE LA RESSOURCE GÉOTHERMALE DU LUSITANIEN EN RÉGION ILE-DE-FRANCE	. 43
	partir du modèle géologique 3D	.43
	5.3.2. Calcul de la température au toit du Lusitanien à partir du modèle géo- statistique 3D de température du bassin de Paris	. 46
	5.3.3.Estimation de la quantité de chaleur exploitable surfacique du Lusitanien en région Ile-de-France	. 49
	5.4. ESTIMATION DES BESOINS ÉNERGÉTIQUES EN RÉGION ILE-DE- FRANCE	. 51
	5.5. RÉSULTATS SUR LE POTENTIEL GÉOTHERMIQUE DU LUSITANIEN EN RÉGION ILE-DE-FRANCE	. 53
	5.6. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS	.56
6.	Analyse pétrophysique du Lusitanien de la région lle-de-France à partir du traitement de diagraphies de forages	. 57
6.	Analyse pétrophysique du Lusitanien de la région lle-de-France à partir du traitement de diagraphies de forages	. 57 . 57
6.	 Analyse pétrophysique du Lusitanien de la région lle-de-France à partir du traitement de diagraphies de forages 6.1. AVERTISSEMENT 6.2. INVENTAIRE DES DIAGRAPHIES DISPONIBLES 	. 57 . 57 . 57
6.	 Analyse pétrophysique du Lusitanien de la région lle-de-France à partir du traitement de diagraphies de forages 6.1. AVERTISSEMENT 6.2. INVENTAIRE DES DIAGRAPHIES DISPONIBLES 6.3. SÉLECTION DES FORAGES VALORISABLES EN TERMES DE DIA- GRAPHIES POUR ANALYSE PÉTROPHYSIQUE 	. 57 . 57 . 57
6.	 Analyse pétrophysique du Lusitanien de la région lle-de-France à partir du traitement de diagraphies de forages 6.1. AVERTISSEMENT 6.2. INVENTAIRE DES DIAGRAPHIES DISPONIBLES 6.3. SÉLECTION DES FORAGES VALORISABLES EN TERMES DE DIA- GRAPHIES POUR ANALYSE PÉTROPHYSIQUE 6.4. TRAITEMENT ET INTERPRÉTATION PÉTROPHYSIQUE DES DIA- GRAPHIES 	. 57 . 57 . 57 . 58
6.	 Analyse pétrophysique du Lusitanien de la région lle-de-France à partir du traitement de diagraphies de forages 6.1. AVERTISSEMENT 6.2. INVENTAIRE DES DIAGRAPHIES DISPONIBLES 6.3. SÉLECTION DES FORAGES VALORISABLES EN TERMES DE DIA-GRAPHIES POUR ANALYSE PÉTROPHYSIQUE 6.4. TRAITEMENT ET INTERPRÉTATION PÉTROPHYSIQUE DES DIA-GRAPHIES 6.4.1. Démarche adoptée pour le traitement et l'interprétation des diagraphies en logs pétrophysiques 6.4.2 Courbes diagraphiques utilisées dans le traitement 	. 57 . 57 . 57 . 58 . 62 . 62
6.	 Analyse pétrophysique du Lusitanien de la région lle-de-France à partir du traitement de diagraphies de forages 6.1. AVERTISSEMENT 6.2. INVENTAIRE DES DIAGRAPHIES DISPONIBLES 6.3. SÉLECTION DES FORAGES VALORISABLES EN TERMES DE DIA-GRAPHIES POUR ANALYSE PÉTROPHYSIQUE 6.4. TRAITEMENT ET INTERPRÉTATION PÉTROPHYSIQUE DES DIA-GRAPHIES 6.4.1. Démarche adoptée pour le traitement et l'interprétation des diagraphies en logs pétrophysiques 6.4.2. Courbes diagraphiques utilisées dans le traitement 6.5. CONTRÔLE QUALITÉ DU TRAITEMENT DIAGRAPHIQUE ET DES RÉSULTATS OBTENUS 	.57 .57 .57 .58 .62 .62 .64
6.	 Analyse pétrophysique du Lusitanien de la région lle-de-France à partir du traitement de diagraphies de forages 6.1. AVERTISSEMENT 6.2. INVENTAIRE DES DIAGRAPHIES DISPONIBLES 6.3. SÉLECTION DES FORAGES VALORISABLES EN TERMES DE DIA- GRAPHIES POUR ANALYSE PÉTROPHYSIQUE 6.4. TRAITEMENT ET INTERPRÉTATION PÉTROPHYSIQUE DES DIA- GRAPHIES 6.4.1. Démarche adoptée pour le traitement et l'interprétation des dia- graphies en logs pétrophysiques 6.4.2. Courbes diagraphiques utilisées dans le traitement. 6.5. CONTRÔLE QUALITÉ DU TRAITEMENT DIAGRAPHIQUE ET DES RÉSULTATS OBTENUS 6.6. RÉSULTATS SUR LA POROSITÉ DIAGRAPHIQUE DU LUSITANIEN 6.6.1. Valeurs et types de porosités diagraphiques obtenues. 	.57 .57 .58 .62 .62 .64 .64
6.	 Analyse pétrophysique du Lusitanien de la région lle-de-France à partir du traitement de diagraphies de forages 6.1. AVERTISSEMENT 6.2. INVENTAIRE DES DIAGRAPHIES DISPONIBLES 6.3. SÉLECTION DES FORAGES VALORISABLES EN TERMES DE DIA-GRAPHIES POUR ANALYSE PÉTROPHYSIQUE 6.4. TRAITEMENT ET INTERPRÉTATION PÉTROPHYSIQUE DES DIA-GRAPHIES 6.4.1. Démarche adoptée pour le traitement et l'interprétation des dia-graphies en logs pétrophysiques 6.4.2. Courbes diagraphiques utilisées dans le traitement 6.5. CONTRÔLE QUALITÉ DU TRAITEMENT DIAGRAPHIQUE ET DES RÉSULTATS OBTENUS 6.6. RÉSULTATS SUR LA POROSITÉ DIAGRAPHIQUE DU LUSITANIEN 6.6.2. Répartition spatiale des porosités diagraphiques et analyse des réservoirs 	.57 .57 .58 .62 .62 .64 .66 .67 .67

7.	Conclusion générale	73
8.	Bibliographie	77
1.	Conception et création d'une base de données sur le Lusitanien à partir des forages profonds	85
	1.1. SOURCES DE DONNÉES DISPONIBLES POUR LES FORAGES PROFONDS	85
	1.2. SÉLECTION ET HIÉRARCHISATION DES FORAGES À ANALYSER	86
	1.3. ACQUISITION ET STRUCTURATION DE LA BASE DE DONNÉES SUR LE LUSITANIEN	87
	1.4. CONTRÔLE QUALITÉ DES DONNÉES	88
2.	Construction du modèle géologique 3D du Lusitanien	90
	2.1. DONNÉES RETENUES POUR LA CONSTRUCTION DU MODÈLE GÉOLOGIQUE 3D	90
	2.2. ETUDE GÉOSTATISTIQUE SUR LES DONNÉES DE FORAGE : EXEMPLE D'INTERPOLATION	93

Liste des illustrations

Figure 1 : Choix de la subdivision de Haug (1906), encadré rouge, pour définir les limites du Lusitanien (en bleu) parmi différentes subdivisions du Jurassique supérieur (d'après Mégnien et coll. 1980)	13
Figure 2 : Contexte géologique du bassin de Paris. Extrait de la carte géologique de France à l'échelle du millionième (Chantraine et al., 2003)	15
Figure 3 : Paléogéographie et environnement de dépôt du bassin de Paris durant l'Oxfordien au Jurassique supérieur (Carpentier et al., 2007)	, 15
Figure 4 : Différents faciès lithologiques de l'Oxfordien dans le bassin de Paris (Mégnien, 1980)	16
Figure 5 :Faciès du Lusitanien et du Dogger relevés dans le forage géothermique de Reims-Murigny 1 GMUR1 (Martin et al., 1982)	17
Figure 6 : Extension et répartion des trois réservoirs du Lusitanien identifiés par Housse et Maget, (1976)	18
Figure 7 : Coupe géologique des aquifères du Lusitanien à travers le bassin de Paris (Housse et Maget, 1976)	19
Figure 8 : Démarche adoptée pour évaluer le potentiel géothermique du Lusitanien à l'échelle du bassin de Paris et de la région Ile-de-France	22
Figure 9 : Numérisation (b) de la profondeur du Lusitanien à partir de la carte de Housse et Maget (1976) (a)	24

Figure 10 : Num	nérisation (b) de l'épaisseur des réservoirs du Lusitanien à partir de la carte de Housse et Maget (1976) (a)2	5
Figure 11 : Num	nérisation (b) de la température au toit du Lusitanien à partir de la carte de Housse et Maget (1976) (a)2	:6
Figure 12 : Cart	e de la profondeur interpolée des réservoirs du Lusitanien réalisée à partir de la carte de Housse et Maget (1976)2	7
Figure 13 : Cart	e de l'épaisseur « utile » interpolée des réservoirs du Lusitanien réalisée à partir de la carte de Housse et Maget (1976)2	8
Figure 14 : Cart	e de la température numérisée interpolée des réservoirs du Lusitanien réalisée à partir de la carte de Housse et Maget (1976)	:9
Figure 15 : Cart	e de la « quantité de chaleur exploitable surfacique » estimée au toit du Lusitanien d'après les cartes de Housse et Maget (1976), à l'échelle du bassin de Paris	51
Figure 16 : Cart	e de la densité de population recensée sur la métropole en 2009 par l'INSEE (2014)	2
Figure 17 : Cart	e du potentiel géothermique du Lusitanien à l'échelle du bassin de Paris, estimé à partir des données bibliographiques (Housse et Maget, 1976 ; INSEE, 2014)3	3
Figure 18 : Cou	pes NW-SE et NE-SW réalisées à travers le modèle géologique 3D du Lusitanien mettant en évidence l'insertion du Lusitanien au sein de la pile sédimentaire du bassin de Paris3	8
Figure 19 : Surf	aces représentant le mur et le toit du Lusitanien à l'aplomb de la région Ile- de-France, modélisées à partir de l'interpolation des données de 291 forages (barres verticales) sous GDM-Multilayers3	9
Figure 20 : Mod	élisation 3D de la profondeur (cote NGF) du toit de la formation du Lusitanien à l'aplomb de la région Ile-de-France, réalisée à partir des données de 213 forages pétroliers et 78 forages géothermiques, sous logiciel GDM- Multilayers	-0
Figure 21 : Mod	élisation 3D de la profondeur (cote NGF) du mur de la formation du Lusitanien à l'aplomb de la région Ile-de-France, réalisée à partir des données de 213 forages pétroliers et 78 forages géothermiques, sous logiciel GDM- Multilayers	à 1
Figure 22 : Mod	élisation 3D de l'épaisseur de la formation du Lusitanien à l'aplomb de la région lle-de-France, réalisée à partir des données de 213 forages pétroliers et 78 forages géothermiques, sous logiciel GDM-Multilayers	2
Figure 23 : Cart	e de la profondeur du toit du Lusitanien à l'aplomb de la région Ile-de- France, extraite du modèle géologique 3D réalisé à partir des données actualisées de forages profonds4	4
Figure 24 : Cart	e de l'épaisseur du Lusitanien à l'aplomb de la région Ile-de-France, extraite du modèle géologique 3D réalisé à partir des données actualisées de forages profonds4	.5
Figure 25 : Cart	e de la température du Lusitanien estimée au toit du Lusitanien (cote NGF à l'aplomb de la région IIe-de-France), extraite du modèle thermique du bassin de Paris réalisé dans le cadre du projet « Clastiq » à partir des données de forages profonds (Bouchot et al., 2008)4	7
Figure 26 : Eca	rt-type de krigeage sur les températures interpolées au toit (cote NGF) de la formation du Lusitanien4	8

Figure 27 : C	Carte de la « quantité de chaleur exploitable surfacique » estimée au toit du Lusitanien à partir de la modélisation des données de forages actualisées, à l'échelle de la région ile-de-France	50
Figure 28 : C	arte prédictive de la consommation énergétique accessible à la géothermie (chauffage et eau chaude sanitaire pour le bâtiment) à l'horizon 2020 (d'après Bel et al, 2012)	52
Figure 29 : C	arte du potentiel géothermique de la formation du Lusitanien à l'échelle de la région lle-de-France réalisée à partir des données actualisées des forages	54
Figure 30 : C	arte modifiée et retenue du potentiel géothermique de la formation du Lusitanien l'échelle de la région Ile-de-France réalisée à partir des données bibliographiques actualisées	à 55
Figure 31 : E	xtrait du recensement des diagraphies réalisées sur la formation du Lusitanien pour chacun des 318 puits pétroliers analysés de la région lle-de-France	58
Figure 32 : R	épartition des forages retenus pour le traitement des diagraphies en logs pétrophysiques ciblés sur le Lusitanien de la région Ile-de-France	61
Figure 33 : L	ogigramme d'exécution du traitement et de l'interprétation de chaque puits réalisé en sous-traitance par Géogreen	63
Figure 34 : R	tépartition cartographique des porosités diagraphiques moyennes par rapport aux zones favorables en termes de quantité de chaleur exploitable du Lusitanien	70
Figure 35 : R	épartition cartographique des porosités diagraphiques au sein des trois faciès réservoirs identifiés par Housse et maget (1976)	71
Figure 36 : L	ocalisation et répartition géographique des forages et des failles retenus pour la construction du modèle géologique 3D du Lusitanien sur la région Ile-de- France	92
Figure 37 : E	nsemble de variogrammes expériementaux (tracés noirs) et leurs modèles (tracés rouges)	94
Figure 38 : L	ocalisation géographique des données de forage utilisées.	95
Figure 39 : H	listogrammes du nombre de valeurs par intervalle de valeur de l'erreur réduite	95
Figure 40 : (a	 a) et (b) sont des graphiques représentant l'erreur réduite en fonction de la valeur de la données. (c) et (d) représentent pour chaque données sa valeur estimée en fonction de sa valeur vraie. En rouge les valeurs sous-estimées et en bleu les valeurs sur-estimées. 	96
Figure 41 : A	llure d'un variogramme dans le cas d'un phénomène stationnaire (sans dérive). 12	26
Figure 42 : N	lodèles de variogrammes les plus courants. D'après Chilès,1999	28
Figure 43 : R	echerche de voisinage rectangulaire (a) et par octant (b)	29

Liste des tableaux

Tableau 1 : Définition du Lusitanien et de ses trois sous-étages pour la géothermie (d'après les termes de la chartre stratigraphique du BRGM ; Callec et al. 2006).	. 14
Tableau 2 : Description des paramètres utilisés pour le calcul de la « chaleur exploitable » du Lusitanien	20
Tableau 3 : Transmissivité et débits du Lusitanien relevés dans les rapports de fin de sondage.	35
Tableau 4 : Forages sélectionnés pour le traitement des diagraphies en logs pétrophysiques ciblés sur le Lusitanien de la région Ile-de-France.	60

Tableau 5 : Récapitulatif des travaux effectués à partir du traitement des diagraphies et contrôle qualité de ces travaux pour chaque puits	67
Tableau 6 : Porosités diagraphiques obtenues à partir de l'analyse pétrophysique des diagraphies des 32 forages valorisés (dont 31 pétroliers et 1 géothermique). Type de calcul associé	68
Tableau 7 : Ordres de grandeur des micro et macroporosités associées au Lusitanien. Exemple du forage géothermique de Vigneux-sur-Seine1 (GVS1)	69
Tableau 8 : Répartition statistique des porosités diagraphiques au sein des trois faciès réservoirs identifiés par Housse et maget (1976)	72
Tableau 9 : Nombre de puits pétroliers susceptibles de comporter une information sur leLusitanien et classés selon le type de document disponible.	86
Tableau 10 : Extrait de la base de données géologiques du Lusitanien réalisée à partir des rapports de fin de sondage de 406 forages pétroliers et 110 forages géo- thermiques	87
Tableau 11 : Comparaison sur la terminologie entre les différentes compagnies de forage.(Figure extraite de la thèse de B. Bouniol 1980)	88
Tableau 12 : Extrait de la base de données simplifiée utilisée pour la modélisation de la profondeur des formations du Lusitanien (Oxfordien moyen et supérieur), de l'Oxfordien inférieur (formation sous-jacente) et du Kimméridigien (formation sus-jacente).	90
Tableau 13 : Statistique des deux modèles de variogramme présentés.	96

Liste des annexes

Annexe 1 : Méthode générale de calcul de la quantité de chaleur exploitable d'un aquifère79
Annexe 2 : Démarche adoptée pour la construction du modèle géologique 3D83
Annexe 3 : Extrait de la base de données géologiques sur Lusitanien réalisée à partir des rapports de fin de sondage99
Annexe 4 : Base de données de forages retenus pour la construction du modèle géologique 3D du Lusitanien103
Annexe 5 : Méthode géostatistique appliquée pour l'interpolation des données géométriques du Lusitanien dans le cadre de la construction du modèle géologique 3D 123
Annexe 6 : Relevé des diagraphies disponibles sur le Lusitanien pour chacun des 318 puits pétroliers analysés en région Ile-de-France
Annexe 7 : Relevé des diagraphies disponibles sur le Lusitanien pour chacun des 107 puits géothermiques analysés en région Ile-de-France
Annexe 8 : Acronymes des diagraphies disponibles sur le Lusitanien pour chaque puits géothermique de l'étude14

1. Introduction

1.1. CONTEXTE ET PROBLÉMATIQUE

L'usage de la géothermie basse énergie dans le bassin de Paris est aujourd'hui basé quasiexclusivement sur l'exploitation de l'aquifère carbonaté du Dogger. Ce type de géothermie, associé à des ressources dont la température varie entre 30° et 90°C, est directement utilisable pour les réseaux de chaleur urbains.

En région parisienne, 54 opérations de géothermie basse énergie ont été réalisées depuis une quarantaine d'années, dont 36 sont en activité (<u>http://www.geothermie-perspectives.fr</u>). Encouragée par la crise pétrolière de 1976, cette exploitation du Dogger arrive aujourd'hui à saturation dans certains départements où le nombre de doublets géothermiques important réduit les possibilités d'implantation de nouveaux forages (exemple du Val-de-de-Marne).

Il s'agit donc de proposer ici une alternative à la surexploitation du Dogger (formations du Bathonien et du Callovien inférieur) en évaluant le potentiel géothermique du Lusitanien (formations de l'Oxfordien moyen et supérieur) qui se trouve quelques centaines de mètres audessus. En effet, bien que mal connu car sans grand intérêt pour la recherche d'hydrocarbures et n'ayant jamais été exploité pour la géothermie, cet aquifère a cependant été testé positivement (environ 60 m³/h) à l'occasion des opérations de forage au Dogger réalisées à Orly et Vigneux-sur-Seine (Roux *et al.,* 2006).

1.2. OBJECTIFS ET DÉMARCHE ADOPTÉE

L'objectif principal de ce projet sur le Lusitanien est d'évaluer le potentiel géothermique de cet aquifère du bassin de Paris à partir des données géologiques actuellement disponibles. En effet, si cet aquifère semble aujourd'hui présenter un intérêt pour la géothermie basse énergie, il reste peu étudié et de fait mal connu.

Nous proposons ici de réactualiser nos connaissances sur l'aquifère du Lusitanien adaptées aux besoins de la géothermie en réalisant deux cartes de potentialité géothermique du Lusitanien, l'une à l'échelle du bassin de Paris et l'autre à l'échelle régionale. Cette dernière sera focalisée sur la région IIe-de-France pour laquelle la demande énergétique est la plus importante et où le réservoir géothermal du Dogger est déjà très sollicité.

On s'appuiera dans un premier temps sur les cartes de potentialité géothermique du bassin parisien déjà réalisées par Housse *et* Maget en 1976, à partir des données des forages pétroliers. Ces cartes permettront de mettre en relief les zones pour lesquelles le Lusitanien apparaîtra comme une ressource potentielle pour la géothermie basse énergie. Ces zones seront ensuite confrontées aux besoins énergétiques exprimés en surface à l'aide d'une carte de densité de population.

Dans un deuxième temps, une nouvelle carte de potentialité géothermique du Lusitanien sera réalisée en ciblant la région qui présente le plus d'intérêt pour son exploitation, à savoir, la région IIe-de-France. Cette carte s'appuiera sur la construction d'un modèle géologique 3D réalisé à partir des données actualisées des forages, incluant notamment les forages géothermiques. Cette carte de potentialité géothermique sera alors mise en regard avec une carte de prédiction des consommations énergétiques de la région-IIe-de-France attendues à l'horizon 2020. Réalisée par le BRGM dans le cadre du SRCAE IdF, cette carte, plus récente

(Bel *et al.*, 2012), et mieux adaptée à la problématique de ce projet, est proposée ici en remplacement de la carte de densité de population déjà utilisée précédemment.

Enfin, pour compléter l'interprétation des cartes de potentialité géothermique du Lusitanien réalisées précédemment, des valeurs de porosité diagraphique seront calculées pour cette formation, à partir du traitement des diagraphies de forage. Pour ce faire, l'ensemble des diagraphies ayant ciblé une part ou la totalité de la formation du Lusitanien sera recensé pour chaque puits intégré au modèle 3D. Les puits dont les diagraphies seront valorisables en termes de logs pétrophysiques seront confiés au bureau d'étude Geogreen pour traitement diagraphique, dans la limite du budget fixé par l'offre technique et financière (estimé à une vingtaine de puits). Le traitement de ces diagraphies vise à obtenir, pour chaque forage ayant traversé le Lusitanien, des valeurs de porosité diagraphique tout au long de la colonne lithologique de cette formation.

1.3. PLAN DU RAPPORT

Estimer le potentiel géothermique d'un réservoir nécessite de confronter la ressource géothermale de ce réservoir disponible en profondeur avec les besoins énergétiques correspondant à cette ressource géothermale, en surface.

Ainsi, le plan établi pour le présent rapport s'accorde à respecter les trois étapes successives suivantes pour évaluer le potentiel géothermique du Lusitanien, dans un premier temps à l'échelle du bassin de Paris, puis dans un deuxième temps à l'échelle de la région lle-de-France :

- étape 1 : Estimation de la ressource géothermale profonde du Lusitanien à partir du calcul de sa quantité de chaleur exploitable surfacique ;
- étape 2 : Estimation des besoins énergétiques en surface ;
- étape 3 : Evaluation du potentiel géothermique du Lusitanien (ressource géothermale *versus* besoins énergétiques).

La méthode et les paramètres utilisés pour estimer le potentiel géothermique du Lusitanien sont précisés au préalable, dans le chapitre précédent.

Une étape supplémentaire vient compléter cette étude de potentiel géothermique, par le traitement des diagraphies de 32 forages, valorisables en termes de logs pétrophysiques ciblés sur le Lusitanien.

2. Etat des connaissances et données disponibles sur l'aquifère du Lusitanien

2.1. DEFINITION DE D'AQUIFÈRE DU LUSITANIEN

Historiquement le Lusitanien, définit par P.Choffat en 1885, regroupe en un même terme trois zones d'ammonites qui correspondent, de la base vers le sommet, à l'Argovien (zones à Transversarium), le Rauracien (zone à Bimammatum) et le Séquanien (zone à Achilles). Mais à partir du colloque sur le Jurassique de 1967 et de la Synthèse géologique du bassin de Paris (Mégnien *et al.*, 1980), l'entité du Lusitanien est replacée dans les sous-étage du Kimméridgien et le l'Oxfordien. Cependant, les limites séparant l'Oxfordien du Kimméridgien sont mal définies, notamment d'un point de vue paléontologique, au centre du bassin, ce qui a conduit les compagnies de forages à utiliser la subdivision de Haug (1906) pour représenter l'ensemble carbonaté compris entre la série marneuse du Kimméridgien et la série marneuse de l'Oxfordien inférieur (Figure 1).

BRONGNIART 1829	т	HURMANN 1832		MARCOU 1848	d'ORBIGNY 1852	•	III LAPPARENT 1900		HAUG 1906	ARKELL 1956		ARKELL 1956		ARKELL 1956		ARKELL 1956		ARKELL 1956		Calloque du Juressique 1962	Groupe français d'étude du Jurassique 1971	Subdivisions utilisées dans cette synthèse	Zones d'ammonites
Purbeckien							Purbeckien ov Aquilonien				Purbeckian or Portlandian			Portlandien supérieur	Giganteus Gorei Albani								
Portlandian	landien	Calcaire portlandien	5	^p ortlandien	Portlandien	Portlandien	Bononien	,	Portlandien	ridgian	Upper Middle	Portlandien	Portlandien	Portlandian inférieur	Pallasioides Rotunda Pactinatus Hudlestoni Wheatlevensis Gravesia Elegans								
Hävrien	Port	Marnes kimmé- ridiennes	ĸ	imméridgien	Vinnekidelen	ridgien	Virguliën	ľ	imméridaiaa	Kimme	lover	r Kimméridaian	Kimméridgien supérieur	Kimméridgien supérieur	Autissiodorensis Eudoxus Mutabilis								
		Calcaire à estertes Calcaire à		Séquanien	Kimmenogren	Kimmé	Ptérocérien		Inningion		Cower	Kinnenggien	Kimméridgien inférieur	Kimméridgien inférieur	Cymodoce Baylei								
		Dolithe corallienne		Cotallian	Corollino	nen	Astartien		Séguanien				Oxfordien	Oxfordien	Planula								
Oxfordien	Coralisen	Calcaire corallien		Coramen	COLEMAN	Séqui	Rauracien	Lusitanien	Rauracien		Oxfordian	Oxtordien	supérieur	supérieur	Bifurcatus								
		Terrain è chailles	dien	Argovien		dien	Argovien		Argovien				Oxfordien moyen	Oxfordian moyen	Transversarium Plicatilis								
	Oxfordien	Marnas oxfordiennas	Oxfor	Marnas oxfordiennas	Uxfordlen	Oxfor	Neuvizien		Oxfordien				Oxfordien inférieur	Oxfordien inférieur	Cordatum Mariae								

Figure 1 : Choix de la subdivision de Haug (1906), encadré rouge, pour définir les limites du Lusitanien (en bleu) parmi différentes subdivisions du Jurassique supérieur (d'après Mégnien et coll. 1980).

Dans ce rapport, nous utiliserons donc la terminologie de Haug (1906), replacée dans l'échelle chronostratigraphique actuelle (Tableau 1) pour définir le Lusitanien en tant que réservoir géothermal, puisqu'en effet :

- l'immense majorité des données de forages que nous avons récoltées ont été définies de cette manière ;
- seuls les dépôts carbonatés de l'Oxfordien moyen et supérieur, encadrés par les niveaux marneux imperméables de l'Oxfordien inférieur sous-jacent et du Kimméridgien sus-jacent, sont susceptibles d'être aquifères.

	Kimméridgien inférieur marneux								
		Séquanien							
Jurassique supérieur	Lusitanien	Rauracien	Oxfordien superieur						
(Ividiiii)	carbonate	Argovien	Oxfordien moyen						
	Oxfordien inférieur (ou stricto sensu) marneu								

Tableau 1 : Définition du Lusitanien et de ses trois sous-étages pour la géothermie (d'après les termes de la chartre stratigraphique du BRGM ; Callec et al. 2006).

2.2. CONTEXTE GÉOLOGIQUE DU BASSIN DE PARIS ET ENVIRONNEMENT DE DÉPÔT DURANT L'OXFORDIEN

Le bassin de Paris est un bassin intracratonique composé de sédiments mésozoïques et cénozoïques qui reposent sur un socle paléozoïque profond. Sa forme se rapproche de celle d'un bol évasé d'une superficie d'environ 110 000 km², moins profond à l'Ouest qu'à l'Est, où il atteint 3 000 m d'épaisseur. Il est bordé par quatre massifs : le Massif armoricain à l'Ouest, le Massif central au Sud, les Vosges à l'Est et les Ardennes au Nord-est. Il est ouvert au Nord vers la Belgique et au Nord-ouest vers la Manche (Figure 2).

Les sédiments du bassin de Paris sont affectés par de nombreuses failles, pour la plupart héritées de l'orogenèse hercynienne (Guillocheau et al., 2000) et réactivées durant le mésozoïque (Thierry-Bastien, 2002 ; André, 2003 ; De Graciansky and Jacquin, 2003).

Durant l'Oxfordien, l'environnement de dépôt du bassin de Paris est constitué de nombreuses plateformes carbonatées, distribuées selon un arc de cercle orienté NE-SW et alimentées en bordure par des sédiments détritiques provenant de l'érosion des reliefs émergés avoisinants (Massif Armoricain, Massif de Bohême, Massif Rhénan,...) (Figure 3).

La séquence sédimentaire du Lusitanien (oxfordien moyen et supérieur) s'inscrit dans ce contexte marin peu profond et chaud, avec trois plateformes carbonatées successives individualisées par les sous-étages géologiques de l'Argovien, du Rauracien et du Séquanien. Les dépôts sont caractérisés par des faciès récifaux et des carbonates crayeux, voire boueux, dans lesquels s'imbriquent des sédiments silico-clastiques de plaine côtière ou de rivage (Figure 4).



Figure 2 : Contexte géologique du bassin de Paris. Extrait de la carte géologique de France à l'échelle du millionième (Chantraine et al., 2003).



Figure 3 : Paléogéographie et environnement de dépôt du bassin de Paris durant l'Oxfordien , au Jurassique supérieur (Carpentier et al., 2007).



Figure 4 : Différents faciès lithologiques de l'Oxfordien dans le bassin de Paris (Mégnien, 1980)

2.3. LITHOLOGIES RÉSERVOIRS DU LUSITANIEN

La formation du Lusitanien se dépose dans un contexte sédimentaire de type plateforme carbonatée, sous une mer peu profonde et chaude, qui présente des caractères communs avec celui du Dogger qui se trouve à 150 ou 200 m en dessous (Figure 5).

Si la grande majorité de ces dépôts est constituée de calcaires fins sublithographiques, typiques de milieu calme, une minorité s'est déposée en milieu agité : il s'agit des calcaires oolithiques ou graveleux qui offrent une porosité de matrice. On les rencontre surtout au Nordouest et au centre du bassin Parisien (Figure 6).

D'autres dépôts, plus grossiers et détritiques proviennent du démantèlement des massifs émergés à l'Oxfordien. Il s'agit de sables et de grès, essentiellement répartis dans la partie supérieure du Lusitanien, au Nord du bassin.

Trois niveaux aquifères ont été décrits par Housse et Maget (1976). Leur position relative est schématisée dans la coupe de la Figure 7, sans aucune considération stratigraphique. En effet, la continuité latérale de ces faciès et leur répartition au sein du bassin sédimentaire n'a été obtenue qu'à partir d'une corrélation lithologique entre forages existants *(Figure 3)*. Contrairement à l'approche stratigraphique séquentielle classiquement utilisée par les pétroliers, l'approche lithologique ne prend en compte l'évolution paléogéographique des dépôts dans l'espace et dans le temps, ce qui rends la prédiction de l'emplacement des faciès réservoirs difficile.



Figure 5 :Faciès du Lusitanien et du Dogger relevés dans le forage géothermique de Reims-Murigny 1 GMUR1 (Martin et al., 1982).



valeur de l'aquifère niveau	SUPÉRIEUR	PRINCIPAL	INFÉRIEUR
Niveaux poreux et perméables : calcaire oolithique ou graveleux, grès, sable			
Niveaux moyennement perméables dans leur ensemble : calcaires et grès <u>+</u> cimentés, alternance de bancs poreux et compacts			
Niveaux poreux mais peu perméables : calcaire oolithique à ciment crayeux			

Figure 6 : Extension et répartion des trois réservoirs du Lusitanien identifiés par Housse et Maget, (1976).





Figure 7 : Coupe géologique des aquifères du Lusitanien à travers le bassin de Paris (Housse et Maget, 1976).

3. Méthode et paramètres utilisés pour estimer la potentialité géothermique du Lusitanien

3.1. POUR ESTIMER LA RESSOURCE GÉOTHERMALE DU LUSITANIEN : CALCUL DE LA QUANTITÉ DE CHALEUR EXPLOITABLE SURFACIQUE

Pour estimer la ressource géothermale disponible du Lusitanien, dans le cadre de ce projet, nous nous nous sommes basés sur le calcul de sa « chaleur exploitable » en utilisant l'équation de Muffler *et* Cataldi (1978) détaillée dans l'Annexe 1 :

$$\boldsymbol{Q}_{exploitable} = \boldsymbol{R}\boldsymbol{f} * \left[\frac{(\boldsymbol{T}_i - \boldsymbol{T}_r)}{(\boldsymbol{T}_i - \boldsymbol{T}_f)}\right] \boldsymbol{\rho} \boldsymbol{C}_p \boldsymbol{V}(\boldsymbol{T}_i - \boldsymbol{T}_f)$$

Les paramètres utilisés dans cette équation et leurs valeurs spécifiques au Lusitanien sont détaillés dans le Tableau 2 ci-dessous.

Paramètre	Description dans le cadre du projet	Valeur utilisée pour le Lusitanien et unité	
Qexploitable	Quantité de chaleur exploitable du Lusitanien	Grille Q _{exploitable} , (J)	
Rf	Facteur de forme pour un aquifère	0,33	
T _i	Température au toit du Lusitanien	Grille T _{Lusi} (°C)	
Tr	Température supposée de réinjection dans le Lusitanien	25°C	
T _f	Température moyenne estimée en surface du bassin de Paris	10°C	
ρ	Densité moyenne des roches carbonatées estimée entre 2400 et 2800 kg.m ⁻³	2 600 kg.m ⁻³	
C _p	Capacité thermique massique des roches carbonatées estimée entre 850 et 1150 J.kg ⁻¹ .K ⁻¹ (équivalent à J.kg ⁻¹ . °C ⁻¹)	1000 J.kg ⁻¹ . °C ⁻¹	
S	Surface d'une maille de la grille : avec S = 250 m x 250 m	$62\ 500\ m^2$	
Н	Epaisseur du Lusitanien	Grille H _{Lusi} (m)	
V	Volume du Lusitanien = surface d'une maille de la grille (S) x épaisseur du Lusitanien (H)	62 500 x Grille H _{Lusi} (m ³⁾	

Tableau 2 : Description des paramètres utilisés pour le calcul de la « chaleur exploitable » du Lusitanien.

Symbologie des unités : J : Joule ; kg : kilogramme ; m^{3 :} mètre cube ; °C : degrés celcius ; K : kelvin

Parmi les paramètres utilisés pour le calcul de la chaleur exploitable du Lusitanien, deux sont considérés comme invariables. Il s'agit de la densité (ρ) et de la capacité thermique massique (C_p) qui dépendent toutes deux de la nature de la roche. La formation du Lusitanien est considérée ici comme essentiellement constituée de roches carbonatées.

En revanche, la température et l'épaisseur du Lusitanien utilisées pour le calcul de son volume sont considérées comme variables au sein du bassin de Paris. Ces paramètres sont estimés ici en réalisant des grilles carrées de valeurs :

- soit à partir de la numérisation de cartes existantes (partie 4 du rapport) ;
- soit à partir de la modélisation 3D de données de forages profonds (partie 5 du rapport).

Une valeur de température ou d'épaisseur sera ainsi définie pour chaque maille de la grille carrée, d'une surface de 62 500 m² (250 m x 250 m).

La surface de ces mailles carrées étant définie arbitrairement pour chaque modèle, force est de constater, que lorsqu'on l'intègre dans le calcul du volume du Lusitanien (Tableau 2, Annexe 1), elle influe fortement sur le résultat de la quantité de chaleur exploitable de ce dernier.

Ainsi, pour faire abstraction de cette taille de maille arbitraire, nous avons fait le choix dans le cadre de ce projet, de ramener le calcul de la quantité de chaleur exploitable (en gigajoules) à une surface, en ne considérant que l'épaisseur du Lusitanien et non son volume. On obtient alors une quantité de chaleur exploitable en gigajoules par mètre carré (GJ.m⁻²). Cette adaptation, déjà réalisée lors de précédents projets, devrait notamment permettre de comparer la quantité de chaleur exploitable de différents réservoirs comme celui du Trias du Fossé Rhénan (Dezayes *et al.*, 2007).

Au final, le calcul de la quantité de chaleur exploitable du Lusitanien, exprimée en joules (J), répond à l'équation suivante :

$Q_{exploitable} = 0,33 x \left[\frac{(Grille}{(Grille}) \right]$	$\left[(Grille T_{Lusi} - 25) \right]$	$2600 \times 1000 \times Crillo H \qquad (Crillo T = 10)$
	$\overline{(Grille T_{Lusi} - 10)}$	$2000 \times 1000 \times 01 \text{ the } \Pi_{Lusi}(01 \text{ the } \Gamma_{Lusi} = 10)$

Il est réalisé sous ArcGis en combinant les grilles carrées de valeurs d'épaisseur et de température obtenues par krigeage.

3.2. POUR ESTIMER LES BESOINS ÉNERGÉTIQUES

Lors de la rédaction du cahier des charges de ce projet sur le LUSITANIEN, en 2011, nous avons considéré que les besoins énergétiques en matière de chauffage pour le bâtiment pouvaient être directement corrélés avec la densité de population présente sur le bassin de Paris. C'est ce qui a été fait pour estimer les besoins énergétiques à l'échelle du bassin de Paris, en utilisé la carte de densité de population de la métropole représentant le dernier recensement réalisé par l'INSEE, en 2009.

Cependant, au cours de la réalisation de ce projet, une étude plus récente a été réalisée par le BRGM (Bel *el al.,* 2012) dans le cadre de la rédaction du SRCAE de la région Ile-de-France. Cette étude ayant permis notamment d'évaluer la consommation énergétique accessible à la géothermie dans le domaine du bâtiment à l'horizon 2020, nous l'avons utilisé comme estimation sur les besoins énergétiques de la région Ile-de-France.

3.3. POUR ÉVALUER LE POTENTIEL GÉOTHERMIQUE DU LUSITANIEN

Dans le cadre de ce projet, nous avons évalué le potentiel géothermique du Lusitanien en comparant la ressource géothermale disponible en profondeur avec les besoins suggérés par la population en surface.

Les zones présentant un potentiel géothermique favorable ont alors été définies en comparant les cartes de quantité de chaleur exploitable surfacique du Lusitanien réalisées pour le projet avec les cartes : i) de densité de population à l'échelle du bassin de Paris, et ii) de consommation énergétique accessible à la géothermie pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire dans le domaine du bâtiment à l'échelle de la région lle-de-France.

Le potentiel géothermique du Lusitanien est d'autant plus favorable que sa ressource géothermale disponible en profondeur sera bonne et la demande énergétique forte en surface.



Figure 8 : Démarche adoptée pour évaluer le potentiel géothermique du Lusitanien à l'échelle du bassin de Paris et de la région Ile-de-France.

4. Evaluation du potentiel géothermique du Lusitanien à l'échelle du bassin de Paris

4.1. INTRODUCTION

La première phase de ce projet consiste à évaluer le potentiel géothermique du Lusitanien à l'échelle du bassin à partir des données bibliographiques existantes. Elle a pour but de restreindre la zone d'étude à la région dont les conditions seront les plus favorables à la géothermie basse énergie et pour laquelle sera proposée une nouvelle évaluation, à partir des données actualisées des forages profonds (deuxième phase du projet).

Pour identifier cette zone favorable du bassin de Paris, nous avons comparé la ressource géothermale du Lusitanien disponible en profondeur (calcul de sa quantité de « chaleur exploitable »), aux besoins énergétiques supposés des populations en surface, à partir :

- des cartes disponibles dans l'étude du « Potentiel géothermique du bassin de Paris », réalisée par Housse et Maget en 1976 ;
- d'une carte de densité de population du bassin de Paris.

4.2. NUMÉRISATION ET INTERPOLATION DES DONNÉES BIBLIOGRAPHIQUES EXISTANTES

Pour estimer la ressource géothermale disponible du Lusitanien, nous nous sommes basés sur l'étude du « Potentiel géothermique du bassin de Paris » de Housse et Maget, déjà réalisée en 1976. Cette étude, basée essentiellement sur l'analyse des logs fondamentaux et des diagraphies différées des sondages pétroliers disponibles à cette époque, synthétise l'ensemble des caractéristiques géométriques (extension, profondeur. épaisseur), thermiques (température), lithologiques (corrélation des faciès), pétrophysiques (perméabilité, porosité, transmissivité) et hydrochimiques (salinité,..) des principaux réservoirs du bassin de Paris que sont le Trias, le Lias, le Dogger et le Lusitanien. A noter que la plupart des sondages pétroliers avaient pour cibles les réservoirs du Trias et du Dogger. De ce fait, dans le meilleur des cas, le réservoir du Lusitanien sus-jacent n'a été exploré qu'au passage et de façon succincte. Les informations recueillies pour l'élaboration des cartes du Lusitanien issues de l'étude de Housse et Maget (1976) restent donc très sommaires et leur interprétation approximative.

Dans un premier temps, les cartes de profondeur, d'épaisseur et de température du Lusitanien issues de l'étude de Housse *et* Maget (1976) ont été scannées puis géoréférencées sous logiciel ArcGis, en système de coordonnées Lambert 2 étendu. Les courbes d'isovaleurs (isohypses, isobathes et isothermes), les limites de réservoir et le réseau de failles ont ainsi été digitalisés avec un pas de discrétisation de 500 m (Figure 9, Figure 10 et Figure 11).

Une fois numérisées, ces cartes ont ensuite été interpolées à l'aide des logiciels GDM et ArcGis, en utilisant une méthode de krigeage avec variogramme linéaire dans laquelle l'interférence des failles est prise en compte. Les. trois cartes de profondeur, d'épaisseur et de température interpolées et représentées par des grilles de valeurs 2D ont ainsi été obtenues (Figure 12, Figure 13 et Figure 14). Le maillage de ces grilles, c'est-à-dire la surface d'une maille à laquelle est affiliée une valeur, est de 250 m x 250 m. Les dimensions de cette surface sont définies arbitrairement pour adapter raisonnablement l'échelle de travail à la résolution des cartes originales.





BRGM/RP-63244-FR – Rapport final

24



Projet LUSITANIEN – Evaluation du potentiel géothermique du Lusitanien du bassin de Paris



.

25



Projet LUSITANIEN – Evaluation du potentiel géothermique du Lusitanien du bassin de Paris



26

4.3. ESTIMATION DE LA RESSOURCE GEOTHERMALE DU LUSITANIEN DISPONIBLE SOUS LE BASSIN DE PARIS

4.3.1. Cartes de profondeur et d'épaisseur interpolées à partir des cartes bibliographiques existantes

La profondeur et l'épaisseur du Lusitanien du bassin de Paris ont été numérisées et interpolées à partir des cartes disponibles de l'étude du potentiel géothermique du bassin de Paris. Cette étude, réalisée par Housse et Maget, en 1976 est basée sur l'analyse des forages pétroliers existants à cette époque.

La profondeur du toit du Lusitanien, interpolée à partir de cette étude, montre que la morphologie du toit de cette formation suit globalement celle du bassin de Paris. Elle prend, en effet la forme d'un bol évasé, centré à l'est de la région IIe-de-France. Le toit du Lusitanien atteint son maximum au cœur du bassin de Paris avec une valeur de 1 500 m de profondeur, à l'aplomb du département de Seine-et-Marne (Figure 12).



Figure 12 : Carte de la profondeur interpolée des réservoirs du Lusitanien réalisée à partir de la carte de Housse et Maget (1976).

A carte de l'épaisseur « utile » du Lusitanien, interpolée à partir de l'étude de Housse et Maget (1976), ne prend en compte que les faciès considérés comme réservoirs au sein de cette formation carbonatée. Ainsi seuls les lithofaciès poreux et perméables, tels que les calcaires oolithiques ou graveleux, les grès et les sables, ont été retenus. Les calcaires et grès plus ou moins cimentés, tous comme les calcaires oolithiques à ciment crayeux étant considérés poreux mais moyennement à peu perméables.

L'épaisseur « utile » du Lusitanien ne couvre qu'une petite partie de la moitié nord du bassin de Paris. L'épaisseur la plus importante se concentre autour de l'agglomération Meaux, au nord du département de Seine-et-Marne, où elle atteint la valeur non négligeable de 90 m. Cette zone épaisse, de plus de 30 m d'épaisseur, s'étire ensuite vers l'Est jusqu'à Epernay, et vers le sud jusqu'à Fontainebleau. Plus au nord-est, la région de Beauvais se démarque elle aussi avec une épaisseur utile de 30 à 60 m, le long de la faille de Bray.



Figure 13 : Carte de l'épaisseur « utile » interpolée des réservoirs du Lusitanien réalisée à partir de la carte de Housse et Maget (1976).

4.3.2. Carte de température interpolée à partir des cartes bibliographiques existantes

Tout comme les deux cartes précédentes, la carte de température interpolée du toit du Lusitanien du bassin de Paris est issue de l'étude du potentiel géothermique du bassin de Paris (Housse et Maget, 1976). Elle montre une répartition des températures concentrique, calquée sur la profondeur du toit de la formation.

Les températures estimées au toit du Lusitanien varient ainsi de 25°C à 68°C entre la bordure du bassin de Paris et son centre. Les valeurs maximales sont repérées à l'aplomb du département de Seine-et-Marne, au sud-est de la ville de Meaux.



Figure 14 : Carte de la température numérisée interpolée des réservoirs du Lusitanien réalisée à partir de la carte de Housse et Maget (1976).

4.3.3. Calcul de la quantité de chaleur exploitable surfacique du Lusitanien du bassin de Paris

Pour estimer la ressource géothermale disponible du Lusitanien nous avons réalisé une carte de sa quantité de chaleur exploitable par unité de surface (Figure 15). Nous avons vu dans le chapitre 3.1 de ce rapport, que le calcul de la chaleur exploitable du Lusitanien obtenu à partir de la formule de Muffler et Cataldi (1978), dépend essentiellement de deux variables : sa température initiale et son épaisseur. Nous avons donc combiné les grilles de valeur des cartes interpolées d'épaisseur et de température au toit du Lusitanien, réalisées précédemment (Figure 13 et Figure 14), à l'aide du logiciel ArcGis.

Le résultat de cette combinaison montre que la zone où la ressource géothermale du Lusitanien est potentiellement la plus favorable à son utilisation pour la production de chaleur se concentre au **nord du département de Seine-et-Marne (77)**, au niveau de la ville de Meaux. Tout comme la carte d'épaisseur utile du Lusitanien, elle s'étire ensuite vers l'est en direction d'Epernay, et vers le Sud en direction de Fontainebleau (Figure 15).

La quantité de chaleur exploitable surfacique calculée à l'aplomb de Meaux varie entre 2,4 et 2,8 GJ/m². Elle correspond aux caractéristiques géothermales suivantes :

- une épaisseur utile de 75 à 90 m correspondant à l'épaisseur maximale des réservoirs du Lusitanien estimée par Housse et Maget (1976);
- une température estimée au toit de la formation entre 55 et 65°C, sans pour autant atteindre les températures les plus hautes (68°C), situées plus au sud-est.

Vers l'est (Epernay) et vers le sud (Fontainebleau) de Meaux, la quantité de chaleur exploitable surfacique du Lusitanien reste supérieure à 0,8 GJ/m², ce qui traduit :

- une épaisseur utile supérieure à 30 m,
- une température estimée au toit de la formation supérieure à 50°C.

Ces valeurs sont donc à considérer dans le cadre d'une exploitation des réservoirs du Lusitanien pour la production de chaleur directe.



Figure 15 : Carte de la « quantité de chaleur exploitable surfacique » estimée au toit du Lusitanien d'après les cartes de Housse et Maget (1976), à l'échelle du bassin de Paris.

ESTIMATION DES BESOINS ÉNERGÉTIQUES DU BASSIN DE PARIS 4.4.

Pour estimer les besoins énergétiques exprimés en surface nous avons utilisé les données cartographiques disponibles sur le site¹ du Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie (MEDDE). Nous avons ainsi exporté la carte de la densité de population de la métropole recensée en 2009 par l'INSEE² (Figure 16). Elle représente le nombre d'habitants présent par kilomètre carré, rapporté à l'échelle de la commune. Cette carte a ensuite été géoréférencée dans le même système de coordonnées géographiques (Lambert 2 étendu) que les autres cartes réalisées dans ce projet afin de pouvoir être comparée (Figure 17).





© IGN, GeoFLA®, 2010 - France métropolitaine par commune

RÉSULTATS SUR LE POTENTIEL GÉOTHERMIQUE DU LUSITANIEN 4.5. DANS LE BASSIN DE PARIS

Le potentiel géothermique d'un aquifère s'évalue en confrontant la potentialité de la ressource géothermale disponible de cet aquifère en profondeur avec la demande énergétique exprimée par les populations en surface. Ainsi, dans le cadre du potentiel géothermique du Lusitanien à l'échelle du bassin de Paris, nous avons comparé la carte de la quantité de chaleur exploitable des réservoirs du Lusitanien, calculée à partir des données de Housse et Maget (1976) (Figure 15), avec la carte de la densité de population réalisée à partir des données de l'INSEE (2009) (Figure 16).

Figure 16 : Carte de la densité de population recensée sur la métropole en 2009 par l'INSEE (2014).

¹ http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/

² Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques.

Cette comparaison permet de mettre en évidence deux zones favorables :

- La zone favorable de Meaux : centrée sur la ville de Meaux et située dans la partie nord du département de Seine-et-Marne, elle est la zone la plus favorable du bassin de Paris. Elle regroupe les valeurs de quantité de chaleur exploitable surfacique les plus élevées (supérieures à 2,4 GJ/m²), en adéquation avec la tranche de densité de population la plus forte (de l'ordre de 110 à 28 000 habitants/m²). L'épaisseur des réservoirs du Lusitanien atteint dans ce secteur 75 à 90 m pour une température de 55 à un peu plus de 60°C (Figure 15) ;
- La zone favorable de Lagny-Fontainebleau: De direction nord-sud, elle s'étend depuis Lagny jusqu'à Fontainebleau. La quantité de chaleur exploitable surfacique calculée est moins élevée que celle de la zone de Meaux (comprises entre 1,2 et 2 GJ/m²), tout en restant dans la même tranche de forte densité de population (de l'ordre de 110 à 28 000 habitants/m²). L'épaisseur des réservoirs du Lusitanien associée à cette zone varie entre 40 et 60 m pour une température supérieure à 60°C (Figure 15).



Figure 17 : Carte du potentiel géothermique du Lusitanien à l'échelle du bassin de Paris, estimé à partir des données bibliographiques (Housse et Maget, 1976 ; INSEE, 2014).

4.6. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

La carte de potentiel géothermique du Lusitanien établie à l'échelle du bassin de Paris a été réalisée à partir du croisement des données bibliographiques issues i), des cartes d'évaluation de la ressource géothermale du Lusitanien de Housse et Maget (1976), et ii) de la carte de densité de population du bassin de Paris en 2009 (INSEE, 2014). Elle a permis de mettre en évidence deux zones favorables pour la production de chaleur en accord avec la demande énergétique du bassin de Paris :

- la zone de Meaux située au nord du département de Seine-et-Marne ;
- la zone de Lagny-Fontainebleau qui englobe la moitié Ouest du département de Seineet-Marne, le Nord-est du département de l'Essonne, ainsi que les départements de Seine-Saint-Denis et du Val-de-Marne.

L'épaisseur utile du Lusitanien, c'est-à-dire, l'épaisseur des faciès réservoirs considérés comme perméables par Housse et Maget (1976), varie entre 40 et 90 m d'épaisseur dans ces zones, tandis que la température estimée au toit de la formation apparait supérieure à 55°C.

La région lle-de-France, qui regroupe l'ensemble des départements intéressés par ces zones favorables, a donc été retenue pour réaliser un modèle géologique 3D de la formation du Lusitanien. En vue d'actualiser nos connaissances sur le Lusitanien, ce modèle sera construit sur la base d'une acquisition de nouvelles données de forages pétroliers, mais aussi géothermiques.

A ce stade de l'étude, il est important de noter que seules quelques rares informations de débit et de transmissivité du Lusitanien ont été relevées dans les rapports de fin de sondage (Tableau 3), ce qui explique le choix de notre démarche dans ce projet focalisée sur la quantité de chaleur exploitable cet aquifère en la comparant aux besoins énergétiques en surface. Une amélioration de nos connaissances en matière de porosité diagraphique du Lusitanien sera proposée dans le chapitre 6 à travers l'analyse pétrophysique de diagraphies de forages.

Pour ce premier ciblage, les besoins en surface se résument à la densité de population, point qui sera affiné pour la région Ile-de-France, dans le chapitre 5.4.
Projet LUSITANIEN – Evaluation du potentiel géothermique du Lusitanien du bassin de Paris

Type de forage	Nom du Forage	Hauteur des niveaux	Méthode ď'acquisition	Transmissivité par réservoir	Transmissivité totale	Débit	Températures
		R1 =27 m	Test de débit	T1 = 26, 4 Dm			
Dátroliar	Crouy sur	R2 = 6,1 m	Test de débit	T2 = 0,06 Dm	T - 10 5 Dm		
	Ourcq	R3 = 36,4 m	Perméabilité sur échantillon	T3 = 23,3 Dm			
		R1 = 3 m	Test de débit				
GTH	Provins	R2 = 7 m	Test de débit		T = 5 Dm		
		R3 = 17 m	Test de débit				
		R1 = 17,5 m	Perméabilité sur échantillon	T1 = 1,75 Dm			
Pétrolier	Nantouillet	R2 = 8 m	Perméabilité sur échantillon	T2 = 1,2 Dm	T = 7,8 Dm		
		R3 = 25 m	Perméabilité sur échantillon	T3 = 4,75 Dm			
GTH	Orly Gazier (GORY2)	R = 43 m	Test de débit	I	T = 95 Dm	99,5 m³ / h	60,2°C
GTH	Vigneux	R = ± 44 m	Test de débit	ı	T = 1 Dm	8,5 m ³ / h	58,5°C
GTH	Reims- Murigny (GMUR1)	R= 38 m		I	T = 5 Dm	17,3 m ³ /h	40,8°C
GTH	Ris- Orangis	1	-	I	sec		
Ĭ	lvry-sur-	R1 = 30 m				100 à 200	
ц С	Seine (GIV2)	R2 = 45 m	lest de debit	I	T = 25 a 35 Dm	m³/h	52 a 56°C

Tableau 3 : Transmissivité et débits du Lusitanien relevés dans les rapports de fin de sondage.

5. Evaluation du potentiel géothermique du Lusitanien sur la région lle-de-France

5.1. INTRODUCTION

L'évaluation du potentiel géothermique du Lusitanien, réalisée précédemment à l'échelle du bassin de Paris (phase 1 du projet ; partie 5) a montré que la région Ile-de-France présentait la meilleure adéquation entre ressource géothermale et besoins énergétiques.

De ce fait, la région lle-de-France est retenue ici pour réaliser une évaluation plus ciblée du potentiel géothermique du Lusitanien, à partir des données actualisées de forage.

Pour améliorer la carte de potentiel géothermique du Lusitanien du bassin de Paris réalisée précédemment (Partie 4), nous avons estimé la ressource géothermale disponible du Lusitanien (quantité de « chaleur exploitable » du Lusitanien) et les besoins énergétiques en surface à partir des données récentes disponibles.

Ainsi, pour calculer la quantité de chaleur exploitable du Lusitanien sur la région Ile-de-France, nous avons :

- créé une nouvelle base de données sur les caractéristiques géométriques (toit, mur, épaisseur) de la formation du Lusitanien incluant notamment les forages pétroliers déjà étudiés lors de l'étude du potentiel géothermique du bassin de paris de Housse et Maget (1976), mais aussi ceux réalisés *a posteriori*, et sans oublier les forages géothermiques plus récents;
- construit un modèle géologique 3D de la formation du Lusitanien à partir de cette nouvelle base de données sur les forages profonds, actuellement disponible au BRGM et à la DRIEE;
- calculé la température au toit du Lusitanien en extrapolant la grille de température issue du modèle géostatistique 3D du bassin de Paris réalisé récemment par D. Bonté *et al.* (2010) dans le cadre du projet Clastiq1;
- estimé les besoins énergétiques du bâti attendus en surface à partir de l'étude préalable à l'élaboration du schéma de développement de la géothermie en IIe-de-France réalisée par le BRGM (Bel. *et al.*, 2012) dans le cadre du volet Energies Renouvelables du Schémas Régional Climat, Air, Energie (SRCAE). Cette étude, mieux ciblée et plus récente vient remplacer les données de densité de population fournies par l'INSEE (chap.4.4) initialement prévues dans l'offre technique de ce projet.

La démarche adoptée pour construire la base de données sur les forages ainsi que le modèle géologique 3D est détaillée dans l'Annexe 2.

5.2. MODÈLE GÉOLOGIQUE 3D DU LUSITANIEN

Le modèle géologique 3D du Lusitanien a été réalisé à partir de l'interpolation des données géologiques recueillies dans les rapports de fin de sondage de 213 forages pétroliers et 78 forages géothermiques retenus sur la région IIe-de-France (Annexe 4). L'interpolation de ces données à l'aide du logiciel GDM-Multilayer, permet de caractériser et de visualiser la géométrie

en trois dimensions du Lusitanien, d'où le terme de « modèle géologique 3D du Lusitanien ». Elle tient compte des failles de Bray et de Banthelu, considérées ici comme majeures et de fait influentes sur les résultats de la modélisation.

Si le logiciel GDM-Multilayer ne permet pas de visualiser les volumes, il permet en revanche d'éditer des coupes transversales (Figure 18) et des surfaces morphologiques (Figure 19).

Trois surfaces permettant de caractériser la géométrie 3D du Lusitanien ont ainsi été obtenues. Elles représentent la morphologie du toit et du mur (cote NGF) du Lusitanien ainsi que son épaisseur (Figure 20, Figure 21 et Figure 22). Un dégradé de couleur permet de mettre en relief les tranches d'isovaleurs des paramètres estimés (profondeur et épaisseur). L'interprétation de ces résultats sera détaillée dans le sous-chapitre 5.3.1.

Deux coupes transversales NW-SE et NE-SW complémentaires ont aussi été réalisées afin de mettre en évidence l'insertion globale de la formation du Lusitanien au sein de la pile sédimentaire du bassin de Paris et de visualiser son épaisseur. Les formations sus-jacentes et sous-jacentes ne sont pas détaillées (Figure 18).

De manière globale, le modèle géologique 3D du Lusitanien montre que cet aquifère forme un large synclinal asymétrique, moulé sur la morphologie profonde du bassin de Paris, dont la profondeur augmente du nord-ouest vers le sud-est. La faille de Bray marque un approfondissement de son compartiment nord-est pouvant atteindre 700 m de décalage dans la région de Beauvais.



Figure 18 : Coupes NW-SE et NE-SW réalisées à travers le modèle géologique 3D du Lusitanien mettant en évidence l'insertion du Lusitanien au sein de la pile sédimentaire du bassin de Paris.

De la base vers le sommet : Oxfordien s.s (sous-jacent au Lusitanien) en gris ; Lusitanien (Oxfordien moyen et supérieur) en jaune ; Kimméridgien (sus-jacent au Lusitanien) en orange ; formations susjacentes au Kiméridgien en vert militaire.

Surface en dégradé de couleurs (bleu à rouge) : profondeur (cote NGF) de la base (mur) du Lusitanien.



Figure 19 : Surfaces représentant le mur et le toit du Lusitanien à l'aplomb de la région Ile-de-France, modélisées à partir de l'interpolation des données de 291 forages (barres verticales) sous GDM-Multilayers.





BRGM/RP-63244-FR – Rapport final





Figure 21 : Modélisation 3D de la profondeur (cote NGF) du mur de la formation du Lusitanien à l'aplomb de la région IIe-de-France, réalisée à partir des données de 213 forages pétroliers et 78 forages géothermiques, sous logiciel GDM-Multilayers.





BRGM/RP-63244-FR - Rapport final

5.3. ESTIMATION DE LA RESSOURCE GÉOTHERMALE DU LUSITANIEN EN RÉGION ILE-DE-FRANCE

5.3.1. Extraction des cartes de profondeur et d'épaisseur du Lusitanien à partir du modèle géologique 3D

Pour estimer la profondeur du toit et du mur du Lusitanien et en déduire son épaisseur à l'aplomb de la région lle-de-France, nous avons réalisé un modèle géologique 3D de cette formation, à partir des données actualisées de forages profonds (chapitre 2.). De ce modèle géologique sont extraites les cartes d'isohypses et d'isopaques du Lusitanien sous forme de grilles de données à mailles carrées (maillage de 250 m x 250 m). Ces grilles, lisibles sous le logiciel ArcGis, pourront ainsi être combinées afin de calculer la quantité de chaleur exploitable surfacique du Lusitanien, comme décrit dans le chapitre 3.1.

La carte de profondeur du Lusitanien, extraites du modèle géologique 3D, montrent que la cote NGF du toit de cette formation apparait entre -400 m et -1500 m sous la région Ile-de-France, en s'approfondissant du nord-ouest vers le sud-est (Figure 23). Les profondeurs maximales, situées entre -1500 m et -1100 m sont atteintes au niveau des départements de Seine-et-Marne (77), de Seine-Saint-Denis (93) et du Val-de-Marne (95).

La faille de Bray, orientée NW-SE, décale la cote NGF du toit du Lusitanien par un jeu apparent en faille normale dextre induisant un approfondissement du compartiment nord-est. Cet approfondissement se montre d'autant plus important que l'on se rapproche de l'extrémité NW de la faille. Ainsi, un décalage de moins de 100 m au nord de la ville de Lagny peut se transformer en un décalage de près de 300 m au niveau de Creil, ou encore de plus de 600 m au niveau de Beauvais (Figure 23).

La carte isopaque du Lusitanien, extraite du modèle géologique 3D, montre que l'épaisseur de cette formation varie entre 120 et 380 m avec une majorité des valeurs comprise entre 225 et 325 m (Figure 24). L'épaisseur moyenne est d'environ 275 m à l'aplomb de la région Ile-de-France. La plus importante est essentiellement observée aux extrémités Est et Sud de la région où elle atteint plus de 350 m à l'Est du département de Seine-et-Marne (Figure 24). Le département de l'Essonne enregistre quant à lui, des valeurs d'épaisseur inférieures à 150 m, parmi les plus faibles du modèle géologique.

Si la faille de Bray semble avoir une influence sur la répartition des épaisseurs du Lusitanien de part et d'autre de la faille, son impact reste cependant moins marqué que pour la profondeur du toit et du mur du Lusitanien (Figure 23 et Figure 24).

A première vue, les cartes de profondeur (isohypses) et d'épaisseur (isopaque) de la formation du Lusitanien extraites du modèle géologique 3D semblent mettre en avant la moitié Est de la région Ile-de-France comme étant la plus favorable à l'exploration géothermique du Lusitanien. En effet, c'est à l'aplomb des trois départements de Seine-et-Marne, de Seine-Saint-Denis et du Val-de-Marne que se dessinent les zones pour lesquelles le Lusitanien apparait non seulement le plus épais, mais aussi le plus profond et de fait *a priori* le plus chaud.



Figure 23 : Carte de la profondeur du toit du Lusitanien à l'aplomb de la région Ile-de-France, extraite du modèle géologique 3D réalisé à partir des données actualisées de forages profonds.



Figure 24 : Carte de l'épaisseur du Lusitanien à l'aplomb de la région lle-de-France, extraite du modèle géologique 3D réalisé à partir des données actualisées de forages profonds.

5.3.2. Calcul de la température au toit du Lusitanien à partir du modèle géostatistique 3D de température du bassin de Paris

Pour calculer la température au toit du Lusitanien à l'échelle de la région Ile-de-France nous avons utilisé le modèle géostatistique 3D d'interpolation des températures du bassin de Paris utilisé dans le cadre du projet Clastiq1 (Bouchot *et al.,* 2008, Bonté *et al.,* 2010). Les données utilisées sont les températures mesurées en fond de puits (BHT pour Bottom Hole Temperature) corrigées des effets de boue de forage et des données de températures mesurées dans l'aquifère du Dogger au sabot de puits géothermiques.

Un total d'environ 460 puits pétroliers et une centaine de forages géothermiques répartis sur le bassin de Paris ont ainsi été analysés et traités, permettant d'obtenir un gradient géothermique régional d'environ 30°C/km. Ce gradient est utilisé pour modéliser la dérive des données liée au fait que la température augmente avec la profondeur. Ainsi, l'interpolation par krigeage est réalisée sur le résidu entre les températures et la dérive évaluée aux points de données.

Cependant, pour s'affranchir des effets topographiques de surface qui dépendent largement de la taille de la maille à laquelle on représente le MNT, cette dérive a été exprimée comme une fonction de l'altitude (de profondeur par rapport au niveau marin – la cote NGF) et non par rapport à la profondeur par rapport au niveau topographique au droit du point de donnée (Z sol). On obtient alors une dérive s'exprimant en °C par le biais de la formule suivante :

T(z_{NGF})=-33,6* z_{NGF} +16,8

Une fois les résidus interpolés, on reconstruit la température estimée en y ajoutant la dérive au point de donnée. On obtient ainsi une carte de température estimée au toit (cote NGF) de la formation du Lusitanien en région Ile-de-France (Figure 25). Plus de détails sur la démarche peuvent être trouvés dans le rapport final du projet Clastiq2 (Bouchot *et al.,* 2012 ; Bonte *et al.* 2010).

La marge d'erreur sur les températures obtenues est quantifiée par l'écart type de krigeage représenté sur la carte de la Figure 26.

L'analyse globale de cette carte des températures montre que la température estimée au toit de la formation du Lusitanien varie entre 30 et 67°C \pm 7,3°C, du Nord-ouest vers le Sud-est de la région Ile-de-France. A noter que les écarts-types de krigeage asoociés à l'interpolation des données de température au toit du Lusitanien varient ici entre \pm 5,6 et \pm 7,3°C selon la densité et la répartition de ces données sur la région Ile-de-France.

Les départements de Seine-et-Marne et du Val-de-Marne présentent les températures les plus élevées avec des valeurs supérieures à 55°C \pm 7°C. Vient ensuite le département de l'Essonne qui montre des températures de 50 à 60°C \pm 7,2°C, et celui de Seine-Saint-Denis avec une température relativement homogène estimée à 50°C \pm 6,2°C.

Contrairement à la faille de Banthelu, la faille majeure de Bray influe fortement sur la répartition des températures au toit du Lusitanien, à l'aplomb de la région Ile-de-France. En effet, les températures observées à l'Est de la faille de Bray sont globalement plus élevées que celles observées à l'Ouest. Cette influence s'explique en grande partie par l'impact de cette faille sur la cote de profondeur du toit de la formation du Lusitanien dont dépend aussi la carte des températures. On remarque alors qu'il suffit d'un rejet de 150 m pour que la température soit plus élevée de 5°C.



Figure 25 : Carte de la température du Lusitanien estimée au toit du Lusitanien (cote NGF à l'aplomb de la région lle-de-France), extraite du modèle thermique du bassin de Paris réalisé dans le cadre du projet « Clastiq » à partir des données de forages profonds (Bouchot et al., 2008).



Figure 26 : Ecart-type de krigeage sur les températures interpolées au toit (cote NGF) de la formation du Lusitanien.

5.3.3. Estimation de la quantité de chaleur exploitable surfacique du Lusitanien en région lle-de-France

De même que pour le bassin de Paris, la quantité de chaleur exploitable surfacique de la formation du Lusitanien de la région lle-de-France est calculée à partir de la formule générale de Muffler et Cataldi (1978) comme détaillé dans le chapitre 3.1. Elle résulte de la combinaison des cartes de profondeur (Figure 23), d'épaisseur (Figure 24) et de température (Figure 25) du Lusitanien améliorées à partir des données réactualisées des forages profonds (forages pétroliers et géothermiques). Elle s'exprime en gigajoules par mètre carré (GJ/m²).

On constate que la quantité de chaleur exploitable surfacique calculée au toit du Lusitanien, augmente du NW vers le SE de la région Ile-de-France où elle atteint la valeur maximale de 12,8 GJ/m². Ainsi, plus on va vers le SE de la région Ile-de-France, plus la formation du Lusitanien est épaisse et chaude (Figure 24 et Figure 25). Cette tendance apparait fortement contrainte par la répartition des températures estimées au toit du Lusitanien (Figure 25). On note, de plus, que les zones les plus favorables en termes de quantité de chaleur exploitable du Lusitanien sont aussi celles pour lesquelles l'estimation des températures est la plus fiable du modèle (écart-types inférieurs à 6,8°C).

La zone délimitée par les plus fortes valeurs de quantité de chaleur exploitable du Lusitanien (12,8 GJ/m²) est excentrée vers l'Est par rapport à la région IIe-de-France, quasiment en dehors des limites de la région. A l'aplomb des départements de Seine-et-Marne, du Val-de-Marne et de Seine-Saint-Denis, situés à l'Est de la région IIe-de-France et de fait les mieux placés par rapport à la zone favorable, la formation du Lusitanien présente les caractéristiques suivantes :

- une épaisseur totale de 250 à 300 m, incluant tous les types de faciès du Lusitanien, qu'ils soient poreux ou non, perméables ou non ;
- une température supérieure à 50°C± 6,6 pouvant atteindre jusqu'à 65°C± 6,6.



Figure 27 : Carte de la « quantité de chaleur exploitable surfacique » estimée au toit du Lusitanien à partir de la modélisation des données de forages actualisées, à l'échelle de la région ile-de-France.

5.4. ESTIMATION DES BESOINS ÉNERGÉTIQUES EN RÉGION ILE-DE-FRANCE

Dans l'offre technique de ce projet, proposé en décembre 2010, il était initialement prévu d'utiliser une carte de densité de population présente sur la région IIe-de-France pour estimer les besoins énergétiques de cette population.

Or, durant la réalisation de ce projet, un travail de cartographie sur la consommation énergétique de la région IIe-de-France a été réalisé par le BRGM (Bel A. *et al.*, 2012), dans le cadre d'un mandat sur la territorialisation des consommations régionales d'énergie, de l'IAU³ IIe-de-France et d'AIRPARIF⁴. Spécifique au volet d'« efficacité énergétique dans le secteur du bâtiment » du SRCAE⁵, mis en place par la loi sur l'Environnement dite du « Grenelle 2 » en 2010, ce travail nous a paru mieux ciblé et plus récent qu'une estimation uniquement basée sur la densité de population.

De fait, parmi les cartes réalisées, nous avons retenu la carte prédictive des consommations énergétiques accessibles à la géothermie estimée à l'horizon 2020, pour traduire les besoins énergétiques de la région IIe-de-France dans le cadre de ce projet (Figure 28).

On entend par consommation énergétique « accessible » à la géothermie la consommation de toutes les branches hors individuel (collectif, commerces, bureaux, santé et action sociale, sport-culture-loisirs, transports, cafés-hôtels-restaurants, habitat communautaire, enseignement), liée à la combustion de produits pétroliers et/ou de gaz naturel pour le chauffage et pour l'eau chaude sanitaire. Les données de consommation énergétique sont calculées par rapport à la surface du bâtiment et rapportées à l'échelle de la commune. Elles sont exprimées en énergie finale sous un climat normal francilien et transmises en mégawatts heure (MWh).

Les résultats de cette cartographie montre que la consommation énergétique accessible à la géothermie, prédite à l'horizon 2020, est d'autant plus élevée qu'on se rapproche de Paris, où elle dépasse 1 000 MWh dans le 15^{ième} arrondissement. Ainsi, la région parisienne (75) se démarque nettement des autres départements de la région IIe-de-France avec une majorité de communes pour lesquelles la consommation estimée se situe entre 500 et 10 000 MWh (Figure 28).

Au-delà de Paris, trois départements présentent des valeurs de consommation prédictives élevées. Il s'agit des départements de Seine-Saint-Denis (93), du Val-de-Marne (94), et des Hauts-de-Seine (92) pour lesquels la demande en énergie accessible à la géothermie pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire est estimée par commune entre 50 et 500 MWh pour l'horizon 2020.

En dehors de ces départements qui sont aussi parmi les plus peuplés (Figure 16), on peut noter les communes de Meaux, Lagny, Melun et Fontainebleau du département de Seine-et-Marne (77), celles d'Etampes dans l'Essonne (91), de Mantes et Rambouillet dans les Yvelines (78) et celle de Pontoise dans le Val-d'Oise (95) pour lesquelles, ponctuellement, la consommation énergétique attendue à l'horizon 2020 est aussi estimée entre 50 et 500 MWh (Figure 28).

³ Institut d'Aménagement et d'Urbanisme de la région Île-de-France.

⁴ Association de surveillance de la qualité de l'air.

⁵ Schémas Régional du Climat, de l'Air et de l'Energie.



Figure 28 : Carte prédictive de la consommation énergétique accessible à la géothermie (chauffage et eau chaude sanitaire pour le bâtiment) à l'horizon 2020 (d'après Bel et al, 2012).

5.5. RÉSULTATS SUR LE POTENTIEL GÉOTHERMIQUE DU LUSITANIEN EN RÉGION ILE-DE-FRANCE

La superposition de la carte de la quantité de chaleur exploitable surfacique du Lusitanien - calculée à partir des données d'épaisseur du modèle 3D GDM/Multilayer et des données de température issues du modèle thermique de D. Bonté *et al.* (2010) (Figure 27) – avec la carte des consommations énergétiques pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire à l'horizon 2020 (Bel *et al.*, 2012) (Figure 28), montre que la zone favorable en terme de ressource géothermale disponible en profondeur est totalement excentrée vers l'Est par rapport à la demande énergétique exprimée en surface (Figure 29).

Se pose alors la question de la valeur que l'on accorde à la quantité de chaleur exploitable surfacique calculée pour le Lusitanien à partir des données de forage actualisées. En effet, la modélisation de l'épaisseur du Lusitanien a été réalisée à partir des données disponibles dans les rapports de fin de sondage des forages pétroliers et géothermiques. Or ces relevés, n'ont pas permis de faire de distinction claire et valorisable entre les différents faciès du Lusitanien, bien que cela ait été tenté. L'ensemble des faciès a donc été pris en compte dans cette carte d'épaisseur modélisée, contrairement à la carte des épaisseurs interpolées des réservoirs de Housse et Maget (1976).

De fait, nous considérons ici que la carte de la quantité de chaleur exploitable surfacique du Lusitanien calculée pour le bassin de Paris (Figure 15) est plus pertinente que celle issue du modèle géologique (Figure 27) pour évaluer le potentiel géothermique du Lusitanien ciblé sur la région Ile-de-France.

Au final, nous proposons d'évaluer le potentiel géothermique du Lusitanien en région lle-de-France en croisant les données de la quantité de chaleur exploitable du Lusitanien obtenues à partir des cartes de Housse et Maget (1976) (Figure 15) avec celles de la carte des consommations énergétiques prédites pour 2020 sur la région lle-de-France (Figure 28).

Le résultat de ce croisement des données est représenté sur la Figure 30. Deux cibles pour la production et l'utilisation de chaleur géothermique du Lusitanien sont alors mises en évidence :

- La « cible de Meaux » : Centrée sur l'agglomération de Meaux dont la consommation énergétique prédite pour l'horizon de 2020 est estimée entre 100 et 500 MWh. La quantité de chaleur exploitable surfacique calculée est la plus élevée pour le Lusitanien (2,4 à 2,8 GJ/m²). Elle correspond à une épaisseur des faciès réservoirs de plus de 80 m et des températures au toit de la formation de 60 à 65°C.
- La « cible Lagny-Fontainebleau » : Elle forme une bande de direction Nord-Sud entre les communes de Lagny et de Fontainebleau, en passant par Melun. Elle est marquée par une quantité de chaleur exploitable surfacique de 1,2 à 2,0 GJ/m² qui correspond à une épaisseur utile de l'aquifère de 40 à 60 m et une température estimée au toit de la formation entre 55 et 65°C. La consommation énergétique prédite pour nombre de communes situées dans cette bande favorable est estimée entre 100 et 500 MWh (Lagny, Brie-Comte-Robert, Melun, Fontainebleau,...).



Figure 29 : Carte du potentiel géothermique de la formation du Lusitanien à l'échelle de la région lle-de-France réalisée à partir des données actualisées des forages.



Figure 30 : Carte modifiée et retenue du potentiel géothermique de la formation du Lusitanien à l'échelle de la région Ile-de-France réalisée à partir des données bibliographiques actualisées.

5.6. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Dans un premier temps, la carte de potentiel géothermique du Lusitanien en région lle-de-France a été réalisée en croisant i) les données actualisées des forages profonds issues des modélisations (modèles géologique et thermique 3D) et ii) la carte prédictive de consommation énergétique estimée pour 2020 réalisée récemment dans le cadre du SRCAE (Bel *et al.,* 2012).

Cependant, la pertinence de cette carte a été remise en question du fait d'un manque de précision sur le caractère « utile » de l'épaisseur du Lusitanien relevée dans les rapports de fin de sondage. En effet, aucune différenciation entre faciès perméables (épaisseur « utile ») et imperméables (épaisseur non exploitable) n'a pu être effectuée lors du recueil des données. L'épaisseur recueillie pour la modélisation est donc une épaisseur totale moins pertinente que celle estimée à l'époque par Housse et Maget (1976) à partir des corrélations diagraphiques.

A partir de ces considérations et malgré le fait que l'échelle de travail ne soit pas la même, une nouvelle carte du potentiel géothermique du Lusitanien a été réalisée, en croisant : i) la quantité de chaleur exploitable du Lusitanien issue de l'interpolation des cartes de Housse et Maget (1976) et ii) la carte prédictive de consommation énergétique estimée pour 2020 réalisée récemment dans le cadre du SRCAE (Bel *et al.*, 2012).

Au final, deux cibles favorables à l'exploration géothermique du Lusitanien pour la géothermie basse énergie se distinguent :

- la « cible de Meaux » : centrée sur l'agglomération de Meaux,
- La cible « Lagny-Fontainebleau » : forme une bande de direction Nord-Sud entre les communes de Lagny et de Fontainebleau, en passant par Melun.

Toutes deux sont associées à des communes dont la consommation énergétique prédite à l'horizon 2020 est estimée entre 100 et 500 MWh. La ressource géothermale du Lusitanien, disponible à l'aplomb de ces communes, est caractérisée par 40 à 80 m d'épaisseur utile et une température autour de 60°C en moyenne.

A l'issue de ces cartographies du potentiel géothermique du Lusitanien qui se focalisent, en matière de ressource, sur l'évaluation de la chaleur géothermique exploitable, nous proposons de réaliser un traitement des diagraphies afin de tenter d'améliorer nos connaissances sur les qualités aquifères des différents lithofaciès du Lusitanien.

Nous proposons ainsi, dans la partie suivante, de traiter les diagraphies disponibles sur le Lusitanien et valorisables en termes d'analyse pétrophysique, pour en extraire la porosité diagraphique.

6. Analyse pétrophysique du Lusitanien de la région Ile-de-France à partir du traitement de diagraphies de forages

6.1. AVERTISSEMENT

Si l'estimation de la température au toit du Lusitanien et de son épaisseur a permis de mettre en évidence les secteurs les plus favorables à son exploration géothermique, la connaissance de ses caractéristiques pétrophysiques reste essentielle pour déterminer sa capacité d'exploitation. En effet, seules la porosité et la perméabilité des roches permettent de définir leur capacité à contenir et libérer l'eau qu'elles contiennent et donc à estimer des débits d'exploitation de l'aquifère.

La mesure des paramètres porosité et perméabilité des roches est généralement effectuée à partir des échantillons de roche prélevés par carottage et remontés en surface. Cependant, dans le cadre de ce projet, aucun carottage visant le Lusitanien n'a été relevé dans la région Ile-de-France. Cette absence d'échantillonnage s'explique par le manque d'intérêt du Lusitanien pour la recherche d'hydrocarbures dans les années 70 et de l'exploitation géothermique massive du Dogger à partir du début des années 80.

Ainsi, seuls les enregistrements diagraphiques réalisés au sein même des forages sont susceptibles de nous renseigner sur le paramètre porosité. Cette « porosité diagraphique » ou « porosité log » peut être calculée, *a minima*, à partir de la combinaison de trois mesures relevées par diagraphie, à savoir, la radioactivité naturelle (Gamma Ray), la résistivité électrique (Laterolog), et la vitesse de propagation des ondes (log Sonic).

De ce fait, nous avons réalisé un inventaire des diagraphies disponibles sur le Lusitanien dans la région IIe-de-France afin de sélectionner les puits regroupant, *a minima*, ces 3 types de diagraphies en qualité suffisante. Les diagraphies de ces puits ont ensuite traitées et valorisées en termes d'analyse pétrophysique afin d'obtenir la porosité log. Ce traitement diagraphique a été réalisé en sous-traitance par Geogreen.

6.2. INVENTAIRE DES DIAGRAPHIES DISPONIBLES

Un inventaire des diagraphies, ciblé sur la formation du Lusitanien, a été réalisé en parallèle à l'acquisition des données sur la géométrie du Lusitanien. Les diagraphies de 425 puits ont ainsi été recensées et reportées dans deux tableaux Excel, l'un concernant les 318 puits pétroliers (Annexe 6) et l'autre les 107 puits géothermiques (Annexe 7) analysés sur la région Ile-de-France. Chacune des lignes de ces tableaux correspond à un puits et chaque colonne à un outil diagraphique différent. Un extrait de ces tableaux est présenté sur la Figure 31.

L'usage, dans les rapports de fin de sondage, étant de nommer les outils par des acronymes ou des abréviations, un lexique précisant l'outil correspondant au paramètre mesuré a été édifié (Annexe 8).

Index BEPH	Nom du puits	SPIE	Acoustique + Résistivité + GammaRay	ACOUSTIQUE	ARRAY	BHC	Ъ	LSS	SL	SISMO	SONIC	CALIPER	BGT	Diamétreur /CAL	DENSITE	ē	DENS	FDC	ğ	INDUCTION
14-1880	ACHERES 1	0	0	0								0			0					0
14-3886	AMBREVILLE 1	1	1	1		1						1		1	0					0
14-4403	ARDENAY	0	0	1		1						1	1		0					0
14-3362	ARSY 1	1	0	1					1			1		1	1		1			0
14-1591	AUFFERVILLE	0	0	1			1					0			0					0
14-4221	AUVERNAUX	0	1	1		1						1		1	0					0
14-1011	BANTHELU	0	0	0								1		1	0					0
14-3996	BARBEAU	0	0	2		1					1	0			0					0
14-4067	BARBEAU	0	0	0								1		1	1				1	1
14-3656	BAULNE EN BRIE 1	1	0	2		1				1		0			1				1	1
14-1619	BEAUMONT	0	0	1							1	0			0					0
14-3310	BEAUMONT 101	0	0	0								0			0					0
14-4208	BECHEVRET	0	1	1		1						0			0					1
14-4386	BECHEVRET	0	0	0								0			0					0
14-4021	BERTHUIS	0	0	1		1						1		1	0					1
14-3850	BISSEAUX	0	0	1		1						0			0					1
14-4379	BOIGNY	0	0	0								0			0					0
14-4073	BOIS-BRULE	0	1	1		1						0			0					0
14-1122	BOUCHY-LE-REPOS	0	0	0								1		1	0					0
14-3917	BOULAY	0	0	1		1						1		1	0					1
14-3976	BOULINIERE	0	0	2		1					1	1		1	0					1
14-4274	BOURNEVILLE	0	0	1		1						0			0					1
14-3737	BREMONDERIE 1	1	0	1		1						0			1				1	1
14-4445	BRETIGNY	0	1	1		1						0			0					1
14-3960	BREVIANDE	0	0	0								0			0					0
14-4267	BRIE	0	0	1		1						0			0					2
14-4251	BRUYERES-SUR-FERE	0	1	1		1						1		1	0					0

Figure 31 : Extrait du recensement des diagraphies réalisées sur la formation du Lusitanien pour chacun des 318 puits pétroliers analysés de la région IIe-de-France.

Les cellules surlignées en jaune et comportant le chiffre « 1 » dans la quatrième colonne du tableau marquent les forages sélectionnés pour l'analyse pétrophysique. Ils regroupent, a minima, les trois types de diagraphies Acoustique, Résistivité et Gamma Ray.

Voir Annexe 6 et Annexe 7 pour les tableaux complets.

6.3. SÉLECTION DES FORAGES VALORISABLES EN TERMES DE DIAGRAPHIES POUR ANALYSE PÉTROPHYSIQUE

A partir du traitement des diagraphies de forage il est possible d'obtenir, dans certaines conditions, un log pétrophysique des formations traversées. Ce traitement, confié ici en soustraitance au bureau d'étude Geogreen, a consisté notamment à combiner certaines diagraphies afin d'obtenir des valeurs de « porosité log » sur l'ensemble de la colonne lithologique du Lusitanien. Pour ce faire, la présence *a minima* des diagraphies Gamma-Ray pour la radioactivité naturelle, Acoustique ou Log Sonic pour la vitesses des ondes, et Laterolog pour la résistivité, s'avère être indispensable.

Ainsi, parmi les 425 forages inventoriés en termes de diagraphies disponibles sur le Lusitanien, seuls 49 d'entre eux comportant ces 3 types de diagraphie se sont avérés valorisables (Figure 37).(Figure 31). Les données de chacun de ces forages ont alors été regroupées par le BRGM afin que Geogreen puisse établir un devis d'estimation pour chacun d'entre eux en tenant

compte de la qualité des diagraphies disponibles (bonne, moyenne, faible) mais aussi des étapes nécessaires à leur valorisation. En effet, une diagraphie sous format papier doit être préalablement vectorisée puis harmonisée avant de pouvoir être combinée pour analyse pétrophysique. De ce fait, le coût et le travail nécessaires à sa transformation sont plus élevés que pour une diagraphie déjà harmonisée.

49 dossiers de forages sélectionnés par le BRGM ont donc été fournis à Geogreen pour évaluer la qualité des données et estimer le coût des opérations, sachant que :

- 27 forages pétroliers avaient déjà été vectorisés et harmonisés par l'entreprise SPIE -Oil and Gas ;
- 22 forages devaient être vectorisés et harmonisés avant traitement pour analyse pétrophysique, faisant un total de 13 à 14 km d'épaisseur verticale de Lusitanien à digitaliser, parmi lesquels :
 - 21 forages pétroliers ;
 - 1 forage géothermique.

Chaque dossier de forage comporte les documents suivants :

- un rapport de fin de sondage (RFS) sous format .pdf ;
- un log fondamental (LFO) sous format .tif ;
- les diagraphies (DIAG) sous format .tif ;
- les fichiers des données diagraphiques déjà vectorisées et harmonisées par SPIE Oil and Gas (Log composites), en image .pdf et en version numérique sous format .las ;
- les fichiers disponibles des données de déviation des puits en version numérique sous format .las.

Au final, et au vu des éléments fournis en retour par Geogreen dans son devis d'estimation, 32 forages ont été retenus pour le traitement diagraphique en logs pétrophysiques, dont un seul géothermique (Tableau 4). En effet, l'analyse des diagraphies des 107 puits géothermiques recensés précédemment sur la région Ile-de-France (chapitre 6.2) a montré qu'elles sont moins complètes que celles des forages pétroliers. Leur traitement diagraphique en vue d'obtenir des logs pétrophysiques ciblés sur le Lusitanien s'est donc avéré impossible.

La quasi-totalité des forages géothermiques étant situés dans les départements du Val-de-Marne et de Seine-Saint-Denis (Figure 36), force est de constater que les départements les plus sensibles au risque de surexploitation du Dogger ne peuvent être renseignés sur le Lusitanien que par les données pétrophysiques d'un seul forage : le puits géothermique de Vigneux-sur-Seine 1 (Figure 32).

L'analyse pétrophysique de ces forages a permis de calculer la porosité diagraphique (porosité log) sur l'ensemble de l'aquifère du Lusitanien avec une marge de 10 m au-dessus de son toit et de 10 m en dessous de son mur.

Type de forage	ID	Nom	Abréviation	Coordonnées (Lambert 2 étendu)				
profond				X_L2E	Y_L2E			
pétrolier	14-3886	AMBREVILLE 101	ABE 101	638 915	2 344 613			
pétrolier	14-4221	AUVERNAUX 101D	AUV 101D	610 294	2 392 574			
pétrolier	14-4073	BOIS-BRULE 1D	BBL 1D	617 699	2 395 162			
pétrolier	14-4445	BRETIGNY 1D	BRT 1D	598 288	2 401 997			
pétrolier	14-3930	CERNEUX X20	CER X20	667 454	2 418 009			
pétrolier	14-4032	CHAUCONIN 1	CAN 1	633 958	2 441 758			
pétrolier	14-3952	CHEROY 101	CHR 101	650 350	2 354 959			
pétrolier	14-4448	CHEVRELOUP 1D	CVP 1D	582 805	2 425 079			
pétrolier	14-4357	CLOS-FONTAINE 1	CLF 1	648 825	2 400 497			
pétrolier	14-4461	D'HUISON 1D	DHU 1D	600 807	2 383 995			
pétrolier	14-4116	EGRENAY 1D	EGR 1D	618 198	2 404 228			
pétrolier	14-4273	ESTOUY 1	EST 1	600 563	2 353 174			
pétrolier	14-4146	ETRECHY 1D	ETY 1D	587 896	2 384 586			
pétrolier	14-3897	IVERNY 1	IVY 1	645 170	2 397 843			
pétrolier	14-4415	LA FILLOLIERE 1	LFI 1	577 242	2 408 387			
pétrolier	14-3969	LA FOLIE DE PARIS 1	LFP 1	692 759	2 405 965			
pétrolier	14-4375	LA VIGNOTTE 1	LVI 1	649 112	2 415 161			
pétrolier	14-4431	LIMOSIN 1D	LMS 1D	653 008	2 420 901			
pétrolier	14-4345	L'ORME 1D	ORM 1D	564 468	2 427 040			
pétrolier	14-3786	MALNOUE 1	MLN 1	662 036	2 418 988			
pétrolier	14-4060	MONTREUIL-AUX-LIONS 1	MLT 1	664 322	2 448 942			
pétrolier	14-3747	PANNES 1	PAS 1	622 799	2 335 877			
pétrolier	14-4195	PRE VERSON 1D	PRN 1D	632 409	2 431 575			
pétrolier	14-4179	SAINT GERMAIN LA POTERIE 1	SGT 1	574 601	2 493 845			
pétrolier	14-4233	SAINT-MARTIN-EN-BIERES 1D	SMT 1D	617 506	2 383 309			
pétrolier	14-4017	VERT-LE-GRAND 1	VLG 1	600 440	2 396 628			
pétrolier	14-4393	VERT-LE-GRAND 10D	VLG 10D	600 581	2 396 598			
pétrolier	14-4205	VERT-LE-GRAND 5D	VLG 5D	600 533	2 396 579			
pétrolier	14-4231	VERT-LE-GRAND 6D	VLG 6D	603 961	2 398 683			
pétrolier	14-4365	VERT-LE-GRAND 9D	VLG 9D	600 778	2 398 389			
pétrolier	14-4086	VERT-LE-PETIT 1D	VLP 1D	601 696	2 394 167			
géothermique	GVS 1	VIGNEUX-SUR-SEINE 1	GVS 1	605 668	2 413 342			

Tableau 4 : Forages sélectionnés pour le traitement des diagraphies en logs pétrophysiques ciblés sur leLusitanien de la région Ile-de-France.



Figure 32 : Répartition des forages retenus pour le traitement des diagraphies en logs pétrophysiques ciblés sur le Lusitanien de la région Ile-de-France.

6.4. TRAITEMENT ET INTERPRÉTATION PÉTROPHYSIQUE DES DIAGRAPHIES

6.4.1. Démarche adoptée pour le traitement et l'interprétation des diagraphies en logs pétrophysiques

Le logigramme d'exécution ci-dessous montre la démarche adoptée pour le traitement et l'interprétation des diagraphies de l'ensemble des 32 puits de l'étude :



Figure 33 : Logigramme d'exécution du traitement et de l'interprétation de chaque puits réalisé en soustraitance par Géogreen.

Ainsi, les résultats pour chaque puits sont présentés selon le même enchainement :

- « Quick look » : description des tendances principales des courbes brutes (différentiation bancs indurés / bancs argileux). Rapprochement avec le fichier Excel initial de « confiance », description des éléments pouvant perturber l'inversion ELAN® (caves, mudcakes, autres...) mentionnés dans le RFS et visibles sur les courbes brutes ;
- inversion ELAN® : calcul de la porosité et de la lithologie à partir des courbes diagraphiques ;
- calcul de la porosité Sonic selon la formule de Wyllie. Cette diagraphie étant présente dans tous les puits à l'exception des puits Auvernaux 101D (AUV 101D) et Vert-Le-Grand 5D (VLG 5D), elle permet une interprétation cohérente sur l'ensemble des puits de l'étude ;
- contrôle qualité des calculs de porosité par comparaison entre les résultats issus de la formule de Wyllie et l'inversion ELAN®;
- log composite : courbes brutes mises en parallèle avec les courbes résultant de l'inversion ELAN®;
- interprétation du log en réservoirs selon la nomenclature de l'étude de 1976.

Pour chacun des puits, le choix des minéraux a été guidé par l'interprétation des cuttings et carottes le cas échéant, résumées sur le log fondamental (LFO) et/ou dans le rapport de fin de sondage (RFS).

N'ayant aucune précision sur la nature des argiles il a été fait le choix de sélectionner deux argiles classiques du bassin de Paris, l'Illite et la Montmorillonite. La montmorillonite, de la famille des smectites ou argiles gonflantes est généralement calcique. Elle se forme dans les sols mal drainés plutôt alcalins. Les feuillets de smectites peuvent s'intercaler régulièrement ou irrégulièrement avec d'autres feuillets argileux, souvent illitiques. L'ensemble forme des argiles interstratifiées. Les minéraux néoformés ou hérités peuvent évoluer pour prendre un nouveau statut physico-chimique en équilibre avec le nouveau milieu. On distingue les transformations par dégradation (soustraction d'ions) et par aggradation (par fixation d'ions supplémentaires). Ces transformations ont lieu aussi bien au cours de l'altération que de la diagénèse. Ces transformations sont favorisées par certaines conditions climatiques.

Durant le Lusitanien, le climat est chaud et humide. En climat tempéré, humide, l'altération est modérée, il apparaît des interstratifications, des illites et chlorites dégradées, de la vermiculite (<u>http://www.u-picardie.fr/beauchamp/mst/argiles.htm</u>).

L'étude comportant un grand nombre de puits déviés, à chaque fois qu'une cote est donnée il a été précisé si celle-ci est une cote MD ou absolue (référence niveau de la mer). Afin de raisonner sur l'épaisseur vraie (épaisseur verticale), pour l'ensemble des intervalles sont mentionnées les cotes foreur (MD) et entre parenthèse les cotes niveau mer.

Exemple (cote du Séquanien dans le puits ABE 1) : de 1044 m à 1155 m MD (de -926,20 m à - 1037,20 m).

6.4.2. Courbes diagraphiques utilisées dans le traitement

Ci-dessous les différentes courbes diagraphiques disponibles dans les puits de l'étude ainsi qu'un bref résumé de leurs caractéristiques.

La radioactivité Gamma Ray (GR)

Le Gamma Ray est une mesure de la radioactivité naturelle des formations géologiques. Cette mesure permet de mettre en évidence les bancs réservoirs (grès ou calcaire) et de calculer le volume d'argile présent dans la formation. La radioactivité est exprimée en unités A.P.I. (American Petroleum Institute). Cette diagraphie peut être enregistrée en trou ouvert ou tubé, vide ou rempli de n'importe quel type de fluide.

Le log Sonic (DT)

Le log Sonic est basé sur l'étude de la propagation des ondes acoustiques de compression (VP). Cette mesure diagraphique traduit le temps de transit ΔT entre deux récepteurs d'ondes longitudinales envoyées dans la formation, elle représente donc l'inverse de la vitesse de propagation de l'onde. Ce ΔT est exprimé en microseconde par pied (µs/ft). Comme le GR, le log Sonic va permettre l'identification des bancs argileux et des bancs réservoirs. La vitesse de propagation des ondes acoustiques de compression étant plus importante dans les milieux indurés que dans les argiles pouvant contenir des couches d'air entre les feuillets le log Sonic enregistrera des valeurs de ΔT plus fortes dans les argiles que dans les couches réservoirs.

A partir de la formule de Wyllie ce log permet d'estimer la porosité d'une formation :

$$\phi = \frac{\Delta t - \Delta t_{ma}}{\Delta t_f - \Delta t_{ma}} \times \frac{1}{B_{cp}} \quad \text{sachant que} \qquad B_{cp} = \max\left(1, \frac{\Delta t_{shale}}{100}\right)$$

et avec :

φ = porosité

 Δt = le temps de transit (lecture du Sonic)

 Δt_{ma} = le temps de transit dans la matrice

 Δt_f = le temps de transit dans le fluide

 B_{cp} = Facteur de compaction

 Δt_{shale} = temps de transit dans les argiles

Dans ce projet la matrice est calcaire et le fluide en place est de l'eau. Les valeurs utilisées lors du calcul de porosité sont :

 $\Delta t_{ma} = 47,9 \ \mu s/ft$ $\Delta t_f = 189 \ \mu s/ft$

Le Neutron (NPHI)

NPHI signifie Neutron Porosity Hydrogen Index. Il représente l'indice d'hydrogène dans la formation calculé à partir d'un bombardement de neutrons qui vont entrer en collision avec les atomes d'hydrogène, de même masse, présents dans la formation. Ce ralentissement se traduit par une perte d'énergie pour atteindre un niveau d'énergie thermique (ou épithermique). La quantité d'hydrogène (ou indice d'hydrogène) représente le rapport des comptes de neutrons thermiques (ou épithermiques) ayant atteint les deux détecteurs de l'outil. La présence d'argile, pouvant contenir beaucoup d'eau va avoir tendance à augmenter la valeur du Neutron mesuré. A l'inverse l'air, et le gaz, qui ont un index d'hydrogène faible vont avoir tendance à faire baisser la valeur du Neutron.

Les résistivités

Les résistivités sont utilisées pour détecter les zones imperméables et perméables, la présence d'hydrocarbures, déterminer la résistivité de l'eau de formation (Rw) ainsi que la saturation en eau et en hydrocarbures (Sw ; Shc = 1-Sw).

Les outils utilisés pour les mesures de résistivité sont des laterologs. Dans les puits de l'étude les laterologs suivants sont parfois présents :

- DLT = Dual Laterolog :
 - LLD = Laterolog Deep : renseigne sur la zone vierge et donne la résistivité totale (Rt) ;
 - LLS = Laterolog Shallow : renseigne sur la zone intermédiaire (Rm).
- MSFL = Micro-Spherically Focused Log : renseigne sur la zone lavée (Rxo)

Les mesures de résistivité sont très sensibles à la présence de cavité (déflection du diamétreur ou Caliper), et sont influencées par la porosité, l'argilosité et la salinité. Les laterologs sont utilisés dans des forages à boue salée.

Pour des boues peu salées ou à huile la résistivité est mesurée à partir d'outils d'induction :

- ILD = Induction Log Deep, renseigne sur la zone vierge et donne la résistivité totale (Rt);
- ILM = Induction Log Medium : renseigne sur la zone intermédiaire (Rm) ;
- SFLU = Spherically Focused Log Uncorrected : renseigne sur la zone lavée (Rxo).

La polarisation spontanée (SP)

Cette mesure est basée sur une différence de potentiel entre une électrode située dans le puits et une électrode de référence en surface. Cette différence de potentiel est fonction de la salinité de la boue de forage et de l'eau de formation. La présence d'argile et d'hydrocarbures peut atténuer la réponse de la SP. L'unité de mesure est le millivolt (mV).

Ce log est principalement utilisé pour des limites de couches géologiques, détecter les niveaux perméables et évaluer la salinité de l'eau de formation (Rw).

Le diamètre du trou – Caliper (CALI)

Le Caliper (diamétreur), qui mesure le diamètre du trou, est le log de contrôle qualité des logs. C'est l'outil qui va permettre de déterminer la présence de cavité. Avec le Caliper il est également possible de détecter la présence de mudcake ou résidu de boue de forage resté collé sur la paroi du trou. Le diamètre du trou est donné en inches (in).

Sur l'ensemble des puits de l'étude, le Caliper lorsqu'il a été enregistré, peut montrer un écart en comparaison du diamètre de l'outil de la phase de forage considérée. Aucun élément pouvant engendrer un besoin de correction des diagraphies enregistrées du à une trop grande déviation du Caliper n'a été constaté sur l'ensemble des puits, qu'ils soient droits ou déviés, à l'exception du puits Malnoue 1 (MLN 1) En effet, les écarts du Caliper constatés (entre 0,5 et 1,5 pouces, avec parfois des caves de plus grande ampleur) sont essentiellement corrélables aux formations traversées. Il s'agit donc d'une variation de diamètre principalement liée aux terrains qui peut être due soit à la boue (effet hydraulique, effet rhéologique ou réaction chimique entre boue et terrain), soit à un simple phénomène de décompression de la zone perturbée par le forage. On observe d'ailleurs un "lissage" important de certaines parties des Calipers ce qui tendrait à confirmer la boue (empâtage) comme raison principale. Les variations de diamètres observées sont dans la gamme normale (variations faibles, pas d'anomalie, quelques caves).

6.5. CONTRÔLE QUALITÉ DU TRAITEMENT DIAGRAPHIQUE ET DES RÉSULTATS OBTENUS

L'étape 1 du projet consistait à sélectionner les puits exploitables. Les critères retenus pour la sélection étaient :

- type d'analyse possible : lithologie ou porosité (suivant le nombre de logs) ;
- qualité attendue des travaux (tenant compte du nombre de logs, de leur qualité) sur une échelle de 1 à 3 ;
- degré de confiance sur une échelle de 1 à 3 ;
- exploitabilité (somme des deux critères précédents) ;
- emplacement géographique.

Suite à l'étape 2 ont été ajoutés dans les rapports de puits :

- un indice de qualité de l'interprétation de la porosité ;
- un indice de qualité de l'interprétation de la lithologie ;
- un indice de confiance du découpage en réservoir suivant la logique de l'étude de 1976.

Le Tableau 5 reprend :

- la qualité attendue des travaux (déterminée dans l'Etape 1) ;
- la qualité effective des travaux (fonction de la qualité de l'interprétation de la porosité et de la qualité de l'interprétation de la lithologie);
- l'indice de confiance de l'interprétation en réservoir ;
- les travaux effectués sur chacun des puits.

			Qualité	Qualité	Indice de confiance	Travaux effectués		tués	
ID	Nom	Abréviation	attendue	effective des	interprétation des		Lithologie	Lithologie	Commentaire
			des travaux	travaux	réservoirs	Porosite	complète	simplifiée	
14-3886	AMBREVILLE 101	ABE 101	3	1	1	х	х		Ecart constant du Caliper par rapport à la BS.
14-4221	AUVERNAUX 101D	AUV 101D	2	2	1	х		x	Problème de Sonic. Porosité issue d'ELAN mais présence de NPHI.
14-4073	BOIS-BRULE 1D	BBL 1D	2	1	1	х		Х	Absence du quartz.
14-4445	BRETIGNY 1D	BRT 1D	2	1	1	х		Х	Sonic et GR seulement dans Lusitanien.
14-3930	CERNEUX X20	CER X20	3	2	3	х	х	Х	
14-4032	CHAUCONIN 1	CAN 1	2	2	3	х	х	Х	
14-3952	CHEROY 101	CHR 101	2	1	3	х	x	x	Ecart constant du Caliper par rapport à la BS.
14-4448	CHEVRELOUP 1D	CVP 1D	2	2	2	х		Х	
14-4357	CLOS-FONTAINE 1	CLF 1	2	2	2	х		х	Ecart constant du Caliper par rapport à la BS.
14-4461	D'HUISON 1D	DHU 1D	2	1	1	х	х	Х	
14-4116	EGRENAY 1D	EGR 1D	2	1	2	х		х	Absence du quartz.
14-4273	ESTOUY 1	EST 1	2	2	2	х		Х	Absence du quartz.
14-4146	ETRECHY 1D	ETY 1D	2	1	2	х		Х	DT erroné sur une partie du Lusitanien.
14-3897	IVERNY 1	IVY 1	2	2	2	х	x		Ecart constant du Caliper par rapport à la BS.
14-4415	LA FILLOLIERE 1	LFI 1	2	2	1	х		Х	
14-3969	LA FOLIE DE PARIS 1	LFP 1	1	1	1	х	Х	Х	
14-4375	LA VIGNOTTE 1	LVI 1	2	2	3	х	х		
14-4431	LIMOSIN 1D	LMS 1D	2	2	2	х		Х	Absence du quartz.
14-4345	L'ORME 1D	ORM 1D	2	1	1	х	х	Х	
14-3786	MALNOUE 1	MLN 1	2	2	3	х	х		L'effet des cavités étant vraiment très important l'effet de trou a dû être corrigé.
14-4060	MONTREUIL-AUX-LIONS 1	MLT 1	2	1	2	х		х	Sonic et GR seulement dans Lusitanien.
14-3747	PANNES 1	PAS 1	2	1	1	х		х	NPHI/RHOB/GR présents seulement au top et à la base du Lusitanien.
14-4195	PRE VERSON 1D	PRN 1D	2	1	2	х		Х	Seulement Sonic et GR dans Lusitanien.
14-4179	SAINT GERMAIN LA POTERIE 1	SGT 1	3	1	3	х	х	Х	
14-4233	SAINT-MARTIN-EN-BIERES 1D	SMT 1D	2	2	1	х		Х	Absence du quartz.
14-4017	VERT-LE-GRAND 1	VLG 1	2	2	1	Х	Х		
14-4393	VERT-LE-GRAND 10D	VLG 10D	2	2	1	х		Х	Absence du quartz.
14-4205	VERT-LE-GRAND 5D	VLG 5D	3	3	1	Х	Х		Problème de Sonic.
14-4231	VERT-LE-GRAND 6D	VLG 6D	3	1	1	Х	Х		
14-4365	VERT-LE-GRAND 9D	VLG 9D	2	2	1	Х	Х		
14-4086	VERT-LE-PETIT 1D	VLT 1D	2	2	1	Х	Х		
GVS 1	VIGNEUX-SUR-SEINE 1	GVS 1	3	2	3	Х	х		

Tableau 5 : Récapitulatif des travaux effectués à partir du traitement des diagraphies et contrôle qualité de ces travaux pour chaque puits.

6.6. RÉSULTATS SUR LA POROSITÉ DIAGRAPHIQUE DU LUSITANIEN

6.6.1. Valeurs et types de porosités diagraphiques obtenues

Les valeurs de porosités diagraphiques obtenues à partir de l'analyse pétrophysique des diagraphies des 32 forages valorisés (dont 31 pétroliers et 1 géothermique) sont détaillées dans le Tableau 6. Les porosités moyennes calculées pour le Lusitanien de ces puits varient entre 4 et 17% pour une gamme de valeurs allant de 0% (porosité nulle) à 32% (porosité maximale relevée).

Pour l'ensemble des puits la porosité a été calculée à partir de la diagraphie Sonic, *via* la formule de Wyllie (à l'exception des puits Auvernaux 101 et Vert-Le-Grand 5D dépourvus de Sonic), et par le calcul ELAN® en fonction des courbes disponibles. Ce double calcul a été réalisé afin de vérifier que la porosité Sonic était supérieure à la porosité issue de l'inversion ELAN®, cette dernière retranchant à la porosité calculée l'eau liée aux argiles. Lorsque ce n'était pas le cas, c'est-à-dire lorsque le résultat du calcul ELAN, en termes de porosité était considéré comme insatisfaisant, nous avons recommandé que la porosité issue de la formule de Wyllie soit utilisée comme porosité de référence pour le puits considéré.

Dans cette étude les porosités sont ainsi réparties de la façon suivante (Tableau 6) :

- Porosité ELAN® : 29 puits ;
- Porosité Sonic (Wyllie) : 3 puits (Brétigny 1D, Montreuil-Aux-Lions 1, Pannes 1).

Nom du forage	Abréviation	Porosité diagraphique min. (%)	Porosité diagraphique max. (%)	Porosité diagraphique moy. (%)	Type de calcul
AMBREVILLE 101	ABE 101	0	18	6	ELAN
AUVERNAUX 101D	AUV 101D	0	19	10	ELAN
BOIS-BRULE 1D	BBL 1D	0	19	9	ELAN
BRETIGNY 1D	BRT 1D	3	32	17	SONIC (Wyllie)
CERNEUX X20	CER X20	0	24	10	ELAN
CHAUCONIN 1	CAN 1	3	22	12	ELAN
CHEROY 101	CHR 101	0	20	7	ELAN
CHEVRELOUP 1D	CVP 1D	0	30	12	ELAN
CLOS-FONTAINE 1	CLF 1	4	25	11	ELAN
D'HUISON 1D	DHU 1D	3	19	10	ELAN
EGRENAY 1D	EGR 1D	4	26	13	ELAN
ESTOUY 1	EST 1	1	22	10	ELAN
ETRECHY 1D	ETY 1D	0	28	9	ELAN
IVERNY 1	IVY 1	1	21	8	ELAN
LA FILLOLIERE 1	LFI 1	2	30	15	ELAN
LA FOLIE DE PARIS 1	LFP 1	0	16	6	ELAN
LA VIGNOTTE 1	LVI 1	4	18	10	ELAN
LIMOSIN 1D	LMS 1D	4	17	9	ELAN
L'ORME 1D	ORM 1D	0	28	10	ELAN
MALNOUE 1	MLN 1	0	22	9	ELAN
MONTREUIL-AUX-LIONS 1	MLT 1	3	20	8	SONIC (Wyllie)
PANNES 1	PAS 1	3	31	12	SONIC (Wyllie)
PRE VERSON 1D	PRN 1D	0	19	6	6 ELAN
SAINT GERMAIN LA POTERIE 1	SGT 1	2	32	15	ELAN
SAINT-MARTIN-EN-BIERES 1D	SMT 1D	0	18	9	ELAN
VERT-LE-GRAND 1	VLG 1	1	22	9	ELAN
VERT-LE-GRAND 10D	VLG 10D	1	13	7	ELAN
VERT-LE-GRAND 5D	VLG 5D	0	19	4	ELAN
VERT-LE-GRAND 6D	VLG 6D	2	22	9	ELAN
VERT-LE-GRAND 9D	VLG 9D	0	13	6	ELAN
VERT-LE-PETIT 1D	VLP 1D	0	28	12	ELAN
VIGNEUX-SUR-SEINE 1	GVS 1	3	25	10	ELAN

Tableau 6 : Porosités diagraphiques obtenues à partir de l'analyse pétrophysique des diagraphies des 32forages valorisés (dont 31 pétroliers et 1 géothermique). Type de calcul associé.

Lorsque les diagraphies étaient en faible quantité, le calcul ELAN® a été difficile à contraindre en termes de minéralogie dans les zones marneuses ou présentant de nombreuses alternances de bancs calcaires et argileux.

En 1985, dans le cadre d'un programme de recherche de l'Institut Mixte de Recherche Géothermique du BRGM, Bouniol a mis en évidence que les fortes valeurs de porosité du Lusitanien étaient liées majoritairement à de la microporosité.

L'étude réalisée par Geogreen n'étant basée que sur les diagraphies, il n'est pas possible de définir si la porosité calculée est une microporosité ou une macroporosité. En revanche, en comparant les résultats obtenus par Geogreen avec les résultats de la thèse de Bouniol (1985), il s'est avéré que les porosités moyennes calculées par Geogreen sont dans le même ordre de grandeur que les microporosités de Bouniol.

Un autre argument joue en faveur de cette hypothèse. Dans les travaux de Housse et Maget (1976) et de Maget (1981) la région sud de Paris avait été définie comme peu favorable. Le forage de Provins, réalisé en 1982, a donné de mauvais essais de production (essai sec) et une porosité carotte faible, à dominante de microporosité, dans le Lusitanien.

Pour étayer nos propos, nous donnons ci-dessous un exemple, celui du puits géothermique de Vigneux-sur-Seine 1 (Tableau 7) :

Porosité carotte prélevée	D'après la Thèse de Bouniol	D'après le rapport de fin de sondage de Vigneux-sur-Seine
Profondeur du prélèvement	entre 1339,5 m et 1348,5 m	entre 1338 m et 1347 m
Macroporosité moyenne	inférieure à 2 %	0,9% (10 valeurs)
Microporosité moyenne	entre 11 et 21 %	15,7% (10 valeurs)

Tableau 7 : Ordres de grandeur des micro et macroporosités associées au Lusitanien. Exemple du forage géothermique de Vigneux-sur-Seine1 (GVS1).

6.6.2. Répartition spatiale des porosités diagraphiques et analyse des réservoirs

Les données de porosité diagraphiques, obtenues sur la formation du Lusitanien à partir du traitement diagraphiques des 32 puits valorisables, ont été reportées et géoréférencées dans ArcGis, afin de confronter leur répartition avec celle de la quantité de chaleur exploitable surfacique du Lusitanien déduite des cartes de Housse et Maget (1976) (Figure 34).

Quatre tranches de porosité diagraphique moyenne ont été définies :

- Une tranche à faible porosité-log allant de 4 à 8% ;
- Une tranche majoritaire, à moyenne porosité-log allant de 9 à 11% ;
- Deux tranches à relativement forte porosité-log allant de 12 à 17%.

Hormis le puits pétroliers de Chauconin 1 (numéro de BEPH 14-4032) qui se trouve à proximité de Meaux, la répartition de ces tranches de porosités diagraphiques moyennes ne montre aucune corrélation apparente avec la position des zones favorables en termes de quantité de chaleur exploitable du Lusitanien (Figure 34).

La porosité diagraphique du forage de Chauconin 1, évaluée en moyenne à 12%, nous conforte cependant dans la désignation de la zone favorable de Meaux en tant que cible géothermique.



Figure 34 : Répartition cartographique des porosités diagraphiques moyennes par rapport aux zones favorables en termes de quantité de chaleur exploitable du Lusitanien.
Une nouvelle confrontation a été réalisée en comparant cette fois-ci la répartition des données de porosité diagraphiques du Lusitanien avec celle de l'extension des trois types de faciès réservoirs identifiés par Housse et Maget (1976) (Figure 35).

Que ce soit d'un point de vue statistique ou d'un point de vue cartographique, la répartition de ces données de porosité diagraphique moyenne reste difficilement corrélable avec la distribution des différents faciès au sein de la formation lusitanienne (Figure 35 et Tableau 8).



Figure 35 : Répartition cartographique des porosités diagraphiques au sein des trois faciès réservoirs identifiés par Housse et maget (1976).

VALEUR de l'aquifère	Réservoir SUPERIEUR	Réservoir PRINCIPAL	Réservoir INFERIEUR		
Niveaux poreux et perméables : calcaires oolithiques ou graveleux, grès et sables.	10% (min : 2% ; max : 22%)	11% (min : 1% ; max 21%)	Pas de valeurs		
Niveaux poreux moyennement perméables : calcaires et grès ± cimentés, alternances de bancs poreux et compacts.	Pas de valeurs	10% (min : 3% ; max 24%)	10% (min : 1% ; max 27%)		
Niveaux poreux peu perméables : calcaires oolithiques à ciment crayeux.	16% (min : 3% ; max 31%)	12% (min : 5% ; max 25%)	8% (min : 1% ; max 16%)		
Sables de Glos	21% (min : 10% ; max 32%)				

Tableau 8 : Répartition statistique des porosités diagraphiques au sein des trois faciès réservoirs identifiés par Housse et maget (1976).

6.7. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

En complément du Tableau 3 sur les rares données de transmissivité et de débit sur le Lusitanien, l'analyse des diagraphies ciblées sur cette formation a permis de livrer de nouvelles informations pétrophysiques (porosité, nature des roches, argilosité, etc.) sur l'ensemble de la colonne lithostratigraphique. Les diagraphies de 31 forages pétroliers et d'un forage géothermique ont ainsi été traitées en logs pétrophysiques. L'analyse statistique globale des porosités diagraphiques ainsi obtenues, n'a cependant pas permis de mettre en relation ces valeurs avec la présence ou non d'un réservoir géothermal.

Ces constations confirment l'indépendance du facteur de perméabilité par rapport au paramètre de porosité, d'autant plus vraie que l'on se trouve dans un réservoir carbonaté (à l'instar des réservoirs silico-clastiques) et que le type de porosité matricielle s'apparente à une microporosité.

7. Conclusion générale

Dans un premier temps, l'évaluation de la chaleur exploitable pour le Lusitanien a été réalisée en considérant uniquement les formations réservoirs reconnues par Housse et Maget (1976). Ces aquifères correspondent à l'ensemble des niveaux poreux et perméables du Lusitanien, qui se composent de calcaires oolithiques ou graveleux dominants, ou de grès et de sables. En conséquence, les autres formations du Lusitanien ne sont pas prises en compte dans l'évaluation : à savoir, les niveaux moyennement perméables sous forme de calcaires et grès ± cimentés avec alternance de bancs poreux et compacts, d'une part, et les niveaux poreux mais très peu perméables composées de calcaires oolithiques à ciment crayeux, d'autre part. Cette sélection a l'avantage d'évaluer des formations déjà reconnues comme très favorables à l'occurrence d'un aquifère. Comme c'est classiquement le cas, la chaleur exploitable des aquifères a été évaluée en prenant en compte les trois principaux paramètres que sont la géométrie (extension, épaisseur) et température de l'aquifère qui dépend elle-même de la profondeur :

- l'extension des formations réservoirs, intégrant le réservoir inférieur au nord (Creil, Compiègne), le réservoir principal au centre de la zone (allant de Rouen à Châteaudun selon une direction nord-sud, et de Mantes à Epernay selon une direction est-ouest) et le réservoir supérieur au sud (Fontainebleau) (Figure 6);
- l'épaisseur cumulée des formations réservoirs susceptibles, dans de très rares cas, d'être la somme de deux aquifères superposés et séparés par une formation aquiclude (Figure 7). L'épaisseur « utile » de l'aquifère peut atteindre 90 m d'épaisseur (Meaux) ce qui est conséquent pour un réservoir géothermal (Figure 13).
- la température au toit du Lusitanien qui, dans la plupart des cas, correspond à la température estimée au toit de l'aquifère et peut atteindre jusqu'à 68 °C, notamment aux environs de la région de Meaux (Figure 14). Plus rarement, cette température peut être sous-estimée dans la mesure où de rares formations réservoirs se situent non loin de la base du Lusitanien (exemple : réservoir inférieur à Vregny, Aisne) (Figure 7).

Ainsi, l'évaluation de chaleur exploitable calculée au toit du Lusitanien suggère que, la ressource géothermale est localisée sur deux principales cibles potentielles qui sont par ordre de priorité :

- Cible « Meaux » : zone de 70 km de long, orientée E-W et centrée sur la ville de Meaux, pour laquelle la chaleur exploitable calculée est la plus élevée de la zone d'étude, (comprise entre 2,4 et 2,8 GJ/m²). Elle est caractérisée par une épaisseur du réservoir principal atteignant 90 m et par une température au toit du réservoir atteignant au moins 68°C. Tous les paramètres sont favorables (épaisseur et températures) à l'occurrence d'une ressource géothermale de plus de 60°C ; A noter qu'une porosité diagraphique moyenne de 12% a été calculée pour la formation du Lusitanien à partir des diagraphies du puits pétrolier Chauconin 1 (numéro BEPH 14-4032).
- Cible « Lagny Fontainembleau » : zone orientée N-S, comprise entre Lagny (au nord) et Melun et Fontainebleau (au sud) qui montre une chaleur exploitable de 1,2 à 2,0 GJ/m². Elle est caractérisée par une épaisseur du réservoir d'environ 40 à 60 m et une température au toit du Lusitanien de 60°C à 65°C ;

Quand on superpose la carte de la chaleur exploitable (ressource géothermale potentielle) à la carte des besoins, on constate que les besoins de la région de Meaux sont centrés sur l'agglomération de Meaux (Figure 17)

Concernant la cible « Lagny – Fontainebleau », elle pourrait constituer une alternative à la surexploitation du Dogger, à l'Est des départements du Val-de-Marne et de Seine-Saint-Denis.

Dans un deuxième temps, une évaluation de la chaleur exploitable a été réalisée en considérant l'ensemble des formations du Lusitanien, en partant de l'idée que les réservoirs réputés moyennement perméables par Housse et Maget (1976), n'avaient pas été intégrés à la première évaluation de la chaleur exploitable.

Cette seconde évaluation montre que les ressources géothermales potentielles, fondées exclusivement sur la température et l'épaisseur de toutes les formations du Lusitanien sont situées sur la bordure orientale de la zone d'étude. D'après la carte des besoins énergétiques, cette zone se trouve en dehors des grands centres urbains et rejoint vers l'Est la cible de Meaux préalablement définie (Figure 29).

Par voie de conséquence, on peut considérer qu' en l'état des connaissances actuelles la carte d'évaluation des réservoirs poreux et perméables réalisée par Housse et Maget (1976) est probablement la base la plus solide pour évaluer le potentiel géothermique du Lusitanien et déterminer ainsi l'adéquation entre besoins énergétiques et ressource géothermale du Lusitanien sur la région Ile-de-France (Figure 30).

Enfin, l'étude diagraphique des 31 forages pétroliers et du seul forage géothermique de Vigneux-sur-Seine ne permet pas, à ce stade, de conclure sur la capacité des réservoirs du Lusitanien identifiés par Housse et Maget (1976). Seule une étude plus détaillée de ces diagraphies, associée à des mesures complémentaires de perméabilité ou de débits *in situ* permettrait de mieux caractériser le potentiel géothermique de cet aquifère.

Ce dernier élément de conclusion est d'une grande importance et permet d'expliquer que l'équipe BRGM ayant conduit la présente étude a volontairement pris la responsabilité de ne pas aborder l'analyse de débits dans les zones favorables ciblées de l'aquifère du Lusitanien dans la mesure ou les informations qui permettraient de statuer sur les débits d'exploitation prévisibles sont top brutes et insuffisantes pour ne pas risquer d'aboutir à des échecs préjudiciables au développement géothermique de cette formation aquifère.

8. Bibliographie

BRGM, BETURE, CSTB (1976) - Utilisation de la géothermie dans les villes nouvelles de Marne la Vallée (Seine-et-Marne), Evry (Essonne), Melun-Sénart (Seine-et-Marne) - Caractéristiques du réservoir, schémas d'exploitation, programmes de forage. *Rapport BRGM 76-SGN-206-GTH*; 75 p. 62 cartes.

BRGM (1983) - Projet géothermique de Soissons, avant-projet-sommaire (APS) Etude géologique – forage. *Rapport BRGM/83-SGN-069-GTH*; 37 p.

Badinier.N., Barrier.M., Fabris.H., Herve.J.Y. (1982) - Avant-projet détaillé du doublet géothermique de la Courneuve nord. 1^{er} forage de réinjection (droit) – 2^{ème} forage de production (dévie). *Rapport BRGM/82-SGN-146-GTH*; 79 p., 2 pht., 4 cartes.

Bel A., Poux A., Goyénèche o., Allier D., Darricau G., Lemale J., (2012) - Etude préalable à l'élaboration du schéma de développement de la géothermie en IIe-de-France. Rapport BRGM/RP-60615-FR, 165 p., 56 fig., 16 tabl., 4 ann.

Bel A., Poux A., Goyénèche o., Allier D., Darricau G., Lemale J., (2012) – Synthèse de l'étude préalable à l'élaboration du schéma de développement de la géothermie en lle-de-France. Rapport BRGM/RP-61325-FR, 165 p., 9 fig., 4 tabl.

Bonté D., Guillou-Frottier L.; Garibaldi C. et coll. (2010) - Subsurface temperature maps in French sedimentary basins : new data compilation and interpolation. article BULLETIN DE LA SOCIETE GEOLOGIQUE DE FRANCE (BSGF). Volume 181 ; Issue 4 ; pp. 377-390.

Bouchot V., Bialkowski A., Lopez S., avec la collaboration de Chilès J.P., Garibaldi C., et Joradan C. (2008) - CLASTIQ-1: Evaluation du potentiel géothermique des réservoirs clastiques du Trais du Bassin de Paris. BRGM/RP-56463-FR. 92 p., 40 fig., 3 tab., 1 ann.

Bouchot V. Bader A.G., Bialkowski A., Bonté D., Bourgine B., Caritg S., Castillo C., Dezayes C., Gabalda S., Guillou-Frottier L., Haffen S., Hamm V., Kervévan C., Lopez S., Peter-Borie M. et collaborateurs (2012) - CLASTIQ-2 : programme de recherche sur les ressources géothermales des réservoirs clastiques en France (Bassin de Paris et Fossé Rhénan). *Rapport BRGM/RP-61472-FR*, 197 p., 80 fig., 9 tabl., 2 ann.

Bouniol, B., Maget, Ph. (1983) - Ressources géothermiques au Lusitanien dans le bassin parisien. *BRGM*/83-SGN-045 GTH.

Bouniol B. (1985) – Etude d'un réservoir géothermique carbonaté : Le Lusitanien de la région parisienne. Thèse de 3^{ième} cycle. Sciences Naturelles « mention Géologie ». Université Pierre et Marie Curie-Paris 6^{ième}. Institut mixte de recherches géothermiques du Sercice géologique national. *BRGM/85-SNG-053-IRG*. 144p.

Callec Y., Janjou D., Baudin T., Luquet C., Pellé J-M. et Laville P. (2006)- Charte stratigraphique établie dans le cadre des projets CANEV et MD GEOL modifiée d'après les travaux de : J. Chantraine, S. Courbouleix, G. Farjanel, D. Janjou, P. Le Strat, F. Ménillet, C. Vinchon.

Carpentier C., Lathuilière B., Ferry S., Sausse J. (2007) – Sequance stratigraphy and tectonosedimentaty history of the Upper Jurassic of the Easter Paris Basin (Lower and Middle Oxfordian, Northeastern France). *Sedimentary Geology* 197, pp. 235-266.

Chantraine J., Autran A., Cavelier C. et al. (2003) - Carte géologique de la France à l'échelle du millionième – sixième édition révisée.

Delmas J., Houel P., Vially R. (2002) – Paris basin Petroleum Potential. *Rapport régional d'évaluation pétrolière. IFP*.

Dezayes C., Thinon I., Courrioux G., Tourlière B., Genter A. (2007) - Estimation du potentiel géothermique des réservoirs clatiques du Trias dans le Fossé Rhénan. *Rapport final. BRGM/RP-55729-FR*, 72p.

Guillocheau F., Robin C., AllemandP., BourquinS., Brault N., Dromart G., Le Strat P., Mettraux M., Naplas T., Prijac C., Rigollet C., Serrano O., Grandjean G. (2000) – Meso-Cenozoïc geodynamic evolution of the Paris basin. *Geodynamica acta.* Vol 13, p. 189-246.

Housse et Maget (1976) – Potentiel géothermique du bassin parisien. Action concertée entre le BRGM et le groupe Elf-Aquitaine, *Editions BRGM*. 125 p., 29 planches.

INSEE- Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques (2014) – Recensement 2009 de la population présente en française métropolitaine http://www.statistiques-locales.insee.fr/carto/ESL_CT_cartethematique.

Maget P. (1981) - Géochaleur - Ressources géothermiques dans le département de L'Essonne. I - Etude Générale. *Rapport BRGM/81-SGN-557-GTH*; 28 p. ; 9 pht., 12 cartes.

Martin.G., Fabris.H., Menjoz.A., Desplan.A., Rambaud.D. (1982) - Forage géothermique de Reims. Rapport de fin de sondage du puits de production GMUR-1. *Rapport BRGM/82-SGN-282-GTH*; 56 p., 2 pht., 2 cartes.

Mégnien C. et collaborateurs (1980) - Synthèse géologique du bassin de Paris – Stratigraphie et paléogéographie. *Mémoire BRGM n°101.*

Muffler P. and Cataldi R. (1978) - Methods for regional assessment of geothermal resources. *Geothermics*, 7, p53-89.

Thierry J. (2000) – Early Kimmeridgian (146-144 Ma). Atlas Peri-Tethys. *Commission de la carte Géologique du Monde,* Paris, pp. 85-97.

Roux J.-C *et al.* **(2006)** - Aquifères et eaux souterraines en France. Ouvrage collectif sous la direction de J.C. Roux et sous le parrainage de l'Académie des Sciences. Tome 1 : 479 p. ; Tome 2 : 944 p. *Edition, BRGM.*

Annexe 1 : Méthode générale de calcul de la quantité de chaleur exploitable d'un aquifère

Dans le cadre de ce projet, l'évaluation du potentiel de la ressource disponible à partir du Lusitanien est basée sur le calcul de la « chaleur en place » du réservoir, dans l'hypothèse d'une exploitation par doublet producteur-injecteur (Muffer *et* Cataldi, 1978). Cette « chaleur en place » traduit la quantité maximale de chaleur disponible « théoriquement » au sein du réservoir, en fonction de la température initiale de ce réservoir et de la température finale de l'eau, c'est-à-dire après son utilisation pour chauffer un circuit secondaire.

Ainsi, la « chaleur en place », dépend essentiellement de sa température et de son volume. Elle s'exprime en joules (J) et se traduit par l'équation suivante :

$$Q_{en \ place} = \rho C_p V (T_i - T_f)$$

Il s'agit cependant d'une valeur maximale « théorique » car dans les faits, seule une partie de la chaleur est récupérable. Cette part récupérable, nommée « chaleur exploitable » se traduit par la relation suivante :

$$Q_{exploitable} = R * Q_{en \, place}$$

Avec *R*, la fraction de chaleur « réellement » extractible, composée d'un facteur de forme *Rf* et d'un facteur de température *Rt* :

$$R = Rf * Rt$$

Sachant que *Rf* déterminé empiriquement par Lavigne en 1978, est ici considéré comme égal à 0,33 pour un aquifère (d'après Hurter *et* Schellschmidt, 2003)

et que *Rt* est défini par la relation :

$$Rt = \frac{(T_i - T_r)}{(T_i - T_f)}$$

avec Tr la température de réinjection.

Au final, le calcul de la quantité de « chaleur exploitable », exprimée en joules (J), répond à l'équation suivante :

$$\boldsymbol{Q}_{exploitable} = \boldsymbol{R}\boldsymbol{f} * \left[\frac{(\boldsymbol{T}_i - \boldsymbol{T}_r)}{(\boldsymbol{T}_i - \boldsymbol{T}_f)}\right] \boldsymbol{\rho} \boldsymbol{C}_p \boldsymbol{V}(\boldsymbol{T}_i - \boldsymbol{T}_f)$$

Les paramètres définis pour le calcul de la « chaleur exploitable » d'un réservoir sont détaillés dans le Tableau 1 ci-après :

Paramètre	Description	Unité
Qexploitable	Quantité de « chaleur exploitable » de l'aquifère	J
Q _{en place}	Quantité de « chaleur en place » disponible dans l'aquifère	J
ρ	Densité de la roche	kg.m ⁻³
C _p	Capacité thermique massique de la roche (anciennement appelée chaleur spécifique)	J.kg ⁻¹ .°C ⁻¹ (idem que J.kg ⁻¹ .K ⁻¹)
V	Volume de l'aquifère	m ³
T _i	Température initiale de l'aquifère	°C
T _f	Température finale en surface	°C
T _r	Température supposée de réinjection	°C

Tableau 1 : Description des paramètres utilisés pour le calcul de la quantité de « chaleur exploitable » d'un aquifère.

Symbologie des unités : J : Joule ; kg : kilogramme ; m^{3} mètre cube ; °C : degrés celcius ; K : kelvin

Annexe 2 : Démarche adoptée pour la construction du modèle géologique 3D

1. Conception et création d'une base de données sur le Lusitanien à partir des forages profonds

1.1. SOURCES DE DONNÉES DISPONIBLES POUR LES FORAGES PROFONDS

Base de données des forages pétroliers (BEPH)

L'archivage des forages pétroliers est géré par le BRGM depuis sa création *via* le Bureau Exploration Production des Hydrocarbures (BEPH). A chaque enregistrement d'un forage, la compagnie pétrolière fournie au BRGM un Rapport de Fin de Sondage (RFS) ainsi que l'ensemble des enregistrements diagraphiques acquis. Un grand nombre d'informations géologiques sont consignées dans ces rapports de fin de sondage, comme notamment la profondeur et la lithologie de l'aquifère du Lusitanien issues de l'interprétation du géologue de sonde, ou encore l'existence de carottages mécanique. Les renseignements peuvent être toutefois limités par le fait que le Lusitanien est très rarement une cible pétrolière.

Base de données des forages géothermiques (GTH)

La seconde source de données, plus importante qualitativement, est celle fournie par les forages géothermiques. Lors de ces forages l'attention est particulièrement poussée sur les réservoirs potentiels géothermiques. A l'intérieur des limites géographiques de l'Ile-de-France, plusieurs réservoirs, dont le principal est celui du Dogger, sont présents, avec bien sûr des variations sur l'ensemble de la région mais qui sont souvent observées avec précaution au moment du forage et des tests de puits. Il se dégage alors des informations plus précises sur la profondeur du réservoir Lusitanien sur ses caractéristiques pétro-physiques mais aussi et plus particulièrement sur les tests de perméabilité et de « transmissivité » réalisés. Cependant, cette source de données est très parcellaire du fait de la dissolution puis de la renaissance du département de Géothermie du BRGM, et nécessite une part importante de recherche dans les archives. Deux missions au sein des archives de la DRIEE (Direction Régionale et interdépartementale de l'Environnement et de l'Energie) de Paris ont permis de compléter les archives du BRGM sur un certain nombre de forages principalement localisés dans les départements ciblés par le projet (Val-de-Marne et Seine-Saint-Denis).

Banque de données du sous-sol (BSS)

La troisième source de données, complémentaire à la deuxième, provient de la Banque de données du Sous-Sol (BSS), gérée par le BRGM. Cette base recense tous les forages à caractère hydrologique. Par conséquent il existe une redondance entre le deuxième bloc et la Banque du Sous-Sol, ce qui pourra permettre éventuellement une vérification de la qualité des données recueillies. La BSS a la particularité de présenter les informations sous forme de fichier Excel avec une ligne pour chaque niveau rencontré dans les logs géologiques. Ces logs géologiques ont été établis et vérifiés par des agents du BRGM, ce qui renforce leur qualité.

1.2. SÉLECTION ET HIÉRARCHISATION DES FORAGES À ANALYSER

Forages pétroliers

Sur l'ensemble du bassin de Paris, il existe à ce jour plus de 3679 forages pétroliers. Parmi ces forages, 2839 atteignent au moins le Lusitanien et seuls 1216 ont un rapport de fin de sondage (RFS) accessible par le biais du BEPH, dont 1166 sont accompagnés d'un log fondamental (LFO) et seulement 132 d'un log composite (COMPLOG).

Bien que moins étendue, la région lle-de-France comporte 800 forages pétroliers atteignant au moins le Lusitanien parmi lesquels 660 ont un rapport de fin de sondage (RFS) disponible au BEPH. L'objectif étant d'extraire de ces RFS, les données géométriques (toit, mur, épaisseur) mais aussi, dans la mesure du possible, les données pétrophysiques de la formation du Lusitanien, nous avons fait le choix d'analyser en priorité les forages ayant le plus d'informations valorisées. Ainsi, les données des 105 forages disposant d'un COMPLOG ajouté à un LFO et un RFS, ont été recueillies en premier parmi les 643 forages pétroliers disposant seulement d'un RFS et d'un LFO, sur la région lle-de-France.

Dans un deuxième temps, nous avons classé ces 800 forages selon trois catégories en fonction de l'information que le BRGM possède à leur sujet. Ainsi, la première catégorie est composée des puits dont le BRGM possède le RFS. La seconde catégorie est composée des puits dont le BRGM possède le RFS. La seconde catégorie est composée des puits dont le BRGM possède le RFS, le LFO). Enfin la troisième catégorie est composée de puits dont le BRGM possède le RFS, le LFO et le log Composite (Tableau 9).

Au final, les données de 406 forages pétroliers ont été analysées et recueillies dans la base de données sur le Lusitanien.

Base de données des forages pétroliers (BEPH)									
Information ou document disponible	Forages atteignant au moins le Lusitanien	Rapport de fin de sondage (RFS)	Rapport de fin de sondage (RFS) + Log fondamental (LFO)	Rapport de fin de sondage (RFS) + Log fondamental (LFO) + Log composite (harmonisé)					
Nombre de forages pétroliers sur le bassin de Paris	2839	1216	1166	132					
Nombre de forages pétroliers sur la région lle-de-France	800	660	643	105					

 Tableau 9 : Nombre de puits pétroliers susceptibles de comporter une information sur le Lusitanien et classés selon le type de document disponible.

Forages géothermiques

La totalité des 110 forages géothermiques réalisés dans le bassin de Paris étant répartie sur la région Ile-de-France, les données des 110 rapports de fin de sondages ou dossiers d'ouvrage exécutés (DOE) ont été analysées et recueillies dans la base de données sur le Lusitanien. A noter qu'un grand nombre de ces DOE ayant été dispersés lors de la dissolution (en 1988) puis la réhabilitation (en 2006) du département Géothermie du BRGM, une importante recherche dans les archives a été nécessaire. Deux missions au sein des archives de la DRIEE⁶ de Paris ont notamment été effectuées par le stagiaire de master 2 afin de compléter les archives du BRGM sur un certain nombre de forages (essentiellement localisés sur les départements ciblés du Val-de-Marne et de Seine-Saint-Denis).

1.3. ACQUISITION ET STRUCTURATION DE LA BASE DE DONNÉES SUR LE LUSITANIEN

Les informations obtenues par la lecture des rapports de fin de sondage (RFS) ou dossiers d'ouvrages exécutés (DOE) de 406 forages pétroliers et 110 forages géothermiques analysés ont été retranscrites dans la base de données du Lusitanien par le biais d'un tableau Excel. Ce tableau est composé de 13 colonnes qui synthétisent l'identification de chaque forage et précise les caractéristiques des principales formations du Lusitanien traversées (Argovien, Rauracien, Séquanien) ainsi que celles des formations sous-jacentes (Oxfordien inférieur ou *stricto sensu*) et sus-jacentes (Kimméridgien). Chaque forage est donc identifié par le nom de la ville et un numéro d'archivage, sa localisation géographique en coordonnées Lambert 2 étendu, ainsi que l'altitude du sol et celle de la table de rotation. Suivent le nom de la formation traversée, sa profondeur foreur et la côte NGF du toit de la formation en question. Lorsque l'information est suffisante, deux colonnes « lithologie » ont été renseignées (Tableau 10, **Erreur ! Référence non valide pour un signet.**).

Carla Duite	Colours 1 -	V In t	v Ia -	a table 🖉 a sal	- Origina	- Nimer		- Code little	Tauto Ida	Divers
Code Puits	Colonnel	X_12 ♥	<u>Y_IZ</u>	z table 💌 z sol	• Origine	Niveau	Cote foreu Cote NGF	Code litho	Texture/(•	Divers •
LA TORCHE	14-4475-	556002,552287	2421346,153483	180,4	175,7 RT	KIMINF	707	-526,6 alterMARNE/M/A	S	BIOCLASTIQU
LA TORCHE	14-4475-	556002,552287	2421346,153483	180,4	175,7 RT	LUSITANIEN	848	-665,6 G/P/W (Base)MAF	no/s	
LA TORCHE	14-4475-	556002,552287	2421346,153483	180,4	175,7 RT	OXF INF	1077,5	-897,1 C MARNE		
CASSIN	14-4397-	558206,323381	2432216,085099	133,5	128,9 RT	KIM INF	609	-475,5 alterMARNE/W/P	S/A/P	
CASSIN	14-4397-	558206,323381	2432216,085099	133,5	128,9 RT	SEQUANIEN	748	-624,5 P/G GR/M/W	O/GV C/A/P	
CASSIN	14-4397-	558206,323381	2432216,085099	133,5	128,9 RT	ARG-RAU	803	-669,5 alterP/W/A (Base)	IS/SB/GV (Ba	se)A
CASSIN	14-4397-	558206,323381	2432216,085099	133,5	128,9 RT	OXF INF	1005,5	-872 A	C/S/SB	
BANTHELU		562109,2777	2458505,965	126,98	123,5 SOL	KIM INF	610	MARNE	C/G	
BANTHELU		562109,2777	2458505,965	126,98	123,5 SOL	SEQUANIEN	811	G/C/A	0	
BANTHELU		562109,2777	2458505,965	126,98	123,5 SOL	RAURACIEN	966	C/MARNE	O/L	
BANTHELU		562109,2777	2458505,965	126,98	123,5 SOL	ARG-OXF-CA	L 1042	MARNE	SB	
L'ORME	14-4345-	564467,528836	2427039,817450	127,83	120,95 RT	KIM INF	650,5	-522,2 alterMARNE/C		
L'ORME	14-4345-	564467,528836	2427039,817450	127,83	120,95 RT	SEQUANIEN	803,5	-675,1 W/P/G	A/O/V	
L'ORME	14-4345-	564467,528836	2427039,817450	127,83	120,95 RT	ARG-RAU	856,5	-728,5 alterC/MARNE	GV/S	BIOCLASTIQU
L'ORME	14-4345-	564467,528836	2427039,817450	127,83	120,95 RT	OXF INF	1080,5	-946 MARNE/A	S/C	
LONGUESSE	14-1112-	570977,884930	2451948,035431		70 SOL	KIM INF	695	MARNE		
LONGUESSE	14-1112-	570977,884930	2451948,035431		70 SOL	LUSITANIEN	857,5	С		
LONGUESSE	14-1112-	570977,884930	2451948,035431		70 SOL	OXF INF	1090,5	MARNE		
SAINT GERM	A 14-4179-	574600,628124	2493845,286575	163,16	158,59 RT	KIM INF	226	-63 MARNE intercaW/	GR	
SAINT GERM	A 14-4179-	574600,628124	2493845,286575	163,16	158,59 RT	LUSITANIEN	375,5	-212,5 alterC/MARNE int	e alterS/A/GV	BIOCLASTIQU
SAINT GERM	A 14-4179-	574600.628124	2493845,286575	163.16	158.59 RT	OXF INF	604.5	-441 MARNE	S	

Tableau 10 : Extrait de la base de données géologiques du Lusitanien réalisée à partir des rapports de fin de sondage de 406 forages pétroliers et 110 forages géothermiques

⁶ Direction Régionale et Interdépartementale de l'Environnement et de l'Energie.

1.4. CONTRÔLE QUALITÉ DES DONNÉES

Pour obtenir une base de données cohérente et solide sur le Lusitanien, un contrôle qualité a été réalisé pendant et après le classement des informations recueillies afin d'harmoniser l'ensemble de ces informations, aussi bien d'un point de vue technique que d'un point de vue terminologie. Ainsi, afin d'éviter les confusions ou erreurs possibles nous présentons ci-après la liste des points de contrôle effectués pour construire la base de données.

Au final, parmi les 516 forages analysés (dont 406 pétroliers et 110 géothermiques) seules les données de 291 forages (dont 213 pétroliers et 78 géothermiques) ont été validées et retenues pour construire le modèle 3D (Annexe 4).

Contrôle sur les données de stratigraphie

Le premier contrôle doit se faire sur les termes utilisés par les différentes compagnies de forages. Chaque compagnie ayant sa « tradition » en la matière, voir ci-dessous le tableau comparatif : Seules trois limites stratigraphiques sont communes : le toit du Kimméridgien, le toit du Séquanien (correspond à l'Oxfordien supérieur (voir chapitre 2.2.1 Lusitanien ou Oxfordien) et le toit de l'Oxfordien sensu stricto pour la PETROREP et Argovo-Oxfordien. De cette façon, un certain nombre de points ont été saisis mais ne seront pas sélectionnés pour l'étude géostatistique et la modélisation à cause de la non-cohérence des limites stratigraphiques.

S y nthèse géologiques	Différents t	ypes de compagnie	Lithologie
du Bassin Parisien (1980)	PETROREP (NT1)	GDF - BRGM GEOTHERMA - ELF	
KIMM.	КІММ.	KIMM.	Marnes et calcaire marneux
Oxf. sup.	Séquanien	Séquanien	Calcaire rubané Calc oolith-graveleux
Oxf. moy	Rauracien Argovien	Rauracien	Calcaire bioclastique
Oxf. inf.	Oxford.	ArgovoOxfordien	Marnes

 Tableau 11 : Comparaison sur la terminologie entre les différentes compagnies de forage. (Figure extraite de la thèse de B. Bouniol 1980)

Contrôle sur les données de profondeur

La saisie des valeurs de la base de données a été faite exclusivement à la main à l'aide du tableur Excel et donc, soumis au risque d'erreur. Pour éviter ces erreurs de saisie nous avons utilisé le logiciel GDM-Multilayers. Il permet mettre en évidence les points entre lesquels la profondeur d'une formation est anormale par rapport à celle des points voisins, en les consignant dans un tableau. Ainsi, l'utilisateur peut paramétrer la distance maximale autour des points à l'intérieure de laquelle le logiciel va vérifier si l'écart de profondeur ne dépasse pas une certaine valeur. Ce contrôle s'est avéré satisfaisant puisqu'hormis le fait d'avoir permis de corriger quelques erreurs de saisie, il a aussi mis en évidence un manque de précision observé dans les logs stratigraphiques de certains rapports de fin de sondage (RFS).

De plus, trois types de profondeurs ont été différenciés :

- la profondeur foreur : elle correspondant à la profondeur de telle ou telle limite stratigraphique en fonction des « cuttings » et la profondeur de la foreuse (longueur de la tige) ;
- la profondeur diagraphique : elle est fonction de la longueur du fil déroulé lors du carottage électrique et est donnée par l'étude des variations pétrophysiques ;
- la profondeur réelle : elle est référencée par rapport au niveau de la mer et ne varie pas en fonction de la déviation du forage.

Lorsque cela était possible, c'est la profondeur réelle par rapport au niveau marin qui été retenue pour la construction du modèle géologique 3D. Elle présente en effet l'avantage d'être indépendante par rapport à certains paramètres du forage comme, par exemple, l'altitude de son implantation, la hauteur de sa table de rotation ainsi que son éventuelle déviation en profondeur.

Contrôle sur les déviations des puits

Lorsque la profondeur réelle sur forage par rapport au niveau marin n'est pas disponible, la mesure de la déviation du forage constitue le principal problème de la construction de la base de données. En effet, la déviation en fonction de la profondeur est très rarement fournie avec suffisamment de précision pour être exploitée. Seules les coordonnées de la tête du puits et les coordonnées du fond du forage sont généralement renseignées. Or, pratiquement aucun puits n'a pour cible le Lusitanien. La profondeur de la formation du Lusitanien même donnée par ses côtes NGF est impossible à localiser exactement géographiquement. Nous avons alors décidé de localiser les profondeurs par l'emplacement géographique de la tête de puits. L'approximation est en partie corrigée lors de la modélisation en fusionnant les puits proches, c'est-à-dire en moyennant les profondeurs (cas des doublets géothermiques dont les têtes de puits sont très peu éloignées).

Contrôle sur les données de lithologie

Le renseignement de la lithologie varie pour chaque forage en fonction de l'interprétation du géologue de sonde. L'exploitation de ces données est donc inexploitable dans le cadre de ce projet. Le détail lithologique relevé dans les rapports de fin de sondage ou les dossiers d'ouvrage exécuté a cependant été saisi, à chaque fois que cela a été possible. Ces informations pourront ainsi faire éventuellement l'objet d'études ultérieures.

2. Construction du modèle géologique 3D du Lusitanien

2.1. DONNÉES RETENUES POUR LA CONSTRUCTION DU MODÈLE GÉOLOGIQUE 3D

Forages

Suite au contrôle qualité des données (chap. 1.4), seules les données de 213 forages pétroliers et 78 forages géothermiques ont été retenues pour construire le modèle géologique 3D du Lusitanien, parmi les 516 forages analysés dans la base de données (chap. 1.3). Les données des 291 forages retenus sont répertoriées dans l'Annexe 4.

Pour intégrer les données dans le logiciel GDM, la base de données a été simplifiée en supprimant, selon le paramètre retenu, les colonnes non-nécessaires à la modélisation. Cidessous un exemple de base de données s'intéressant au paramètre « profondeur » des formations (Tableau 12).

N° BEF 💌	Code Puits	🚽 X_l2 🛛 💌	Y_I2 🔽 :	z sol 🛛 🔽 Niveau 📘	🖌 Cote NGF 💌 K	(EEP 📃 💌
14-3966	VULAINES	664584,8536	2395288,515	134 KIM INF	-1137	1
14-3966	VULAINES	664584,8536	2395288,515	134 LUSITANIEN	l -1311	1
14-3966	VULAINES	664584,8536	2395288,515	134 OXF INF	-1589,5	1
14-4062	VULAINES	665738,831043	2394466,681866	142,7 KIM INF	-1136	1
14-4062	VULAINES	665738,831043	2394466,681866	142,7 LUSITANIEN	l -1314	1
14-4062	VULAINES	665738,831043	2394466,681866	142,7 OXF INF	-1586	1
14-4087	VULAINES	665737,859512	2394484,688295	142,8 KIM INF	-1131,9	1
14-4087	VULAINES	665737,859512	2394484,688295	142,8 LUSITANIEN	-1306,1	1
14-4087	VULAINES	665737,859512	2394484,688295	142,8 OXF INF	-1583,9	1
14-4099	VULAINES	665738,834951	2394474,684510	142,8 KIM INF	-1139,2	1
14-4099	VULAINES	665738,834951	2394474,684510	142,8 LUSITANIEN	· -1314,9	1
14-4099	VULAINES	665738,834951	2394474,684510	142,8 OXF INF	-1592	1
14-4100	VULAINES	669212,6859	2397767,072	149,6 KIM INF	-1145	1
14-4100	VULAINES	669212,6859	2397767,072	149,6 LUSITANIEN	-1319	1
14-4100	VULAINES	669212,6859	2397767,072	149,6 OXF INF	-1595	1

Tableau 12 : Extrait de la base de données simplifiée utilisée pour la modélisation de la profondeur des formations du Lusitanien (Oxfordien moyen et supérieur), de l'Oxfordien inférieur (formation sous-jacente) et du Kimméridigien (formation sus-jacente).

Nous avons donc les informations sur le numéro et le nom du puits, sa localisation (X_l2 et Y_l2, coordonnées en Lambert 2 étendu), l'altitude de la topographie (z sol, en mètres) et la profondeur du toit de la formation (Cote NGF, en mètres). La colonne KEEP indique au logiciel de prendre compte la ligne ou non (0=non ; 1=oui). Seules les informations retenues (KEEP=1) sont détaillées dans l'Annexe 4.

La répartition géographique des forages dont les informations ont été validées pour le modèle géologique 3D du Lusitanien est présentée dans la Figure 36.

Failles

L'aire de répartition des puits est traversée par un réseau de failles qui ont été reconnues et cartographiées par Housse *et* Maget (1976) et l'Institut Français du Pétrole (Delmas *et al.*, 2002).

Or les failles intégrées à l'étude jouent le rôle de barrière au-delà de laquelle les puits ne sont pas pris en compte dans l'interpolation. Lors de l'étude géostatique un trop grand nombre failles peut, si le nombre de puits est insuffisant, engendrer des aberrations lors de l'interpolation car elles limitent fortement le nombre de « voisins » utilisés (Annexe 5). Il est donc important de trouver un compromis entre l'intégration du maximum de failles dans le modèle et le risque de voir apparaître des anomalies dans l'interpolation finale.

Le choix a été fait, pour ce projet sur le Lusitanien de sélectionner un certain nombre de failles reconnues par le BRGM à travers son expérience sur le bassin de Paris, comme « majeures », c'est-à-dire associant un rejet et une longueur suffisamment importants pour fausser l'interpolation si elles ne sont pas prises en compte. La faille de Bray, orientée NW-SE, qui transverse l'ensemble de l'enveloppe d'interpolation du modèle au nord-est de Paris, et la faille de Banthelu, de même orientation mais plus courte et située au nord-est de Mantes, ont ainsi toutes deux été intégrées dans la modélisation 3D du Lusitanien. Elles sont présentées sur la Figure 36.



Figure 36 : Localisation et répartition géographique des forages et des failles retenus pour la construction du modèle géologique 3D du Lusitanien sur la région Ile-de-France.

213 forages pétroliers, 78 forages géothermiques et 2 failles majeures.

2.2. ETUDE GÉOSTATISTIQUE SUR LES DONNÉES DE FORAGE : EXEMPLE D'INTERPOLATION

Dans le but de réaliser un ensemble de cartes isohypses et isobathes du Lusitanien à partir de la nouvelle base de données sur les forages profonds, nous avons interpolé les données de profondeur par rapport au niveau marin (cote NGF) du toit et du mur du Lusitanien extraites des rapports de fin de sondage, ainsi que celle des formations qui l'encadrent (Oxfordien *stricto sensu* sous-jacent et Kimméridgien sus-jacent). L'épaisseur du Lusitanien peut être déduite de ces données.

Cette interpolation nécessite, au préalable, d'effectuer une étude géostatistique sur les données de forages que nous avons réalisée à l'aide du logiciel GDM-Multilayers. Ce logiciel, développé par le BRGM, permet notamment de prendre en compte le jeu des failles aussi bien dans l'étude géostatistique que lors de l'interpolation puis de la modélisation.

Nous présentons ici un exemple d'interpolation des données de profondeur du Lusitanien.

Construction du variogramme expérimental

Le tracé des variogrammes expérimentaux dépend d'un ensemble de paramètres que l'opérateur va choisir. Ces paramètres présentés succinctement sont : la distance moyenne entre deux mesures, appelée « pas », le nombre de « pas » et enfin la longueur de la classe de distance dans laquelle la moyenne de l'erreur quadratique sera faite. On peut aussi introduire la notion de dérive qui correspond à la forme de la surface étudiée. Elle se traduit par une variation movenne des valeurs en fonction de la localisation géographique. On parle de tendance régionale, ou dérive externe. Cette forme peut être relativement plane (dérive nulle), présentant une courbure (dérive linéaire d'ordre 1), une forme de bol évasé (dérive quadratique d'ordre 2), etc. Cette dérive externe doit être prise en compte si possible lors du tracé du variogramme expérimental. On considère que la dérive externe est prise en compte lorsque le variogramme présente un palier. Il s'agit d'un critère important ayant une influence sur le résultat de l'interpolation. Il peut de même exister une anisotropie géométrique notamment due à une répartition non isotrope des données ou à une dérive orientée, influant sur la portée. Cependant l'observation des variogrammes a montré que les données sont, de manière générale, isotropes. Par conséquent, les observations ont été faites sur les variogrammes moyens. Il faut aussi observer l'influence du réseau de failles sur le tracé du variogramme, ce qui a été fait pour le choix du réseau de failles sélectionné. Un bon tracé de variogramme expérimental est le résultat d'un jeu de va et vient où un compromis a été fait entre le pas le plus petit possible et bruit qui apparaît à mesure que le pas diminue, ce qui peut rendre, à terme, le variogramme illisible.

Dans le cas présent le tracé du variogramme expérimental change de manière significative en fonction de l'ajout d'une dérive (Figure 37).



Figure 37 : Ensemble de variogrammes expériementaux (tracés noirs) et leurs modèles (tracés rouges).

En pointillé noir, la variance du variogramme. (a) Variogramme sans dérive. (b) Variogramme avec dérive d'ordre 1. (c) Variogramme avec dérive d'ordre 2. (d) Variogramme avec dérive d'ordre 3.

On constate graphiquement que les troisième et quatrième variogrammes expérimentaux (respectivement de dérive d'ordre 2 et d'ordre 3) ont le double avantage d'atteindre un palier et que la variance générale du système est diminuée d'un facteur proche de 10 par rapport aux deux variogrammes expérimentaux précédents (sans dérive et dérive d'ordre 1). Il s'agit d'une première analyse critique mais elle sera complétée par la validation croisée.

L'étape suivante consiste à tracer un modèle de variogramme (en rouge sur la Figure 37) le plus proche du variogramme expérimental. Ce variogramme peut être de plusieurs types (linéaire, sphérique, exponentiel, etc.) et peut être l'addition de plusieurs types d'équations. Notons aussi que la précision du modèle doit être bonne (à très bonne) pour la zone utile du variogramme c'est-à-dire pour les distances inférieures ou égales aux dimensions du voisinage de l'interpolation.

Validation du modèle de variogramme

Nous l'avons vu, définir le meilleur modèle de variogramme n'est pas faisable uniquement sur l'observation graphique. Il faut maintenant voir lequel suit au mieux l'ensemble des données. La méthode de la validation que nous avons décrite dans le chapitre précédent fournit plusieurs tableaux de statistiques et graphiques qui sont alors comparées. L'observation graphique a tout de même permis de discriminer deux modèles de variogrammes où l'on obtient un palier. La validation croisée des deux modèles est présentée dans la Figure 38 ci-dessous :



Figure 38 : Localisation géographique des données de forage utilisées.

La taille des croix représente l'erreur non réduite (c'est-à-dire divisée par l'écart-type). Les cercles représentent les données non robustes (explication dans le texte). En rouge, les valeurs négatives. En bleu, les valeurs positives. (a) modèle avec dérive d'ordre 2 et (b) modèle d'ordre 3.

La première étape d'une comparaison de modèle par la validation croisée est de repérer les points dits « non robustes ». Ces points marqués d'un cercle rouge ou bleu (Figure 38), ne sont pas correctement interprétés par le modèle. Il est alors possible de voir quelles sont les zones moins bien prises en compte. Le logiciel considère une donnée non robuste lorsque $[Z^*(x)-Z(x)]/\sigma(x)$ est supérieur à 2,5.

La visualisation des erreurs réduites permet de comparer le nombre de points pour chaque intervalle. L'histogramme le plus fin est à favoriser (Figure 39).



Figure 39 : Histogrammes du nombre de valeurs par intervalle de valeur de l'erreur réduite.

(a) Histogramme du modèle avec dérive d'ordre 2. (b) Histogramme du modèle avec dérive d'ordre 3. (Echelle des abscisses différentes)

Les graphiques de la Figure 40 donnent une représentation visuelle des statistiques présentées dans le Tableau 13 et permettent de repérer les points anormalement éloignés de la moyenne.



Figure 40 : (a) et (b) sont des graphiques représentant l'erreur réduite en fonction de la valeur de la données. (c) et (d) représentent pour chaque données sa valeur estimée en fonction de sa valeur vraie. En rouge les valeurs sous-estimées et en bleu les valeurs sur-estimées.

	Nombre	Mini	Maxi	Moy	Sigma		Nombre	Mini	Maxi	Moy	Sigma
Erreur brute	323	-291,98	172,98	3,44	35,5	Erreur brute	323	-292,02	164,6	2,92	35,13
Erreur reduite	323	-4,94	9,45	0,12	1,26	Erreur reduite	323	-3,79	5,35	0,09	0,95
Rho(Z*,Z)	0,974					Rho(Z*,Z)	0,975				
Rho(Z*,ERR)	-0,041					Rho(Z*,ERR)	-0,057				
Rho(Z*,ERED)	0,008					Rho(Z*,ERED)	-0,016				
Nb NON Robustes	12	au seuil de :	2,5			Nb NON Robustes	7	au seuil de :	2,5		
Nb NON Estimees	0					Nb NON Estimees	0				

Tableau 13 : Statistique des deux modèles de variogramme présentés.

Cette opération réalisée plusieurs fois avec des modèles différents mène vers le modèle qui sera utilisé pour la cartographie finale. Dans l'exemple que nous présentons, les statistiques font pencher pour le choix du modèle de variogramme avec une dérive d'ordre 2 et une dérive lors de l'interpolation d'ordre 1. Il répond au mieux, aux contraintes statistiques présentées dans l'Annexe 5 « Validation croisée ».

Affinage du modèle

La comparaison des différents modèles a permis de mettre en évidence un certain nombre de points de mesures toujours difficiles à intégrer au modèle. L'analyse de ces points montre qu'il peut s'agir de points doubles, c'est-à-dire très proches géographiquement mais de profondeurs suffisamment différentes pour créer des erreurs dans l'interpolation. Il peut aussi s'agir de points isolés mais très importants car étant la seule source d'information disponible pour sa zone géographique. La méthode consiste donc, en tenant compte des connaissances sur le bassin sédimentaire de Paris, à supprimer les point qui s'avèrent peu fiables et de vérifier la validité des points isolés par un contrôle supplémentaire.

Une fois l'affinage des informations sélectionnées réalisé pour la construction du modèle géologique 3D, le processus est repris depuis le départ. Ce système d'aller et retour permet de confirmer ou non les choix fait dans la non-prise en compte de quelques points.

Les données non prises en compte pour la modélisation sont ensuite consignées dans un tableau afin d'en garder une trace écrite.

Enveloppe d'interpolation

Afin d'optimiser les résultats des calculs, les données de chacun des toits des formations (oxfordien *sensus stricto* ou « inférieur », Argovien, Rauracien, Séquanien, Kimméridgien inférieur) sont « krigées » dans une limite d'interpolation. Cette enveloppe tient compte de l'extension géographique des données disponibles. L'enveloppe est définie autour des points utilisés pour le krigeage, englobant ainsi l'ensemble des forages sélectionnés pour la construction du modèle (Annexe 4, Figure 36).

Création de grilles lâches

Lors de la modélisation sous GDM-Multilayers, un certain nombre de points trop isolés ne rentrent pas dans les critères de voisinage. Une méthode permettant de résoudre ce type de problème est de construire une grille lâche (*i.e.* avec une maille environ 10 fois plus grande que la maille finale) à l'aide des paramètres obtenus par l'étude géostatistique des informations initiales (« vraies ») puis de relancer l'interpolation où la valeur de chaque nœud est utilisée pour l'interpolation. Pour éviter que ces informations rajoutées ne viennent en contradiction avec des données « vraies », nous pouvons imposer sur la grille lâche plusieurs conditions. La première est de supprimer le nœud s'il est situé à une distance trop faible d'autre points « vrais » pour limiter l'influence de la grille lâche sur l'interpolation dans les zones bien renseignées. La deuxième est de supprimer les nœuds trop proches d'une faille pour ne pas avoir d'aberration (problème de voisinage).

Carte des écart-types

Le krigeage offre l'avantage de fournir, en rappel de l'introduction au krigeage, une carte des écart-types. Cette carte doit être mise en regard de l'interpolation car elle permet de visualiser les points forts et les points faibles de l'interpolation. On peut ainsi établir plusieurs hypothèses de krigeage (variogramme sans dérive, avec dérive d'ordre 1, 2 ou 3 par exemple) et les comparer en fonction des cartes des écarts-types.

Annexe 3 : Extrait de la base de données géologiques sur Lusitanien réalisée à partir des rapports de fin de sondage

406 forages pétroliers et 110 forages géothermiques ont été analysés

Lithologie p	principale	Lithologie s	Lithologie secondaire (adjectif)		
MARNE	marne	0	Oolithique		
А	argile	С	Calcaire (adjectif)		
С	Calcaire	S	Silteux		
D	Dalomie	G	Gréseux		
G	Grainstone	GV	Graveleux		
Р	Packstone	CR	Crayeux		
W	Wackstone	SB	Sableux		
М	Mudstone	V	Vacuolaire		
		Z	Zoolithique		
		L	Ligneux		
		Р	Pyriteux		
		D	Dolomitique		

Légende

N° BEPH	Code Puits	🚽 X_l2 💌 Y_l2 🔍 💌	z table 💌	z sol 🛛 💌	Origin	e 💌 Niveau 🔷 💌	Cote foreur	Cote NGF 💌	Code litho 💌
A1	ACHERES 1	580 612 2 441 367		23		KIM INF	812	2 -795	
A1	ACHERES 1	580 612 2 441 367		23		LUSITANIEN	938	-910	
A1	ACHERES 1	580 612 2 441 367		23		OXF INF	118:	l -1153	
A2	ACHERES 2	579 711 2 440 181		23		KIM INF	804	-781	
A2	ACHERES 2	579 711 2 440 181		23		LUSITANIEN	92	7 -904	
A2	ACHERES 2	579 711 2 440 181		23		OXF INF	1192	2 -1169	
GAL 1	ALFORTVILLE	606 962 2 418 920				KIM	1279	9 -1063	A/S/C et C
GAL 1	ALFORTVILLE	606 962 2 418 920				LUSI	147:	l -1193.8	C/0
GAL 1	ALFORTVILLE	606 962 2 418 920				OXF	1924	-1508.9	A/S/C
GAL 2	ALFORTVILLE	606 430 2 419 883				KIM	1110	-1054.2	A/S/C et C
GAL 2	ALFORTVILLE	606 430 2 419 883				LUSI	1249	9 -1183.8	C/O
GAL 2	ALFORTVILLE	606 430 2 419 883				OXF	157:	L -1498.9	A/S/C
14-4403	ARDENAY	599 916 2 388 693	141.85	137.25	RT	KIMINF	1063	3 -921	alterMARNE/M/W
14-4403	ARDENAY	599 916 2 388 693	141.85	137.25	RT	LUSITANIEN	1230	-1088	M/W/P (Base)MARNE
14-4403	ARDENAY	599 916 2 388 693	141.85	137.25	RT	OXF INF	1550.5	-1408.5	MARNE/W
14-1591	AUFFERVILLE	61/465 2 354 8/5		102.29	SOL	KIMINE	1008	-905.5	MARNE
14-1591	AUFFERVILLE	61/465 2 354 8/5		102.29	SOL	SEQUANIEN	118.	-10/9.5	C/MARNE
14-1591	AUFFERVILLE	61/465 2 354 8/5		102.29	SOL	RAURACIEN	1296	-1133.5	C/MARNE
14-1591	AUFFERVILLE	61/465 2 354 8/5		102.29	SOL	ARGOVIEN	1469	-1360.5	MARNE
14-1591	AUFFERVILLE	61/465 2 354 8/5		102.29	SOL	UXFINE	152:	-1420.5	MARNE
GAY 1	AULINAY-SOUS-BOIS RDV	611 994 2 439 498			1	KIM	1148	3 -1092	
GAY 1	AULINAY-SOUS-BUIS RDV	611 994 2 439 498				LUSI	1280	-1224	
GAY 1	AULINAY-SOUS-BOIS RDV	611 994 2 439 498				UXF	158	-1526	
GAT Z	AULINAT-SOUS-BOIS RDV	611 353 2 440 224					1140	-1092	
GAY 2	AULINAY-SOUS-BOIS RDV	611 353 2 440 224					1280	1528	
CAV 2	AULINAT-SOUS-BOIS KDV	612 222 2 420 224				UXF KINA	130	-1526	
CAV 2	AULINAT-SOUS-BUIS VGS	613 233 2 436 999					115	1225	
GAV 2		612 222 2 428 555				075	128.	1524	MADNE
GAY A		612 014 2 440 217				KIM	114	1097	
GAV A		613 014 2 440 317					127	2 -1217	
GAY 4	AULINAY-SOUS-BOIS VGS	613 014 2 440 317				OXE	157	1 -1518	MARNE
14-4221		610 294 2 392 574	82.87	77 5	RT	KIMINE	108/	-101	A nasséeW/
14-4221	AUVERNAUX	610 294 2 392 574	82.87	77.5	RT	LUSITANIEN	124	-1162	WintercaMARNE
14-4221	AUVERNAUX	610 294 2 392 574	82.87	77.5	RT	CALLO-OXF	146	-1378	MARNE
14-3434	BALLY	635 056 2 427 542	138.42	134.82	RT	KIMINE	1328	3	MARNE
14-3434	BALLY	635 056 2 427 542	138.42	134.82	RT	LUSITANIEN	145	5	W/G (Base)MARNE
14-3434	BALLY	635 056 2 427 542	138.42	134.82	RT	OXF INF	1693	2	MARNE
14-1011	BANTHELU	562 109 2 458 506	126.98	123.5	SOL	KIMINE	610)	MARNE
14-1011	BANTHELU	562 109 2 458 506	126.98	123.5	SOL	SEQUANIEN	81:	L	G/C/A
14-1011	BANTHELU	562 109 2 458 506	126.98	123.5	SOL	RAURACIEN	966	5	C/MARNE
14-1011	BANTHELU	562 109 2 458 506	126.98	123.5	SOL	ARG-OXF-CAL	1042	2	MARNE
14-3996	BARBEAU	630 108 2 364 247	85	77	RT	KIM INF	993	7 -912	MARNE M/W
14-3996	BARBEAU	630 108 2 364 247	85	77	RT	LUSITANIEN	1164	-1079	M/W/P
14-3996	BARBEAU	630 108 2 364 247	85	77	RT	OXF INF	1463	3 -1378	MARNE
14-4067	BARBEAU	629 711 2 360 935	122	113.6	RT	KIM INF	1033	-911	MARNE intercaM
14-4067	BARBEAU	629 711 2 360 935	122	113.6	RT	LUSITANIEN	1194	-1072	M/MARNE/W
14-4067	BARBEAU	629 711 2 360 935	122	113.6	RT	OXF INF	1500	-1378	alterM/MARNE
14-1619	BEAUMONT	612 284 2 349 590		86.43	SOL	KIMINF	944.5	-858	MARNE
14-1619	BEAUMONT	612 284 2 349 590		86.43	SOL	SEQUANIEN	1119	-1032.5	C
14-1619	BEAUMONT	612 284 2 349 590		86.43	SOL	RAURACIEN	1243	-1158.5	C passéeMARNE
14-1619	BEAUMONT	612 284 2 349 590		86.43	SOL	ARGOVIEN	1425	-1338.5	MARNE
14-1619	BEAUMONT	612 284 2 349 590		86.43	SOL	OXF INF	1476.5	5 -1340	MARNE
GBVS 2	BEAUVAIS	580 182 2 494 719		67	SOL	KIM INF		-659	C G (Base)MARNE
GBVS 2	BEAUVAIS	580 182 2 494 719		67	SOL	SEQUANIEN		-893	C
GBVS 2	BEAUVAIS	580 182 2 494 719		67	SOL	RAURACIEN		-943	C
GBVS 2	BEAUVAIS	580 182 2 494 719		67	SOL	ARGOVIEN		-999	C
GBVS 2	BEAUVAIS	580 182 2 494 719		67	SOL	OXF INF		-1032	MARNE
14-4208	BECHEVRET	591 580 2 394 658	104.5	97.7	RT	KIM INF	906.4	-801.9	alterMARNE/C
14-4208	BECHEVRET	591 580 2 394 658	104.5	97.7	RT	SEQUANIEN	1063	-988.5	W
14-4208	BECHEVRET	591 580 2 394 658	104.5	97.7	RT	RAURACIEN	1152	-1047.5	M
14-4208	BECHEVRET	591 580 2 394 658	104.5	97.7	RT	ARGOVIEN	123	5 1130.5	alterM/A
14-4208	BECHEVRET	591 580 2 394 658	104.5	97.7	RT	OXF INF	1352.5	-1248	A/C passéeG
14-4386	BECHEVRET	591 586 2 394 669	104.5	97.7	RT	KIM INF	900	-901.5	MARNE M
14-4386	BECHEVRET	591 586 2 394 669	104.5	97.7	RI	SEQUANIEN	106:	-958.5	M
14-4386	BECHEVRET	591 586 2 394 669	104.5	97.7	RI	RAURACIEN	1152.	-1047.6	
14-4386		591 586 2 394 669	104.5	97.7	KI DT	AKGUVIEN	1235.0	-1131.1	NIANNE IVI/ W
14-4386	BECHEVKEI	591 586 2 394 669	104.5	97.7	KI DT	UXEINE	1353.0	-1247.8	A MADNE /A
14-4021	DERTHUIS	644 224 2 429 994	122	115.419	KI DT		128	-1160	IVIANIE/A
14-4021		644 224 2 429 994	122	115.419			143	-1310	
14-4021	BERTITUIS BET7	644 224 2 429 994	122	115.419	RT	KIMINE	1151	-15/4	
14-3047	BET7	643 747 2 404 284	127.45	124.4	RT		1151.	-1014	<u> </u>
14-5047	BETZ BETZ	643 747 2 464 284	137.45	134.4	RT		1289.	-1152	Δ
14 2050		642 926 2 404 284	112.05	100.2			15/0	-1430.5	MARNE pass égM/W
14-5850	DISSERUN	642 826 2 401 272	113.85	109.2	DT		130	-1188	
14-3850	DISSEAUX	642 826 2 401 272	113.85	109.2			146	-1349	
14-5850	BOIGNY	602.006 2.200.240	01 47	109.2	RT.	KIMINE	10244	-1005	
14-4379	BOIGNY	602 990 2 990 210	01.47 Q1.47	76.77	RT		1024.	-943	M/P (Base)M/W
14-42/2	BOIGINI	002 330 2 390 216	01.4/	/0.//	11	LUSITAMIEN	118.	-1099.5	WIT (Daselivi) W

Annexe 4 : Base de données de forages retenus pour la construction du modèle géologique 3D du Lusitanien

291 forages retenus dont 213 puits pétroliers et 78 puits géothermiques

Tableaux des 213 puits pétroliers :

N° REPH	Site et nom du Puits	X 12	V 12	7 50	Niveau	Cote NGE
1/-1591		617/6/ 6912	235/1875 216	102.29	KIM INF	-905 5
14-1591		617464.6912	2354875.210	102.23		1079.5
14-1591		617464.0912	2354875.210	102.23		-1079.5
14-1391		617464.0912	2334673.210	102.25		-1135.5
14-1591		617464.6912	2354875.216	102.29		-1360.5
14-1591		617404.0912	2334673.210	102.29		-1420.5
14-1019	DEAUMONT	612284.0147	2349589.075	00.45 96.43		-656
14-1019		612284.0147	2349589.075	80.45 96.43		-1032.5
14-1019		612284.0147	2349369.073	00.45 96.43		-1136.5
14-1019	DEAUMONT	612284.0147	2349589.075	80.45		-1338.5
14-1019	BEAUMONT FOSSES	612284.0147	2349589.875	80.43 122.0		-1340
14-1005		611258.960764	2456444.220028	122.9		-607.3
14-1803		611258.960764	2456444.220028	122.9		-1000.8
14-1803		611258.960764	2456444.220028	70.69		-1216.8
14-1990		634764.230724	2365903.767132	79.08		-906
14-1996		634764.230724	2365903.767132	79.68		-1075
14-1996		634764.230724	2365903.767132	/9.68		-1391
14-2043	FAVIERES	631735.973969	2417478.612324	109.15		-1198.1
14-2043	FAVIERES	631735.973969	2417478.612324	109.15	LUSITANIEN	-1318.5
14-2043	FAVIERES	631735.973969	2417478.612324	109.15	OXF INF	-1553
14-2322	QUICY-VOISINS	639764.684181	2433132.258610	121	KIM INF	-1179.1
14-2322	QUICY-VOISINS	639764.684181	2433132.258610	121	LUSITANIEN	-1313.6
14-2322	QUICY-VOISINS	639764.684181	2433132.258610	121	OXF INF	-1566.5
14-3047	BETZ	643747.396243	2464283.976908	134.4	KIM INF	-1014
14-3047	BETZ	643747.396243	2464283.976908	134.4	LUSITANIEN	-1152
14-3047	BETZ	643747.396243	2464283.976908	134.4	OXF INF	-1430.5
14-3073	CESARVILLE	597075.6708	2364214.007	136.6	KIM INF	-903
14-3073	CESARVILLE	597075.6708	2364214.007	136.6	SEQUANIEN	-1101
14-3073	CESARVILLE	597075.6708	2364214.007	136.6	RAURACIEN	-1219
14-3073	CESARVILLE	597075.6708	2364214.007	136.6	ARGOVIEN	-1380.5
14-3073	CESARVILLE	597075.6708	2364214.007	136.6	OXF INF	-1452
14-3316	VILLEJUST	591405.264919	2408094.685357	153.03	KIM INF	-849
14-3316	VILLEJUST	591405.264919	2408094.685357	153.03	LUSITANIEN	-1074
14-3316	VILLEJUST	591405.264919	2408094.685357	153.03	OXF INF	-1270
14-3589	LA SAULSOTTE	686569.5513	2395792.344	95	KIM INF	-996.5
14-3589	LA SAULSOTTE	686569.5513	2395792.344	95	LUSITANIEN	-1202
14-3589	LA SAULSOTTE	686569.5513	2395792.344	95	OXF INF	-1521.5
14-3620	SAINT LAZARE	658223.9032	2421118.609	141.8	KIM INF	-1300
14-3620	SAINT LAZARE	658223.9032	2421118.609	141.8	LUSITANIEN	-1458
14-3620	SAINT LAZARE	658223.9032	2421118.609	141.8	OXF INF	-1708
14-3666	CERNEUX	675006.4795	2413392.412	169.1	KIM INF	-1251
14-3666	CERNEUX	675006.4795	2413392.412	169.1	LUSITANIEN	-1402
14-3666	CERNEUX	675006.4795	2413392.412	169.1	OXF INF	-1759
14-3685	SIVRY	632660.3032	2392014.974	91.155	KIM INF	-1084
14-3685	SIVRY	632660.3032	2392014.974	91.155	LUSITANIEN	-1252
14-3685	SIVRY	632660.3032	2392014.974	91.155	OXF INF	-1513
14-3787	CHARMOTTES	647160.5793	2391277.449	120.7	KIM INF	-1098
14-3787	CHARMOTTES	647160.5793	2391277.449	120.7	LUSITANIEN	-1278
14-3787	CHARMOTTES	647160.5793	2391277.449	120.7	OXF INF	-1555
14-3795	CERNEUX	673225.2108	2414454.9	163.03	KIM INF	-1252.5
14-3795	CERNEUX	673225.2108	2414454.9	163.03	LUSITANIEN	-1404
14-3795	CERNEUX	673225.2108	2414454.9	163.03	OXF INF	-1735
14-3850	BISSEAUX	642836.4364	2401272.347	109.2	KIM INF	-1188
14-3850	BISSEAUX	642836.4364	2401272.347	109.2	LUSITANIEN	-1349
14-3850	BISSEAUX	642836.4364	2401272.347	109.2	OXF INF	-1605

N° BEPH	Site et nom du Puits	X_l2	Y_l2	z sol	Niveau	Cote NGF
14-3891	MALNOUE	659405.227795	2420371.697446	146.4	KIM INF	-1302
14-3891	MALNOUE	659405.227795	2420371.697446	146.4	LUSITANIEN	-1455
14-3891	MALNOUE	659405.227795	2420371.697446	146.4	OXF INF	-1707
14-3892	MALNOUE	663605.047505	2417504.300376	148.2	KIM INF	-1293
14-3892	MALNOUE	663605.047505	2417504.300376	148.2	LUSITANIEN	-1456
14-3892	MALNOUE	663605.047505	2417504.300376	148.2	OXF INF	-1718
14-3899	RACHEE	652740.015009	2400841.664951	115	KIM INF	-1188
14-3899	RACHEE	652740.015009	2400841.664951	115	LUSITANIEN	-1355
14-3899	RACHEE	652740.015009	2400841.664951	115	OXF INF	-1623
14-3916	HERICY	632691.875274	2381961.180541	93.29	KIM INF	-1068.5
14-3916	HERICY	632691.875274	2381961.180541	93.29	LUSITANIEN	-1248.5
14-3916	HERICY	632691.875274	2381961.180541	93.29	OXF INF	-1529.5
14-3917	BOULAY	632235.7137	2356616.588	123.18	KIM INF	-872
14-3917	BOULAY	632235.7137	2356616.588	123.18	LUSITANIEN	-1037
14-3917	BOULAY	632235.7137	2356616.588	123.18	OXF INF	-1343
14-3918	CHAMPOTRAN	661487.144210	2406936.395005	134.8	KIM INF	-1218
14-3918	CHAMPOTRAN	661487.144210	2406936.395005	134.8	LUSITANIEN	-1380
14-3918	CHAMPOTRAN	661487.144210	2406936.395005	134.8	OXF INF	-1638
14-3926	SAINT GERMAIN	627902.965916	2397655.936468	79.8	KIM INF	-1091.7
14-3926	SAINT GERMAIN	627902.965916	2397655.936468	79.8	LUSITANIEN	-1251.8
14-3926	SAINT GERMAIN	627902.965916	2397655.936468	79.8	OXF INF	-1497.6
14-3927	SAINT GERMAIN	630168.664119	2397123.258870	85.5	KIM INF	-1103.3
14-3927	SAINT GERMAIN	630168.664119	2397123.258870	85.5	LUSITANIEN	-1265.4
14-3927	SAINT GERMAIN	630168.664119	2397123.258870	85.5	OXF INF	-1512
14-3933	CHARMOTTES	644161.8326	2385654.849	111.8	KIM INF	-1107
14-3933	CHARMOTTES	644161.8326	2385654.849	111.8	LUSITANIEN	-1293
14-3933	CHARMOTTES	644161.8326	2385654.849	111.8	OXF INF	-1584
14-3944	VILLARCEAUX	648081.655254	2413016.578990	107.2	KIM INF	-1258
14-3944	VILLARCEAUX	648081.655254	2413016.578990	107.2	LUSITANIEN	-1410
14-3944	VILLARCEAUX	648081.655254	2413016.578990	107.2	OXF INF	-1659.5
14-3946	CERNEUX	669060.3438	2414741.245	165.3	KIM INF	-1272
14-3946	CERNEUX	669060.3438	2414741.245	165.3	LUSITANIEN	-1433.5
14-3946	CERNEUX	669060.3438	2414741.245	165.3	OXF INF	-1761.5
14-3955	CHAMPOTRAN	655550.654311	2414277.293783	127.1	KIM INF	-1254
14-3955	CHAMPOTRAN	655550.654311	2414277.293783	127.1	LUSITANIEN	-1410
14-3955	CHAMPOTRAN	655550.654311	2414277.293783	127.1	OXF INF	-1663
14-3960	BREVIANDE	621064.043418	2394564.113260	77.5	KIM INF	-1083
14-3960	BREVIANDE	621064.043418	2394564.113260	77.5	LUSITANIEN	-1245.2
14-3960	BREVIANDE	621064.043418	2394564.113260	77.5	OXF INF	-1489.3
14-3962	LE LUTEAU	625799.314678	2398327.597325	84.91	KIM INF	-1089.7
14-3962	LE LUTEAU	625799.314678	2398327.597325	84.91	LUSITANIEN	-1252.2
14-3962	LE LUTEAU	625799.314678	2398327.597325	84.91	OXF INF	-1499
14-3964	SAINT GERMAIN	630167.625547	2397131.261924	85.6	KIM INF	-1099.87
14-3964	SAINT GERMAIN	630167.625547	2397131.261924	85.6	LUSITANIEN	-1261.52
14-3964	SAINT GERMAIN	630167.625547	2397131.261924	85.6	OXF INF	-1508.77
14-3966	VULAINES	664584.8536	2395288.515	134	KIM INF	-1137
14-3966	VULAINES	664584.8536	2395288.515	134	LUSITANIEN	-1311
14-3966	VULAINES	664584.8536	2395288.515	134	OXF INF	-1589.5
14-3968	MALNOUE	662032.921201	2418981.786854	139.6	KIM INF	-1308.3
14-3968	MALNOUE	662032.921201	2418981.786854	139.6	LUSITANIEN	-1466
14-3968	MALNOUE	662032.921201	2418981.786854	139.6	OXF INF	-1712.6
14-3969	MONTMIRAIL-LES-SIEGES	692758.6487	2405965.044	179.4	KIM INF	-1050
14-3969	MONTMIRAIL-LES-SIEGES	692758.6487	2405965.044	179.4	LUSITANIEN	-1220
14-3969	MONTMIRAIL-LES-SIEGES	692758.6487	2405965.044	179.4	OXF INF	-1547.5

N° BEPH	Site et nom du Puits	X_l2	Y_l2	z sol	Niveau	Cote NGF
14-3970	CHAMPOTRAN	655548.630029	2414269.290790	127.1	KIM INF	-1255.9
14-3970	CHAMPOTRAN	655548.630029	2414269.290790	127.1	LUSITANIEN	-1413.2
14-3970	CHAMPOTRAN	655548.630029	2414269.290790	127.1	OXF INF	-1667.5
14-3972	SAINT GERMAIN	627883.966035	2397640.935059	79.8	KIM INF	-1092.2
14-3972	SAINT GERMAIN	627883.966035	2397640.935059	79.8	LUSITANIEN	-1253
14-3972	SAINT GERMAIN	627883.966035	2397640.935059	79.8	OXF INF	-1501.5
14-3975	PAVILLON	634781.243978	2381486.545192	96.5	KIM INF	-1071
14-3975	PAVILLON	634781.243978	2381486.545192	96.5	LUSITANIEN	-1251
14-3975	PAVILLON	634781.243978	2381486.545192	96.5	OXF INF	-1541
14-3976	BOULINIERE	634318.659251	2371823.726411	62.5	KIM INF	-986
14-3976	BOULINIERE	634318.659251	2371823.726411	62.5	LUSITANIEN	-1161
14-3976	BOULINIERE	634318.659251	2371823.726411	62.5	OXF INF	-1445
14-3983	HAUT D'ESCARDES	688739.091906	2410667.786251	187.98	KIM INF	-1124
14-3983	HAUT D'ESCARDES	688739.091906	2410667.786251	187.98	LUSITANIEN	-1287
14-3983	HAUT D'ESCARDES	688739.091906	2410667.786251	187.98	OXF INF	-1599
14-3984	CHAUNOY	635902.613718	2396895.771610	99.7	KIM INF	-1133.7
14-3984	CHAUNOY	635902.613718	2396895.771610	99.7	LUSITANIEN	-1293.2
14-3984	CHAUNOY	635902.613718	2396895.771610	99.7	OXF INF	-1546.8
14-3985	CHAUNOY	638290.807871	2398256.597165	104.4	KIM INF	-1150.7
14-3985	CHAUNOY	638290.807871	2398256.597165	104.4	LUSITANIEN	-1309.7
14-3985	CHAUNOY	638290.807871	2398256.597165	104.4	OXF INF	-1570
14-3987	MATTELIN	671457.240540	2402903.818779	166	KIM INF	-1181
14-3987	MATTELIN	671457.240540	2402903.818779	166	LUSITANIEN	-1350
14-3987	MATTELIN	671457.240540	2402903.818779	166	OXF INF	-1615
14-3989	VILLEPERDUE	690926.486129	2420043.857261	195.83	KIM INF	-1071.3
14-3989	VILLEPERDUE	690926.486129	2420043.857261	195.83	LUSITANIEN	-1257.1
14-3989	VILLEPERDUE	690926.486129	2420043.857261	195.83	OXF INF	-1571.7
14-3990	GRILLON	635358.0185	2353401.679	119	KIM INF	-821
14-3990	GRILLON	635358.0185	2353401.679	119	LUSITANIEN	-986
14-3990	GRILLON	635358.0185	2353401.679	119	OXF INF	-1297
14-3995	GUINCHE	629389.051053	2358814.368474	122.6	KIM INF	-905
14-3995	GUINCHE	629389.051053	2358814.368474	122.6	LUSITANIEN	-1060
14-3995	GUINCHE	629389.051053	2358814.368474	122.6	OXF INF	-1361
14-3996	BARBEAU	630108.2686	2364246.693	77	KIM INF	-912
14-3996	BARBEAU	630108.2686	2364246.693	77	LUSITANIEN	-1079
14-3996	BARBEAU	630108.2686	2364246.693	77	OXF INF	-1378
14-3998	EPIGNY	648149.5719	2362297.28	158	KIM INF	-882
14-3998	EPIGNY	648149.5719	2362297.28	158	LUSITANIEN	-1042
14-3998	EPIGNY	648149.5719	2362297.28	158	OXF INF	-1351
14-3999	MONTLEVEE	647218.0911	2435355.233	156	KIM INF	-1116
14-3999	MONTLEVEE	647218.0911	2435355.233	156	LUSITANIEN	-1264
14-3999	MONTLEVEE	647218.0911	2435355.233	156	OXF INF	-1535
14-4000	SAINT GERMAIN	629687.890672	2399009.043658	89.3	KIM INF	-1113
14-4000	SAINT GERMAIN	629687.890672	2399009.043658	89.3	LUSITANIEN	-1272
14-4000	SAINT GERMAIN	629687.890672	2399009.043658	89.3	OXF INF	-1519
14-4002	VAUXPLEURS	647476.8209	2425614.305	130	KIM INF	-1232
14-4002	VAUXPLEURS	647476.8209	2425614.305	130	LUSITANIEN	-1433
14-4002	VAUXPLEURS	647476.8209	2425614.305	130	OXF INF	-1623
14-4005	ESTERNAY	690449.9287	2415163.738	167	KIM INF	-1084.8
14-4005	ESTERNAY	690449.9287	2415163.738	167	LUSITANIEN	-1259.8
14-4005	ESTERNAY	690449.9287	2415163.738	167	OXF INF	-1574.8
14-4006	ETANCON	644602.206	2389541.796	116.4	KIM INF	-1101
14-4006	ETANCON	644602.206	2389541.796	116.4	LUSITANIEN	-1284
14-4006	ETANCON	644602.206	2389541.796	116.4	OXF INF	-1570

N° BEPH	Site et nom du Puits	X_l2	Y_l2	z sol	Niveau	Cote NGF
14-4007	CHAMPOTRAN	656603.207935	2411928.750420	133.2	KIM INF	-1245.1
14-4007	CHAMPOTRAN	656603.207935	2411928.750420	133.2	LUSITANIEN	-1404
14-4007	CHAMPOTRAN	656603.207935	2411928.750420	133.2	OXF INF	-1659.7
14-4010	CERNEUX	677474.7075	2406555.969	144.6	KIM INF	-1191.4
14-4010	CERNEUX	677474.7075	2406555.969	144.6	LUSITANIEN	-1383.9
14-4010	CERNEUX	677474.7075	2406555.969	144.6	OXF INF	-1736.9
14-4021	BERTHUIS	644224.4233	2429993.96	115.419	KIM INF	-1160
14-4021	BERTHUIS	644224.4233	2429993.96	115.419	LUSITANIEN	-1310
14-4021	BERTHUIS	644224.4233	2429993.96	115.419	OXF INF	-1574
14-4029	TASSIN	636661.538467	2362464.894446	135	KIM INF	-892
14-4029	TASSIN	636661.538467	2362464.894446	135	LUSITANIEN	-1058
14-4029	TASSIN	636661.538467	2362464.894446	135	OXF INF	-1364
14-4030	MONTHIEUX	654875.2558	2443398.668	140	KIM INF	-1155
14-4030	MONTHIEUX	654875.2558	2443398.668	140	LUSITANIEN	-1299
14-4030	MONTHIEUX	654875.2558	2443398.668	140	OXF INF	-1562
14-4031	LIEUSAINT	616142.350345	2402647.734576	89	KIM INF	-1054.6
14-4031	LIEUSAINT	616142.350345	2402647.734576	89	LUSITANIEN	-1205.1
14-4031	LIEUSAINT	616142.350345	2402647.734576	89	OXF INF	-1469.1
14-4032	CHACONIN	633958.282	2441757.509	95.3	KIM INF	-1112.5
14-4032	CHACONIN	633958.282	2441757.509	95.3	LUSITANIEN	-1243.5
14-4032	CHACONIN	633958.282	2441757.509	95.3	OXF INF	-1496
14-4042	VILLEGENARD	632142.424275	2414161.885397	107.4	KIM INF	-1197
14-4042	VILLEGENARD	632142.424275	2414161.885397	107.4	LUSITANIEN	-1337
14-4042	VILLEGENARD	632142.424275	2414161.885397	107.4	OXF INF	-1568
14-4043	SAINCY	674015.0303	2427970.616	167.7	KIM INF	-1150.51
14-4043	SAINCY	674015.0303	2427970.616	167.7	LUSITANIEN	-1312.96
14-4043	SAINCY	674015.0303	2427970.616	167.7	OXF INF	-1682.04
14-4044	VILLEPERDUE	693881.674158	2429601.103978	210.6	KIM INF	-1040.5
14-4044	VILLEPERDUE	693881.674158	2429601.103978	210.6	LUSITANIEN	-1213
14-4044	VILLEPERDUE	693881.674158	2429601.103978	210.6	OXF INF	-1516
14-4045	MONTMIRAIL-LES-SIEGES	695559.791950	2428324.180373	150.4	KIM INF	-1046
14-4045	MONTMIRAIL-LES-SIEGES	695559.791950	2428324.180373	150.4	LUSITANIEN	-1220
14-4045	MONTMIRAIL-LES-SIEGES	695559.791950	2428324.180373	150.4	OXF INF	-1522
14-4052	COUBERT	627207.6856	2407528.961	95	KIM INF	-1140.47
14-4052	COUBERT	627207.6856	2407528.961	95	LUSITANIEN	-1283.57
14-4052	COUBERT	627207.6856	2407528.961	95	OXF INF	-1586.1
14-4058	VALPUISEAUX	596445.242363	2377508.096531	122.21	KIM INF	-896
14-4058	VALPUISEAUX	596445.242363	2377508.096531	122.21	LUSITANIEN	-1062
14-4058	VALPUISEAUX	596445.242363	2377508.096531	122.21	OXF INF	-1293.5
14-4060	MONTREUIL-AUX-LIONS	664321.5099	2448941.424	207.6	KIM INF	-1026.5
14-4060	MONTREUIL-AUX-LIONS	664321.5099	2448941.424	207.6	LUSITANIEN	-1184
14-4060	MONTREUIL-AUX-LIONS	664321.5099	2448941.424	207.6	OXF INF	-1524
14-4062	VULAINES	665738.831043	2394466.681866	142.7	KIM INF	-1136
14-4062	VULAINES	665738.831043	2394466.681866	142.7	LUSITANIEN	-1314
14-4062	VULAINES	665738.831043	2394466.681866	142.7	OXF INF	-1586
14-4067	BARBEAU	629711.498578	2360935.460561	113.6	KIM INF	-911
14-4067	BARBEAU	629711.498578	2360935.460561	113.6	LUSITANIEN	-1072
14-4067	BARBEAU	629711.498578	2360935.460561	113.6	OXF INF	-1378
14-4068	VERT-SAINT-PERE	630584.6668	2400977.579	89.9	KIM INF	-1129.2
14-4068	VERT-SAINT-PERE	630584.6668	2400977.579	89.9	LUSITANIEN	-1289.18
14-4068	VERT-SAINT-PERE	630584.6668	2400977.579	89.9	OXF INF	-1606.83
14-4069	MESNIL	644897.4919	2434902.764	159.2	KIM INF	-1114
14-4069	MESNIL	644897.4919	2434902.764	159.2	LUSITANIEN	-1257
14-4069	MESNIL	644897.4919	2434902.764	159.2	OXF INF	-1517
N° BEPH	Site et nom du Puits	X_I2	Y_l2	z sol	Niveau	Cote NGF
---------	-----------------------	---------------	----------------	-------	------------	----------
14-4073	BOIS-BRULE	617698.9788	2395161.798	73.28	KIM INF	-1049
14-4073	BOIS-BRULE	617698.9788	2395161.798	73.28	LUSITANIEN	-1207
14-4073	BOIS-BRULE	617698.9788	2395161.798	73.28	CALLO-OXF	-1494.5
14-4074	HAUTEFEUILLE	691620.411345	2434086.400828	204.3	KIM INF	-1039.5
14-4074	HAUTEFEUILLE	691620.411345	2434086.400828	204.3	LUSITANIEN	-1185
14-4074	HAUTEFEUILLE	691620.411345	2434086.400828	204.3	OXF INF	-1513
14-4075	VILLEVAUDE	624060.429	2435924.777	117.9	KIM INF	-1141.25
14-4075	VILLEVAUDE	624060.429	2435924.777	117.9	LUSITANIEN	-1262.89
14-4075	VILLEVAUDE	624060.429	2435924.777	117.9	OXF INF	-1576.87
14-4080	MALNOUE	662072.975270	2418967.761123	139.6	KIM INF	-1322.5
14-4080	MALNOUE	662072.975270	2418967.761123	139.6	LUSITANIEN	-1478.6
14-4080	MALNOUE	662072.975270	2418967.761123	139.6	OXF INF	-1706.3
14-4094	LES AUNES	654999.5852	2453718.221	88.9	KIM INF	-1016
14-4094	LES AUNES	654999.5852	2453718.221	88.9	LUSITANIEN	-1160.3
14-4094	LES AUNES	654999.5852	2453718.221	88.9	OXF INF	-1458.7
14-4097	CHAMPOTRAN	656585.676870	2413084.295681	128.1	KIM INF	-1248
14-4097	CHAMPOTRAN	656585.676870	2413084.295681	128.1	LUSITANIEN	-1406.6
14-4097	CHAMPOTRAN	656585.676870	2413084.295681	128.1	OXF INF	-1661.7
14-4098	CHAMPOTRAN	656569.679779	2413085.302896	128.1	KIM INF	-1247.2
14-4098	CHAMPOTRAN	656569.679779	2413085.302896	128.1	LUSITANIEN	-1404.3
14-4098	CHAMPOTRAN	656569.679779	2413085.302896	128.1	OXF INF	-1657
14-4099	VULAINES	665738.834951	2394474.684510	142.8	KIM INF	-1139.2
14-4099	VULAINES	665738.834951	2394474.684510	142.8	LUSITANIEN	-1314.9
14-4099	VULAINES	665738.834951	2394474.684510	142.8	OXF INF	-1592
14-4100	VULAINES	669212.6859	2397767.072	149.6	KIM INF	-1145
14-4100	VULAINES	669212.6859	2397767.072	149.6	LUSITANIEN	-1319
14-4100	VULAINES	669212.6859	2397767.072	149.6	OXF INF	-1595
14-4109	MONTMIRAIL-LES-SIEGES	692808.235735	2428381.138612	144.3	KIM INF	-1033.5
14-4109	MONTMIRAIL-LES-SIEGES	692808.235735	2428381.138612	144.3	LUSITANIEN	-1209
14-4109	MONTMIRAIL-LES-SIEGES	692808.235735	2428381.138612	144.3	OXF INF	-1518
14-4114	HAUTEFEUILLE	691584.397417	2434113.452350	204.3	KIM INF	-1039.5
14-4114	HAUTEFEUILLE	691584.397417	2434113.452350	204.3	LUSITANIEN	-1185
14-4114	HAUTEFEUILLE	691584.397417	2434113.452350	204.3	OXF INF	-1513
14-4129	VILLOISON	608645.040316	2396480.136765	82.63	KIM INF	-992.5
14-4129	VILLOISON	608645.040316	2396480.136765	82.63	LUSITANIEN	-1149.5
14-4129	VILLOISON	608645.040316	2396480.136765	82.63	OXF INF	-1416
14-4131	VIGNOLLES	626655.1343	2415771.869	105.7	KIM INF	-1188
14-4131	VIGNOLLES	626655.1343	2415771.869	105.7	LUSITANIEN	-1317
14-4131	VIGNOLLES	626655.1343	2415771.869	105.7	OXF INF	-1541
14-4132	CROISSY BEAUBOURG	621615.955221	2424005.074242	107.3	KIM INF	-1080.3
14-4132	CROISSY BEAUBOURG	621615.955221	2424005.074242	107.3	LUSITANIEN	-1210.7
14-4132	CROISSY BEAUBOURG	621615.955221	2424005.074242	107.3	OXF INF	-1514.3
14-4134	SAINT GERMAIN	629692.904054	2399016.045118	89.33	KIM INF	-1106.9
14-4134	SAINT GERMAIN	629692.904054	2399016.045118	89.33	LUSITANIEN	-1266.2
14-4134	SAINT GERMAIN	629692.904054	2399016.045118	89.33	OXF INF	-1510.6
14-4135	SAINT GERMAIN	627909.979453	2397660.936797	79.8	KIM INF	-1090.4
14-4135	SAINT GERMAIN	627909.979453	2397660.936797	79.8	LUSITANIEN	-1250.9
14-4135	SAINT GERMAIN	627909.979453	2397660.936797	79.8	OXF INF	-1496.9
14-4137	FONTAINE AU BRON	693379.056439	2433454.782871	218.2	KIM INF	-1038
14-4137	FONTAINE AU BRON	693379.056439	2433454.782871	218.2	LUSITANIEN	-1182
14-4137	FONTAINE AU BRON	693379.056439	2433454.782871	218.2	OXF INF	-1507
14-4142	VERT-LE-PETIT	601138.370231	2393383.366786	52.4	KIM INF	-936
14-4142	VERT-LE-PETIT	601138.370231	2393383.366786	52.4	LUSITANIEN	-1099.5
14-4142	VERT-LE-PETIT	601138.370231	2393383.366786	52.4	OXF INF	-1366.5

N° BEPH	Site et nom du Puits	X_l2	Y_l2	z sol	Niveau	Cote NGF
14-4144	MITRY-MORY	622332.231	2441140.527	56.8	KIM INF	-1083.4
14-4144	MITRY-MORY	622332.231	2441140.527	56.8	LUSITANIEN	-1208.7
14-4144	MITRY-MORY	622332.231	2441140.527	56.8	OXF INF	-1423.6
14-4146	ETRECHY	587895.8438	2384586.255	69.87	KIM INF	-802.5
14-4146	ETRECHY	587895.8438	2384586.255	69.87	LUSITANIEN	-970.5
14-4146	ETRECHY	587895.8438	2384586.255	69.87	CALLO-OXF	-1254
14-4147	CHAMPOTRAN	656349.316401	2410226.082759	112.3	KIM INF	-1244.5
14-4147	CHAMPOTRAN	656349.316401	2410226.082759	112.3	LUSITANIEN	-1404.8
14-4147	CHAMPOTRAN	656349.316401	2410226.082759	112.3	OXF INF	-1659.7
14-4148	CHAMPOTRAN	656349.313041	2410218.079171	112.3	KIM INF	-1239.5
14-4148	CHAMPOTRAN	656349.313041	2410218.079171	112.3	LUSITANIEN	-1400.1
14-4148	CHAMPOTRAN	656349.313041	2410218.079171	112.3	OXF INF	-1655.9
14-4150	SAILLY	651243.3844	2486663.288	142	KIM INF	-855
14-4150	SAILLY	651243.3844	2486663.288	142	LUSITANIEN	-980
14-4150	SAILLY	651243.3844	2486663.288	142	OXF INF	-1329
14-4154	FONTAINE AU BRON	695022.670965	2431410.387594	219.98	KIM INF	-1047.5
14-4154	FONTAINE AU BRON	695022.670965	2431410.387594	219.98	LUSITANIEN	-1206.32
14-4154	FONTAINE AU BRON	695022.670965	2431410.387594	219.98	OXF INF	-1505.5
14-4157	CHAMPOTRAN	656604.185134	2411944.757391	133.2	KIM INF	-1243.8
14-4157	CHAMPOTRAN	656604.185134	2411944.757391	133.2	LUSITANIEN	-1402.1
14-4157	CHAMPOTRAN	656604 185134	2411944 757391	133.2	OXEINE	-1658.3
14-4158		618613 929794	2406807 117717	87		-1089 5
14-4158		618613 929794	2406807 117717	87	LUSITANIEN	-1240 5
14-4158		618613 929794	2406807 117717	87		-1492
14-4152		69/125 83/6/2	2400807.117717	186.2	KIM INF	-1022.6
14-4162		69/125.834642	2423300.730500	186.2		-1022.0
14-4162		69/125.834042	2423900.730300	186.2		-1202.1
14-4167		695769 987936	2423300.730300	207.7		-10/19
14-4167		695769.987936	2423853.315796	207.7		-1045
14-4107		695769 987936	2423853.315796	207.7		-1210.5
14-4169	CHALINOV	63/1577 8//967	23006/12 100285	100.2		-1314.5
14-4105	CHAUNOY	62/1577 8//067	2300642.100285	100.2		-1132.3
14-4103		634577 844907	2399042.109285	100.2		-1285.5
14-4105	MALNOUE	662050 708630	2355042.105285	1/0.2		-1301.7
14-4178	MALNOUE	662050 708620	2413734.774077	140.1		1/156.0
14-4178	MALNOUE	662050 708620	2419794.774077	140.1		-1430.9
14-4170	SAINT GERMAIN LA POTERIE	574600 628124	2413734.774077	158 50		-1710.0
14-4179		574600.628124	2493843.280373	150.55		212.5
14-4179		574600.028124	2493843.280373	150.55		-212.3
14-4175		666604 0102	2453643.260373	156.35		1249.0
14-4190		666604.9193	2410100.109	155.20		-1246.9
14-4190		666604.9193	2410100.109	155.20		-1400.9
14-4190		600004.9195	2410160.169	114.2		-1755.4
14-4195		632408.732557	2431575.295237	114.5		-1141.3
14-4195		632408.732557	2431373.293237	114.5		-1272.5
14-4195	VERSON	632408.732557	2431575.295237	114.3		-1336.1
14-4195	VERSON	632408.732557	2431575.295237	114.3		-1408.5
14-4195	VERSON	632408.732557	2431575.295237	114.3	OXF INF	-1506.8
14-4204	CHAUNOY	634147.594670	2395382.706300	97.5		-1261.4
14-4204		634147.594670	2395382.706300	97.5	OXF INF	-1520.1
14-4208		591580.1921	2394657.529	97.7		-801.9
14-4208	BECHEVREI	591580.1921	2394657.529	97.7	SEQUANIEN	-988.5
14-4208	BECHEVRET	591580.1921	2394657.529	97.7	RAURACIEN	-1047.5
14-4208	BECHEVRET	591580.1921	2394657.529	97.7	ARGOVIEN	-1130.5
14-4208	BECHEVRET	591580.1921	2394657.529	97.7	OXF INF	-1248

N° BEPH	Site et nom du Puits	X_I2	Y_l2	z sol	Niveau	Cote NGF
14-4209	IVRY101	605093.8218	2424111.78	32.75	KIM INF	-901
14-4209	IVRY101	605093.8218	2424111.78	32.75	LUSITANIEN	-1034
14-4209	IVRY101	605093.8218	2424111.78	32.75	OXF INF	-1252.5
14-4215	ROZOY BELLEVALLE	682155.4859	2437307.598	191.1	KIM INF	-1055.14
14-4215	ROZOY BELLEVALLE	682155.4859	2437307.598	191.1	LUSITANIEN	-1222.84
14-4215	ROZOY BELLEVALLE	682155.4859	2437307.598	191.1	OXF INF	-1566.14
14-4218	VERT-LE-GRAND	600541.208888	2396585.449992	77.03	KIM INF	-915.5
14-4218	VERT-LE-GRAND	600541.208888	2396585.449992	77.03	LUSITANIEN	-1057.6
14-4218	VERT-LE-GRAND	600541.208888	2396585.449992	77.03	OXF INF	-1323.2
14-4220	CHAMPIGNY	614285.9119	2423911.004	98.2	KIM INF	-1002.43
14-4220	CHAMPIGNY	614285.9119	2423911.004	98.2	LUSITANIEN	-1141.24
14-4220	CHAMPIGNY	614285.9119	2423911.004	98.2	OXF INF	-1460.7
14-4221	AUVERNAUX	610294.3059	2392573.717	77.5	KIM INF	-1001
14-4221	AUVERNAUX	610294.3059	2392573.717	77.5	LUSITANIEN	-1162
14-4221	AUVERNAUX	610294.3059	2392573.717	77.5	CALLO-OXF	-1378
14-4222	VILLIERS-TEMPLON	670164.541285	2415977.272607	163.6	KIM INF	-1264.6
14-4222	VILLIERS-TEMPLON	670164.541285	2415977.272607	163.6	LUSITANIEN	-1423.1
14-4222	VILLIERS-TEMPLON	670164.541285	2415977.272607	163.6	OXF INF	-1757.1
14-4223	SAINT GERMAIN	629697.907212	2399022.046213	89.35	KIM INF	-1113.26
14-4223	SAINT GERMAIN	629697.907212	2399022.046213	89.35	LUSITANIEN	-1267.36
14-4223	SAINT GERMAIN	629697.907212	2399022.046213	89.35	OXF INF	-1515.75
14-4224	VALESCOURT	608541.5156	2499008.109	143.39	KIM INF	-479
14-4224	VALESCOURT	608541.5156	2499008.109	143.39	SEQUANIEN	-593
14-4224	VALESCOURT	608541.5156	2499008.109	143.39	RAURACIEN	-703
14-4224	VALESCOURT	608541.5156	2499008.109	143.39	ARGOVIEN	-798.5
14-4224	VALESCOURT	608541.5156	2499008.109	143.39	OXF INF	-848
14-4225	JANVRY	677974.104	2401791.766	152	KIM INF	-1158.4
14-4225	JANVRY	677974.104	2401791.766	152	LUSITANIEN	-1354.4
14-4225	JANVRY	677974.104	2401791.766	152	OXF INF	-1734.9
14-4228	MAINCY	626983.259903	2395819.481802	76.28	KIM INF	-1099.25
14-4228	MAINCY	626983.259903	2395819.481802	76.28	LUSITANIEN	-1259.07
14-4228	MAINCY	626983.259903	2395819.481802	76.28	OXF INF	-1509.79
14-4231	VERT-LE-GRAND	603961.464325	2398683.141231	79.5	KIM INF	-945.4
14-4231	VERT-LE-GRAND	603961.464325	2398683.141231	79.5	LUSITANIEN	-1097.3
14-4231	VERT-LE-GRAND	603961.464325	2398683.141231	79.5	OXF INF	-1351.4
14-4233	SAINT-MARTIN-EN-BIERES	617506.3941	2383309.336	75.4	KIM INF	-1056
14-4233	SAINT-MARTIN-EN-BIERES	617506.3941	2383309.336	75.4	LUSITANIEN	-1229
14-4233	SAINT-MARTIN-EN-BIERES	617506.3941	2383309.336	75.4	OXF INF	-1479
14-4235	VERSON	631244.476765	2433516.768728	45.94	KIM INF	-1131.2
14-4235	VERSON	631244.476765	2433516.768728	45.94	SEQUANIEN	-1260.4
14-4235	VERSON	631244.476765	2433516.768728	45.94	RAURACIEN	-1324.3
14-4235	VERSON	631244.476765	2433516.768728	45.94	ARGOVIEN	-1394.5
14-4235	VERSON	631244.476765	2433516.768728	45.94	OXF INF	-1494.2
14-4240	CHICHENY	577705.713774	2375582.917713	140.92	KIM INF	-922
14-4240	CHICHENY	577705.713774	2375582.917713	140.92	LUSITANIEN	-1095
14-4240	CHICHENY	577705.713774	2375582.917713	140.92	OXF INF	-1212.5
14-4245	MASSOURY	628697.480148	2389260.038360	80.4	KIM INF	-1061
14-4245	MASSOURY	628697.480148	2389260.038360	80.4	LUSITANIEN	-1226.2
14-4245	MASSOURY	628697.480148	2389260.038360	80.4	OXF INF	-1491.5
14-4251	BRUYERES-SUR-FERE	680432.8553	2467945.03	97.37	KIM INF	-970
14-4251	BRUYERES-SUR-FERE	680432.8553	2467945.03	97.37	LUSITANIEN	-1104
14-4251	BRUYERES-SUR-FERE	680432.8553	2467945.03	97.37	CALLO-OXF	-1385
14-4258	CHARMENTRAY	631764.191286	2439370.424683	70.33	KIM INF	-1128.9
14-4258	CHARMENTRAY	631764.191286	2439370.424683	70.33	SEQUANIEN	-1256.6

N° BEPH	Site et nom du Puits	X_l2	Y_l2	z sol	Niveau	Cote NGF
14-4258	CHARMENTRAY	631764.191286	2439370.424683	70.33	RAURACIEN	-1318.2
14-4258	CHARMENTRAY	631764.191286	2439370.424683	70.33	ARGOVIEN	-1365.1
14-4258	CHARMENTRAY	631764.191286	2439370.424683	70.33	OXF INF	-1485.9
14-4263	JOISELLE	686195.894691	2419876.894876	149.04	KIM INF	-1128
14-4263	JOISELLE	686195.894691	2419876.894876	149.04	LUSITANIEN	-1297
14-4263	JOISELLE	686195.894691	2419876.894876	149.04	OXF INF	-1609.5
14-4265	MONTIGNY LE GUESDIER	666585.233560	2376405.505613	113.51	KIM INF	-971.1
14-4265	MONTIGNY LE GUESDIER	666585.233560	2376405.505613	113.51	LUSITANIEN	-1137.5
14-4265	MONTIGNY LE GUESDIER	666585.233560	2376405.505613	113.51	OXF INF	-1438.1
14-4267	BRIE	628379.355029	2389395.145531	83.68	KIM INF	-1066.9
14-4267	BRIE	628379.355029	2389395.145531	83.68	LUSITANIEN	-1220.4
14-4267	BRIE	628379.355029	2389395.145531	83.68	OXF INF	-1480.9
14-4272	LA CHARBINNIERE	631387.6646	2429502.292	125	KIM INF	-1170
14-4272	LA CHARBINNIERE	631387.6646	2429502.292	125	LUSITANIEN	-1303
14-4272	LA CHARBINNIERE	631387.6646	2429502.292	125	OXF INF	-1538
14-4273	ESTOUY	600563.0056	2353174.282	119.47	KIM INF	-867
14-4273	ESTOUY	600563.0056	2353174.282	119.47	LUSITANIEN	-1049
14-4273	ESTOUY	600563.0056	2353174.282	119.47	OXF INF	-1346
14-4274	BOURNEVILLE	656800.0758	2463237.159	117.3	KIM INF	-1057.7
14-4274	BOURNEVILLE	656800.0758	2463237.159	117.3	LUSITANIEN	-1193
14-4274	BOURNEVILLE	656800.0758	2463237.159	117.3	OXF INF	-1496
14-4277	COURTACON	667814.290197	2415762.375730	163.9	KIM INF	-1252.1
14-4277	COURTACON	667814.290197	2415762.375730	163.9	LUSITANIEN	-1416.6
14-4277	COURTACON	667814.290197	2415762.375730	163.9	OXF INF	-1742.1
14-4281	VERSON	632389.757953	2431645.342511	114.3	KIM INF	-1146.9
14-4281	VERSON	632389.757953	2431645.342511	114.3	SEQUANIEN	-1275.2
14-4281	VERSON	632389.757953	2431645.342511	114.3	RAURACIEN	-1338.9
14-4281	VERSON	632389.757953	2431645.342511	114.3	ARGOVIEN	-1411.2
14-4281	VERSON	632389.757953	2431645.342511	114.3	OXF INF	-1509.5
14-4282	CHAMPOTRAN	656604.188509	2411952.761081	133.3	OXF INF	-1659.6
14-4283	SAINT MARTIN EN BIERE	617510.363939	2383300.333126	75.4	KIM INF	-1056.7
14-4283	SAINT MARTIN EN BIERE	617510.363939	2383300.333126	75.4	LUSITANIEN	-1221.6
14-4283	SAINT MARTIN EN BIERE	617510.363939	2383300.333126	75.4	OXF INF	-1488.5
14-4288	MONDEVILLE	605361.5369	2388437.747	144.4	KIM INF	-956.5
14-4288	MONDEVILLE	605361.5369	2388437.747	144.4	LUSITANIEN	-1117.5
14-4288	MONDEVILLE	605361.5369	2388437.747	144.4	OXF INF	-1439
14-4289	SANCY-LES-PROVINS	678828.039747	2412971.025071	165.4	KIM INF	-1214.6
14-4289	SANCY-LES-PROVINS	678828.039747	2412971.025071	165.4	LUSITANIEN	-1369.1
14-4289	SANCY-LES-PROVINS	678828.039747	2412971.025071	165.4	OXF INF	-1686.1
14-4291	ILE-DU-GORD	630683.502709	2435067.874858	58.5	KIM INF	-1132.9
14-4291	ILE-DU-GORD	630683.502709	2435067.874858	58.5	SEQUANIEN	-1261.4
14-4291	ILE-DU-GORD	630683.502709	2435067.874858	58.5	RAURACIEN	-1328.4
14-4291	ILE-DU-GORD	630683.502709	2435067.874858	58.5	ARGOVIEN	-1397
14-4291	ILE-DU-GORD	630683.502709	2435067.874858	58.5	OXF INF	-1483.4
14-4292	ILE DU GORD	630686,4964	2435075.879	58.5	KIM INF	-1133.9
14-4292	ILE DU GORD	630686.4964	2435075.879	58.5	SEQUANIEN	-1262.1
14-4292	ILE DU GORD	630686.4964	2435075.879	58.5	RAURACIEN	-1326.5
14-4292	ILE DU GORD	630686.4964	2435075.879	58.5	ARGOVIEN	-1397.2
14-4292		630686 4964	2435075.879	58.5	OXEINE	-1477.4
14-4305	CELY	615459.077703	2384933.002287	71.45	KIM INF	-1037
14-4305	CELY	615459.077703	2384933.002287	71.45	LUSITANIFN	-1209
14-4305	CELY	615459.077703	2384933.002287	71 45	OXFINE	-1467
14-4309		692782 178338	2429821 010269	216.3		-1048 3
14-4309	VILLEPERDUE	692782.178338	2429821.010269	216.3	LUSITANIEN	-1218.1

N° BEPH	Site et nom du Puits	X_l2	Y_l2	z sol	Niveau	Cote NGF
14-4309	VILLEPERDUE	692782.178338	2429821.010269	216.3	OXF INF	-1523.4
14-4311	VOULZIE	670676.8225	2393227.777	124.6	KIM INF	-1116.6
14-4311	VOULZIE	670676.8225	2393227.777	124.6	LUSITANIEN	-1294.6
14-4311	VOULZIE	670676.8225	2393227.777	124.6	OXF INF	-1580.6
14-4312	VILLEPERDUE	692505.034763	2422566.108725	185.5	KIM INF	-1020
14-4312	VILLEPERDUE	692505.034763	2422566.108725	185.5	LUSITANIEN	-1204.5
14-4312	VILLEPERDUE	692505.034763	2422566.108725	185.5	OXF INF	-1515
14-4334	SANCY-LES-PROVINS	678843.066749	2412988.024188	169.4	KIM INF	-1213.4
14-4334	SANCY-LES-PROVINS	678843.066749	2412988.024188	169.4	LUSITANIEN	-1372
14-4334	SANCY-LES-PROVINS	678843.066749	2412988.024188	169.4	OXF INF	-1693.3
14-4335	SANCY-LES-PROVINS	678842.023324	2412983.022464	169.4	KIM INF	-1217.2
14-4335	SANCY-LES-PROVINS	678842.023324	2412983.022464	169.4	LUSITANIEN	-1372.8
14-4335	SANCY-LES-PROVINS	678842.023324	2412983.022464	169.4	OXF INF	-1684.6
14-4336	GROS MERISIER	635570.757074	2454291.254469	112.2	KIM INF	-1104.3
14-4336	GROS MERISIER	635570.757074	2454291.254469	112.2	LUSITANIEN	-1232.8
14-4336	GROS MERISIER	635570.757074	2454291.254469	112.2	OXF INF	-1539.3
14-4338	LA COMTESSE	689357.183962	2404358.692811	184.5	KIM INF	-1078.2
14-4338	LA COMTESSE	689357.183962	2404358.692811	184.5	LUSITANIEN	-1240.2
14-4338	LA COMTESSE	689357.183962	2404358.692811	184.5	OXF INF	-1561.2
14-4340	VIGNORY	676038.241794	2413881.062523	169.6	KIM INF	-1237
14-4340	VIGNORY	676038.241794	2413881.062523	169.6	LUSITANIEN	-1390
14-4340	VIGNORY	676038.241794	2413881.062523	169.6	OXF INF	-1713.5
14-4345	L'ORME	564467.528836	2427039.817450	120.95	KIM INF	-522.2
14-4345	L'ORME	564467.528836	2427039.817450	120.95	SEQUANIEN	-675.1
14-4345	L'ORME	564467.528836	2427039.817450	120.95	ARG-RAU	-728.5
14-4345	L'ORME	564467.528836	2427039.817450	120.95	OXF INF	-946
14-4346	GLAIRET	657862.0298	2435694.277	158.38	KIM INF	-1192
14-4346	GLAIRET	657862.0298	2435694.277	158.38	LUSITANIEN	-1349
14-4346	GLAIRET	657862.0298	2435694.277	158.38	OXF INF	-1627
14-4351	ITTEVILLE	601363.3918	2390263.256	74.85	KIM INF	-926
14-4351	ITTEVILLE	601363.3918	2390263.256	74.85	LUSITANIEN	-1091
14-4351	ITTEVILLE	601363.3918	2390263.256	74.85	OXF INF	-1410.5
14-4352	FAY LES NEMOURS	625676.6556	2358234.084	101.34	KIM INF	-899.5
14-4352	FAY LES NEMOURS	625676.6556	2358234.084	101.34	LUSITANIEN	-1068
14-4352	FAY LES NEMOURS	625676.6556	2358234.084	101.34	OXF INF	-1375.5
14-4353	CHAMPROSE	636601.0622	2416002.638	114.21	KIM INF	-1207
14-4353	CHAMPROSE	636601.0622	2416002.638	114.21	LUSITANIEN	-1345
14-4353	CHAMPROSE	636601.0622	2416002.638	114.21	OXF INF	-1585
14-4356	VILLEPERDUE	689001.035854	2423882.194994	165.2	KIM INF	-1036.88
14-4356	VILLEPERDUE	689001.035854	2423882.194994	165.2	LUSITANIEN	-1215.91
14-4356	VILLEPERDUE	689001.035854	2423882.194994	165.2	OXF INF	-1531.57
14-4357	CLOS-FONTAINE	648824.4657	2400497.013	128.8	KIM INF	-1178
14-4357	CLOS-FONTAINE	648824.4657	2400497.013	128.8	LUSITANIEN	-1345
14-4357	CLOS-FONTAINE	648824.4657	2400497.013	128.8	OXF INF	-1605
14-4358	LE PETIT QUINCY	615221.7569	2409086.533	46.56	KIM INF	-1090
14-4358	LE PETIT QUINCY	615221.7569	2409086.533	46.56	LUSITANIEN	-1234.5
14-4358	LE PETIT QUINCY	615221.7569	2409086.533	46.56	OXF INF	-1458.5
14-4363	HAUTEFEUILLE	691584.397417	2434113.452350	204.3	KIM INF	-1039.5
14-4363	HAUTEFEUILLE	691584.397417	2434113.452350	204.3	LUSITANIEN	-1185
14-4363	HAUTEFEUILLE	691584.397417	2434113.452350	204.3	OXF INF	-1513
14-4364	VERT-LE-GRAND	599833.922160	2396485.416101	79.47	KIM INF	-900.5
14-4364	VERT-LE-GRAND	599833.922160	2396485.416101	79.47	LUSITANIEN	-1053.1
14-4364	VERT-LE-GRAND	599833.922160	2396485.416101	79.47	OXF INF	-1302.3
14-4365	VERT-LE-GRAND	600778.302066	2398389.090403	77	KIM INF	-909.5

N° BEPH	Site et nom du Puits	X_l2	Y_l2	z sol	Niveau	Cote NGF
14-4365	VERT-LE-GRAND	600778.302066	2398389.090403	77	LUSITANIEN	-1062
14-4365	VERT-LE-GRAND	600778.302066	2398389.090403	77	OXF INF	-1309.9
14-4368	HAUTEFEUILLE	691478.518336	2431475.896320	212.3	KIM INF	-1050.82
14-4368	HAUTEFEUILLE	691478.518336	2431475.896320	212.3	LUSITANIEN	-1215.07
14-4368	HAUTEFEUILLE	691478.518336	2431475.896320	212.3	OXF INF	-1517.82
14-4370	VILLEPERDUE	691252.525124	2427225.551702	201.01	KIM INF	-1030.5
14-4370	VILLEPERDUE	691252.525124	2427225.551702	201.01	LUSITANIEN	-1209.5
14-4370	VILLEPERDUE	691252.525124	2427225.551702	201.01	OXF INF	-1520
14-4371	ILE-DU-GORD	630771.557589	2435019.824115	59.9	KIM INF	-1133
14-4371	ILE-DU-GORD	630771.557589	2435019.824115	59.9	SEQUANIEN	-1260.4
14-4371	ILE-DU-GORD	630771.557589	2435019.824115	59.9	RAURACIEN	-1328.2
14-4371	ILE-DU-GORD	630771.557589	2435019.824115	59.9	ARGOVIEN	-1396.8
14-4371	ILE-DU-GORD	630771.557589	2435019.824115	59.9	OXF INF	-1491.1
14-4372	ILE-DU-GORD	630768.563847	2435011.819723	59.9	KIM INF	-1133.4
14-4372	ILE-DU-GORD	630768.563847	2435011.819723	59.9	SEQUANIEN	-1262.1
14-4372	ILE-DU-GORD	630768.563847	2435011.819723	59.9	RAURACIEN	-1330.4
14-4372	ILE-DU-GORD	630768.563847	2435011.819723	59.9	ARGOVIEN	-1398.8
14-4372	ILE-DU-GORD	630768.563847	2435011.819723	59.9	OXF INF	-1503.6
14-4374	LA CONQUILLIE	664773.8908	2407734.191	159.8	KIM INF	-1217.4
14-4374	LA CONQUILLIE	664773.8908	2407734.191	159.8	LUSITANIEN	-1384.9
14-4374	LA CONQUILLIE	664773.8908	2407734.191	159.8	OXF INF	-1708.4
14-4375	LA VIGNOTTE	649111.914	2415161.231	113.6	KIM INF	-1267
14-4375	LA VIGNOTTE	649111.914	2415161.231	113.6	SEQUANIEN	-1414.5
14-4375	LA VIGNOTTE	649111.914	2415161.231	113.6	ARG-RAU	-1485
14-4375	LA VIGNOTTE	649111.914	2415161.231	113.6	OXF INF	-1659
14-4379	BOIGNY	602995.903919	2390216.345516	76.77	KIM INF	-943
14-4379	BOIGNY	602995.903919	2390216.345516	76.77	LUSITANIEN	-1099.5
14-4379	BOIGNY	602995.903919	2390216.345516	76.77	OXF INF	-1423
14-4386	BECHEVRET	591586.173405	2394668.532831	97.7	KIM INF	-801.5
14-4386	BECHEVRET	591586.173405	2394668.532831	97.7	SEQUANIEN	-988.5
14-4386	BECHEVRET	591586.173405	2394668.532831	97.7	RAURACIEN	-1047.6
14-4386	BECHEVRET	591586.173405	2394668.532831	97.7	ARGOVIEN	-1131.1
14-4386	BECHEVRET	591586.173405	2394668.532831	97.7	OXF INF	-1247.8
14-4387	VILLEPERDUE	690718.174811	2430126.615855	200	KIM INF	-1046.7
14-4387	VILLEPERDUE	690718.174811	2430126.615855	200	LUSITANIEN	-1217.2
14-4387	VILLEPERDUE	690718.174811	2430126.615855	200	OXF INF	-1530.7
14-4390	CHAMPROSE	636585.065137	2416005.643706	114.2	KIM INF	-1209
14-4390	CHAMPROSE	636585.065137	2416005.643706	114.2	LUSITANIEN	-1346
14-4390	CHAMPROSE	636585.065137	2416005.643706	114.2	OXF INF	-1590
14-4393	VERT-LE-GRAND	600581.192894	2396597.454015	76.7	KIM INF	-910.8
14-4393	VERT-LE-GRAND	600581.192894	2396597.454015	76.7	LUSITANIEN	-1064.6
14-4393	VERT-LE-GRAND	600581.192894	2396597.454015	76.7	OXF INF	-1318.9
14-4397	CASSIN	558206.323381	2432216.085099	128.9	KIM INF	-475.5
14-4397	CASSIN	558206.323381	2432216.085099	128.9	SEQUANIEN	-624.5
14-4397	CASSIN	558206.323381	2432216.085099	128.9	ARG-RAU	-669.5
14-4397	CASSIN	558206.323381	2432216.085099	128.9	OXF INF	-872
14-4398	MONTBARDON	647398.681	2422572.652	124.5	KIM INF	-1239.2
14-4398	MONTBARDON	647398.681	2422572.652	124.5	LUSITANIEN	-1381.2
14-4398	MONTBARDON	647398.681	2422572.652	124.5	OXF INF	-1698.7
14-4399	MONT A PEINE	684454.0653	2440646.361	212.2	KIM INF	-1047
14-4399	MONT A PEINE	684454.0653	2440646.361	212.2	LUSITANIEN	-1190
14-4399	MONT A PEINE	684454.0653	2440646.361	212.2	OXF INF	-1531.5
14-4401	CHÂTEAU-THIERRY	684256.212239	2449015.391500	229.8	KIM INF	-990.9
14-4401	CHÂTEAU-THIERRY	684256.212239	2449015.391500	229.8	LUSITANIEN	-1132.4

14-400 CHÁTEAU-THIERRY 694256.21239 249015.391500 229.8 [OXF INF -1.451.4 14-4003 ARDENAY 599915.995604 288692.927759 137.25 ILUBITANIEN -9021 14-4003 ARDENAY 599915.995604 288692.927759 137.25 ILUBITANIEN -10685 14-4040 LONGUMEAU 598829.4998 200918.537 42.15 ILUBITANIEN -976 14-4040 LONGUMEAU 598829.4998 200918.537 42.15 UISTANIEN -1065 14-4040 LONGUMEAU 598829.4998 200918.537 42.15 UISTANIEN -13065 14-405 MONTAPOT 628406.004555 257183.464364 105.89 KIM INF -887.5 14-407 LES FORTS 690059.388 2435467.329 198 LUSTANIEN -1198.3 14-407 LES FORTS 690059.388 2435467.329 198 LUSTANIEN -1198.3 14-4049 LA FETTI PLAINE 624930.2976 2267357.121 74.2 LUSTANIEN -1198.7	N° BEPH	Site et nom du Puits	X_l2	Y_l2	z sol	Niveau	Cote NGF
14-403 ARDENAY 59915.995604 2388692.927759 137.25 KIMI INF -921 14-403 ARDENAY 59915.995604 2388692.927759 137.25 CVFINIEN -1088 14-4404 LONGUMEAU 598624.998 2009418.537 42.15 LUSTANIEN -11215 14-4404 LONGUMEAU 598824.998 2009418.537 42.15 LUSTANIEN -11215 14-4404 LONGUMEAU 598825.4998 2009418.537 42.15 LUSTANIEN -1306.5 14-4405 MONTAPOT 628400.604555 2357183.464364 105.89 LUSTANIEN -1368.5 14-4407 LES FORTS 690059.388 2433467.329 198 KIM INF -1051.7 14-4409 LA PETIT PLAINE 624930.2976 2367357.121 74.2 LUSTANIEN -1138.3 14-4409 LA PETIT PLAINE 66223.8212 239258.71.3 67 KIM INF -1531.4 14-4412 LA SAULSOTTE 666223.8212 2393258.71.3 67 KIM INF -1552.2 <tr< td=""><td>14-4401</td><td>CHÂTEAU-THIERRY</td><td>684256.212239</td><td>2449015.391500</td><td>229.8</td><td>OXF INF</td><td>-1451.4</td></tr<>	14-4401	CHÂTEAU-THIERRY	684256.212239	2449015.391500	229.8	OXF INF	-1451.4
14-403 ARDENAY 59915.995604 238869.297759 137.25 USITANIEN -1088 14-403 ARDENAY 59915.995604 238869.297759 137.25 KIM -1088 14-4404 LONGJUMEAU 598829.4998 2409418.537 42.15 KIM NF -976 14-4404 LONGJUMEAU 598829.4998 2409418.537 42.15 KIM NF -1306.5 14-4405 MONTAPOT 628405.604555 257183.464364 105.89 KIM -1308.5 14-4407 LES FORTS 690059.38 2435467.329 198 KIM -1318.3 14-4407 LES FORTS 690059.38 2435467.329 198 KIM -1414 14-4407 LES FORTS 690059.38 2435457.321 174.2 KIM -1414 14-4409 A FETT PLAINE 624930.2976 2367357.121 74.2 KIM -994.7 14-4412 IA SAULSOTTE 686252.8212 2393258.713 67 KIM 1997.7 14-4414 </td <td>14-4403</td> <td>ARDENAY</td> <td>599915.995604</td> <td>2388692.927759</td> <td>137.25</td> <td>KIM INF</td> <td>-921</td>	14-4403	ARDENAY	599915.995604	2388692.927759	137.25	KIM INF	-921
14-403 ANDENAY 599915-99504 238662-927759 137.25 DXF INI F -1003. 14-404 LONGIUMEAU 598229-4998 2409418.537 42.15 LUSITANIEN -1121.5 14-404 LONGIUMEAU 598229-4998 2409418.537 42.15 LUSITANIEN -1121.5 14-405 MONTAPOT 628460.604555 2357183.464364 105.89 LUSITANIEN -1366.5 14-407 LES FORTS 690059-388 2435467.329 198 LUSTANIEN -1366.5 14-407 LES FORTS 690059-388 2435467.329 198 LUSTANIEN -1363.5 14-407 LES FORTS 690059-388 2435467.329 198 LUSTANIEN -1193.3 14-409 LA PETIT PLAINE 624930.2976 2367357.121 74.2 KIM INF -945.3 14-4412 LA SAULSOTTE 686252.8121 2393258.713 67 KIM INF -1552.2 14-4414 CHAMPBOIS 674498.9908 2416599.242 172.1 KIM INF -1252.6	14-4403	ARDENAY	599915.995604	2388692.927759	137.25	LUSITANIEN	-1088
14-404 LONGUMEAU 598829 4998 2409418.537 42.15 KIM INF -976 14-404 LONGUMEAU 598829 4998 2409418.537 42.15 CXF INF -1306.5 14-4040 LONGUMEAU 598829 4998 2409418.537 42.15 CXF INF -1306.5 14-405 MONTAPOT 628460.604555 2357138.464364 105.89 DKINTNEN -1056 14-407 LES FORTS 690059.388 2435467.329 198 LINTNIEN -1051.7 14-407 LES FORTS 690059.388 2435467.329 198 LINTNIEN -1198.3 14-407 LES FORTS 690059.388 2435467.329 198 LINTNIEN -1198.3 14-409 LA PETIT FLAINE 62490.2976 2367357.121 74.2 LISTANIEN -1134.1 14-412 LA SAULSOTTE 68652.8.212 2393258.713 67 KIM INF -994.7 14-4141 CHAMPBOIS 674489.9908 2416599.242 172.1 KIM INF -1255.0 14-4414 <td>14-4403</td> <td>ARDENAY</td> <td>599915.995604</td> <td>2388692.927759</td> <td>137.25</td> <td>OXF INF</td> <td>-1408.5</td>	14-4403	ARDENAY	599915.995604	2388692.927759	137.25	OXF INF	-1408.5
14-404 LONGUMEAU 598829.4998 2409418.537 42.15 LUSTANIEN -1121.5 14-4040 LONGUMEAU 598829.4998 2409418.537 42.15 VE INF -1306.5 14-405 MONTAPOT 628460.604555 2357183.464364 105.89 KIM INF -1368.5 14-405 MONTAPOT 628460.604555 2357183.464364 105.89 KIM INF -1368.5 14-407 LES FORTS 690059.388 2435467.329 198 KIM INF -1514.4 14-4407 LES FORTS 690059.388 2435467.329 198 LUSTANIEN -1198.3 14-4407 LES FORTS 690059.388 2435467.329 198 LUSTANIEN -1131.3 14-4409 LA PETIT PLAINE 624930.2976 2367357.121 74.2 KIM INF -944.7 14-4412 LA SAULSOTTE 68652.8.212 2393258.713 67 KIM INF -1550.2 14-4414 CHAMPEOIS 674498.9908 2416599.242 172.1 KIM INF -1552.6	14-4404	LONGJUMEAU	598829.4998	2409418.537	42.15	KIM INF	-976
14-404 LONGUMEAU 598829 4998 2409418.537 74.15 OXF INF -13065. 14-405 MONTAPOT 628460.604555 2357183.464364 105.89 UISTANIEN -1056 14-405 MONTAPOT 628460.604555 2357183.464364 105.89 OK INF -1368.6 14-407 LES FORTS 690059.38 2435467.329 198 LWINF -1513.4 14-4407 LES FORTS 690059.388 2435467.329 198 LWINF -1533.4 14-4407 LES FORTS 690059.388 2435467.329 198 LWINF -1533.4 14-4409 LA PETIT FLAINE 624930.2976 2367357.121 742 LWIN INF -947.7 14-4412 LA SAULSOTTE 686528.212 2393258.713 67 LWIN INF -1552.2 14-4414 CHAMPEOIS 674489.908 2416599.242 172.1 KIM INF -1625.6 14-4414 CHAMPEOIS 674489.908 2416599.242 172.1 LUSTANIEN -1007.6 14-4414 <td>14-4404</td> <td>LONGJUMEAU</td> <td>598829.4998</td> <td>2409418.537</td> <td>42.15</td> <td>LUSITANIEN</td> <td>-1121.5</td>	14-4404	LONGJUMEAU	598829.4998	2409418.537	42.15	LUSITANIEN	-1121.5
14-405 MONTAPOT 628460.604555 2357183.464364 105.89 IUSITANIEN -887.5 14-405 MONTAPOT 628460.604555 2357183.464364 105.89 IUSITANIEN -1368.5 14-4407 LES FORTS 690059.388 2435467.329 198 IUSITANIEN -1051.7 14-4407 LES FORTS 690059.388 2435467.329 198 IUSITANIEN -1193.1 14-4407 LES FORTS 690059.388 2435467.329 198 IUSITANIEN -1193.1 14-4409 LA PETIT PLAINE 624930.2976 2367357.121 74.2 IUM INF -994.7 14-4412 LA SAULSOTTE 686252.8212 2393258.713 67 IUSITANIEN -1199.7 14-4412 LA SAULSOTTE 686252.8212 2393258.713 67 IUSITANIEN -1199.7 14-4414 CHAMPBOIS 674498.9908 2415599.242 172.1 IUSITANIEN -1072.1 14-4414 CHAMPBOIS 674498.908 2415599.242 172.2 IUSITANIEN -1072.1 </td <td>14-4404</td> <td>LONGJUMEAU</td> <td>598829.4998</td> <td>2409418.537</td> <td>42.15</td> <td>OXF INF</td> <td>-1306.5</td>	14-4404	LONGJUMEAU	598829.4998	2409418.537	42.15	OXF INF	-1306.5
14-405 MONTAPOT 628/460.604555 2357183.464364 105.89 LUSTANIEN -1056 14-4405 LES FORTS 690059.388 2435467.329 198 KIM INF -1056.17 14-4407 LES FORTS 690059.388 2435467.329 198 KIM INF -1051.7 14-4409 LA PETIT PLAINE 624930.2976 2367357.121 74.2 KIM INF -954.5 14-4409 LA PETIT PLAINE 624930.2976 2367357.121 74.2 KIM INF -1414 14-4412 LA SAULSOTTE 686252.8212 2393258.713 67 KIM INF -1559.2 14-4412 LA SAULSOTTE 686252.8212 2393258.713 67 KIM INF -1255.2 14-4414 CHAMPBOIS 674498.9908 2416599.242 172.1 KIM INF -1255.2 14-4414 CHAMPBOIS 674498.9908 2416599.242 172.1 CVF INF -148.6 14-4414 CHAMPBOIS 674498.9908 2416599.242 172.1 CVF INF -1748.6 <	14-4405	MONTAPOT	628460.604555	2357183.464364	105.89	KIM INF	-887.5
14-4405 MONTAPOT 628460.604555 2357183.464364 105.89 CVF INF -1368.5 14-4407 LES FORTS 690059.388 2435467.329 198 KIM INF -1139.3 14-4407 LES FORTS 690059.388 2435467.329 198 KIM INF -1531.4 14-4407 LES FORTS 690059.388 2435467.329 198 KIM INF -1531.4 14-4409 LA PEITT PLAINE 624930.2976 2367357.121 74.2 LUSITANIEN -1131 14-4412 LA SAULSOTTE 686252.8212 2393258.713 67 LUSITANIEN -1199.7 14-4412 LA SAULSOTTE 686252.8212 2393258.713 67 CNF INF -1559.2 14-4414 CHAMPBOIS 674498.9908 2416599.242 172.1 LUSITANIEN -1407.6 14-4414 CHAMPBOIS 674498.9908 2416599.242 172.1 LUSITANIEN -1725.5 14-4415 LA FILIOUERE 57724.0724 2408387.16 172.2 LUSITANIEN -1725.5	14-4405	MONTAPOT	628460.604555	2357183.464364	105.89	LUSITANIEN	-1056
14-4407 LES FORTS 690059-388 2435467.329 198 [KIM INF -1051.7 14-4407 LES FORTS 690059-388 2435467.329 198 [DXFINF -1531.4 14-4409 LES FORTS 690059-388 2435467.329 198 [DXFINF -1531.4 14-4409 LA PETIT PLAINE 624930.2976 2367357.121 74.2 [KIM INF -954.5 14-4409 LA PETIT PLAINE 624930.2976 2367357.121 74.2 [DXFINF -1414 14-4409 LA PETIT PLAINE 62625.8212 2393258.713 67 [DXFINF -1131 14-4412 LA SAULSOTTE 686252.8212 2393258.713 67 [DXFINF -1559.2 14-4414 CHAMPBOIS 674498.9908 2416599.242 172.1 [KIM INF -172.5 14-4414 CHAMPBOIS 674498.9908 2416599.242 172.2 [KIM INF -172.5 14-4415 LA FILLOLIERE 577242.0724 2408387.16 172.2 [KIM INF -1159.7 14-4419 LA FERTE ALAIS	14-4405	MONTAPOT	628460.604555	2357183.464364	105.89	OXF INF	-1368.5
14-4407 LES FORTS 690059.388 2435467.329 198 LVSTANNEN -1198.3 14-4407 LES FORTS 690059.388 2435467.329 198 OXF INF -1531.4 14-4409 LA PETIT PLAINE 624930.2976 2367357.121 74.2 LVSTANIEN -1131 14-4409 LA PETIT PLAINE 624930.2976 2367357.121 74.2 LVSTANIEN -1131 14-4412 LA SAULSOTTE 68652.8.212 2393258.7.13 67 LKIM INF -994.7 14-4412 LA SAULSOTTE 68652.8.212 2393258.7.13 67 LVSTANIEN -1199.7 14-4414 CHAMPBOIS 674498.9908 2416599.242 172.1 LVSTANIEN -1407.6 14-4414 CHAMPBOIS 674498.9908 2416559.242 172.1 LVSTANIEN -11407.6 14-4415 LA FILLOUERE 577242.0724 2408387.16 172.2 LVSTANIEN -1047.8 14-4419 LA FERTE ALAIS 602948.89143 2390189.338407 77 LKIM INF -922.8	14-4407	LES FORTS	690059.388	2435467.329	198	KIM INF	-1051.7
14-4407 LES FORTS 690059.388 2435467.329 198 OXF INF -1531.4 14-4409 LA PETIT PLAINE 624930.2976 2367357.121 74.2 LVISTANIEN -1313 14-4409 LA PETIT PLAINE 624930.2976 2367357.121 74.2 LVSTANIEN -1313 14-4409 LA PETIT PLAINE 624930.2976 2367357.121 74.2 LVSTANIEN -11131 14-4412 LA SAULSOTTE 686252.8212 2393258.713 67 LVSTANIEN -11197 14-4412 LA SAULSOTTE 686252.8212 2393258.713 67 CVF INF -1559.2 14-4414 CHAMPBOIS 674498.9908 2416599.242 172.1 LVSTANIEN -1402.6 14-4413 LA FILLOUERE 577242.0724 2403387.16 172.2 LVSTANIEN -850.5 14-4415 LA FILLOUERE 577242.0724 2403387.16 172.2 LVSTANIEN -850.5 14-4419 LA FERTE ALAIS 602948.889143 2390189.338407 77 KM INF -927.8 </td <td>14-4407</td> <td>LES FORTS</td> <td>690059.388</td> <td>2435467.329</td> <td>198</td> <td>LUSITANIEN</td> <td>-1198.3</td>	14-4407	LES FORTS	690059.388	2435467.329	198	LUSITANIEN	-1198.3
14-4409 LA PETIT PLAINE 624930.2976 2367357.121 74.2 KIM INF -954.5 14-4409 LA PETIT PLAINE 624930.2976 2367357.121 74.2 LUSITANIEN -1131 14-4401 LA FEITT PLAINE 624930.2976 2367357.121 74.2 LVSITANIEN -1131 14-4412 LA SAULSOTTE 686528.212 2393258.713 67 KIM INF -994.7 14-4412 LA SAULSOTTE 686528.212 2393258.713 67 LVSITNIEN -1155.2 14-4414 CHAMPBOIS 674498.9908 2416599.242 172.1 LUSTANIEN -1407.6 14-4414 CHAMPBOIS 674498.9908 2416599.242 172.1 CNF INF -1748.6 14-4415 LA FILLOLIERE 577242.0724 2408387.16 172.2 LVSTANIEN -907.5 14-4415 LA FILLOLIERE 577242.0724 2408387.16 172.2 CVF INF -1189 14-4419 LA FERTE ALAIS 602948.89143 2390189.338407 77 KIM INF -927.8 <td>14-4407</td> <td>LES FORTS</td> <td>690059.388</td> <td>2435467.329</td> <td>198</td> <td>OXF INF</td> <td>-1531.4</td>	14-4407	LES FORTS	690059.388	2435467.329	198	OXF INF	-1531.4
14-4409 LA PETIT PLAINE 624930.2976 2367357.121 74.2 LUSTANIEN -1131 14-4409 LA PETIT PLAINE 624930.2976 2367357.121 74.2 OXF INF -1414 14-4412 LA SAULSOTTE 686252.8212 2393258.713 67 KIM INF -994.7 14-4412 LA SAULSOTTE 686252.8212 2393258.713 67 CINTANIEN -1199.7 14-4412 LA SAULSOTTE 686252.8212 2393258.713 67 CINTANIEN -1199.7 14-4414 CHAMPBOIS 674498.9908 2416599.242 172.1 KIM INF -1252.6 14-4414 CHAMPBOIS 674498.9908 2416599.242 172.1 CINTANIEN -1407.6 14-4415 LA FILLOUERE 577242.0724 2408387.16 172.2 KIM INF -715.5 14-4415 LA FILLOUERE 577242.0724 2408387.16 172.2 CVF INF -1189 14-4419 LA FERTE ALAIS 602948.889143 2390189.338407 77 LUSITANIEN -1097	14-4409	LA PETIT PLAINE	624930.2976	2367357.121	74.2	KIM INF	-954.5
14-4409 LA PETIT PLAINE 624930.2976 2367357.121 74.2 (XF INF -1414 14-4412 LA SAULSOTTE 686252.8212 2393258.713 67 KIM INF -994.7 14-4412 LA SAULSOTTE 686252.8212 2393258.713 67 OXF INF -1559.2 14-4414 CHAMPBOIS 674498.9908 2416599.242 172.1 IWIN INF -1407.6 14-4414 CHAMPBOIS 674498.9908 2416599.242 172.1 IWIN INF -1748.6 14-4415 LA FILLOUERE 577242.0724 2408387.16 172.2 IWIN INF -955.1 14-4415 LA FILLOUERE 577242.0724 2408387.16 172.2 IWIN INF -928 14-4419 LA FERTE ALAIS 602948.889143 2390189.338407 77 IWIN INF -928 14-4419 LA FERTE ALAIS 602948.889143 2390189.338407 77 IWIN INF -927.8 14-4421 VERT-LE-PETIT 601268.400809 2391077.635470 75.8 IKM INF -1126.7	14-4409	LA PETIT PLAINE	624930.2976	2367357.121	74.2	LUSITANIEN	-1131
14-4412 LA SAULSOTTE 686252.8212 2393258.713 67 KIM INF -994.7 14-4412 LA SAULSOTTE 686252.8212 2393258.713 67 KIM INF -1199.7 14-4412 LA SAULSOTTE 686252.8212 2393258.713 67 KIM INF -1252.6 14-4414 CHAMPBOIS 674498.9908 2416599.242 172.1 KIM INF -1252.6 14-4414 CHAMPBOIS 674498.9908 2416599.242 172.1 OXF INF -1478.6 14-4415 LA FILLOLIERE 577242.0724 2408387.16 172.2 KIM INF -928 14-4415 LA FILLOLIERE 577242.0724 2408387.16 172.2 KIM INF -928 14-4419 LA FERTE ALAIS 602948.89143 2390189.338407 77 KIM INF -1428 14-4421 VERT-LE-PETIT 601268.400809 2391077.635470 75.8 KIM INF -927.8 14-4421 VERT-LE-PETIT 601268.400809 2391077.635470 75.8 KIM INF -1428.8 <t< td=""><td>14-4409</td><td>LA PETIT PLAINE</td><td>624930.2976</td><td>2367357.121</td><td>74.2</td><td>OXF INF</td><td>-1414</td></t<>	14-4409	LA PETIT PLAINE	624930.2976	2367357.121	74.2	OXF INF	-1414
14-4412 LA SAULSOTTE 686252.8212 2393258.713 67 LUSITANIEN -1199.7 14-4412 LA SAULSOTTE 686252.8212 2393258.713 67 LUSITANIEN -1159.2 14-4414 CHAMPBOIS 674498.9908 2416599.242 172.1 LUSITANIEN -1407.6 14-4414 CHAMPBOIS 674498.9908 2416599.242 172.1 LUSITANIEN -1407.6 14-4415 LA FILLOLERE 577242.0724 2408387.16 172.2 KIM INF -715.5 14-4415 LA FILLOLERE 577242.0724 2408387.16 172.2 LUSITANIEN -850.5 14-4419 LA FERTE ALAIS 602948.889143 2390189.338407 77 KIM INF -922.8 14-4419 LA FERTE ALAIS 602948.889143 2390189.338407 77 XIM INF -1089.2 14-4421 VERT-LE-PETIT 601268.400809 239107.635470 75.8 LUSITANIEN -1089.2 14-4420 VERT-LE-PETIT 601268.400809 239107.635470 75.8 CY INF -	14-4412	LA SAULSOTTE	686252.8212	2393258.713	67	KIM INF	-994.7
14-4412 LA SAULSOTTE 686252.8212 2393258.713 67 OXF INF -11559.2 14-4414 CHAMPBOIS 674498.9908 2416599.242 172.1 LUSITANIEN -1407.6 14-4414 CHAMPBOIS 674498.9908 2416599.242 172.1 LUSITANIEN -1407.6 14-4415 LA FILLOUERE 577242.0724 240387.16 172.2 LUSITANIEN -715.5 14-4415 LA FILLOUERE 577242.0724 240387.16 172.2 LUSITANIEN -850.5 14-4419 LA FERTE ALAIS 602948.89143 2390189.338407 77 KIM INF -928 14-4419 LA FERTE ALAIS 602948.89143 2390189.338407 77 CNF INF -1141 14-4421 VERT-LE-PETIT 601268.400809 2391077.635470 75.8 LUSITANIEN -1089.2 14-4421 VERT-LE-PETIT 601268.400809 2391077.635470 75.8 LUSITANIEN -1126.7 14-4422 IE-DU-GORD 630057.582364 2437102.334829 47 KIM INF -1125.7 14-4426 IE-DU-GORD 630057.582364 2437102.3348	14-4412	LA SAULSOTTE	686252.8212	2393258.713	67	LUSITANIEN	-1199.7
14-4414 CHAMPBOIS 674498.9908 2416599.242 172.1 KIM INF -1252.6 14-4414 CHAMPBOIS 674498.9908 2416599.242 172.1 USITANIEN -1407.6 14-4414 CHAMPBOIS 674498.9908 2416599.242 172.1 OXF INF -1748.6 14-4415 LA FILLOUERE 577242.0724 2408387.16 172.2 KIM INF -175.5 14-4415 LA FILLOUERE 577242.0724 2408387.16 172.2 CXF INF -1189 14-4415 LA FILLOUERE 577242.0724 2408387.16 172.2 CXF INF -1189 14-4419 LA FERTE ALAIS 602948.889143 2390189.338407 77 LUSITANIEN -1097 14-4421 VERT-LE-PETIT 601268.400809 2391077.635470 75.8 LUSITANIEN -1089.2 14-4421 VERT-LE-PETIT 601268.400809 2391077.635470 75.8 LUSITANIEN -1428.7 14-4426 ILE-DU-GORD 630057.582364 2437102.334829 47 KIM INF -1126.7 <td>14-4412</td> <td>LA SAULSOTTE</td> <td>686252.8212</td> <td>2393258.713</td> <td>67</td> <td>OXF INF</td> <td>-1559.2</td>	14-4412	LA SAULSOTTE	686252.8212	2393258.713	67	OXF INF	-1559.2
14-4414 CHAMPBOIS 674498.9908 2416599.242 172.1 LUSITANIEN -1407.6 14-4415 LA FILLOLIERE 577242.0724 2408387.16 172.2 KIM INF -713.5 14-4415 LA FILLOLIERE 577242.0724 2408387.16 172.2 LUSITANIEN -850.5 14-4415 LA FILLOLIERE 577242.0724 2408387.16 172.2 LUSITANIEN -850.5 14-4419 LA FERTE ALAIS 602948.889143 2390189.338407 77 KIM INF -928 14-4419 LA FERTE ALAIS 602948.889143 2390189.338407 77 CUSTANIEN -1007 14-4421 VERT-LE-PETIT 601268.400809 2391077.635470 75.8 KIM INF -927.8 14-4421 VERT-LE-PETIT 601268.400809 2391077.635470 75.8 LUSTANIEN -1126.7 14-4426 ILE-DU-GORD 630057.582364 2437102.334829 47 KIM INF -1126.7 14-4426 ILE-DU-GORD 630057.582364 2437102.334829 47 ARGOVEN	14-4414	CHAMPBOIS	674498.9908	2416599.242	172.1	KIM INF	-1252.6
14-4414 CHAMPBOIS 674498.9908 2416599.242 172.1 OXF INF -1748.6 14-4415 LA FILLOLIERE 577242.0724 2408387.16 172.2 LININF -755.5 14-4415 LA FILLOLIERE 577242.0724 2408387.16 172.2 LUSITANIEN -850.5 14-4419 LA FERTE ALAIS 602948.889143 2390189.338407 77 KIM INF -928 14-4419 LA FERTE ALAIS 602948.889143 2390189.338407 77 OXF INF -1414 14-4421 VERT-LE-PETIT 601268.400809 2391077.635470 75.8 LUSITANIEN -1089.2 14-4421 VERT-LE-PETIT 601268.400809 2391077.635470 75.8 LUSITANIEN -1428.8 14-4421 VERT-LE-PETIT 601268.400809 2391077.635470 75.8 LUSITANIEN -1428.8 14-4426 IE-DU-GORD 630057.582364 2437102.334829 47 KAUACIEN -1318 14-4426 IE-DU-GORD 630057.582364 2437102.334829 47 ARGOVIEN	14-4414	CHAMPBOIS	674498.9908	2416599.242	172.1	LUSITANIEN	-1407.6
14-4415 LA FILLOLIERE 577242.0724 2408387.16 172.2 KIM INF -715.5 14-4415 LA FILLOLIERE 577242.0724 2408387.16 172.2 LUSTANIEN -850.5 14-4415 LA FILLOLIERE 577242.0724 2408387.16 172.2 OXF INF -1189 14-4419 LA FERTE ALAIS 602948.889143 2390189.338407 77 LUSITANIEN -1097 14-4419 LA FERTE ALAIS 602948.889143 2390189.338407 77 LUSITANIEN -1097 14-4421 VERT-LE-PETIT 601268.400809 2391077.635470 75.8 KIM INF -927.8 14-4421 VERT-LE-PETIT 601268.400809 2391077.635470 75.8 IXISTANIEN -1028.7 14-4426 ILE-DU-GORD 630057.582364 2437102.334829 47 KIM INF -1126.7 14-4426 ILE-DU-GORD 630057.582364 2437102.334829 47 RAURACIEN -1334 14-4426 ILE-DU-GORD 630057.582364 2437102.334829 47 OK INF	14-4414	CHAMPBOIS	674498.9908	2416599.242	172.1	OXF INF	-1748.6
14-4415 LA FILLOUIERE 577242.0724 2408387.16 172.2 LUSITANIEN -850.5 14-4415 LA FILLOUIERE 577242.0724 2408387.16 172.2 OXF INF -1189 14-4419 LA FERTE ALAIS 602948.889143 2390189.338407 77 IUSITANIEN -1097 14-4419 LA FERTE ALAIS 602948.889143 2390189.338407 77 OXF INF -1414 14-4421 VERT-LE-PETIT 601268.400809 2391077.635470 75.8 IMI INF -922.8 14-4421 VERT-LE-PETIT 601268.400809 2391077.635470 75.8 OXF INF -1428.8 14-4421 VERT-LE-PETIT 601268.400809 2391077.635470 75.8 OXF INF -1428.8 14-4426 IE-DU-GORD 630057.582364 2437102.334829 47 KIM INF -1226.7 14-4426 IE-DU-GORD 630057.582364 2437102.334829 47 RAGOVIEN -1318 14-4426 IE-DU-GORD 630057.582364 2437102.334829 47 ARGOVIEN -1433.4 14-4426 IE-DU-GORD 630057.582364 243710	14-4415	LA FILLOLIERE	577242.0724	2408387.16	172.2	KIM INF	-715.5
14-4415 LA FILLOLIERE 577242.0724 2408387.16 172.2 OXF INF -1189 14-4419 LA FERTE ALAIS 602948.889143 2390189.338407 77 KIM INF -928 14-4419 LA FERTE ALAIS 602948.889143 2390189.338407 77 CVF INF -1414 14-4421 VERT-LE-PETIT 601268.400809 2391077.635470 75.8 KIM INF -927.8 14-4421 VERT-LE-PETIT 601268.400809 2391077.635470 75.8 CVF INF -1428.8 14-4421 VERT-LE-PETIT 601268.400809 2391077.635470 75.8 CVF INF -1428.8 14-4426 ILE-DU-GORD 630057.582364 2437102.334829 47 KIM INF -1254.1 14-4426 ILE-DU-GORD 630057.582364 2437102.334829 47 RAURACIEN -1318 14-4426 ILE-DU-GORD 630057.582364 2437102.334829 47 ARGOVIEN -1439.8 14-4426 ILE-DU-GORD 630057.782364 2437102.334829 47 ARGOVIEN -1439.8 14-4428 LA FERTE ALAIS 602501.708185 23	14-4415	LA FILLOLIERE	577242.0724	2408387.16	172.2	LUSITANIEN	-850.5
14-4419 LA FERTE ALAIS 602948.889143 2390189.338407 77 KIM INF -928 14-4419 LA FERTE ALAIS 602948.889143 2390189.338407 77 LUSITANIEN -1097 14-4419 LA FERTE ALAIS 602948.889143 2390189.338407 77 OXF INF -1414 14-4421 VERT-LE-PETIT 601268.400809 2391077.635470 75.8 KIM INF -927.8 14-4421 VERT-LE-PETIT 601268.400809 2391077.635470 75.8 OXF INF -1428.8 14-4426 IE-DU-GORD 630057.582364 2437102.334829 47 KEQUANIEN -1254.7 14-4426 IE-DU-GORD 630057.582364 2437102.334829 47 RAURACIEN -1318 14-4426 IE-DU-GORD 630057.582364 2437102.334829 47 ARGOVIEN -1439.8 14-4426 IE-DU-GORD 630057.582364 2437102.334829 47 ARGOVIEN -1439.8 14-4426 IE-DU-GORD 630057.582364 2437102.334829 47 OXF INF -1453.4 14-4428 LA FERTE ALAIS 602501.708185 23	14-4415	LA FILLOLIERE	577242.0724	2408387.16	172.2	OXF INF	-1189
14-4419 LA FERTE ALAIS 602948.889143 2390189.338407 77 LUSITANIEN -1097 14-4419 LA FERTE ALAIS 602948.889143 2390189.338407 77 OXF INF -1414 14-4421 VERT-LE-PETIT 601268.400809 2391077.635470 75.8 KIM INF -927.8 14-4421 VERT-LE-PETIT 601268.400809 2391077.635470 75.8 CNF INF -1428.8 14-4421 VERT-LE-PETIT 601268.400809 2391077.635470 75.8 CNF INF -1428.8 14-4426 ILE-DU-GORD 630057.582364 2437102.334829 47 KIM INF -1254.1 14-4426 ILE-DU-GORD 630057.582364 2437102.334829 47 RAURACIEN -1338 14-4426 ILE-DU-GORD 630057.582364 2437102.334829 47 ARGOVIEN -1439.4 14-4426 ILE-DU-GORD 630057.582364 2437102.334829 47 ARGOVIEN -1439.4 14-4428 IA FERTE ALAIS 602501.708185 2388781.930445 58 KIM INF -193.9 14-4428 IA FERTE ALAIS 602501.708185	14-4419	LA FERTE ALAIS	602948.889143	2390189.338407	77	KIM INF	-928
14-4419 LA FERTE ALAIS 602948.889143 2390189.338407 77 OXF INF -1414 14-4421 VERT-LE-PETIT 601268.400809 2391077.635470 75.8 KIM INF -927.8 14-4421 VERT-LE-PETIT 601268.400809 2391077.635470 75.8 OXF INF -1428.8 14-4421 VERT-LE-PETIT 601268.400809 2391077.635470 75.8 OXF INF -1428.8 14-4426 ILE-DU-GORD 630057.582364 2437102.334829 47 KIM INF -1126.7 14-4426 ILE-DU-GORD 630057.582364 2437102.334829 47 AURACIEN -1318 14-4426 ILE-DU-GORD 630057.582364 2437102.334829 47 AURACIEN -1439.8 14-4426 ILE-DU-GORD 630057.582364 2437102.334829 47 AUGOVIEN -1439.8 14-4426 ILE-DU-GORD 630057.582364 2437102.334829 47 AUGOVIEN -1439.8 14-4428 IA FERTE ALAIS 602501.708185 2388781.930445 58 ILUSITANIEN -1091.1 14-4428 IA FERTE ALAIS 602501.708185	14-4419	LA FERTE ALAIS	602948.889143	2390189.338407	77	LUSITANIEN	-1097
14-4421 VERT-LE-PETIT 601268.400809 2391077.635470 75.8 KIM INF -927.8 14-4421 VERT-LE-PETIT 601268.400809 2391077.635470 75.8 LUSITANIEN -1089.2 14-4421 VERT-LE-PETIT 601268.400809 2391077.635470 75.8 OXF INF -1428.8 14-4426 ILE-DU-GORD 630057.582364 2437102.334829 47 KIM INF -1126.7 14-4426 ILE-DU-GORD 630057.582364 2437102.334829 47 RAURACIEN -1318 14-4426 ILE-DU-GORD 630057.582364 2437102.334829 47 AURACIEN -1318 14-4426 ILE-DU-GORD 630057.582364 2437102.334829 47 OXF INF -1453.4 14-4426 ILE-DU-GORD 630057.582364 2437102.334829 47 OXF INF -1453.4 14-4428 LA FERTE ALAIS 602501.708185 2388781.930445 58 LUSITANIEN -1091.1 14-4428 LA FERTE ALAIS 602501.708185 2388781.930445 58 OXF INF <td>14-4419</td> <td>LA FERTE ALAIS</td> <td>602948.889143</td> <td>2390189.338407</td> <td>77</td> <td>OXF INF</td> <td>-1414</td>	14-4419	LA FERTE ALAIS	602948.889143	2390189.338407	77	OXF INF	-1414
14-4421 VERT-LE-PETIT 601268.400809 2391077.635470 75.8 LUSITANIEN -1089.2 14-4421 VERT-LE-PETIT 601268.400809 2391077.635470 75.8 OXF INF -1428.8 14-4426 ILE-DU-GORD 630057.582364 2437102.334829 47 KIM INF -1126.7 14-4426 ILE-DU-GORD 630057.582364 2437102.334829 47 RAURACIEN -1318 14-4426 ILE-DU-GORD 630057.582364 2437102.334829 47 RAURACIEN -1439.8 14-4426 ILE-DU-GORD 630057.582364 2437102.334829 47 OXF INF -1439.4 14-4428 ILE-DU-GORD 630057.582364 2437102.334829 47 OXF INF -1439.4 14-4428 IL FERTE ALAIS 602501.708185 2388781.930445 58 ILUSITANIEN -1091.1 14-4428 LA FERTE ALAIS 602501.708185 2388781.930445 58 OXF INF -1407.5 14-4431 LIMOSIN 653008.0441 2420900.657 140 LUSITANIEN	14-4421	VERT-LE-PETIT	601268.400809	2391077.635470	75.8	KIM INF	-927.8
14-4421 VERT-LE-PETIT 601268.400809 2391077.635470 75.8 OXF INF -1428.8 14-4426 ILE-DU-GORD 630057.582364 2437102.334829 47 KIM INF -1126.7 14-4426 ILE-DU-GORD 630057.582364 2437102.334829 47 SEQUANIEN -1254.1 14-4426 ILE-DU-GORD 630057.582364 2437102.334829 47 RAURACIEN -1318 14-4426 ILE-DU-GORD 630057.582364 2437102.334829 47 ARGOVIEN -1439.8 14-4426 ILE-DU-GORD 630057.582364 2437102.334829 47 ARGOVIEN -1439.4 14-4428 IA FERTE ALAIS 602501.708185 2388781.930445 58 KIM INF -990.9 14-4428 IA FERTE ALAIS 602501.708185 2388781.930445 58 LUSITANIEN -1091.1 14-4428 LA FERTE ALAIS 602501.708185 2388781.930445 58 OXF INF -1407.5 14-4431 LIMOSIN 653008.0441 2420900.657 140 USITANIEN	14-4421	VERT-LE-PETIT	601268.400809	2391077.635470	75.8	LUSITANIEN	-1089.2
14-4426 ILE-DU-GORD 630057.582364 2437102.334829 47 KIM INF -1126.7 14-4426 ILE-DU-GORD 630057.582364 2437102.334829 47 SEQUANIEN -1254.1 14-4426 ILE-DU-GORD 630057.582364 2437102.334829 47 RAURACIEN -1318 14-4426 ILE-DU-GORD 630057.582364 2437102.334829 47 ARGOVIEN -1439.8 14-4426 ILE-DU-GORD 630057.582364 2437102.334829 47 OXF INF -1453.4 14-4428 IA FERTE ALAIS 602501.708185 2388781.930445 58 KIM INF -930.9 14-4428 IA FERTE ALAIS 602501.708185 2388781.930445 58 DXF INF -1407.5 14-4421 ILMOSIN 653008.0441 2420900.657 140 KIM INF -1277 14-4431 ILMOSIN 653008.0441 2420900.657 140 DXF INF -1672 14-4431 ILMOSIN 653008.0441 2420900.657 140 DXF INF -1672 14-4433 LES TALONNIERES 616598.425639 2409818.694971 90.3	14-4421	VERT-LE-PETIT	601268.400809	2391077.635470	75.8	OXF INF	-1428.8
14-4426 ILE-DU-GORD 630057.582364 2437102.334829 47 SEQUANIEN -1254.1 14-4426 ILE-DU-GORD 630057.582364 2437102.334829 47 RAURACIEN -1318 14-4426 ILE-DU-GORD 630057.582364 2437102.334829 47 ARGOVIEN -1439.8 14-4426 ILE-DU-GORD 630057.582364 2437102.334829 47 OXF INF -1453.4 14-4428 ILA FERTE ALAIS 602501.708185 2388781.930445 58 ILUSITANIEN -1091.1 14-4428 IA FERTE ALAIS 602501.708185 2388781.930445 58 OXF INF -1407.5 14-4428 LA FERTE ALAIS 602501.708185 2388781.930445 58 OXF INF -1407.5 14-4431 LIMOSIN 653008.0441 2420900.657 140 KIM INF -1277 14-4431 LIMOSIN 653008.0441 2420900.657 140 OXF INF -1672 14-4433 LES TALONNIERES 616598.425639 2409818.694971 90.3 KIM INF -100	14-4426	ILE-DU-GORD	630057.582364	2437102.334829	47	KIM INF	-1126.7
14-4426ILE-DU-GORD630057.5823642437102.33482947RAURACIEN-131814-4426ILE-DU-GORD630057.5823642437102.33482947ARGOVIEN-1439.814-4426ILE-DU-GORD630057.5823642437102.33482947OXF INF-1453.414-4428LA FERTE ALAIS602501.7081852388781.93044558KIM INF-930.914-4428LA FERTE ALAIS602501.7081852388781.93044558LUSITANIEN-1091.114-4428LA FERTE ALAIS602501.7081852388781.93044558OXF INF-1407.514-4431LIMOSIN653008.04412420900.657140KIM INF-127714-4431LIMOSIN653008.04412420900.657140OXF INF-167214-4433LES TALONNIERES616598.4256392409818.69497190.3KIM INF-1100.514-4433LES TALONNIERES616598.4256392409818.69497190.3LUSITANIEN-1239.514-4434LES TALONNIERES616648.4387512409824.69146390.3KIM INF-1099.514-4434LES TALONNIERES616648.4387512409824.69146390.3KIM INF-1239.514-4434LES TALONNIERES616648.4387512409824.69146390.3KIM INF-1239.514-4434LES TALONNIERES616648.4387512409824.69146390.3KIM INF-1239.514-4443LES TALONNIERES616648.4387512409824.69146390.3KIM INF-1239.5 <t< td=""><td>14-4426</td><td>ILE-DU-GORD</td><td>630057.582364</td><td>2437102.334829</td><td>47</td><td>SEQUANIEN</td><td>-1254.1</td></t<>	14-4426	ILE-DU-GORD	630057.582364	2437102.334829	47	SEQUANIEN	-1254.1
14-4426ILE-DU-GORD630057.5823642437102.33482947ARGOVIEN-1439.814-4426ILE-DU-GORD630057.5823642437102.33482947OXF INF-1453.414-4428LA FERTE ALAIS602501.7081852388781.93044558KIM INF-930.914-4428LA FERTE ALAIS602501.7081852388781.93044558LUSITANIEN-1091.114-4428LA FERTE ALAIS602501.7081852388781.93044558LUSITANIEN-1091.114-4428LA FERTE ALAIS602501.7081852388781.93044558OXF INF-1407.514-4431LIMOSIN653008.0441242090.657140KIM INF-127714-4431LIMOSIN653008.0441242090.657140OXF INF-167214-4433LES TALONNIERES616598.4256392409818.69497190.3KIM INF-1100.514-4433LES TALONNIERES616598.4256392409818.69497190.3LUSITANIEN-1239.514-4434LES TALONNIERES616648.4387512409824.69146390.3KIM INF-1099.514-4434LES TALONNIERES616648.4387512409824.69146390.3LUSITANIEN-1239.514-4434LES TALONNIERES616648.4387512409824.69146390.3LUSITANIEN-1239.514-4434LES TALONNIERES616648.4387512409824.69146390.3LUSITANIEN-1239.514-4444IES TALONNIERES616648.4387512409824.69146390.3LUSITANIEN-1249.5	14-4426	ILE-DU-GORD	630057.582364	2437102.334829	47	RAURACIEN	-1318
14-4426ILE-DU-GORD630057.5823642437102.33482947OXF INF-1453.414-4428LA FERTE ALAIS602501.7081852388781.93044558KIM INF-930.914-4428LA FERTE ALAIS602501.7081852388781.93044558LUSITANIEN-1091.114-4428LA FERTE ALAIS602501.7081852388781.93044558OXF INF-1407.514-4431LIMOSIN653008.04412420900.657140KIM INF-127714-4431LIMOSIN653008.04412420900.657140LUSITANIEN-142114-4431LIMOSIN653008.04412420900.657140OXF INF-167214-4431LIMOSIN653008.04412420900.657140OXF INF-1100.514-4431LIMOSIN653008.04412420900.657140OXF INF-1100.514-4433LES TALONNIERES616598.4256392409818.69497190.3KIM INF-1100.514-4433LES TALONNIERES616598.4256392409818.69497190.3LUSITANIEN-1239.514-4434LES TALONNIERES616648.4387512409824.69146390.3KIM INF-1099.514-4434LES TALONNIERES616648.4387512409824.69146390.3KIM INF-1239.514-4440ITTEVILLE601294.4011422390278.39133775.9KIM INF-926.614-4440ITTEVILLE601294.4011422390278.39133775.9USITANIEN-1090.614-4440ITTEVILLE60129	14-4426	ILE-DU-GORD	630057.582364	2437102.334829	47	ARGOVIEN	-1439.8
14-4428LA FERTE ALAIS602501.7081852388781.93044558KIM INF-930.914-4428LA FERTE ALAIS602501.7081852388781.93044558LUSITANIEN-1091.114-4428LA FERTE ALAIS602501.7081852388781.93044558OXF INF-1407.514-4431LIMOSIN653008.04412420900.657140KIM INF-127714-4431LIMOSIN653008.04412420900.657140LUSITANIEN-142114-4431LIMOSIN653008.04412420900.657140OXF INF-167214-4433LES TALONNIERES616598.4256392409818.69497190.3KIM INF-1100.514-4433LES TALONNIERES616598.4256392409818.69497190.3LUSITANIEN-1239.514-4433LES TALONNIERES616648.4387512409824.69146390.3KIM INF-1099.514-4434LES TALONNIERES616648.4387512409824.69146390.3KIM INF-1239.514-4434LES TALONNIERES616648.4387512409824.69146390.3CXF INF-1541.514-4440ITTEVILLE601294.4011422390278.39133775.9KIM INF-926.614-4440ITTEVILLE601294.4011422390278.39133775.9OXF INF-1409.514-4443PEZARCHES648809.48852417254.374114.5KIM INF-126814-4443PEZARCHES648809.48852417254.374114.5LUSITANIEN-141514-4443PEZARCHES </td <td>14-4426</td> <td>ILE-DU-GORD</td> <td>630057.582364</td> <td>2437102.334829</td> <td>47</td> <td>OXF INF</td> <td>-1453.4</td>	14-4426	ILE-DU-GORD	630057.582364	2437102.334829	47	OXF INF	-1453.4
14-4428LA FERTE ALAIS602501.7081852388781.93044558LUSITANIEN-1091.114-4428LA FERTE ALAIS602501.7081852388781.93044558OXF INF-1407.514-4431LIMOSIN653008.04412420900.657140KIM INF-127714-4431LIMOSIN653008.04412420900.657140LUSITANIEN-142114-4431LIMOSIN653008.04412420900.657140OXF INF-167214-4433LES TALONNIERES616598.4256392409818.69497190.3KIM INF-1100.514-4433LES TALONNIERES616598.4256392409818.69497190.3LUSITANIEN-1239.514-4433LES TALONNIERES616598.4256392409818.69497190.3OXF INF-1541.514-4434LES TALONNIERES616648.4387512409824.69146390.3KIM INF-1099.514-4434LES TALONNIERES616648.4387512409824.69146390.3LUSITANIEN-1239.514-4434LES TALONNIERES616648.4387512409824.69146390.3LUSITANIEN-1239.514-4434LES TALONNIERES616648.4387512409824.69146390.3DXF INF-1541.514-4440ITTEVILLE601294.4011422390278.39133775.9KIM INF-926.614-4440ITTEVILLE601294.4011422390278.39133775.9DXF INF-1409.514-4443PEZARCHES648809.48852417254.374114.5KIM INF-126814-4443<	14-4428	LA FERTE ALAIS	602501.708185	2388781.930445	58	KIM INF	-930.9
14-4428LA FERTE ALAIS602501.7081852388781.93044558OXF INF-1407.514-4431LIMOSIN653008.04412420900.657140KIM INF-127714-4431LIMOSIN653008.04412420900.657140LUSITANIEN-142114-4431LIMOSIN653008.04412420900.657140OXF INF-167214-4433LES TALONNIERES616598.4256392409818.69497190.3KIM INF-1100.514-4433LES TALONNIERES616598.4256392409818.69497190.3LUSITANIEN-1239.514-4433LES TALONNIERES616598.4256392409818.69497190.3CVF INF-1541.514-4434LES TALONNIERES616648.4387512409824.69146390.3KIM INF-1099.514-4434LES TALONNIERES616648.4387512409824.69146390.3LUSITANIEN-1239.514-4434LES TALONNIERES616648.4387512409824.69146390.3CVF INF-1541.514-4434LES TALONNIERES616648.4387512409824.69146390.3CVF INF-1541.514-4440ITTEVILLE601294.4011422390278.39133775.9LUSITANIEN-1090.614-4440ITTEVILLE601294.4011422390278.39133775.9OXF INF-1409.514-4443PEZARCHES648809.48852417254.374114.5LUSITANIEN-126814-4443PEZARCHES648809.48852417254.374114.5LUSITANIEN-1405.514-4443	14-4428	LA FERTE ALAIS	602501.708185	2388781.930445	58	LUSITANIEN	-1091.1
14-4431LIMOSIN653008.04412420900.657140KIM INF-127714-4431LIMOSIN653008.04412420900.657140LUSITANIEN-142114-4431LIMOSIN653008.04412420900.657140OXF INF-167214-4433LES TALONNIERES616598.4256392409818.69497190.3KIM INF-1100.514-4433LES TALONNIERES616598.4256392409818.69497190.3LUSITANIEN-1239.514-4433LES TALONNIERES616598.4256392409818.69497190.3CXF INF-1541.514-4434LES TALONNIERES616648.4387512409824.69146390.3KIM INF-1099.514-4434LES TALONNIERES616648.4387512409824.69146390.3LUSITANIEN-1239.514-4434LES TALONNIERES616648.4387512409824.69146390.3LUSITANIEN-1239.514-4434LES TALONNIERES616648.4387512409824.69146390.3LUSITANIEN-1239.514-4440ITTEVILLE601294.4011422390278.39133775.9KIM INF-926.614-4440ITTEVILLE601294.4011422390278.39133775.9USITANIEN-1090.614-4443PEZARCHES648809.48852417254.374114.5KIM INF-126814-4443PEZARCHES648809.48852417254.374114.5LUSITANIEN-141514-4443PEZARCHES648809.48852417254.374114.5LUSITANIEN-1415	14-4428	LA FERTE ALAIS	602501.708185	2388781.930445	58	OXF INF	-1407.5
14-4431LIMOSIN653008.04412420900.657140LUSITANIEN-142114-4431LIMOSIN653008.04412420900.657140OXF INF-167214-4433LES TALONNIERES616598.4256392409818.69497190.3KIM INF-1100.514-4433LES TALONNIERES616598.4256392409818.69497190.3LUSITANIEN-1239.514-4433LES TALONNIERES616598.4256392409818.69497190.3CXF INF-1541.514-4434LES TALONNIERES616648.4387512409824.69146390.3KIM INF-1099.514-4434LES TALONNIERES616648.4387512409824.69146390.3LUSITANIEN-1239.514-4434LES TALONNIERES616648.4387512409824.69146390.3LUSITANIEN-1239.514-4434LES TALONNIERES616648.4387512409824.69146390.3CXF INF-1541.514-4440ITTEVILLE601294.4011422390278.39133775.9KIM INF-926.614-4440ITTEVILLE601294.4011422390278.39133775.9LUSITANIEN-1090.614-4440ITTEVILLE601294.4011422390278.39133775.9OXF INF-1409.514-4443PEZARCHES648809.48852417254.374114.5KIM INF-126814-4443PEZARCHES648809.48852417254.374114.5LUSITANIEN-141514-4443PEZARCHES648809.48852417254.374114.5CXF INF-1751.5	14-4431	LIMOSIN	653008.0441	2420900.657	140	KIM INF	-1277
14-4431LIMOSIN653008.04412420900.657140OXF INF-167214-4433LES TALONNIERES616598.4256392409818.69497190.3KIM INF-1100.514-4433LES TALONNIERES616598.4256392409818.69497190.3LUSITANIEN-1239.514-4433LES TALONNIERES616598.4256392409818.69497190.3OXF INF-1541.514-4434LES TALONNIERES616648.4387512409824.69146390.3KIM INF-1099.514-4434LES TALONNIERES616648.4387512409824.69146390.3LUSITANIEN-1239.514-4434LES TALONNIERES616648.4387512409824.69146390.3LUSITANIEN-1239.514-4434LES TALONNIERES616648.4387512409824.69146390.3OXF INF-1541.514-4440ITTEVILLE601294.4011422390278.39133775.9KIM INF-926.614-4440ITTEVILLE601294.4011422390278.39133775.9USITANIEN-1090.614-4440ITTEVILLE601294.4011422390278.39133775.9OXF INF-1409.514-4443PEZARCHES648809.48852417254.374114.5KIM INF-126814-4443PEZARCHES648809.48852417254.374114.5LUSITANIEN-141514-4443PEZARCHES648809.48852417254.374114.5CXF INF-1751.5	14-4431	LIMOSIN	653008.0441	2420900.657	140	LUSITANIEN	-1421
14-4433LES TALONNIERES616598.4256392409818.69497190.3KIM INF-1100.514-4433LES TALONNIERES616598.4256392409818.69497190.3LUSITANIEN-1239.514-4433LES TALONNIERES616598.4256392409818.69497190.3OXF INF-1541.514-4434LES TALONNIERES616648.4387512409824.69146390.3KIM INF-1099.514-4434LES TALONNIERES616648.4387512409824.69146390.3LUSITANIEN-1239.514-4434LES TALONNIERES616648.4387512409824.69146390.3LUSITANIEN-1239.514-4434LES TALONNIERES616648.4387512409824.69146390.3OXF INF-1541.514-4440ITTEVILLE601294.4011422390278.39133775.9KIM INF-926.614-4440ITTEVILLE601294.4011422390278.39133775.9LUSITANIEN-1090.614-4440ITTEVILLE601294.4011422390278.39133775.9OXF INF-1409.514-4443PEZARCHES648809.48852417254.374114.5KIM INF-126814-4443PEZARCHES648809.48852417254.374114.5LUSITANIEN-141514-4443PEZARCHES648809.48852417254.374114.5OXF INF-1751.5	14-4431	LIMOSIN	653008.0441	2420900.657	140	OXF INF	-1672
14-4433LES TALONNIERES616598.4256392409818.69497190.3LUSITANIEN-1239.514-4433LES TALONNIERES616598.4256392409818.69497190.3OXF INF-1541.514-4434LES TALONNIERES616648.4387512409824.69146390.3KIM INF-1099.514-4434LES TALONNIERES616648.4387512409824.69146390.3LUSITANIEN-1239.514-4434LES TALONNIERES616648.4387512409824.69146390.3LUSITANIEN-1239.514-4434LES TALONNIERES616648.4387512409824.69146390.3OXF INF-1541.514-4440ITTEVILLE601294.4011422390278.39133775.9KIM INF-926.614-4440ITTEVILLE601294.4011422390278.39133775.9LUSITANIEN-1090.614-4440ITTEVILLE601294.4011422390278.39133775.9OXF INF-1409.514-4443PEZARCHES648809.48852417254.374114.5KIM INF-126814-4443PEZARCHES648809.48852417254.374114.5LUSITANIEN-141514-4443PEZARCHES648809.48852417254.374114.5CXF INF-141514-4443PEZARCHES648809.48852417254.374114.5CXF INF-1751.5	14-4433	LES TALONNIERES	616598.425639	2409818.694971	90.3	KIM INF	-1100.5
14-4433LES TALONNIERES616598.4256392409818.69497190.3OXF INF-1541.514-4434LES TALONNIERES616648.4387512409824.69146390.3KIM INF-1099.514-4434LES TALONNIERES616648.4387512409824.69146390.3LUSITANIEN-1239.514-4434LES TALONNIERES616648.4387512409824.69146390.3OXF INF-1541.514-4434LES TALONNIERES616648.4387512409824.69146390.3OXF INF-1541.514-4440ITTEVILLE601294.4011422390278.39133775.9KIM INF-926.614-4440ITTEVILLE601294.4011422390278.39133775.9LUSITANIEN-1090.614-4440ITTEVILLE601294.4011422390278.39133775.9OXF INF-1409.514-4443PEZARCHES648809.48852417254.374114.5KIM INF-126814-4443PEZARCHES648809.48852417254.374114.5LUSITANIEN-141514-4443PEZARCHES648809.48852417254.374114.5OXF INF-1751.5	14-4433	LES TALONNIERES	616598.425639	2409818.694971	90.3	LUSITANIEN	-1239.5
14-4434LES TALONNIERES616648.4387512409824.69146390.3KIM INF-1099.514-4434LES TALONNIERES616648.4387512409824.69146390.3LUSITANIEN-1239.514-4434LES TALONNIERES616648.4387512409824.69146390.3OXF INF-1541.514-4440ITTEVILLE601294.4011422390278.39133775.9KIM INF-926.614-4440ITTEVILLE601294.4011422390278.39133775.9LUSITANIEN-1090.614-4440ITTEVILLE601294.4011422390278.39133775.9OXF INF-1409.514-4443PEZARCHES648809.48852417254.374114.5KIM INF-126814-4443PEZARCHES648809.48852417254.374114.5LUSITANIEN-141514-4443PEZARCHES648809.48852417254.374114.5CXF INF-1751.5	14-4433	LES TALONNIERES	616598.425639	2409818.694971	90.3	OXF INF	-1541.5
14-4434LES TALONNIERES616648.4387512409824.69146390.3LUSITANIEN-1239.514-4434LES TALONNIERES616648.4387512409824.69146390.3OXF INF-1541.514-4440ITTEVILLE601294.4011422390278.39133775.9KIM INF-926.614-4440ITTEVILLE601294.4011422390278.39133775.9LUSITANIEN-1090.614-4440ITTEVILLE601294.4011422390278.39133775.9DXF INF-1409.514-4443PEZARCHES648809.48852417254.374114.5KIM INF-126814-4443PEZARCHES648809.48852417254.374114.5LUSITANIEN-141514-4443PEZARCHES648809.48852417254.374114.5CXF INF-1415	14-4434	LES TALONNIERES	616648.438751	2409824.691463	90.3	KIM INF	-1099.5
14-4434LES TALONNIERES616648.4387512409824.69146390.3OXF INF-1541.514-4440ITTEVILLE601294.4011422390278.39133775.9KIM INF-926.614-4440ITTEVILLE601294.4011422390278.39133775.9LUSITANIEN-1090.614-4440ITTEVILLE601294.4011422390278.39133775.9OXF INF-1409.514-4443PEZARCHES648809.48852417254.374114.5KIM INF-126814-4443PEZARCHES648809.48852417254.374114.5LUSITANIEN-141514-4443PEZARCHES648809.48852417254.374114.5CXF INF-141514-4443PEZARCHES648809.48852417254.374114.5CXF INF-1751.5	14-4434	LES TALONNIERES	616648.438751	2409824.691463	90.3	LUSITANIEN	-1239.5
14-4440ITTEVILLE601294.4011422390278.39133775.9KIM INF-926.614-4440ITTEVILLE601294.4011422390278.39133775.9LUSITANIEN-1090.614-4440ITTEVILLE601294.4011422390278.39133775.9OXF INF-1409.514-4443PEZARCHES648809.48852417254.374114.5KIM INF-126814-4443PEZARCHES648809.48852417254.374114.5LUSITANIEN-141514-4443PEZARCHES648809.48852417254.374114.5LUSITANIEN-141514-4443PEZARCHES648809.48852417254.374114.5OXF INF-1751.5	14-4434	LES TALONNIERES	616648.438751	2409824.691463	90.3	OXF INF	-1541.5
14-4440ITTEVILLE601294.4011422390278.39133775.9LUSITANIEN-1090.614-4440ITTEVILLE601294.4011422390278.39133775.9OXF INF-1409.514-4443PEZARCHES648809.48852417254.374114.5KIM INF-126814-4443PEZARCHES648809.48852417254.374114.5LUSITANIEN-141514-4443PEZARCHES648809.48852417254.374114.5LUSITANIEN-141514-4443PEZARCHES648809.48852417254.374114.5OXF INF-1751.5	14-4440	ITTEVILLE	601294.401142	2390278.391337	75.9	KIM INF	-926.6
14-4440 ITTEVILLE 601294.401142 2390278.391337 75.9 OXF INF -1409.5 14-4443 PEZARCHES 648809.4885 2417254.374 114.5 KIM INF -1268 14-4443 PEZARCHES 648809.4885 2417254.374 114.5 LUSITANIEN -1415 14-4443 PEZARCHES 648809.4885 2417254.374 114.5 LUSITANIEN -1415 14-4443 PEZARCHES 648809.4885 2417254.374 114.5 OXF INF -1751.5	14-4440		601294.401142	2390278.391337	75.9	LUSITANIEN	-1090.6
14-4443 PEZARCHES 648809.4885 2417254.374 114.5 KIM INF -1268 14-4443 PEZARCHES 648809.4885 2417254.374 114.5 LUSITANIEN -1415 14-4443 PEZARCHES 648809.4885 2417254.374 114.5 LUSITANIEN -1415 14-4443 PEZARCHES 648809.4885 2417254.374 114.5 OXF INF -1751.5	14-4440		601294.401142	2390278.391337	75.9	OXF INF	-1409.5
14-4443 PEZARCHES 648809.4885 2417254.374 114.5 LUSITANIEN -1415 14-4443 PEZARCHES 648809.4885 2417254.374 114.5 OXF INF -1751.5	14-4443	PEZARCHES	648809.4885	2417254.374	114.5	KIM INF	-1268
14-4443 PEZARCHES 648809.4885 2417254.374 114.5 OXF INF -1751.5	14-4443	PEZARCHES	648809.4885	2417254.374	114.5	LUSITANIEN	-1415
	14-4443	PEZARCHES	648809.4885	2417254.374	114.5	OXF INF	-1751.5

N° BEPH	Site et nom du Puits	X_l2	Y_l2	z sol	Niveau	Cote NGF
14-4444	ILE-DU-GORD	630765.509148	2434999.822810	59.9	KIM INF	-1132.3
14-4444	ILE-DU-GORD	630765.509148	2434999.822810	59.9	SEQUANIEN	-1260.1
14-4444	ILE-DU-GORD	630765.509148	2434999.822810	59.9	RAURACIEN	-1326.8
14-4444	ILE-DU-GORD	630765.509148	2434999.822810	59.9	ARGOVIEN	-1395.7
14-4444	ILE-DU-GORD	630765.509148	2434999.822810	59.9	OXF INF	-1487.3
14-4445	BRETIGNY	598288.3338	2401996.437	79	KIM INF	-916
14-4445	BRETIGNY	598288.3338	2401996.437	79	LUSITANIEN	-1067
14-4445	BRETIGNY	598288.3338	2401996.437	79	OXF INF	-1289
14-4446	VERT-LE-PETIT	601720.455539	2387587.600333	129.4	KIM INF	-924.5
14-4446	VERT-LE-PETIT	601720.455539	2387587.600333	129.4	LUSITANIEN	-1088
14-4446	VERT-LE-PETIT	601720.455539	2387587.600333	129.4	OXF INF	-1409.5
14-4447	LA CROIX BLANCHE	601033.4254	2402402.603	82.65	KIM INF	-938.6
14-4447	LA CROIX BLANCHE	601033.4254	2402402.603	82.65	LUSITANIEN	-1088.1
14-4447	LA CROIX BLANCHE	601033.4254	2402402.603	82.65	OXF INF	-1328
14-4448	CHEVRELOUP	582805.351625	2425079.312857	127.4	KIM INF	-703
14-4448	CHEVRELOUP	582805.351625	2425079.312857	127.4	LUSITANIEN	-845
14-4448	CHEVRELOUP	582805.351625	2425079.312857	127.4	OXF INF	-1178.5
14-4451	VERT-LE-GRAND	600576.191011	2396565.442865	77	KIM INF	-913
14-4451	VERT-LE-GRAND	600576.191011	2396565.442865	77	LUSITANIEN	-1069
14-4451	VERT-LE-GRAND	600576.191011	2396565.442865	77	OXF INF	-1313
14-4454	CHAUNOY	634529.847151	2399603.107148	100.2	KIM INF	-1134.39
14-4454	CHAUNOY	634529.847151	2399603.107148	100.2	LUSITANIEN	-1290.72
14-4454	CHAUNOY	634529.847151	2399603.107148	100.2	OXF INF	-1536.34
14-4459	GRAND BREAU	645344.1856	2406578.66	111.7	KIM INF	-1220
14-4459	GRAND BREAU	645344.1856	2406578.66	111.7	SEQUANIEN	-1373
14-4459	GRAND BREAU	645344.1856	2406578.66	111.7	RAURACIEN	-1455
14-4459	GRAND BREAU	645344.1856	2406578.66	111.7	ARGOVIEN	-1565
14-4459	GRAND BREAU	645344.1856	2406578.66	111.7	OXF INF	-1667
14-4461	HUISON	600807.216302	2383994.642777	60.1	KIM INF	-926
14-4461	HUISON	600807.216302	2383994.642777	60.1	SEQUANIEN	-1091
14-4461	HUISON	600807.216302	2383994.642777	60.1	RAURACIEN	-1185
14-4461	HUISON	600807.216302	2383994.642777	60.1	ARGOVIEN	-1305.5
14-4461	HUISON	600807.216302	2383994.642777	60.1	CALLOVIEN	-1434
14-4467	LA CROIX BLANCHE	599830.924706	2401587.289624	80	KIM INF	-916.5
14-4467	LA CROIX BLANCHE	599830.924706	2401587.289624	80	SEQ-RAU	-1067
14-4467	LA CROIX BLANCHE	599830.924706	2401587.289624	80	ARGOVIEN	-1229
14-4467	LA CROIX BLANCHE	599830.924706	2401587.289624	80	CALLOVIEN	-1864
14-4470	GUERLANDE	644888.338597	2416526.380216	115.65	KIM INF	-1258
14-4470	GUERLANDE	644888.338597	2416526.380216	115.65	SEQUANIEN	-1402.5
14-4470	GUERLANDE	644888.338597	2416526.380216	115.65	RAURACIEN	-1471.5
14-4470	GUERLANDE	644888.338597	2416526.380216	115.65	ARGOVIEN	-1521.5
14-4470	GUERLANDE	644888.338597	2416526.380216	115.65	OXF INF	-1738
14-4474	LA MONTAGNE BLANCHE	615272.4845	2371281.132	116.5	KIM INF	-1018
14-4474	LA MONTAGNE BLANCHE	615272.4845	2371281.132	116.5	LUSITANIEN	-1206
14-4474	LA MONTAGNE BLANCHE	615272.4845	2371281.132	116.5	OXF INF	-1485.7
14-4475	LA TORCHE	556002.552287	2421346.153483	175.7	KIM INF	-526.6
14-4475	LA TORCHE	556002.552287	2421346.153483	175.7	LUSITANIEN	-665.6
14-4475	LA TORCHE	556002.552287	2421346.153483	175.7	OXF INF	-897.1
14-4477	FLEURY EN BIERE	616287.173	2383922.644	77.5	KIM INF	-1040.8
14-4477	FLEURY EN BIERE	616287.173	2383922.644	77.5	LUSITANIEN	-1212.8
14-4477	FLEURY EN BIERE	616287.173	2383922.644	77.5	OXF INF	-1479.8
14-4479	VILLEPERDUE	694070.813850	2423959.774613	188.2	KIM INF	-1021
14-4479	VILLEPERDUE	694070.813850	2423959.774613	188.2	LUSITANIEN	-1200
14-4479	VILLEPERDUE	694070.813850	2423959.774613	188.2	OXF INF	-1509

N° BEPH	Site et nom du Puits	X_l2	Y_l2	z sol	Niveau	Cote NGF
14-4483	CHARMOTTES	647992.278131	2392547.552805	114.9	KIM INF	-1100.7
14-4483	CHARMOTTES	647992.278131	2392547.552805	114.9	LUSITANIEN	-1277.8
14-4483	CHARMOTTES	647992.278131	2392547.552805	114.9	OXF INF	-1548.6
14-4496	SAINT JEAN	597387.673846	2469541.738320	134.8	KIM INF	-590.4
14-4496	SAINT JEAN	597387.673846	2469541.738320	134.8	SEQUANIEN	-713.4
14-4496	SAINT JEAN	597387.673846	2469541.738320	134.8	RAURACIEN	-845.4
14-4496	SAINT JEAN	597387.673846	2469541.738320	134.8	ARGOVIEN	-920.9
14-4496	SAINT JEAN	597387.673846	2469541.738320	134.8	OXF INF	-998.4
14-4500	CHARMELET	687887.3841	2407097.791	166.96	KIM INF	-1122
14-4500	CHARMELET	687887.3841	2407097.791	166.96	LUSITANIEN	-1284
14-4500	CHARMELET	687887.3841	2407097.791	166.96	OXF INF	-1616
14-4501	MARVILLIERS	666695.225397	2428308.758136	159.98	KIM INF	-1199.32
14-4501	MARVILLIERS	666695.225397	2428308.758136	159.98	LUSITANIEN	-1359.32
14-4501	MARVILLIERS	666695.225397	2428308.758136	159.98	OXF INF	-1633.32
14-4505	VULAINES	664592.238377	2395293.212612	133.63	KIM INF	-1135.7
14-4505	VULAINES	664592.238377	2395293.212612	133.63	LUSITANIEN	-1309.6
14-4505	VULAINES	664592.238377	2395293.212612	133.63	OXF INF	-1587.2
14-4506	VULAINES	664581.729533	2395261.306909	133.84	KIM INF	-1135.5
14-4506	VULAINES	664581.729533	2395261.306909	133.84	LUSITANIEN	-1309.5
14-4506	VULAINES	664581.729533	2395261.306909	133.84	OXF INF	-1588
14-4517	VULAINES	664578.120536	2395265.930196	133.77	KIM INF	-1137.5
14-4517	VULAINES	664578.120536	2395265.930196	133.77	LUSITANIEN	-1311.5
14-4517	VULAINES	664578.120536	2395265.930196	133.77	OXF INF	-1590
14-4518	MERISIER	677870.061128	2412641.500600	171.65	KIM INF	-1221
14-4518	MERISIER	677870.061128	2412641.500600	171.65	LUSITANIEN	-1375
14-4518	MERISIER	677870.061128	2412641.500600	171.65	OXF INF	-1702.7
14-4521	VULAINES	665713.596875	2394434.253464	142.78	KIM INF	-1145
14-4521	VULAINES	665713.596875	2394434.253464	142.78	LUSITANIEN	-1323
14-4521	VULAINES	665713.596875	2394434.253464	142.78	OXF INF	-1595
14-4522	VULAINES	666704.552530	2395601.596889	143.94	KIM INF	-1141.5
14-4522	VULAINES	666704.552530	2395601.596889	143.94	LUSITANIEN	-1315.5
14-4522	VULAINES	666704.552530	2395601.596889	143.94	OXF INF	-1593

Code Puits	Site et nom du puits	X_l2	Y_l2	z sol	Niveau	Cote NGF
GACH 1	ACHERES 1	580612	2441367	23	KIM INF	-795
GACH 1	ACHERES 1	580612	2441367	23	LUSITANIEN	-910
GACH 1	ACHERES 1	580612	2441367	23	OXF INF	-1153
GACH 2	ACHERES 2	579711	2440181	23	KIM INF	-781
GACH 2	ACHERES 2	579711	2440181	23	LUSITANIEN	-904
GACH 2	ACHERES 2	579711	2440181	23	OXF INF	-1169
GAL 1	ALFORTVILLE	606962	2418920		KIM	-1063
GAL 1	ALFORTVILLE	606962	2418920		LUSI	-1193.8
GAL 1	ALFORTVILLE	606962	2418920		OXF	-1508.9
GAL 2	ALFORTVILLE	606430	2419883		KIM	-1054.2
GAL 2	ALFORTVILLE	606430	2419883		LUSI	-1183.8
GAL 2	ALFORTVILLE	606430	2419883		OXF	-1498.9
GAY 1	AULNAY-SOUS-BOIS RDV	611994	2439498		KIM	-1092
GAY 1	AULNAY-SOUS-BOIS RDV	611994	2439498		LUSI	-1224
GAY 1	AULNAY-SOUS-BOIS RDV	611994	2439498		OXF	-1526
GAY 2	AULNAY-SOUS-BOIS RDV	611353	2440224		KIM	-1092
GAY 2	AULNAY-SOUS-BOIS RDV	611353	2440224		LUSI	-1224
GAY 2	AULNAY-SOUS-BOIS RDV	611353	2440224		OXF	-1528
GAY 3	AULNAY-SOUS-BOIS VGS	613233	2438999		KIM	-1096
GAY 3	AULNAY-SOUS-BOIS VGS	613233	2438999		LUSI	-1225
GAY 3	AULNAY-SOUS-BOIS VGS	613233	2438999		OXF	-1534
GAY 4	AULNAY-SOUS-BOIS VGS	613014	2440317		KIM	-1087
GAY 4	AULNAY-SOUS-BOIS VGS	613014	2440317		LUSI	-1217
GAY 4	AULNAY-SOUS-BOIS VGS	613014	2440317		OXF	-1518
GBL 1	BONNEUIL SUR MARNE	610877	2417945		KIM INF	-1101
GBL 1	BONNEUIL SUR MARNE	610877	2417945		LUSITANIEN	-1237
GBL 1	BONNEUIL SUR MARNE	610877	2417945		OXF INF	-1535
GBL 2	BONNEUIL SUR MARNE	611598	2418969		KIM INF	-1105
GBL 2	BONNEUIL SUR MARNE	611598	2418969		LUSITANIEN	-1242
GBL 2	BONNEUIL SUR MARNE	611598	2418969		OXF INF	-1544
GBMN 1	LE BLANC MESNIL NORD	609203	2439703	47.5	KIM	-1085.5
GBMN 1	LE BLANC MESNIL NORD	609203	2439703	47.5	LUSI	-1219
GBMN 1	LE BLANC MESNIL NORD	609203	2439703	47.5	OXF	-1520
GBMN 2	LE BLANC MESNIL NORD	608200	2438628	47.5	KIM	-1080
GBMN 2	LE BLANC MESNIL NORD	608200	2438628	47.5	LUSI	-1215
GBMN 2	LE BLANC MESNIL NORD	608200	2438628	47.5	OXF	-1505
GBO 1	BONDY 1	610860	2435845	49	KIM INF	-1117
GBO 1	BONDY 1	610860	2435845	49	LUSITANIEN	-1235
GBO 1	BONDY 1	610860	2435845	49	OXF INF	-1457
GBO 2	BONDY 2	611632	2435036	49	KIM INF	-1108
GBO 2	BONDY 2	611632	2435036	49	LUSITANIEN	-1230
GBO 2	BONDY 2	611632	2435036	49	OXF INF	-1439
GCAR 1	GARGES-LES-GONESSES	605544	2442543	60	KIM	-1042
GCAR 1	GARGES-LES-GONESSES	605544	2442543	60	LUSI	-1182
GCAR 1	GARGES-LES-GONESSES	605544	2442543	60	OXF	-1463
GCAR 2	GARGES-LES-GONESSES	604650	2441716	60	KIM	-1046
GCAR 2	GARGES-LES-GONESSES	604650	2441716	60	LUSI	-1182
GCAR 2	GARGES-LES-GONESSES	604650	2441716	60	OXF	-1478
GCDN 1	CACHAN NORD	599436	2422236		KIM	-938.4

Tableaux des 78 puits géothermiques :

Code Puits	Site et nom du puits	X_l2	Y_l2	z sol	Niveau	Cote NGF
GCDN 1	CACHAN NORD	599436	2422236		LUSI	-1059.4
GCDN 1	CACHAN NORD	599436	2422236		OXF	-1344.4
GCDN 2	CACHAN NORD	599855	2421210		KIM	-968
GCDN 2	CACHAN NORD	599855	2421210		LUSI	-1106
GCDN 2	CACHAN NORD	599855	2421210		OXF	-1427
GCDS 1	CACHAN SUD	600240	2420227		KIM	-985
GCDS 1	CACHAN SUD	600240	2420227		LUSI	-1122
GCDS 1	CACHAN SUD	600240	2420227		OXF	-1441
GCDS 2	CACHAN SUD	599237	2419914		KIM	-982
GCDS 2	CACHAN SUD	599237	2419914		LUSI	-1118
GCDS 2	CACHAN SUD	599237	2419914		OXF	-1437
GCHE 1	CHELLES 1	618770	2429741	40	KIM INF	-1131
GCHE 1	CHELLES 1	618770	2429741	40	LUSITANIEN	-1253
GCHE 1	CHELLES 1	618770	2429741	40	OXF INF	-1466
GCHE 2	CHELLES 2	619601	2430764	40	KIM INF	-1129
GCHE 2	CHELLES 2	619601	2430764	40	LUSITANIEN	-1253
GCHE 2	CHELLES 2	619601	2430764	40	OXF INF	-1467
GCHL 1	CHEVILLY 1	602173	2419492	93	KIM INF	-1024
GCHL 1	CHEVILLY 1	602173	2419492	93	LUSITANIEN	-1149
GCHL 1	CHEVILLY 1	602173	2419492	93	OXF INF	-1369
GCHL 2	CHEVILLY 2	602542	2418314	93	KIM INF	-1024
GCHL 2	CHEVILLY 2	602542	2418314	93	LUSITANIEN	-1153
GCHL 2	CHEVILLY 2	602542	2418314	93	OXF INF	-1371
GCHM 1	CHAMPIGNY	617233	2421793	103	KIM	-1060
GCHM 1	CHAMPIGNY	617233	2421793	103	LUSI	-1223
GCHM 1	CHAMPIGNY	617233	2421793	103	OXF	-1532
GCHM 2	CHAMPIGNY	617108	2423126	103	KIM	-1048
GCHM 2	CHAMPIGNY	617108	2423126	103	LUSI	-1177
GCHM 2	CHAMPIGNY	617108	2423126	103	OXF	-1467
GCR 5	CREIL-LE-PLATEAU	608325	2472141	31	KIM	-949
GCR 5	CREIL-LE-PLATEAU	608325	2472141	31	LUSI	-1037
GCR 5	CREIL-LE-PLATEAU	608325	2472141	31	OXF	-1337
GCR 6	CREIL-LE-PLATEAU	608762	2471086	31	KIM	-957
GCR 6	CREIL-LE-PLATEAU	608762	2471086	31	LUSI	-1047
GCR 6	CREIL-LE-PLATEAU	608762	2471086	31	OXF	-1359
GCTM 1	CHATENAY-MALABRY	594108	2418178		KIM	-914
GCTM 1	CHATENAY-MALABRY	594108	2418178		LUSI	-1038
GCTM 1	CHATENAY-MALABRY	594108	2418178		OXF	-1272
GCTM 2	CHATENAY-MALABRY	594952	2418676		KIM	-934
GCTM 2	CHATENAY-MALABRY	594952	2418676		LUSI	-1073
GCTM 2	CHATENAY-MALABRY	594952	2418676		OXF	-1297
GEPE 1	EPERNAY	719806	2449262	173.9	KIM	-812.1
GEPE 1	EPERNAY	719806	2449262	173.9	LUSI	-933.1
GEPE 1	EPERNAY	719806	2449262	173.9	OXF	-1192.6
GEPE 2	EPERNAY	719737	2450139	173.9	KIM	-811.1
GEPE 2	EPERNAY	719737	2450139	173.9	LUSI	-931.1
GEPE 2	EPERNAY	719737	2450139	173.9	OXF	-1186.1
GESS 1	EPINAY SOUS SENART 1	613736	2410481	42	KIM INF	-1099
GESS 1	EPINAY SOUS SENART 1	613736	2410481	42	LUSITANIEN	-1232

Code Puits	Site et nom du puits	X_l2	Y_l2	z sol	Niveau	Cote NGF
GESS 1	EPINAY SOUS SENART 1	613736	2410481	42	OXF INF	-1384
GESS 2	EPINAY SOUS SENART 2	612466	2410492	42	KIM INF	-1095
GESS 2	EPINAY SOUS SENART 2	612466	2410492	42	LUSITANIEN	-1225
GESS 2	EPINAY SOUS SENART 2	612466	2410492	42	OXF INF	-1380
GFO 1	FONTAINEBLEAU	626655	2378450		KIM	-1014
GFO 1	FONTAINEBLEAU	626655	2378450		LUSI	-1263
GFO 1	FONTAINEBLEAU	626655	2378450		OXF	-1544
GFO 2	FONTAINEBLEAU	626392	2379489		KIM	-1008
GFO 2	FONTAINEBLEAU	626392	2379489		LUSI	-1248
GFO 2	FONTAINEBLEAU	626392	2379489		OXF	-1520
GFR 1	FRESNES	600149	2417407		KIM	-1001.2
GFR 1	FRESNES	600149	2417407		LUSI	-1133.9
GFR 1	FRESNES	600149	2417407		OXF	-1445.7
GFR 2	FRESNES	598956	2417457		KIM	-996.1
GFR 2	FRESNES	598956	2417457		LUSI	-1127.8
GFR 2	FRESNES	598956	2417457		OXF	-1439
GHLR 2	L'HAY LES ROSES 2	600997	2419190	88	KIM INF	-1020
GHLR 2	L'HAY LES ROSES 2	600997	2419190	88	LUSITANIEN	-1133
GHLR 2	L'HAY LES ROSES 2	600997	2419190	88	OXF INF	-1356
GIV 1	IVRY-SUR-SEINE	605567	2424501		KIM	-902
GIV 1	IVRY-SUR-SEINE	605567	2424501		LUSI	-1030
GIV 1	IVRY-SUR-SEINE	605567	2424501		OXF	-1252
GIV 2	IVRY-SUR-SEINE	604859	2423633		KIM	-901
GIV 2	IVRY-SUR-SEINE	604859	2423633		LUSI	-1031
GIV 2	IVRY-SUR-SEINE	604859	2423633		OXF	-1251
GLAV 1	LA VILLETTE	604556	2433437		KIM	-1052
GLAV 1	LA VILLETTE	604556	2433437		LUSI	-1189
GLAV 1	LA VILLETTE	604556	2433437		OXF	-1487
GLAV 2	LA VILLETTE	603688	2432525		KIM	-1046
GLAV 2	LA VILLETTE	603688	2432525		LUSI	-1181
GLAV 2	LA VILLETTE	603688	2432525		OXF	-1476
GLCN 1	LA COURNEUVE NORD	604804	2436868	35	KIM	-1071
GLCN 1	LA COURNEUVE NORD	604804	2436868	35	LUSI	-1223
GLCN 1	LA COURNEUVE NORD	604804	2436868	35	OXF	-1505
GLCN 2	LA COURNEUVE NORD	604406	2437771	35	KIM	-1072
GLCN 2	LA COURNEUVE NORD	604406	2437771	35	LUSI	-1210
GLCN 2	LA COURNEUVE NORD	604406	2437771	35	OXF	-1509
GLCS 1	LA COURNEUVE SUD	603470	2436607		KIM	-1071
GLCS 1	LA COURNEUVE SUD	603470	2436607		LUSI	-1223
GLCS 1	LA COURNEUVE SUD	603470	2436607		OXF	-1505
GLCS 2	LA COURNEUVE SUD	603076	2437370		KIM	-1071
GLCS 2	LA COURNEUVE SUD	603076	2437370		LUSI	-1223
GLCS 2	LA COURNEUVE SUD	603076	2437370		OXF	-1508
GMA 1	MAISON ALFORT SUD 1	607757	2421835	42.5	KIM INF	-1013.6
GMA 1	MAISON ALFORT SUD 1	607757	2421835	42.5	LUSITANIEN	-1159.1
GMA 1	MAISON ALFORT SUD 1	607757	2421835	42.5	OXF INF	-1494.5
GMA 3	MAISON ALFORT NORD 1	607673	2420573	32	KIM INF	-1059
GMA 3	MAISON ALFORT NORD 1	607673	2420573	32	LUSITANIEN	-1190
GMA 3	MAISON ALFORT NORD 1	607673	2420573	32	OXF INF	-1507

Code Puits	Site et nom du puits	X_l2	Y_l2	z sol	Niveau	Cote NGF
GMO 1	MONTGERON	607552	2411494		KIM	-1065
GMO 1	MONTGERON	607552	2411494		LUSI	-1202
GMO 1	MONTGERON	607552	2411494		OXF	-1347
GMSS 1	LE MEE-SUR-SEINE 1	621856	2393965		KIM	-1075
GMSS 1	LE MEE-SUR-SEINE 1	621856	2393965		LUSI	-1238
GMSS 1	LE MEE-SUR-SEINE 1	621856	2393965		OXF	-1528
GMSS 2	LE MEE-SUR-SEINE 2	620824	2394282		KIM	-1077
GMSS 2	LE MEE-SUR-SEINE 2	620824	2394282		LUSI	-1242
GMSS 2	LE MEE-SUR-SEINE 2	620824	2394282		OXF	-1532
GMX 1	MEAUX COLLINET	641364	2438235		KIM	-1183
GMX 1	MEAUX COLLINET	641364	2438235		LUSI	-1312
GMX 1	MEAUX COLLINET	641364	2438235		OXF	-1562
GMX 2	MEAUX COLLINET	641027	2437410		KIM	-1178
GMX 2	MEAUX COLLINET	641027	2437410		LUSI	-1309
GMX 2	MEAUX COLLINET	641027	2437410		OXF	-1557
GMX 3	MEAUX HOPITAL	641183	2441068		KIM	-1173
GMX 3	MEAUX HOPITAL	641183	2441068		LUSI	-1301
GMX 3	MEAUX HOPITAL	641183	2441068		OXF	-1556
GMX 4	MEAUX HOPITAL	640215	2441509		KIM	-1168
GMX 4	MEAUX HOPITAL	640215	2441509		LUSI	-1296
GMX 4	MEAUX HOPITAL	640215	2441509		OXF	-1549
GMX 5	MEAUX BEAUVAL 1	642933	2438811		KIM	-1187
GMX 5	MEAUX BEAUVAL 1	642933	2438811		LUSI	-1313
GMX 5	MEAUX BEAUVAL 1	642933	2438811		OXF	-1558
GMX 6	MEAUX BEAUVAL 1	643948	2439409		KIM	-1189
GMX 6	MEAUX BEAUVAL 1	643948	2439409		LUSI	-1313
GMX 6	MEAUX BEAUVAL 1	643948	2439409		OXF	-1571
GORY 1	ORLY GAZIER 1	605583	2417114	40	KIM INF	-1061
GORY 1	ORLY GAZIER 1	605583	2417114	40	LUSITANIEN	-1183
GORY 1	ORLY GAZIER 1	605583	2417114	40	OXF INF	-1409
GORY 2	ORLY GAZIER 2	606968	2416324	40	KIM INF	-1045
GORY 2	ORLY GAZIER 2	606968	2416324	40	LUSITANIEN	-1199
GORY 2	ORLY GAZIER 2	606968	2416324	40	OXF INF	-1424
GORY 3	ORLY LE NOUVELET	604537	2416899		KIM	-1057
GORY 3	ORLY LE NOUVELET	604537	2416899		LUSI	-1189
GORY 3	ORLY LE NOUVELET	604537	2416899		OXF	-1404
GORY 4	ORLY LE NOUVELET	605653	2415440		KIM	-1061
GORY 4	ORLY LE NOUVELET	605653	2415440		LUSI	-1195
GORY 4	ORLY LE NOUVELET	605653	2415440		OXF	-1410
GRO 1	RIS ORANGIS 1	605337	2405289	80	KIM INF	-1025
GRO 1	RIS ORANGIS 1	605337	2405289	80	LUSITANIEN	-1152.5
GRO 1	RIS ORANGIS 1	605337	2405289	80	OXF INF	-1376
GRO 2	RIS ORANGIS 2	604232	2404573	80	KIM INF	-1018
GRO 2	RIS ORANGIS 2	604232	2404573	80	LUSITANIEN	-1143.5
GRO 2	RIS ORANGIS 2	604232	2404573	80	OXF INF	-1377
GSA 1	SEVRAN	612552	2436395		KIM	-1105
GSA 1	SEVRAN	612552	2436395		LUSI	-1234
GSA 1	SEVRAN	612552	2436395		OXF	-1541
GSA 2	SEVRAN	613520	2437412		KIM	-1109

Code Puits	Site et nom du puits	X_l2	Y_l2	z sol	Niveau	Cote NGF
GSA 2	SEVRAN	613520	2437412		LUSI	-1238
GSA 2	SEVRAN	613520	2437412		OXF	-1542
GTHI 1	THIAIS	604377	2418202		KIM	-1048
GTHI 1	THIAIS	604377	2418202		LUSI	-1172
GTHI 1	THIAIS	604377	2418202		OXF	-1391
GTHI 2	THIAIS	603795	2417151		KIM	-1050
GTHI 2	THIAIS	603795	2417151		LUSI	-1174
GTHI 2	THIAIS	603795	2417151		OXF	-1395
GTRE 1	TREMBLAY-EN-France	617396	2438086		KIM	-1113
GTRE 1	TREMBLAY-EN-France	617396	2438086		LUSI	-1239
GTRE 1	TREMBLAY-EN-France	617396	2438086		OXF	-1533
GTRE 2	TREMBLAY-EN-France	617681	2439512		KIM	-1107
GTRE 2	TREMBLAY-EN-France	617681	2439512		LUSI	-1229
GTRE 2	TREMBLAY-EN-France	617681	2439512		OXF	-1522
GVG 1	VILLENEUVE-LA-GARENNE	599261	2438256		KIM	-1059.2
GVG 1	VILLENEUVE-LA-GARENNE	599261	2438256		LUSI	-1202.6
GVG 1	VILLENEUVE-LA-GARENNE	599261	2438256		OXF	-1401.4
GVG 2	VILLENEUVE-LA-GARENNE	598630	2437533		KIM	-1054.4
GVG 2	VILLENEUVE-LA-GARENNE	598630	2437533		LUSI	-1193.4
GVG 2	VILLENEUVE-LA-GARENNE	598630	2437533		OXF	-1394.4
GVLP 1	VEAUX-LE-PENIL	625683	2392407		KIM	-1074
GVLP 1	VEAUX-LE-PENIL	625683	2392407		LUSI	-1241
GVLP 1	VEAUX-LE-PENIL	625683	2392407		OXF	-1542
GVS 1	VIGNEUX SUR SEINE	605668	2413342		KIM	-1058.5
GVS 1	VIGNEUX SUR SEINE	605668	2413342		LUSI	-1195.5
GVS 1	VIGNEUX SUR SEINE	605668	2413342		OXF	-1365
GVS 2	VIGNEUX SUR SEINE	606762	2413015		KIM	-1067
GVS 2	VIGNEUX SUR SEINE	606762	2413015		LUSI	-1204.5
GVS 2	VIGNEUX SUR SEINE	606762	2413015		OXF	-1374
GVSG 1	VILLENEUVE SAINT GEORGES	609111	2416557		KIM	-1085.5
GVSG 1	VILLENEUVE SAINT GEORGES	609111	2416557		LUSI	-1220.3
GVSG 1	VILLENEUVE SAINT GEORGES	609111	2416557		OXF	-1521.8
GVSG 2	VILLENEUVE SAINT GEORGES	608464	2415344		KIM	-1084.1
GVSG 2	VILLENEUVE SAINT GEORGES	608464	2415344		LUSI	-1219.3
GVSG 2	VILLENEUVE SAINT GEORGES	608464	2415344		OXF	-1509.4
GBVS 2	BEAUVAIS	580182	2494719	67	KIM INF	-659
GBVS 2	BEAUVAIS	580182	2494719	67	SEQUANIEN	-893
GBVS 2	BEAUVAIS	580182	2494719	67	RAURACIEN	-943
GBVS 2	BEAUVAIS	580182	2494719	67	ARGOVIEN	-999
GBVS 2	BEAUVAIS	580182	2494719	67	OXF INF	-1032

Annexe 5 : Méthode géostatistique appliquée pour l'interpolation des données géométriques du Lusitanien dans le cadre de la construction du modèle géologique 3D

Pour établir un ensemble de cartes isobathes et isopaques du Lusitanien à partir de la nouvelle base de données sur les forages profonds établie pour la construction du modèle géologique 3D du Lusitanien, nous avons interpolé les données de puits à l'aide du logiciel GDM/Multilayeur. Cette interpolation a nécessité, au préalable, d'effectuer une étude géostatistique sur les données.

Principe de l'interpolation

Un phénomène (ici le toit des différentes formations) étudié peut être définit comme une fonction Z(x) donc l'on connaît la valeur en certains points x_1 , x_2 , x_3 , ..., $x_n : Z(x_1)$, $Z(x_2)$, ..., $Z(x_n)$.

Le principe étant d'estimer en un point x_0 la valeur de $Z(x_0)$. Cette estimation, notée $Z^*(x_0)$, est calculée par combinaison linéaire de chacune des valeurs connues $Z(x_i)$ auxquelles on affecte un poids λ_i . Soit :

$$Z^*(x_0) = \lambda_1 Z(x_1) + \lambda_2 Z(x_2) + \dots + \lambda_n Z(x_n)$$

Plus généralement, $Z^*(x_0)$ peut être obtenue par une fonction d'interpolation f(x) que l'on exprime comme une combinaison linéaire de m fonctions élémentaires :

$$Z^*(x_0) = f(x) = \beta_a \rho_a(x_0, x_1, x_2, \dots) + \beta_b \rho_b(x_0, x_1, x_2, \dots) + \dots + \beta_m \rho_m(x_0, x_1, x_2, \dots)$$

Les fonctions élémentaire ρ_i peuvent prendre des formes très diverses. Elles peuvent dans certains cas dépendre uniquement des coordonnées et il peut y avoir autant de fonction que de points de données (m=n) ou non. L'interpolation nécessite deux étapes :

- 1. Détermination des pondérateurs (ou coefficients) λ_i (ou β_i)
- 2. Choix des fonctions élémentaires pi

Le choix pour la première étape s'est tourné vers le krigeage car il permet, à partir de l'utilisation d'un variogramme, de tenir compte des caractéristiques « structurales » de la variable : effet pépite, portée, anisotropie qui seront définit plus loin dans le rapport. Il fournit de plus une quantification de la précision de la valeur interpolée. Pour résumer les deux principaux avantages du krigeage sont :

- La prise en compte de la structure du phénomène par l'intermédiaire du variogramme,
- Le calcul de l'incertitude sur le résultat, et la minimisation de cette incertitude.

Le variogramme

La construction d'un variogramme permet de comprendre la relation de corrélation entre des points aléatoirement répartis et conduit à un modèle de la structure spatiale du phénomène étudié en déterminant le poids à attribuer à chaque point. C'est la première étape de l'interpolation développée précédemment.

Le variogramme expérimental, c'est-à-dire calculé d'après les données connues, est tracé à l'aide de la formule suivante :

$$\gamma(h) = \frac{1}{2} * Var(Z(x_i) - Z(x_i + h))$$

Que l'on peut écrire :

$$\gamma(h) = \frac{1}{2} * \frac{\sum_{i=1}^{N(h)} [Z(x_i) - Z(x_i + h)]^2}{N(h)}$$

Avec :

 $\gamma(h)$ variogramme à la distance h

Z(x_i) valeur mesurée au point xi

Z(x_i+h) valeur mesurée au point x_i+h

h distance entre xi et x_i+h

N(h) nombre de couples de points distants de h

De manière générale, le variogramme, lorsqu'il présente un palier, exprime la dégradation progressive de la corrélation entre deux mesures séparées d'une distance h, depuis la distance h=0 (où la corrélation est maximale) jusqu'à la distance égale à la portée, à partir de laquelle la corrélation s'annule.



Figure 41 : Allure d'un variogramme dans le cas d'un phénomène stationnaire (sans dérive).

Il est possible qu'aux valeurs de h très proches de 0, $\gamma(h)$ soit différent de 0. Cette discontinuité peut être expliquée par une microstructure géologique d'échelle inférieure à la maille

d'échantillonnage, des erreurs de mesure, des erreurs de positionnement géographique, du bruit dans les mesures, etc. Ce phénomène est appelé « effet pépite ».

Le variogramme tracé on détermine un modèle qui reproduit au mieux le variogramme expérimental en prenant en compte les paramètres décrits précédemment.

- L'effet pépite dont les causes ont été déjà évoquées.
- Le palier correspondant au régime stationnaire où $\gamma'(h)$ devient nulle.
- La portée correspondant à la fin de la corrélation entre les points.

Il existe un certains nombres de modèles théoriques obéissant à certaines relations nécessaires qu'il serait long à détailler ici. Ces modèles sphérique, cubique, exponentiel, gaussien, puissance, sinus cardinal, etc. peuvent être additionnés pour suivre au mieux le variogramme expérimental.



Figure 42 : Modèles de variogrammes les plus courants. D'après Chilès, 1999.

Le krigeage

Le krigeage, méthode géostatistique basée sur le variogramme, consiste à estimer Z^* en un point x_0 par la combinaison linéaire :

$$Z^*(x_i, x_0) = \left(\sum_{j=1,n} \lambda_j Z(x_i, x_j)\right) + \mu$$

Avec pour condition que la somme des pondérateurs λ_i soit égale à 1 :

$$\sum_{i=1,n} \lambda_i = 1$$

n nombre d'informations disponibles

i, j indice des points de mesure, i et j variant de 1 à n

x_i, x_j points de mesure

x₀ point à estimer

 λ_i ou λ_i pondérateur affecté à la valeur mesurée en x_i

µ paramètre de Lagrange (définit par la dérive intégrée dans le calcul du variogramme expérimental)

 $\gamma(x_i, x_j)$ valeur du variogramme $\gamma(h)$ pour h=distance entre x_i et x_j

 $\gamma(x_i, x_0)$ valeur du variogramme $\gamma(h)$ pour h=distance entre x_i et x_0

Enfin la variance de l'erreur d'estimation, appelée variance d'estimation ou variance de krigeage est définit par la formule :

$$\sigma_k^2 = \left(\sum_{i=1,n} \lambda_i * \gamma(x_i, x_0)\right) + \mu$$

Le krigeage fait donc appel aux positions des informations x_i par rapport au point à estimer x_0 et de la répartition des informations entre elles par le biais des valeurs de $\gamma(x_i, x_0)$ et $\gamma(x_i, x_j)$, la fonction γ ayant été définit par le modèle de variogramme.

Le voisinage

La définition du voisinage lors de l'interpolation par krigeage est le nombre de voisins utilisés pour effectuer le krigeage ainsi que leur répartition dans l'espace. Ce choix paramètre la distance maximum autour du point à interpoler pour la prise en compte des informations, il paramètre aussi le nombre maximum de points utilisés et enfin, permet de prendre en compte la répartition des informations.

Il existe trois types de prise en compte du voisinage :

- le voisinage unique où tous les points sont pris en compte mais présentant le défaut d'augmenter le temps de calcul, de « lisser » l'interpolation et de générer parfois des problèmes d'instabilités numériques ;
- le voisinage glissant à l'intérieur d'une forme géométrique définit (rectangle, cercle ou ellipse). Ce type de prise en compte du voisinage consiste à prendre un nombre définit de voisins les plus proches à l'intérieur de la forme géométrique centrée sur le point à estimer. Il faut alors définir le nombre de voisins maximum et la taille de la forme géométrique ;
- le voisinage glissant par octant. L'espace entourant le point à estimer est divisé en huit secteurs (octants) dans lesquels un maximum d'informations sont obtenues. Il faut pour cela définir le nombre total de voisins requis, le nombre maximum de points requis par octant et la distance maximale des voisins utilisés pour l'estimation.



Figure 43 : Recherche de voisinage rectangulaire (a) et par octant (b).

La validation croisée

L'analyse critique des résultats de l'interpolation est possible par la validation croisée. Cela consiste à réaliser une estimation en chaque point de donnée, où la valeur est connue, à partir des voisins et cela sans utiliser la valeur du point lui-même. Cette estimation est faite de la même manière pour tous les points de donnée. On dispose alors de trois informations : la valeur vraie Z(x), la valeur estimée (interpolée) à partir des points voisins $Z^*(x)$ et l'écart-type d'estimation $\sigma_k(x)$.

Ces informations permettent de calculer l'erreur d'estimation et l'erreur réduite, des statistiques sur les erreurs, des cartes des erreurs Err(x) et des erreurs réduites Ered(x), des nuages de corrélation $Z^{*}(x)/Z(x)$, $Z^{*}(x)/Err(x)$ et $Z^{*}(x)/Red(x)$.

Les statistiques sur les erreurs et les erreurs réduites vont alors aider à définir le modèle se rapprochant de plus des conditions optimales pour l'interpolation par krigeage. Idéalement les conditions d'un bon modèle sont :

- Les erreurs d'estimation doivent être nulles en moyennes
- Pas de zones systématiquement sur ou sous-estimée
- Coefficient de corrélation $[Z^*(x), Err(x)]$ proche de 0 et le nuage $Z^*(x)/Err(x)$ non structuré.
- L'estimation doit être proche de la valeur vraie c'est-à-dire la corrélation Z*(x)/Z(x) proche de 0 et le nuage Z*(x)/Z(x) proche de la bissectrice.
- L'erreur réduit doit être de moyenne nulle et son écart-type proche de 1.

Annexe 6 : Relevé des diagraphies disponibles sur le Lusitanien pour chacun des 318 puits pétroliers analysés en région lle-de-France

Projet LUSITANIEN – Evaluation du potentiel géothermique du Lusitanien du bassin de Paris

		Acoustique +	TIQUE AY IC S	AD AIC PER	iT treur AL SITE VS		. J o H o .	UC F SOR AGE ETER	s F 8 6	RON F	ᅖᇗᇗᇾᇾ	ATURE , H	A RAY /GR R NG	: 		rane sp v ts	si ''' z e	A T NDICE	suard L D S		
Index BEPH	Nom du puits	SPIE Résistivité + GammaRay	ACOUS ARR BH CV LS	SISA SON CALII	BG Diamé DEN: CD CD		╸╸╸╴╴╴╴╴	IND IS PHA: PHA: PHA: PHA: PHA: PHA: PHA: PHA:	EP HD EN	5 8 5 Ne	NE RESIST DL MI MS RE RE	EMPER T	GAMM GRN, SG CASI		CS CS POTER	PS/ PS/ PS AV	D C BC		AICROC MS NG	NT PHO RATI	a y y
14-1880 14-3886	ACHERES 1					0					2 1 1		1 1 0 1 1 0						-		1 1 1
14-4403	ARDENAY			1	1 0	0		1 1		0		0	1 1 0		0				1		
14-3362 14-1591	AUFFERVILLE	1 0 0 0	1 1 1							0		0	1 1 0 0 0								
14-4221 14-1011	AUVERNAUX BANTHELU	0 1 0 0	1 1 1		1 0					0	1 1	0 1	1 1 0 1 1 0		0						
14-3996	BARBEAU	0 0	2 1 1							0	2 1 1	0	0 1	1	0						1
14-3656	BAULNE EN BRIE 1	1 0	2 1							1 1			1 1 0 1 1 0		0						
14-1619 14-3310	BEAUMONT BEAUMONT 101	0 0	1	1 0							1 1 2 1 1	0	0 0 1 1 0		0						1 1 1
14-4208	BECHEVRET	0 1	1 1		0	1	1			1 1	1 1	0	1 1 1	1	0						
14-4021	BERTHUIS	0 0	1 1	1	1 0	1	1			0		0	1 1 1	1	0						
14-3850 14-4379	BISSEAUX BOIGNY	0 0	1 1 1			<u>1</u> 0	1			0		0	0 1	1	0						
14-4073	BOIS-BRULE	0 1	1 1 1		1 0	0				0	1 1	0	1 1 0		0						
14-3917	BOULAY	0 0	1 1							0		0	1 1 0		0						
14-3976 14-4274	BOULINIERE	0 0	2 1 1 1 1			1				0		0	1 1 2 1 1 0	1 1		1 1 0					1 1 1
14-3737	BREMONDERIE 1	1 0	1 1	0	1	1 1	1	0		1 1		0	1 1 0		0	1 1					
14-3960	BREVIANDE	0 0	0			0				0	0	0	1 1 0		0						
14-4267 14-4251	BRIE BRUYERES-SUR-FERE	0 0	1 1 1 1 1			2 0	1			0	0 1 1	0	1 1 3 1 1 0		0	1 1 1 1 1					1
14-4397	CASSIN	0 0	2 1		1	1 0				1 1	2 1 1	0	0 2	1 1	0						
14-3946	CERNEUX				1				1	1 1	2 1 1	0	1 1 0		0						1 1 1
14-3666 14-4010	CERNEUX	0 0	1 1 1 1									0	1 1 2 1 1 0	1 1	0						
14-3795	CERNEUX	0 0			0	0				0		0	0 0		0						
14-3930 14-3073	CESARVILLE		1 1 1 1									0	1 1 0 1 1 0		0						1 1 1
14-4032 14-4414	CHACONIN	0 1	2 1 1		0		1			0	2 1 1	0	1 1 0		0						
14-4220	CHAMPIGNY	0 0	1 1 1		1	1 1				1 1		0	1 1 2	1 1	0				1	1 1	
14-3918 14-3955	CHAMPOTRAN	0 0	1 1 1							1 1		0	1 1 0 1 1 2	1 1	0						1 1 1
14-4007	CHAMPOTRAN	0 0	1 1	1	1 0	1	1					0	1 1 2		0			1 1 1 1	1 1 1		
14-4001	CHAMPOTRAN	00		0	0	0				0	0	0	0 2	1 1	0	0					
14-4097 14-4098	CHAMPOTRAN CHAMPOTRAN	0 0								0		0	0 0		0						
14-4147	CHAMPOTRAN	0 0	0		0	0				0		0	0 0		0						
14-4157	CHAMPOTRAN	0 0								0	0	0	0 0		0						I I I
14-4185 14-4282	CHAMPOTRAN	0 0										0	0 0		0						
14-3800	CHAMPOTRAN 1	1 0		1	1 1	1 1	1			1 1		0	1 1 1	1	0						
14-4390	CHAMPROSE	00		0	0	0				0	0	0	0 0		0	0					
14-4430 14-4500	CHANTELOUP CHARMELET	0 0	0									0	0 0 1 1 2	1 1	0						
14-4258	CHARMENTRAY	0 0	2 1	1 1	1 0	1	1			0	0	0	0 0		0						
14-3787	CHARMOTTES	0 0								0	0	0	0 0		0						I I I
14-4483 14-4484	CHARMOTTES	0 0										0	0 0		0						
14-4486	CHARMOTTES	0 0			0	0				0		0	0 0		0				1 1 1		
14-4381	CHAUMETEAU	0 0	0		1 1	1		1 0		0	0	0	1 1 0		0		1				
14-3985 14-3901	CHAUNOY CHAUNOY	0 0	1 1 0	1 0		1 0						0	1 1 2 0 0								
14-3959	CHAUNOY	0 0	0		0	0				0	0	0	0 0		0						
14-3992	CHAUNOY	0 0										0									1 1 1
14-3993 14-4008	CHAUNOY	0 0										0	0 0		0						
14-4018	CHAUNOY	0 0			0	0		0		0		0	0 0		0						
14-4013	CHAUNOY	0 0	0			0				0		0	0 0		0						
14-4138 14-4139	CHAUNOY CHAUNOY	0 0	0		0					0		0	0 0		0						
14-4152		0 0	0		0	0				0		0	0 0		0						
14-4161	CHAUNOY	0 0	0							0		0	0 0		0						
14-4168 14-4169	CHAUNOY CHAUNOY	0 0				0						0	0 0		0						
14-4172	CHAUNOY	0 0			0	0				0		0	0 0		0						
14-4184 14-4204	CHAUNOY	0 0				0				0		0	0 0		0						1 1 1
14-4246 14-4247	CHAUNOY CHAUNOY	0 0								0		0	0 0		0						
14-4297	CHAUNOY	0 0	0							0		0	0 0		0	•					I I I
14-4341 14-4342	CHAUNOY	0 0								0			0 0		0			1 1 1 1			1 1 1
14-4343 14-4348	CHAUNOY	0 0				0							0 0								
14-4366	CHAUNOY	0 0		0	0	0				0		0	0 0		0						

Index BEPH	Nom du puits	Acoustique + C SPIE Résistivité + C	ARRAY ARRAY BHC CVL LSS SL	SISMO SONIC ALIPER	BGT /CAL /CAL ENSITE CDL DENS		DIS DITE IES	IL NDUC ISF	PI PI INDAGE PMETER FMS	HDT PEND SHDT SUTRON	CDN CNL NEU	DIL MIL	MSFL RES	PERATURE T° TH AMA RAY RN/GR	SGR SGR ASING BGL CCL CCL CCL VDL	.NTILLON AGE CST RFT	SFL TENTIEL DNTANE PS/SP PSV	AMS BCS CE	DSN DTP EL	ITT BINDICE	ML MSD NGS	NTG HOTO ATIOS	SCNL VDC WFM
44.4076					ä °	ž				ž	- 1 1 -	ž		GATEM	, ,	Ē	sp C	1 1		ğ ğ			
14-4376 14-4377	CHAUNOY			0										0 0									
14-4378 14-4391	CHAUNOY																						
14-4392 14-4454	CHAUNOY			0								0 0		0 0		0							
14-4455 14-4464	CHAUNOY CHAUNOY			0		0			0			0 0		0 0	0		0				1 1 1 1		
14-4465 14-4471																				1 1 1			
14-4472	CHAUNOY													0 0		0	0	11	1 1 1 1	I I I	1 1 1 1		
14-4544 14-3560	CHAUNOY 17	1 0 0														0	0	11	I I I I	I I I			
14-3952 14-4448	CHEROY CHEVRELOUP		1 1 1		1				2 1	1 1 1		2 1 1	1	0 1 1 0 1 1				11	1 1 1 1				
14-4240 14-4357	CHICHENY CLOS-FONTAINE		1 1 1 1	1	1 0							0 1 1		0 1 1 0 1 1	1 0			1 1	1 1 1 1	1 1 1	1 1 1 1		
14-4158 14-1002	COMBS LA VILLE ICOURGIVAUX1			0					1	1 0				0 1 1									
14-4277				0	0					0				0 0		0		1 1				1 1	
14-1513	CROUY-SUR-OURCQ				0				0	0				0 0		0	1 1	1					
14-3587 14-4116	EGRENAY				1					1	1	2 1	1								1 1	1	
14-3998 14-1850	EPIGNY ESSISES 1	0 0 2 1 0 0	2 1 1 1 1	0		1 1 0						1 1 D		0 0 1 1 0				1					
14-4005 14-4273	ESTERNAY ESTOUY		1 1 1 1	0		0						0 1 1		0 1 1									
14-4006 14-4146	ETANCON		1 1 1	1	1 0				1				1			0	1 1				1 1 1 1		
14-4352	FAY LES NEMOURS															0		11	1 1 1 1	1 1 1	1 1 1 1		
14-3360	FLEURY EN BIERE		1 1									2 1	1					11	1 1 1 1	I I I	1 1 1 1		
14-4137 14-4154	FONTAINE AU BRON											0 0		0 0 0 0				11		1 1 1	1 1 1 1		
14-3712 14-4346	FRESNES 1 GLAIRET		1 1 1 1	1	1 1					0 0		0 0		0 1 1 0 1 1	1 0 1 3 1 1 1			1 1		1 1 1	1 1 1 1		
14-4459 14-3990	GRAND BREAU			0								1	1				1 1	1					
14-4336	GROS MERISIER			0	1		1			1	1					0		• • •					
14-3995	GUINCHE			1	1 0					0			1	0 0			1 1	· · ·		1 1 1 1			
14-3983 14-4074	HAUTEFEUILLE						1																
14-4114 14-4363	HAUTEFEUILLE											0 0		0 0									
14-4368 14-3916	HAUTEFEUILLE			0								0 0		0 0									
14-3928				1	1 0				1					1 1 1 1		0	0			1 1 1			
14-4461											1	2 1	1			0	1 1	1	1 1 1 1	1		1 1	
14-4292 14-3874	ILE DU GORD 1																		1 1 1 1	I I I	1 1 1 1		
14-4229 14-4254	ILE-DU-GORD																		1 1 1 1	1 1 1	1 1 1 1	11	
14-4291 14-4371	ILE-DU-GORD	0 0 0		0	0					O O		0 0		0 0				1 1					
14-4372 14-4426	ILE-DU-GORD			0										0 0				1 1		1 1 1	1 1 1 1		
14-4444	ILE-DU-GORD			0	0				0							0		1 1				1 1	
14-4425				0	0					0				0 0		0							
14-4440 14-3897	IVERNY 1			1	1 0				0	0		1 1		0 1 1			2 1 1		1 1 1 1 1 1.1 1				
14-4209 14-4225	JANVRY			1	1 0																		
14-4263 14-4190	JOISELLE LA BOCHETIERE		1 1 D	0					0	1	1	0 0		0 1 1 0 1 1	1 0 1 1 3 1 1 1								
14-4272 14-4338	LA CHARBINNIERE			0	0		1				1	0 N		0 0						1 1 1			
14-4374																0		11	1 + 1 + 1	1 1 1	1 1 1 1	1 1	
14-4459	LA CROIX BLANCHE																	11	1 + 1 + 1	1 1 1	1 1 1 1	11	
14-4419 14-4428	LA FERTE ALAIS													0 0					1 1 1 1	TTT	1 1 1 1	11	
14-4415 14-4474	LA FILLOLIERE		1 1 1 1	0					1 0			1 0	1	0 1 1 0 1 1	1 0 1 0			1		1 1 1	1 1 1 1		
14-4409 14-3641	LA PETIT PLAINE		1 1 1 1	0										0 1 1									
14-4412	LA SAULSOTTE			0			1	1	0	1	1			0 1 1		0		1 1					
14-4475								*I I I	1	1 0		2 1	1										
14-4375 14-4435	LA VIGNOTTE												1										
14-3962 14-4358	LE LUTEAU LE PETIT QUINCY			1 0	0									0 1 1 0 0									
14-3877 14-4094	L'EPINEUSE 1 LES AUNES		D	1	1 0				0	0	1			0 1 1	1 1 1 1 1 2 1 1		0	1					
14-4304	LES BERGERS			1	1 0				1 1							0							
14-4433	LES TALONNIERES													0 0		0	0						

Projet LUSITANIEN – Evaluation du potentiel géothermique du Lusitanien du bassin de Paris

Index BEPH	Nom du puits SP	Acoustique + O Acoustique + O Résistivité + LS GammaRay O O	BHC CVL LSS SL SISMO SONIC SALIPER	BGT amétreur /CAL DENSITE CDL	dens FDC LDL DUCTION DI DI	DIS DITE IES IL INDUC ISF SHASOR	PI ENDAGE IPMETER FMS	HDT PEND SHDT	CDN CDN CNL NEU NEU	AL PL	MSFL RES IPERATURE	T° TH MMA RAY	gRN/GR SGR CASING	BGL CCL VDL	ANTILLON AGE CST RFT SFL	DIENTIEL PONTANE PS/SP PSV AMS	BCS CE DSN DTP	EVA ITT G_INDICE	.Roguard ML MSD NGS NTG	PHOTO RATIOS SCNL VDC VEP WFM
14-4434	LES TALONNIERES	0 0 0	0		≤ 0				z 4	!)	TEV 0	5 0		1	<u>.</u>	د بر م		9	ž	
14-4031 14-4217	LIEUSAINT	0 0 2	1 1 0				1 1 0		1 0 0 0			0			0			$ $ $ $ $ $ $ $		
14-3974 14-4431	LIMOREAU	0 0 1 :	1 0 1 1				0		1 1 0 0 1			1	1 2		0			1 1 1 1		
14-3530				1	1 1	1	0		1 1 0			1	1 0		0	1 1		1 1 1 1		
14-4345	L'ORME	0 1 1		1 0			0					1	1 0		0	0	1111	1 1 1 1	1	
14-4228 14-3892	MAINCY											0			0			1 1 1 1		
14-3968 14-4079	MALNOUE	0 0 0	1	1 0								1	1 2		0			1 1 1 1		
14-4080 14-4081	MALNOUE	0 0 0		0								0			0					
14-4163	MALNOUE	0 0 0					0					0			0					
14-3786	MALNOUE 1	1 1 1 :	1 0	1	1 1 1		0		1 1 1		1 0	1	1 0		0					
14-3486	MARVILLIERS	0 0 2 1		1 1	1 1	1	0					1	1 0		0	1 1				
14-4245 14-3987	MASSOURY MATTELIN	0 0 0 0 0 1	1 0	0								0			0					
14-4518 14-4069	MERISIER	0 0 0		0					0 C 0 C			0			0					
14-4144 14-4288	MITRY-MORY MONDEVILLE						1 1			1		0			0			1 1 1 1		
14-4399	MONT A PEINE						1 0					1	1 0		0			I I I I		
14-4398	MONTBARDON	0 0 1	1 0	0		1						1			0	0	1111	1 1 1 1		
14-4030 14-4265	MONTHEUX MONTIGNY LE GUESDIER		1 1 1 0									1	. 1 2 . 1 0					1 1 1 1		
14-1765 14-3999	MONTLEVEE	0 0 1 0 0 1	1 0						0 (0 ((1	1 0	1 2		0			1 1 1 1		
14-3969 14-4045	MONTMIRAIL-LES-SIEGES	0 1 1 : 0 0 1 :	1 1	1 1							1 0	1				1 1 0				
14-4109	MONTMIRAIL-LES-SIEGES	0 0 0		0			0					0			0					
14-4060	MONTREVIL-AUX-LIONS	0 1 1	1 0	1	1 0		0		1 1 2	2 1	1 0	1	1 0		0	0				
14-1820 14-4449	NESLES		1 1	1 0								1 0	1 0		0					
14-3363 14-3747	NEUFCHELLES 1 PANNES 1	0 0 1 : 1 1 1 :	1 0 1 0	1	1 1 1	1			0 0 1 1 2	2 1	1 1 1 0	1 0	1 0		0					
14-3975 14-4443	PAVILLON PEZARCHES											1 1	1 2			1 1		1 1 1 1		
14-3899	RACHEE	0 0 1 :					0					1	1 0		0			1 1 1 1		
14-4215	ROZOY BELLEVALLE											1	1 0		0			1 1 1 1		
14-4150 14-4043	SAINCY	0 0 2 : 0 0 1 :	1 1 0 1 0									1	1 2 . 1 0					1 1 1 1		
14-3926 14-3927	SAINT GERMAIN	0 0 1 : 0 0 1 :	1 0 1 0	1	1 2 1 1 1 1	1			1 1 0 1 1 0		0 0	1	1 3		0			1 1 1 1		
14-3972 14-3964	SAINT GERMAIN SAINT GERMAIN	0 0 1 : 0 0 0	1 0	1							0	1	1 0		1 1 0 I					
14-4000	SAINT GERMAIN	0 0 0		1	1 0		0					1	1 0		0					
14-4135				0			0				0	0	0		0					
14-4225	SAINT GERMAIN LA POTERIE		1 0	1	1 0		0			2 1	1 0	1	1 0		0					
14-3503 14-4496	SAINT HILLIERS 1 SAINT JEAN											0			0					
14-3620 14-4283	SAINT LAZARE	0 0 1 : 0 0 0		1 0								1			0					
14-2247 14-3971	SAINT-BRICE SAINT-GERMAIN	0 1 1 0 0 1 :	1 0 1 0	0					0 1 1	1	0	1	1 0		0		1			
14-4233 14-4289	SAINT-MARTIN-EN-BIERES	0 1 1		0			1			2 1		1	1 0		0					
14-4334	SANCY-LES-PROVINS						0					0			0	0		1 1 1 1		
14-3685	SIVRY	0 0 1 :	1 1	1 0								1	1 0		0		1111	1 1 1 1		
14-3685 14-4029	TASSIN	1 0 2 : 0 0 2 :	1 1 0 1 1 1 0									1						1 1 1 1		
14-3562 14-4224	TRILBARDOU 1 VALESCOURT	0 0 1 : 0 0 1 :	1 1 1 0	1 0	1 1 1	1	1	1	0 0 1 1 0		0 0	1			0	1 1 0				
14-4058 14-4002	VALPUISEAUX VAUXPLEURS	0 1 1 :	1 1 1 1 1 0	1 0			1 1					1	1 0		0	1 1 0		1 1 1 1		
14-4195	VERSON	0 1 1	1 0	0	1 1		0				1 0	1	1 0		0					
14-4255	VERSON			0			0				0	0	0		0					
14-4281 14-4128	VERT-LE-GRAND						1	1		2 1		1	1 0							
14-4205 14-4365	VERT-LE-GRAND VERT-LE-GRAND	0 1 1 1	1 0 1 1	1 0	0		1 1 0		1 1 2 0 2	2 1	1 0 1 0	1	1 0 1 3						1 1	
14-4393 14-4017	VERT-LE-GRAND	0 1 1 :	1 1 1 1 0	1 0			0	1		2 1		1	1 2 1 1	1 1 1	0				1	
14-4231 14-4451	VERT-LE-GRAND		1 0	1	1 0		0					1	1 0		0			1 1 1 1		
14-4218	VERT-LE-GRAND			1			0		1 1 0			1	1 0		0			I I I I		
14-434/	VERT-LE-GRAND									2 1		0	1 2	1 1	0			1 1 1 1		
14-4086 14-4142	VERT-LE-PETIT											1	1 3					1 1 1 1		

Index BEPH	Nom du puits	SPIE	Acous Résis	tique + ivité +	NUSTIQUE ARRAY	BHC	CVL LSS	SL	SONIC	BGT .	métreur /CAL	ENSITE CDL	DENS FDC	IDL	8 월	DIS DITE	<u>n</u> =	NDUC ISF	HASOR PI	endage Pmeter	FMS HDT	PEND	UTRON	CNL	NEU	불 ㅋ	MLL MSFL RES	PERATURE	T° TH AMA RAY RN/GR	SGR ASING	BGL CBL	CE CC	VDL NTILLON-	Ade CST RFT	SFL TENTIEL	DNTANE PS/SP	PSV AMS	BCS	DSN	5 =	EVA	:_INDICE 30GUARD	ML MSD	NTG	HOTO	SCNL VEP
			Gam	naKay	YCC Y					. ب	io io	•		Ĩ				-		8 8			B		RES			LEM	GAN	0			CHA		2	SP .						ğğ			<u>.</u>	
14-4421	VERT-LE-PETIT	0)	0	0				0)		0		0						0	1	TT	0		0			0	0	0			0			0	1		1 1	11	11	11		1.1	11	
14-4427	VERT-LE-PETIT	(0	0	0				0)	- T	0		0						0			0		0			0	0	0			0			0										
14-4446	VERT-LE-PETIT	0	0	0	0				0)	_	0		0						0			0		0			0	0	0			0			0										
14-4068	VERT-SAINT-PERE	(כ	0	1	1			0)	- T	1		1 1		1				0			1	1	0			0	1 1	0			1	1		0										
14-3532	VIDELLES 1	1	1	0	2	1		1	ι Ο)		1	1	1				1		0			1	1	0			0	1 1	0			0			1 1										
14-3515	VIEUX CHAMPAGNE 1	1	1	0	2	1			1 1	L	1	1	1	1			1			0			0		0			0	1 1	1	1		0			1 1										
14-4131	VIGNOLLES	0	כ	0	1	1			1	L	1	0		1	1					0			0		0			0	1 1	2	1		1 0			0										
14-4340	VIGNORY		כ	0	1	1			0)		1		1 1		1				0			1	1	0			0	1 1	0			0		_	0				1	1 1					
14-3944	VILLARŒAUX	(0	0	0				0			0		0						0			0		0			0	0	0			0		_	0										
14-3810	VILLARŒAUX 1	1	1	0	1	1			1		1	0		1	1					0			0		0			0	1 1	1	1		0		_	1 1	_									
14-4042	VILLEGENARD	(0	2	1			1 0			0		1	1					0			0		1	1		0	0	1	1		0		_	0										
14-4230	VILLEMER	0	2	0	0				0			0		0						0	- 1		0		0	1 1		0		0			0		_		-							1 1		
14-3989	VILLEPERDUE	1 1	J	-	1				0	1		0		U				_	-	U		┶┷┷	U		U			U		U			U		_	0			11	1 1	1 1			1 1	1 1	
14-4044	VILLEPERDUE	1 0	7		1	1	1 1	_	U D			0		1	1 1	1 1	1 1	1 1	1	U	- 1		U	1 1	U	1 1	1 1	U	1 1	U			U		_	0	-			1 1						
14-4162	VILLEPERDUE	1 1		0	0					, ,		0		U						0		┶━┶	U		0			U	0	0			0	- 1 1	_	0			1 1	1 1	1 1			1 1	1 1	
14-4301	VILLEPERDUE	1 0	J 1		0	1 1	1 1	- 1		, ,		0	1	0	1		1 1	1 1	-	0	-	-------------	0	1 1	0	1 1	1 1	0	0			1 1	0		_		-	<u>г г</u>	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1 1
14-4302	VILLEPERDUE		, ,		0		1 1			, ,	_	0		0			1 1	1 1		0		<u></u>	0	1 1	0	1 1		0	0	0		1 1	0		_	0		1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1 1
14-4307		1 0	י ר		0		1 1					0		0			1 1	1 1	-	0		TT	0	1 1	0	1 1		0					0		_		-	<u>г г</u>	1 1	1 1	1 1	1.1	1 1	1 1	1 1	1 1 1
14-4300	VILLEPERDUE	1 0	, ,	0	0				0	2		0		0						0		<u></u>	0		0	1 1		0	0	0			0		-	0			1 1	1 1					1 1	
14-4303		1 6	ן 1	0 n	0		1 1			, 1		0		0				1 1		0		TT	0	1 1	0	1 1	1 1	0				1 1	0		_	0	1	I I	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1 1
14-4356	VILLEPERDUE	1 0	1	- n	0				0	2		0	- 1	0		1 1		- 1 - 1	_	0		<u> </u>	0		0			0	0	0			0		-	0										
14-4361		1 0	- 1	- 0	0		1 1	1	1 0	1	_	0		0			1 1	1 1	1	0	1	TT	0	1 1	0	1 1		0		0		1.1	0		_	n l	1	1 1	1 1	1 1	1.1	1.1	1.1	1 1	1.1	1 1 1
14-4362	VILLEPERDUE		-	-	0				0		_	0	1	0				_ 1 _ 1		0		i i i i i i i i i i i i i i i i i i i	0		0	- 1 - 1		0		0			0		_	0										
14-4367	MILLEPERDUE	1 0	-	-	0		1 1		0			0		0			1 1	1 1		0		TT	0	1 1	0			0	0	0		1 1	0		_	0	1		1 1	1 1	1 1	11	1 1	1 1	1.1	1 1 1
14-4370	VILLEPERDUE)	0	0				0)		0		0						0		<u> </u>	0		0			0	0	0			0		_	0										
14-4385	VILLEPERDUE	0)	0	0				0)	_	0		0						0			0		0			0	0	0			0		_	0	1		1 1	1 1	1.1	1.1	1 1	1.1	1.1	
14-4387	VILLEPERDUE	. ()	0	0				0)	_	0		0						0		<u> </u>	0		0			0	0	0			0		_	0										
14-4479	VILLEPERDUE	0	0	0	0				0)	_	0		0						0			0		0			0	0	0			0			0										
14-3599	VILLEPERDUE 1	1	1	0	1				1 1		1	0		1	1					0			0		0			0	1 1	0			1		1	0										
14-4075	VILLEVAUDE	0	0	0	1	1			0)		0		1		1				0			0		0			0	1 1	0			0			0										
14-4222	VILLIERS-TEMPLON	(כ	0	1	1			0)	- 7	1		1 1		1				0			1	1	0			0	1 1	0			0			0										
14-4129	VILLOISON	0	כ	1	1	1			0)		0		0						1	1		0		1	1		0	1 1	0			0			1 1										
14-4311	VOULZIE	(כ	0	1	1			1	L	1	0		1	1					0			0		0			0	1 1	0			0			0										
14-3966	VULAINES	0	0	0	1	1			1	L	1	0		1	1					0			0		0			0	1 1	0			0			0										
14-4062	VULAINES		0	0	0				0)		0		0						0			0		0			0	0	0			0			0										
14-4087	VULAINES	0	3	0	0				0)		0		0						0			0		0			0	0	0			0			0										
14-4099	VULAINES		כ	0	0				0)		0		0						0			0		0			0	0	0			0			0										
14-4100	VULAINES	0	כ	0	0				0)		0		0						0			0		0			0	0	0			0			0										
14-4505	VULAINES)	0	0				0)		0		0						0		_	0		0			0	0	0			0			0										
14-4506	VULAINES	0]	0	0				0			0		0						0			0		0			0		0			0			0			1 1							
14-4517	VULAINES	0)	0	0	1 1	1 1		0		_	0		0		1 1	1 1	1 1		0			0	1 1	0	1 1	1 1	0	0	0			0			0			1.1	1 1			1.1	1 1		
14-4521	VULAINES	0	J		U				0		_	U		0						0			0		0			0					0			U			1 1							
14-4522	VULAINES	1	J	0	U	1 1	1 1	1	0		_	0		U	1 1	1 1	1 1	1 1	1	0	1		U	1 1	U	1 1	1 1	0	0	0		1 1	0	1 1		0	1		1 1	1 1				1 1		1 1 1
14-4524	IVULAINES		J	0	U					J		U		0						0		╧╧╧┷	0		0			0		0			0			U										

Annexe 7 : Relevé des diagraphies disponibles sur le Lusitanien pour chacun des 107 puits géothermiques analysés en région lle-de-France

SITE	CODE PUITS	Acoustique + Résistivité + GammaRay	Acoustique BHC	CVL LSS	SL SONIC	WFT Resistivité	ПЦ	ML	MSFL	RES SFL	Densité CDL	DENS FDC	LDL Gamma Ray	GRN/GR NGS	Induction	DI	DIL	DITE	IES	IL ISF	PI PHASOR	Neutron CNL	CNS NEU	Pendage DIPMETER	FMS HDT	PEND SHDT	Température T°	TH Caliper	BGL BGT	EMC Potentiel	Spontané PS/SP	Limentation CBL CCL		VDL Echantillonage	CST RFT AMS	BCS	CE	DTP	H V F		MILKOGUARD	0TOH9	RATIOS	SCNL	VDC VEP WFM
ACHERES 1	A1	0	1		1	0				_	0		0		0							0		0			0	0			0 1	0		0		1									
ACHERES 2	A2	0	0			0			I I		0		0		0	11						0		1	1		0	0			- D I	0		0		1				11					
ALFORTVILLE 1	GAL 1	0	0	_		0				-	1 1		1	1	0						- 1	1	1	0	1 - 1 1		0	1		1	0	1 1		0		1 - 1									
ALFORTVILLE 2	GAL 2	0	0			0			1.1		1 1		1	1	0	11			1 1			1	1	0			0	1		1	0	1 1		0					1						
AUBERVILLIERS	GPNE 1	0	0			0				_	0		1	1	0							0		0			0	1		1	0	3 1 1		1 0											
AUBERVILLIERS	GPNE 2	0	0			0					0		1	1	0							1 1		0			0	1		1	0	2 1		1 0											
AULNAY-SOUS-BOIS-RDV_1	GAY 1	0	1 1			0					0		1	1	0							0		0			0	1	1		0 :	<mark>2</mark> 1		1 0											
AULNAY-SOUS-BOIS-RDV_2	GAY 2	0	0			0					0		1	1	0							0		0			0	0			0 :	2 1		1 0											
AULNAY-SOUS-BOIS-VGS_3	GAY 3	0	0			0					0		1	1	0							0		0			0	1	1		0	1 1		0											
AULNAY-SOUS-BOIS-VGS_4	GAY 4	0	1			1 0					1	1	1	1	0							1 1		0			0	1	1		0 1	0		0											
BONNEUIL-SUR-MARNE_1	GBL 1	0	0			0					1		1 1	1	0							0		0			0	1	1		0 :	2 1	1	0		1 1						1 1			
BEAUVAIS_2	GBVS 2	0	1 1			0					0		1	1	0							0		0			0	0			0 1	0		0											
BONDY_1	GBO 1	U	3 1	1 1	1 1	0		1 1	1 1	_	1	1	1	1	0	1.1			1 1	1 1		1 1		1	1		0	2	1	1		4 1	1 1	1 0		1	1 1	1 1	1	1.1	1 1	1		1 1	1
BONDY_2	GBU 2	U				0					0		1	1	0							0		1			0	2	1	1 T		3 1		1 0		11									
CACHAN-NORD 1	GBL 2	0	1 1			0		1 1	1 1		0		1	1	0	1.1			1 1	1 1		0		0	1		0	1				2 1		1 0	1 1		1 1	1 1	1 1	1.1		1	1 1	1 1	
CACHAN-NORD_1	GCDN 2	0	0			0			1 1	_	0		1	1	ñ	1 1		· · ·	1 1	1 1		0	1 1	0	1		0	1	1		0 . N .	3 1	1	1 0		1 1	1 1		1 1	1 1	1 1				
CACHAN-SUD 1	GCDS 1	0	0			0					0		1	1	0							0		0			0	0			0	3 1		1 0											
CACHAN-SUD_2	GCDS 2	0	0			0					0		1	1	0							0		0			0	1	1		0	3 1	1	1 0											
CERGY_1	CGY 1	0	1 1			0					0		1	1	0							1 1		0			0	1		1	0 1	0		0											
CHAMPIGNY-SUR-MARNE_1	GCHM 1	0	0			0					1		1 1	1	0							0		0			0	1	1		0 :	2 1	1	0											
CHAMPIGNY-SUR-MARNE_2	GCHM 2	0	0			0					0		1	1	0							0		0			0	1	1		0 :	2 1	1	0											
CHATENAY-MALABRY_1	GCTM 1	0	0			0					0		1	1	0							0		0			0	1	:	1 1	0 1	0		0											
CHATENAY-MALABRY_2	GCTM 2	0	0			0					0		1	1	0							0		0			0	1	:	L	0 :	3 1	1	1 0											
CHELLES_1	GCHE 1	0	1 1	1 1		0	-		1 1	_	0		0	1 1	0				1 1			0		1	1		0	1		1		0		0		1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	
CHELLES_2	GCHE 2	U	1 1			0					0		0		1	1						0		1	1		0	1		1				0											1
CHEVILLY-LARUE_1	GCHL 2	0	1 1			0		1 1	1 1		0		0		0	1 1			1 1	1 1		0		1			0	1		1 1				0	1 1		1 1	1 1	1 1	1.1		1 1	1 1	1 1	1
	JOCHL 2	0	0			0			1 1		0		1	1	0	1 1			1 1			0	1 1	0			0	0				0		0		1 + 1	1 1							1 1	±
COULOMMIERS		0	0			0					0		1	1	0							0		0	1		0	0			0 1	0		0											
CREIL 1	GCR 1	0	0			0				_	0		0	- 1 1	0		_					0		0			0	0			0 1	0		0											
CREIL_2	GCR 2	0	0			0					0		0		0							0		0			0	0			0 1	0		0											
CREIL_3	GCR 3	0	0			0					0		0		0							0		0	· · ·		0	0			0 1	0		0											
CREIL_4	GCR 4	0	0			0					0		0		0							0		0			0	0			0 1	0		0											
CREIL-LE-PLATEAU_5	GCR 5	Û	1 1			0					0		1	1	0							0		0			0	1	1		0	1 1		0											
CREIL-LE-PLATEAU_6	GCR 6	0	1 1			0					0		1	1	0							0		0			0	1	1		0 :	2 1		1 0											
EPERNAY_1	GEPE 1	0	1 1	1 1		0		1 1	1 1	_	0		1	1	0	1.1			1 1	1 1		0		0	1 1 1		0	1						0	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1.1	1 1	1 1	1 1	1 1	
EPERNAY_2 EDINAY SOLIS SENART 1	GEPE 2	U	1 1			0					0		1	1	1						1	0		1			0	2				1		0		1			1						1 1
EPINAT-SOUS-SENART_1	GESS 2	0	1 1			0		1 1	TT		0		0		1	11			1 1		1	0		0			0	5						0		1	11							1 1	
EVRY 1	GEV 1	0	0			0			1 1	_	0		0		0	1 1			1 1			0		0			0	0		1 -	0 1	0		0			1 - 1								<u>+</u>
EVRY 2	GEV 2	0	0			0			TT		0		1	1	0				TT			0		0			0	1		1	0	2 1		1 0											
FONTAINEBLEAU_1	GFO 1	0	1 1			0					0		1	1	0							0		0	• • •		0	0			0	1 1		0											
FONTAINEBLEAU_2	GFO 2	0	1 1			0					0		1	1	0							0		0			0	0			0	1 1		0											
FRESNES_1	GFR 1	0	0			0					1		1 1	1	0							1 1		0			0	0			0 :	3 1	1	1 0											
FRESNES_2	GFR 2	0	0			0					0		1	1	0							0		0			0	1	1		0 :	3 1	1	1 0											
GARGES-LES-GONESSE_1	GGAR 1	0	1		1	0				_	0		1	1	0							0		0	1 1 1		0	1	1		0 :	2 1		1 0		1 1									
GARGES-LES-GONESSE_2	GGAR 2	0	0			0					0		1	1	0							0		0			0	1	1			2 1		1 0											
IVRY-SUR-SEINE_1	GIV 1	U	1 1	1		0		1 1	1 1		0		1	1	0	1 1		I I	1 1	1 1		0		1			0	0	1	1		2 1		1 0	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1		1	1 1	1 1	
IVRV-SUR-SEINE_1	GIV 2	0	0			0					1 1		1	1	0	1 1						1 1		0			0	1	- I I			1 1		0											-
IVRY-SUR-SEINE 2	GIV 2	0	1 1			0		1 1	TT		0		0	-	1	11			1 1	1 1		0		1	11		0	0			0	1		0	1.1	1			1 1			1			
LA-COURNEUVE-NORD 1	GLCN 1	0	0	_		0				-	0		0		0	1-1	_					0		0	1-1 1		0	0			0 1	0		0		1 1 -									
LA-COURNEUVE-NORD_2	GLCN 2	Û	0			0			TT		0		0		0							0		0			0	0			0 1	0		0											
LA-COURNEUVE-SUD_1	GLCS 1	0	1 1			0					0		1	1	0							0		0			0	2	1 :	1 1	0 :	2 1		1 0											
LA-COURNEUVE-SUD_2	GLCS 2	0	1 1			0					0		1	1	0							0		0			0	1	- :	1	0	2 1		1 0											
LA-PORTE-SAINT-CLOUD_1	GPSC 1	0	1 1			0					0		0		1	1						0		1	1		0	1		1	0 1	0		0											1
LA-PORTE-SAINT-CLOUD_2	GPSC 2	0	1 1			0					0		0		1	1						0		1	1		0	1		1	0	0		0											1
LA-VILLETTE_1	GLAV 1	0	1 1	1 1		0		1 1	1 1	_	0		1	1	0				1 1	1 1		0		0	1 1 1		0	1	1		0	1 1		0		1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	
LA-VILLETTE_2	GLAV 2	U	0			0					0		1	1	0							0		0			0	1	1		0	1 1		0											
LE-BLANC-MESNIL_I	GBMN 1	U	0	1		0		1 1	1 1		0		1	1	0	1 1	_	1	1 1	1 1		0		0	1 1 1		0	0	1			U 1 1		0	1 1		1 1	1 1	1 1	1 1		1	1 1	1 1	
LE-BLANC-WESNIE_2	OBIAIN 2	0	0			0					0		1	1	0				1 1	1 1		0		0	1		0	1	1			1 1		1 0			1 1								
LE-MEE-SUR-SFINE 2		0	0			0					0		1	1	0					11		0		0			0	1	1		0	0		0										11	
L'HAY-LES-ROSES 1	GHLR 1	0	1 1			0		1 1	1 1	_	0		0	±	0	1 1		- I	1 1			0		1	1		0	1	1 - 1	1	0	0		0		1			1 1				1 1		1
L'HAY-LES-ROSES_2	GHLR 2	0	1 1			0					0		0		0							0		1	1		0	1		1	0	0		0		1									1
MAISONS-ALFORT-I_1		0	1 1			0					0		0		0							0		1	1		0	3	1 1	1	0	0		0											1
MAISONS-ALFORT-I_2		0	1 1			0					0		0		0							0		1	1		0	1		1	0	1	1	0		1			1	L					1
MAISONS-ALFORT-II_3		0	1 1			0					0		0		1	1						0		1	1		0	0			0	1	1	0					1	L					
MAISONS-ALFORT-II_4		0	1 1			0					0		0		0							0		1	1		0	1		1	0 1	0		0											
MEAUX-BEAUVAL-I_5	GMX 5	0	1 1			0					0		1	1	0							0		0			0	1	1		0 1	0		0											

SITE	CODE PUITS	Acoustique + Résistivité + GammaRay	Acoustique BHC CVL	LSS SL SONIC	WFT Resistivité	ML DIL	MLL MSFL RES	Densité Col	DENS	LDL îamma Ray GRN/GR	NGS SGR Induction	ARRAY DI	DIL	INDUC	ci II ISI	PI PHASOR	Neutron CNL	CNS NEU Pendage	DIPMETER	HDT PEND	SHDT empérature T°	TH Caliper	BGL BGT CAL	EMC Potentiel Spontané	PS/SP imentation CRI		VDL hantillonage	CST RFT AMS	BCS	CE DSN	DTP Eva
MEAUX-BEAUVAL-L 6	GMX 6	0	1 1	1				0		1 1	0			TT	1 1	1 1	0	1 0	1			0		0	0	1 1 1	음 고		T I		
MEAUX-BEAUVAL-IL 7	GMX 7	0	1 1		0			0		1 1	0			1 1			0	0	/		0	1	1	Ő	0		0				
MEAUX-BEAUVAL-IL 8	GMX 8	0	1 1		l õ			1 1	1	1 1	0						0			1 1 1	0	1	1	Ő	2 1	1 1 1	1 0		1 1		
MEAUX-COLLINET 1	GMX 1	0	0		n n			0	*	0	0			1 1			0	0)		0	0	- 1	ñ	0		0	1 1			
MEAUX-COLLINET 2	GMX 2	0	0		l 0			0	1 1 1	1 1	0					1 1	0		,)	1 1 1	0	1		ů N	n n	1 1 1	0		1 1		
MEAUX-HOPITAL 4	GMX 4	0	0		n n			õ		0	0						0	0	2		Ő	0	-	ñ	ů 0		0				
MEAUX-I(OPITAL 3	GMX 3	0	0		l 0			0	1 1 1	0	0						0			1 1 1	0	0		0	0	1 1 1	0				
MONTGERON 1	GMO 1	0	0		0			0		1 1	0						0	C)		0	1	1	0	0		0		1 1		
ORLY ADP	GADP 2	D	0		0			0		0	0						0				0	1		1 0	2 1		1 0		T T		
ORLY ADP	GADP 1	0	0		0			0		0	0						0	C)		0	1		1 0	2 1		1 0				
ORLY LE NOUVELET 2	GORY 5	0	0		0			0		1 1	0						0	0			0	0		0	0		0				
ORLY LE NOUVELET 2	GORY 6	0	0		0			0		1 1	0						0	Ċ)		0	0		0	0		0				
ORLY-I_1	GORY 1	0	1	1	0			0		0	0						0	1	L 1	1	0	0		0	0		0				
ORLY-I_2	GORY 2	D	0		0			0		0	1	1					0	. 1	. 1	1	0	0		0	0		0				
ORLY-II_3	GORY 3	D	0		0			0		1 1	0						0	0			0	1	1	0	3 1	1	1 0				
ORLY-II_4	GORY 4	0	0		0			0		1 1	0						0	C)		0	1	1	0	3 1	. 1	1 0				
PROVINS 1	GPR 1	0	0		1	1		0		0	2			1		1	0	1	L 1	1	0	1	1	0	1	1	0				1
PROVINS 2	GPR 2	0	0		0			0		0	0						0	C)		0	0		0	0		0				
RIS-ORANGIS_1	GRO 1	0	1 1		0			0		0	1	1					0	1	L 1	1	0	0		0	0		0				
RIS-ORANGIS_2	GRO 2	0	2 1	1	0			0		0	0						0	1	L 1	1	0	1	1	0	0		0				
SEVRAN_1	GSA 1	0	0		0			0		0	0						0	0)		0	0		0	0		0				
SEVRAN_2	GSA 2	D	0		0			0		0	0						0	C)		0	0		0	0		0				
SUCY-EN-BRIE_1	GSUC 1	D	1 1		0			0		0	0						0	C			0	0		0	0		0				
SUCY-EN-BRIE_2	GSUC 2	D	1 1		0			0		0	0						0	C)		0	1		1 0	0		0				
THIAIS_1	GTHI 1	0	0		0			0		1 1	0						0	C)		0	1	1	0	1		1 0				
THIAIS_2	GTHI 2	D	0		0			0		1 1	0						0	C)		0	1	1	0	2 1		1 0				
TREMBLAY-LES-GONESSE_1	GTRE 1	0	1 1		0			0		1 1	0						0	0)		0	0		0	1 1		0				
TREMBLAY-LES-GONESSE_2	GTRE 2	D	0		0			1	1	1 1	0						1 1	C)		0	1	1	0	1 1		0				
VAUX-LE-PENIL_1	GVLP 1	0	0		0			0		1 1	0						0	0)		0	2	1 1	0	2 1		1 0				
VAUX-LE-PENIL_2	GVLP 2	0	0		0			0		1 1	0						0	C)		0	2	1 1	0	2 1		1 0				
VIGNEUX-SUR-SEINE_1	GVS 1	1	2 1		12	1	1	1	1	1 1	0						1 1	0			0	1	1	0	2 1		1 0				
VIGNEUX-SUR-SEINE_2	GVS 2	0	0		0			0		1 1	0						0	C)		0	1	1	0	2 1	. 1	0				
VILLENEUVE-LA-GARENNE_	GVG 1	0	0		0			0		0	0						0	0)		0	0		0	0		0				
VILLENEUVE-LA-GARENNE_	GVG 2	0	0		0			0		0	0						0	C)		0	0		0	0		0				
VILLENEUVE-SAINT-GEORG	GVSG 1	0	1 1		0			0		1 1	0						0	0)		0	1	1	0	2 1	1	0				
VILLENEUVE-SAINT-GEORG	GVSG 2	D	0		0			0		1 1	0						0	C)		0	1	1	0	3 1	1 1	0				



Annexe 8 : Acronymes des diagraphies disponibles sur le Lusitanien pour chaque puits géothermique de l'étude

OUTIL 🖵	PARAMETRE MESURE	Colonne1 🔹
ARRAY	Induction ou Acoustique ou Sismique	ACOUSTIQUE
BGT	caliper	CALIPER
BHC	acoustique	ACOUSTIQUE
CBL	cimentation	CASING
CCL	profondeur(contrôle)+casing=vérif joints de tubage	CASING
CDL	densité	DENSITE
CDN	neutron densité	NEUTRON
CE	carottage électrique	
CET	cimentation	CASING
CNL	neutron	NEUTRON
CST	echantillonage (roche)	ECHANTILLONAGE
CVL	propagation onde simsique ou acoustique	ACOUSTIQUE
DENS	densité	DENSITE
DI	induction	INDUCTION
Diamétreur/CAL	calipeur	CALIPER
DIL	induction	INDUCTION
DIPMETER	pendagemetrie	PENDAGE
DIS	induction	INDUCTION
DITE	induction	INDUCTION
DLL	resistivité	RESISTIVITE
ETT	épaisseur du tubage	ELECTRO MAGNETIQUE
FDC	densité	DENSITE
FMS	pendagemetrie (resistivité)	PENDAGE
GRN/GR	gamma ray	GAMMA RAY
нот	nendagemetrie	PENDAGE
IFS	induction	
11	induction	
	induction	
ISE	induction	
	densité	DENSITE
11	resistivité	RESISTIVITE
155	acoustique sonic	
MI		RESISTIVITE
MU		RESISTIVITE
MSEI		RESISTIVITE
NGS	altitude du sel en référence au norme IGN	NLOTION
	nondagometrio	DENDAGE
	induction	
DI	induction	
	notantial spontané	
	resistivite	
	echantillonage (fluide) ou mesure de pression nuide	
SFL		CANANAA DAX
SUR	gamma ray	
SHDI	penuagemetrie (resistivite)	PENDAGE
SL	acoustique	ACOUSTIQUE
SUNIC	sonic	
1	temperature	
IH	temperature	TEMPERATURE
VDL	cimentation seulement	CASING
WFM	voir page 33 pdf Bouniol these	



Centre scientifique et technique

3, avenue Claude-Guillemin BP 36009 – 45060 Orléans Cedex 2 – France – Tél. : 02 38 64 34 34 www.brgm.fr