

RAPPORT D'ÉTUDE

13/07/2017

DRS-17-164857-00573A

**ÉTAT DES LIEUX DES PUIITS RÉALISÉS PAR
FORAGE EN FRANCE**

INERIS

maîtriser le risque |
pour un développement durable |

Etat des lieux des puits réalisés par forage en France

Direction des Risques du Sol et du Sous-Sol

PRÉAMBULE

Le présent rapport a été établi sur la base des informations fournies à l'INERIS, des données (scientifiques ou techniques) disponibles et objectives et de la réglementation en vigueur.

La responsabilité de l'INERIS ne pourra être engagée si les informations qui lui ont été communiquées sont incomplètes ou erronées.

Les avis, recommandations, préconisations ou équivalent qui seraient portés par l'INERIS dans le cadre des prestations qui lui sont confiées, peuvent aider à la prise de décision. Etant donné la mission qui incombe à l'INERIS de par son décret de création, l'INERIS n'intervient pas dans la prise de décision proprement dite. La responsabilité de l'INERIS ne peut donc se substituer à celle du décideur.

Le destinataire utilisera les résultats inclus dans le présent rapport intégralement ou sinon de manière objective. Son utilisation sous forme d'extraits ou de notes de synthèse sera faite sous la seule et entière responsabilité du destinataire. Il en est de même pour toute modification qui y serait apportée.

L'INERIS dégage toute responsabilité pour chaque utilisation du rapport en dehors de la destination de la prestation.

	Rédaction	Vérification	Approbation
NOM	Franz LAHAIE Christian BOUFFIER	Christian FRANCK	Pascal BIGARRE
Qualité	Ingénieurs à la Direction des Risques du Sol et du sous-sol	Délégué appui technique à la Direction des Risques du Sol et du sous-sol	Directeur des Risques du Sol et du Sous-Sol
Visa			

RESUME

La France possède un long passé d'exploration et d'exploitation pétrolière, qui a débuté au 18^{ème} siècle dans la région de Pechelbronn, en Alsace, et qui a connu son plein essor au 20^{ème} siècle, dans le bassin de Paris et dans le sud-ouest. Au cours de cette histoire, des milliers de puits ont été forés dans le sous-sol français. Si la majeure partie d'entre eux sont désormais fermés, il reste environ six cents puits encore en exploitation. La baisse progressive de la production d'hydrocarbures en France laisse augurer la fermeture de nombreux autres puits dans les années à venir.

La conservation des informations sur ces puits constitue un enjeu important de sécurité et de protection de l'environnement. En effet, il convient d'éviter que ces puits soient accidentellement rouverts ou intersectés lors du creusement d'un ouvrage souterrain ; il est donc important de savoir le plus précisément possible où ils se trouvent et quelle est leur trajectoire. Mais la fermeture d'un nombre croissant de puits pose aussi des questions de long terme : quel sera le devenir des dispositifs d'isolation mis en place lors du bouchage des puits après plusieurs dizaines ou centaines d'années, et quelles seraient les conséquences d'une perte d'étanchéité de ces puits, notamment dans des contextes géologiques et environnementaux défavorables. Pour procéder à une telle analyse de risques à long terme, il est important de conserver le maximum d'informations sur ces puits, leur architecture, leur contexte géologique et leurs conditions de réalisation, d'exploitation et de bouchage.

Dans cette démarche de consolidation des informations, en vue d'une analyse ultérieure des risques liés aux puits abandonnés, l'INERIS a entrepris de faire l'inventaire des puits d'hydrocarbures forés sur le territoire ou dans les eaux françaises. Ce travail a été réalisé pour le compte du Ministère français chargé de l'Environnement et de l'Energie. Il a consisté à croiser et à synthétiser les informations contenues dans trois bases de données : la base du BEPH (Bureau de l'Exploration et de la Production des Hydrocarbures), la Banque du Sol et du Sous-sol du BRGM (Bureau de Recherches Géologiques et Minières) et la base de GEODERIS relative aux puits de Pechelbronn. Le BEPH disposant également d'informations sur les puits de stockage souterrain d'hydrocarbures et de géothermie profonde, ces puits ont également été inclus dans ce recensement.

L'inventaire réalisé a permis de dénombrer près de 13 000 puits forés en France, dont la majorité (plus de 12 000) sont des puits destinés à la recherche ou à l'exploitation d'hydrocarbures (pétrole ou gaz). Ce rapport présente une analyse globale des données recueillies sur ces puits : localisation, âge, profondeur, fonction, structure, opérateur lors du forage, nombre et types de documents ou diagraphies disponibles, etc. Une synthèse des principaux résultats est fournie en conclusion, à la fin du document.

MOTS CLES

Forages, Hydrocarbures, Risques, Stockages, Géothermie, Phase informative.

TERRITOIRE

France.

ABSTRACT

France has a long history of exploration and exploitation of oil, which began in the 18th century in the region of Pechelbronn, in Alsace, and which flourished in the 20th century, in the basin of Paris and in the south west of France. During this history, thousands of wells were drilled in the French subsoil. While most of them are now closed, about six hundred wells are still in operation. The gradual decline in hydrocarbon production in France suggests the closure of many other wells in the years to come.

The conservation of information on these wells is important for safety and environmental issues. Indeed, it is important to ensure that these wells are not accidentally reopened or intersected during excavation of an underground structure; so, their location and trajectory must be known as precisely as possible. The closure of a growing number of wells also raises long-term issues: will the isolation barriers plugging the wells still be operational after several tens or hundreds of years and what would be the consequences of a seepage of wells, especially in unfavorable geological and environmental contexts. In order to carry out such a long-term risk analysis, it is important to collect as much information as possible on these wells, their architecture, their geological context and their conditions of drilling, operation and plugging.

With this aim of consolidating as much information for subsequently conducting an analysis of the risks associated with abandoned wells, INERIS has undertaken an inventory of hydrocarbon wells drilled in the French territory and waters. This work was carried out on behalf of the French Ministry of the Environment and Energy. It consisted of cross-referencing and synthesizing the information contained in three databases: the base of BEPH (Bureau of Exploration and Production of Hydrocarbons), the Soil and Subsoil Bank of the BRGM (French Bureau of Geological and Mining Research) and the base of GEODERIS relating to the wells of Pechelbronn. As BEPH also owns information on underground hydrocarbon storage wells and deep geothermal wells, these were also included in the census.

The inventory led to a count of nearly 13,000 wells drilled in France, the majority of which (more than 12,000) are dedicated to the exploration or production of hydrocarbons (oil or gas). This report presents an overall analysis of the data collected on these wells: location, age, depth, function, structure, operator during drilling, number and types of documents or logs available, etc. A summary of the main results is provided at the end of the document.

KEYWORDS

Drillings, Hydrocarbons, Risks, Storages, Geothermal energy, informative Phase.

TERRITORY

France

TABLE DES MATIÈRES

1. SOURCES D'INFORMATION ET DONNÉES RECUEILLIES.....	9
1.1 La base du BEPH et le Guichet H	9
1.1.1 Présentation	9
1.1.2 Données recueillies	10
1.2 La banque du sol et du sous-sol (BSS) – site InfoTerre du BRGM	11
1.2.1 Présentation	11
1.2.2 Données recueillies	11
1.3 La base de GEODERIS relative aux puits de Pechelbronn.....	12
1.3.1 Présentation	12
1.3.2 Données recueillies	12
1.4 Récapitulatif des données recueillies	13
2. CROISEMENT ET SYNTHÈSE DES DONNÉES	15
2.1 Croisement des données	15
2.2 Synthèse des données.....	16
2.3 Analyse des recouvrements entre les fichiers sources.....	19
2.4 Analyse de la couverture globale de chaque base de données	20
3. ENSEIGNEMENTS GÉNÉRAUX SUR LES PUIITS EN FRANCE.....	23
3.1 Nombre de puits forés	23
3.2 Répartition par domaines d'activités	23
3.3 Niveau d'information sur les puits	24
4. ENSEIGNEMENTS SUR LES PUIITS D'HYDROCARBURES	29
4.1 Objet des puits	29
4.2 Opérateurs	31
4.3 Age des puits	32
4.4 Localisation	33
4.5 Structure des puits	36
4.6 Profondeur atteinte.....	37
4.7 Résultats pétroliers.....	40
4.8 Artésianisme	43
4.9 Documents disponibles	43
4.10 diagraphies disponibles.....	44
4.11 Etat actuel des puits.....	46
5. ENSEIGNEMENTS SUR LES PUIITS « EXTRAPÉTROLIERS »	49
5.1 Les puits de stockages souterrains	49
5.2 Les puits de géothermie profonde.....	52
6. CONCLUSION.....	57
7. LISTE DES ANNEXES	61

ANNEXE A.	Table de correspondance entre les champs d'information du fichier de synthèse et ceux des fichiers sources.....	62
ANNEXE B.	Systèmes de référencement des puits	67
ANNEXE C.	Les principaux types de diagraphies et leurs acronymes	i
ANNEXE D.	Caractéristiques des stockages en France.....	i

(Sources : www.ineris.fr – www.storengy.com – www.developpement-durable.gouv.fr)

INTRODUCTION

La France possède une longue histoire pétrolière. Les premiers ouvrages destinés à l'exploration ou l'exploitation d'hydrocarbures ont été réalisés à la fin du 18^{ème} siècle, dans la région de Pechelbronn, en Alsace. Il s'agissait de galeries souterraines creusées par l'homme, dont la profondeur sous la surface n'excédait pas quelques mètres. Les techniques de creusement et les profondeurs d'exploitation ont ensuite notablement évolué, laissant place progressivement aux techniques de forage : forage à la tarière, forage par battage, forage Fauvel au cours du 19^{ème} siècle puis forage rotary à partir du début du 20^{ème} siècle. Cette dernière technique s'imposera au cours du 20^{ème} siècle pour devenir la seule mise en œuvre à partir des années 1950 et jusqu'à nos jours.

A travers ces différentes périodes, des milliers de puits¹ ont été forés en France pour l'exploration ou l'exploitation des hydrocarbures, principalement en Alsace, dans le bassin parisien et dans le sud-ouest. Si la majeure partie d'entre eux sont désormais fermés, il reste environ six cents puits encore en exploitation². La baisse progressive de la production d'hydrocarbures en France laisse augurer la fermeture de nombreux autres puits dans les années à venir. Ainsi, la conversion du gisement de gaz de Lacq, près de Pau, a donné lieu récemment à la fermeture d'une trentaine de puits.

Les opérations de fermeture d'un puits consistent à empêcher, de manière durable, toute communication hydraulique entre les niveaux producteurs d'hydrocarbures, les formations perméables sus-jacentes et la surface. Pour ce faire, des barrières hydrauliques, le plus souvent des bouchons de ciment, sont placés à différentes profondeurs dans le puits. Le nombre, la position et la hauteur de ces bouchons sont adaptés au profil géologique de chaque puits.

Si ces principes sont communément appliqués depuis le milieu du 20^{ème} siècle, ce n'était pas nécessairement le cas à des époques plus anciennes, où les ouvrages pouvaient être fermés de manière plus sommaire. D'autre part, en dépit des progrès effectués au cours du 20^{ème} siècle dans les pratiques de bouchage et la qualité des matériaux utilisés, la pérennité, sur le long-terme, des barrières d'isolation mises en place reste un sujet de questionnements. Ainsi, la problématique de l'abandon des puits et de leur devenir à long-terme est actuellement un sujet d'étude dans de nombreux pays.

¹ Dans ce document, on désignera par « puits » tout ouvrage réalisé par forage depuis la surface, quelle que soit la technique utilisée (rotary, battage, tarière, etc.) et la profondeur de l'ouvrage. Ce terme recouvre donc des ouvrages de natures très différentes, depuis les sondages de quelques mètres de profondeur destinés à la reconnaissance des formations superficielles jusqu'aux ouvrages très profonds de 5000 m et plus.

² exclusivement réalisés après les années 1950.

Afin de mieux cerner les enjeux environnementaux liés à l'existence, en France, de milliers de puits hérités de son histoire pétrolière, l'INERIS a entrepris d'en faire l'inventaire et de collecter les informations disponibles sur ces ouvrages. Ce travail a été réalisé pour le compte du Ministère de l'Environnement, de l'Energie et de la Mer, dans le cadre du programme d'appui 181 EAT-DRS-07.

Pour cela, l'INERIS a contacté les principaux organismes ou services de l'Etat possédant des bases de données sur les ouvrages d'hydrocarbures en France : le BEPH (Bureau de l'Exploration et de la Production des Hydrocarbures), le BRGM (Bureau de Recherches Géologiques et Minières) et GEODERIS (qui possède une base spécifique sur les anciens ouvrages du gisement de Pechelbronn en Alsace).

Chacune de ces entités a transmis à l'INERIS plusieurs fichiers de données. Un travail important de tri, de recoupements et d'échanges avec les services concernés a permis d'aboutir à une synthèse consolidée de plus de 12500 puits. Cet inventaire couvre à la fois ceux qui sont abandonnés et ceux encore en exploitation. Le BEPH disposant également d'informations sur les puits de stockage souterrain d'hydrocarbures et de géothermie profonde (c'est-à-dire hors très basse énergie), ces puits ont également été inclus dans ce recensement.

Notons que les puits autres que ceux destinés à l'exploitation des hydrocarbures, des stockages souterrains ou de la géothermie profonde (puits d'exploitation de sel, puits liés à d'autres mines souterraines, puits de captage d'eau potable, puits destinés au thermalisme, etc.) ne sont pas inclus dans cet inventaire.

Ce rapport présente la synthèse et l'analyse des données obtenues sur les puits recensés.

1. SOURCES D'INFORMATION ET DONNÉES RECUEILLIES

De par leur mission, plusieurs organismes ou services de l'Etat sont amenés à collecter et archiver des informations sur les puits d'exploration ou d'exploitation d'hydrocarbures en France. Nous allons les présenter ci-dessous et décrire les fichiers de données recueillis auprès d'eux.

1.1 LA BASE DU BEPH ET LE GUICHET H

1.1.1 Présentation

Le BEPH (Bureau de l'Exploration-Production des Hydrocarbures) est le service de l'Etat en charge de la collecte, de la préservation et de la diffusion des données liées aux ressources énergétiques en France. Toute société qui entreprend de réaliser des travaux de forage, d'exploitation ou de fermeture de puits d'hydrocarbures en France est tenue de communiquer au BEPH les informations géologiques, techniques et minières recueillies lors de ces travaux. Ces informations sont transmises sous forme de rapports (rapport de fin de sondage, rapport d'abandon, etc.), de diagraphies (gamma-ray, CBL, etc.) ou d'échantillons de roche (carottes, déblais, etc.).

Le BEPH a ainsi constitué une base de données importante sur les puits d'hydrocarbures français. Cette base comporte environ 6400 puits. Elle couvre à la fois les puits à terre (*onshore*) et en mer (*offshore*) et s'étend également aux collectivités d'outre-mer. Cette base peut être considérée comme complète à partir de 1958, date à laquelle le code minier a imposé la déclaration de tous les ouvrages de plus de 10 mètres de profondeur effectués dans le sous-sol français. Avant cette date, les informations contenues dans la base du BEPH sont plus parcellaires ; le puits le plus ancien enregistré datant de 1923. Cette base ne couvre donc pas, en particulier, les anciens ouvrages du champ pétrolier de Pechelbronn.

Une partie de cette base est mise à la disposition du public, via un portail d'accès à internet nommé « guichet Hydrocarbures » ou « guichet H » (<http://www.beph.net>). La gestion de ce portail a été confiée au BRGM. Chaque puits y est répertorié sous forme d'une fiche (voir Figure 1) comportant un ensemble d'informations dont le détail est donné dans le tableau en ANNEXE A (colonne D). Il s'agit d'informations générales (nom du puits, coordonnées, profondeur, etc.), d'informations géologiques et pétrolières (résultat pétrolier), et de la liste des documents (rapports, diagraphies) pouvant être téléchargés sur le site. Ce téléchargement est payant (entre 5€ HT pour des documents au format image et jusqu'à 230 €HT pour certaines diagraphies vectorisées).

Fermer la fenêtre

Identification du forage



Archivage au BEPH : 12-1579-
Nom du forage : LE PIQUEY
Abréviation : LPY
Numéro : 1
Type défini à l'origine : Exploration (W)
Dates d'exécution : 23/05/1959 - 10/09/1959
Opérateur : ESSOREP
Profondeur atteinte : 2819,3 m
Niveau géologique atteint : PORTLANDIEN
Statut actuel : Foré
Département : GIRONDE (33)
Commune : LEGE-CAP-FERRET (33236)
Coordonnées :
X Lambert 2 étendu métrique : 317 003
Y Lambert 2 étendu métrique : 1 975 844
X Lambert 93 métrique : 364 813
Y Lambert 93 métrique : 6 411 923
X Géographiques (grades) : -3,96820998191834
Y Géographiques (grades) : 49,695068359375
Statut de confidentialité : Public
Date fin de confidentialité : 10/09/1959

Résultat pétrolier

Indices d'huile

Crétacé inf. : Albien est essentiellement argileux, sans indices. Calcaires et grès de l'Aptien inf. peu poreux et peu perméables, sans indices. Calc. du Néocomien-Barrémien médiocre réservoir ; mince niveau gréseux à la base présentant de la fluorescence et une imprégnation d'huile assez épaisse (2 test secs). Jurassique sup. : Dolomie de Mano fracturée (test : boue + eau s. 14-21 g/l) mais sans indices. Puits bouché.

Documents numériques disponibles

(Information sur les abréviations)

Pour sélectionner un fichier, cliquez sur son nom.

	Sélectionner tous les fichiers disponibles
Log fondamental :	/LFO/12-1579- -LFO-1.tif (1510 Ko)
Rapport de fin de sondage :	RFS/12-1579- -RFS-1.pdf (1539 Ko)
Carottage sismique :	/VTS/12-1579- -VTS-1.tif (476 Ko)
Diagraphies* (scan des runs terrain) :	/DIAG/12-1579 LPY 001 1 CE 332-2510 5.tif (27215 Ko) /DIAG/12-1579 LPY 001 1 CE 2507-2819 5.tif (5656 Ko) /DIAG/12-1579 LPY 001 1 DIAMETREUR 332-2268 5.tif (3252 Ko) /DIAG/12-1579 LPY 001 1 ML 2507-2819 5.tif (5271 Ko) /DIAG/12-1579 LPY 001 1 SONIC 332-2260 5.tif (3432 Ko) /DIAG/12-1579 LPY 001 1 SONIC 2507-2817 5.tif (5614 Ko) /DIAG/12-1579 LPY 001 1 TH 0-2484 5.tif (29528 Ko)
Autres documents :	

* Nom du fichier = /DIAG/ « N°BEPH du puits »-« Abréviation du puits »-« Outils ou Courbes diagraphiques »-« Intervalle d'enregistrement en mètres »-« Echelle d'impression sur papier : 1/500m (5) ou 1/200m (2) (généralement) »

Figure 1 : Exemple de fiche de puits disponible sur le guichet « H »

1.1.2 Données recueillies

Dans le cadre de la présente étude, le BEPH a transmis à l'INERIS trois fichiers :

- un tableau nommé « *WL_synth-Lahaie-16-09-2015.xls* » contenant une extraction de la base du BEPH relative aux puits d'hydrocarbures situés en métropole et dans les zones au large de la métropole. Ce tableau rassemble 6054 puits et 301 reprises de puits, soit 6355 éléments de puits³ au total. Chaque puits (ou reprise de puits) y dispose de 38 champs d'information ;
- un tableau Excel nommé « *PUITS_DOMTOM-01-09-2015.xls* » contenant une extraction de la base du BEPH relative aux puits d'hydrocarbures situés dans les collectivités d'outre-mer. Ce tableau comporte 16 puits. Chaque puits y est renseigné sous la forme de 15 champs d'information ;

³ En termes d'archivage des données, le BEPH considère un puits repris comme étant constitué de plusieurs « éléments », c'est-à-dire le puits d'origine et ses reprises successives. Chaque « élément » a un numéro d'archivage différent.

- un tableau Excel nommé « *EXTRAPET_PUITS-01-09-2015.xls* » contenant une extraction de la base du BEPH relative aux puits métropolitains dits « extrapétroliers », c'est-à-dire en particulier les puits de stockage souterrain et de géothermie profonde. Ce tableau rassemble 182 puits de stockages souterrains (et 4 reprises) et 110 puits de géothermie (et 30 reprises). Chaque puits (ou reprise de puits) y dispose de 18 champs d'information.

Ces trois fichiers rassemblent des données relatives à 6362 puits.

Par ailleurs, le service du BRGM en charge du guichet H a transmis à l'INERIS :

- un fichier texte nommé « *GuichetH_WellDoc_201506.txt* » contenant la liste de tous les documents numérisés (rapports, diagraphies, etc.) disponibles sur le guichet H. Cette liste rassemble 43726 noms de documents relatifs à 5405 puits couvrant tout le spectre des puits recensés dans la base du BEPH : puits d'hydrocarbures, de stockages souterrains ou de géothermie, onshore ou offshore, en métropole ou en outre-mer).

1.2 LA BANQUE DU SOL ET DU SOUS-SOL (BSS) – SITE INFO TERRE DU BRGM

1.2.1 Présentation

La Banque du Sol et du Sous-sol (BSS), hébergée par le BRGM, est la base nationale des données du sous-sol français. Cette base a notamment pour but de recenser tous les sondages ou puits de plus de 10 m de profondeur déclarés sur le territoire français, quel que soit leur usage (alimentation en eau potable, géothermie, hydrocarbures, mines, etc.). Cette base a donc un champ plus large que celle du BEPH et est plus exhaustive que cette dernière en ce qui concerne l'âge des puits. Elle comporte notamment une grande partie (plus de 80%) des puits du champ de Pechelbronn.

Une partie des données de la BSS est mise à la disposition du public via le site « Infoterre » (<http://infoterre.brgm.fr>). Chaque puits y est répertorié sous la forme d'une fiche, comprenant un ensemble d'informations dont on peut voir le détail dans le tableau en annexe A (colonne I). Un des intérêts de ce site est qu'il permet de télécharger gratuitement certains documents (rapports, diagraphies). Par contre ces documents ne sont disponibles que sous forme d'images.

1.2.2 Données recueillies

Dans le cadre de la présente étude, le service support de la BSS a transmis à l'INERIS :

- un tableau nommé « *BSS_petroliers.csv* » correspondant à une extraction de la BSS avec le mot clé « Forages pétroliers ». Ce tableau comporte⁴ 5265 puits d'hydrocarbures, tous situés en métropole et en onshore, en dehors d'un puits situé en mer territoriale. Chaque puits y est décrit par 66 champs d'information.

Ayant relevé que ce fichier n'incluait pas les puits de Pechelbronn, nous avons sollicité le Service Géologique Régional du BRGM Alsace, qui a transmis à l'INERIS :

- un autre tableau nommé « *haguenau.csv* », correspondant à une extraction de tous les ouvrages de la BSS situés dans le secteur d'Haguenau (carte géologique n°0198). Après avoir rejeté les ouvrages n'ayant pas été réalisés par forage ou n'appartenant pas aux domaines du pétrole, des stockages souterrains ou de la géothermie profonde, nous avons obtenu un tableau de 5104 puits, comprenant 5099 puits d'hydrocarbures et 5 puits de géothermie. Comme précédemment, chaque puits y est décrit par 66 champs d'information.

1.3 LA BASE DE GEODERIS RELATIVE AUX PUIITS DE PECHELBRONN

1.3.1 Présentation

GEODERIS est un Groupement d'Intérêt Public ayant un rôle d'expert de l'Etat dans le domaine de l'après-mine. L'antenne « Est » de GEODERIS a notamment conduit des travaux d'évaluation des aléas liés aux anciens ouvrages pétroliers du bassin de Pechelbronn et dans ce cadre, a constitué une base de données spécifique à ces ouvrages.

1.3.2 Données recueillies

Dans le cadre de la présente étude, GEODERIS EST a transmis à l'INERIS :

- un tableau nommé « *Données Pechelbronn.xls* » contenant une liste des puits de Pechelbronn recensés dans sa base de données. Ce tableau comprend 5041 puits mais comporte peu d'informations sur ceux-ci (5 champs d'information, à savoir essentiellement la désignation et les coordonnées de l'ouvrage) ;
- un tableau nommé « *E2016-031DC_RenseignementsPuitsPétrole.xlsx* », moins fourni que le précédent en termes de nombre de puits (3036) mais plus riche en termes d'informations (14 champs).

⁴ après rejet des ouvrages non pertinents (puits non documentés ou de recherche d'eau)

1.4 RÉCAPITULATIF DES DONNÉES RECUEILLIES

Le Tableau 1 fournit un récapitulatif des fichiers recueillis auprès des différents organismes et services consultés.

BASE DE DONNEES SOURCE	BD "puits" du BEPH				Banque du Sol et du Sous-sol (BSS)			BD Pechelbronn de GEODERIS		
SERVICE TRANSMETTEUR	BEPH				BRGM service Guichet H	BRGM Service BSS	BRGM SGR Alsace Service BSS		GEODERIS	
NOM DU FICHER TRANSMIS	"WL_synth-Lahaie-16-09-2015.xls"	"PUITS_DOM TOM-01-09-2015.xls"	"EXTRAPET_PUITS-01-09-2015.xls"		"GuichetH_WellDoc_201506.txt"	"BSS_petroliers.csv"	"haguenau.csv"		"Données Pechelbronn.xls"	"E2016-031DC_RenseignementsPuitsPétrole.xlsx"
ACTIVITES CONCERNEES	Hydrocarbures	Hydrocarbures	Stockage	Géothermie ¹	Hydrocarbures Stockage Géothermie ¹	Hydrocarbures	Hydrocarbures	Géothermie ¹	Hydrocarbures	Hydrocarbures
COUVERTURE GEOGRAPHIQUE	Métropole	Outre-mer	Métropole	Métropole	Métropole + Outre-mer	Métropole	Nord-Alsace	Nord-Alsace	Nord-Alsace	Nord-Alsace
CONTEXTE	Onshore + Offshore	Onshore + Offshore	Onshore	Onshore	Onshore + Offshore	Onshore ³	Onshore	Onshore	Onshore	Onshore
PERIODE COUVERTE	Essentiellem. après 1958 ²	Toutes époques	Toutes époques	Toutes époques	Toutes époques	Toutes époques				
NOMBRE DE PUIITS RECENSES	6061	16	183	138	5416	5270	5099	5	5041	3036
NOMBRE DE CHAMPS D'INFORMATION	38	15	18		s. o.	66	66		5	14

¹ Géothermie basse, moyenne et haute énergie (hors très basse énergie)

² Date à laquelle le code minier a imposé la déclaration de tous les ouvrages de plus de 10 mètres de profondeur effectués dans le sous-sol français

³ A l'exception d'un puits, situé en mer territoriale

Tableau 1 : Synthèse des fichiers sources recueillis

2. CROISEMENT ET SYNTHÈSE DES DONNÉES

L'ensemble des données recueillies ont été examinées, croisées et regroupées dans un tableau Excel nommé « SYNTHÈSE-PUITS.xls ».

2.1 CROISEMENT DES DONNÉES

Le croisement des informations entre les différents fichiers a été réalisé sur la base de l'identifiant des puits.

Une source de difficulté a été qu'un même puits peut avoir plusieurs identifiants, selon les bases de données dans lesquelles il est référencé : identifiant BEPH, indice BSS, désignation, sigle (voir ANNEXE B). Or, les fichiers extraits d'une base de données (par exemple ceux extraits de la BSS ou de la base de GEODERIS) ne mentionnaient pas nécessairement les identifiants des mêmes ouvrages dans les autres bases de données.

De manière globale, cela n'a pas empêché de mener à bien le recoupement des informations d'un fichier à l'autre, la désignation des puits ou la comparaison de leurs coordonnées géographiques ayant permis, le plus souvent, de repérer les puits identiques. Toutefois, il est possible que :

- des informations relatives à certains puits n'aient pas été fusionnées et demeurent sur des lignes séparées du tableau « SYNTESE-PUITS.xls » alors qu'elles se rapportent au même puits ;
- pour les puits repris, des informations aient été fusionnées alors qu'elles se rapportent à des éléments de puits différents.

Par ailleurs, en croisant les informations issues de différents fichiers sources et relatives à un même puits, certaines discordances sont apparues pour certains puits :

- certaines d'entre elles ont pu être identifiées comme liées à des erreurs de saisies dans les bases de données concernées. Dans ce cas, ces erreurs ont été corrigées dans notre tableau de synthèse et communiquées aux services concernés ;
- d'autres écarts ont pu être expliqués à la suite d'échanges avec les services concernés. Nous avons alors retenu, en lien avec ces services, les informations jugées les plus pertinentes ;
- enfin, lorsque ces différences n'ont pu être ni corrigées ni expliquées à travers nos échanges avec les services concernés, nous avons conservé en l'état, dans notre tableau de synthèse, les données fournies par chacun des fichiers discordants.

2.2 SYNTHÈSE DES DONNÉES

Le tableau de synthèse obtenu totalise 12400 puits et 337 reprises, soit 12737 éléments de puits au total. Chaque puits ou reprise de puits y est décrit par 78 champs d'informations (plus ou moins renseignés). On peut voir sur la Figure 2 une image des 33 premières lignes du tableau de synthèse.

Le tableau en annexe A du présent rapport reprend les thématiques dans lesquelles les champs d'information ont été regroupés (colonne A), liste les champs d'informations correspondants (colonne B) et donne une description succincte de ces champs (colonne C). Les colonnes D à M de ce tableau indiquent, pour chaque champ, les fichiers sources et les champs d'information au sein de ces fichiers sources auxquels ils correspondent.

Notons que tous les champs d'information figurant dans les fichiers sources n'ont pas été repris dans le tableau de synthèse. En effet, certains champs trop spécifiques aux bases de données sources concernées ou ne présentant pas d'intérêt pour l'évaluation des risques potentiels liés aux puits, n'ont pas été retenus.

IDENTIFICATION							INFOS GENERALES									
REGION	ID BEPH	ID ARCHIVE BEPH	INDICE BSS	DESIGNATION	NOM DU PUIT	SIGLE	ACTIVITE CONCERNEE	CONTEXTE	OBJET DU PUIT	OPERATEUR	REALISATION EFFECTIVE	DEBUT FORAGE	FIN FORAGE	DATE CONFID		
11	11-0921-	11-0921-	01984X0070	4660	SOULTZ	S4	EP HC	ONS	Exploration	SAEM	Foré	20/09/1949	28/02/1950	28/02/1950		
11	11-0922-	11-0922-	4660	SOULTZ			EP HC	ONS	Exploration	SAEM	Foré	30/10/1949	18/02/1950	18/02/1950		
11	11-0925-	11-0925-	01984X0149	4579	SOULTZ	S8	EP HC	ONS	Exploration	SAEM	Foré	01/03/1950	01/08/1950	01/06/1950		
11	11-0926-	11-0926-	01984X0093	CS9	SOULTZ	S9	EP HC	ONS	Exploration	SAEM	Foré	29/04/1950	01/06/1950	01/08/1950		
11	11-0927-	11-0927-	01984X0095	4585	SOULTZ	S10	EP HC	ONS	Exploration	SAEM	Foré	14/03/1950	15/04/1950	15/04/1950		
11	11-0928-	11-0928-	01984X0069	4589	SOULTZ	S11	EP HC	ONS	Exploration	SAEM	Foré	28/03/1950	01/06/1950	01/06/1950		
11	11-0929-	11-0929-	01984X0090	CS12	SOULTZ	S12	EP HC	ONS	Exploration	SAEM	Foré	11/05/1950	01/07/1950	01/07/1950		
11	11-0930-	11-0930-	01984X0059	CS13	SOULTZ	S13	EP HC	ONS	Exploration	SAEM	Foré	28/07/1950	07/09/1950	07/09/1950		
11	11-0931-	11-0931-	01984X0142	4642	SOULTZ	S14	EP HC	ONS	Exploration	SAEM	Foré	27/01/1951	12/04/1951	12/04/1951		
11	11-0932-	11-0932-	01984X0017	4607	SOULTZ	S15	EP HC	ONS	Exploration	SAEM	Foré	22/06/1950	18/08/1950	18/08/1950		
11	11-0933-	11-0933-	01984X0020	CS16	SOULTZ	S16	EP HC	ONS	Exploration	SAEM	Foré	30/09/1950	07/03/1951	07/03/1951		
11	11-0934-	11-0934-			SOULTZ	S17	EP HC	ONS	Exploration	SAEM	Non foré					
11	11-0935-	11-0935-	01984X0146	4636	SOULTZ	S18	EP HC	ONS	Exploration	SAEM	Foré	15/11/1950	02/01/1951	02/01/1951		
11	11-0938-	11-0938-	01984X0086	4685	SOULTZ	S21	EP HC	ONS	Exploration	SAEM	Foré	11/04/1951	28/05/1951	28/05/1951		
11	11-0939-	11-0939-	01984X0052	RN1	ROUNTZENHEIM	RN1	EP HC	ONS	Exploration	SAEM	Foré	06/07/1954	18/09/1954	18/09/1954		
11	11-0940-	11-0940-	01984X0051	RO1	ROESCHWOO	RO1	EP HC	ONS	Exploration	SAEM	Foré	13/01/1952	12/07/1952	12/07/1952		
11	11-0941-	11-0941-	01984X0053	BE1	BEINHEIM	BE1	EP HC	ONS	Exploration	SAEM	Foré	04/03/1953	04/11/1953	04/11/1953		
11	11-0942-	11-0942-	01984X0054	W942	BEINHEIM	BE2	EP HC	ONS	Exploration	SAEM	Foré	19/11/1953	30/12/1953	30/12/1953		
11	11-0943-	11-0943-	01984X0060	F	BEINHEIM	BE3	EP HC	ONS	Exploration	SAEM	Foré	17/05/1954	16/08/1954	16/08/1954		
11	11-0944-	11-0944-			BEINHEIM	BE4	EP HC	ONS	Exploration	SAEM	Non foré					
11	11-0945-	11-0945-	01984X0088	4548	SOMMERBAEACHEL	SB1	EP HC	ONS	Exploration	SAEM	Foré	22/09/1949	20/04/1950	20/04/1950		
11	11-0946-	11-0946-	01984X0097	4597	SOMMERBAEACHEL	SB2	EP HC	ONS	Exploration	SAEM	Foré	01/05/1950	01/07/1950	01/07/1950		
11	11-0947-	11-0947-	01984X0048	4618	SOMMERBAEACHEL	SB3	EP HC	ONS	Exploration	SAEM	Foré	18/08/1950	07/10/1950	07/10/1950		
11	11-0948-	11-0948-	01984X0075	4635	SOMMERBAEACHEL	SB4	EP HC	ONS	Exploration	SAEM	Foré	08/11/1950	22/12/1950	22/12/1950		
11	11-0950-	11-0950-	01984X0022	4687	SOMMERBAEACHEL	SB6	EP HC	ONS	Exploration	SAEM	Foré	10/05/1951	10/09/1951	10/09/1951		
11	11-0951-	11-0951-	01984X0051	4601	KUTZENHAUSEN	K1	EP HC	ONS	Exploration	SAEM	Foré	14/09/1950	29/10/1950	29/10/1950		
11	11-0952-	11-0952-	01984X0072	4602	KUTZENHAUSEN	K2	EP HC	ONS	Exploration	SAEM	Foré	08/12/1950	18/01/1951	18/01/1951		
11	11-0953-	11-0953-	01984X0058	CK3	KUTZENHAUSEN	K3	EP HC	ONS	Exploration	SAEM	Foré	09/02/1951	18/04/1951	18/04/1951		
11	11-0954-	11-0954-	01984X0165	HO1	HOELSCHLOCH	HO1	EP HC	ONS	Exploration	SAEM	Foré	27/09/1950	23/12/1950	23/12/1950		
11	11-0955-	11-0955-	01984X0182	HO2	HOELSCHLOCH	HO2	EP HC	ONS	Exploration	SAEM	Foré	25/02/1951	06/04/1951	06/04/1951		
11	11-0956-	11-0956-	01695X0051	GT	RIEDELSTZ	RIE.G1	EP HC	ONS	Exploration	SAEM	Foré	09/05/1951	19/06/1951	19/06/1951		
11	11-0957-	11-0957-	01695X0052	GT	RIEDELSTZ	RIE.G2	EP HC	ONS	Exploration	SAEM	Foré	25/06/1951	11/07/1951	11/07/1951		
11	11-0958-	11-0958-	01984X0059	FO1	FORSTFELD	FO1	EP HC	ONS	Exploration	SAEM	Foré	14/11/1952	26/08/1953	26/08/1953		

LOCALISATION																	
DEP	COMMUNE	LIEU PRECIS	ZONE LAMBER	XL	YL	XLE	YLE	XL 93	YL 93	XG	YG	XD	YD	SYST INIT	Z sol (m)	Z table (m)	CARTE TOPO
67	SOULTZ-SOUS-FORETS	SAEM SOULTZ 4660	1	1005.11499	152.386002	1005575.6	2452065.1	1056818	6881928	6.15	54.38	7.87377015	48.9382108	LAMB NDG	159		Ou
67	RETSCHWILLER	SOULTZ 4579	1	1005.65399	153.216003	1005948.3	2452854.5	1057198	6882714	6.16	54.38	7.8795997	48.9405515	LAMB NDG	164		Ou
67	SOULTZ-SOUS-FORETS	SAEM 4583/CS9/SOI	1	1004.935	152.391006	1005230.3	2452027.1	1056673	6881893	6.15	54.38	7.86903436	48.9380887	LAMB NDG	157.6		Ou
67	SOULTZ-SOUS-FORETS	SOULTZ 4586/CS10	1	1005.19299	152.600998	1005486.2	2452260.5	1056731	6882124	6.15	54.38	7.87247003	48.9400191	LAMB NDG	168		Ou
67	SOULTZ-SOUS-FORETS	SOULTZ 4589/CS11	1	1004.89099	151.619003	1005182.9	2451255.8	1056419	6881123	6.15	54.37	7.86764996	48.9312037	LAMB NDG	174		Ou
67	SOULTZ-SOUS-FORETS	SOULTZ SOUS FOR	1	1005.12097	152.720001	1005417.4	2452355.8	1056683	6882220	6.15	54.38	7.87198909	48.9409166	LAMB NDG	177.7		Ou
67	SOULTZ-SOUS-FORETS	SOULTZ 4600/CS13	1	1004.90499	151.367001	1005089.9	2451933.3	1056338	6881461	6.14	54.37	7.8688302	48.9342821	LAMB NDG	146.7		Ou
67	SOULTZ-SOUS-FORETS	SOULTZ 4642/CS14	1	1004.64099	151.294006	1005303.9	2451555.6	1056542	6881421	6.14	54.36	7.86958375	48.9338151	LAMB NDG	156		Ou
67	SOULTZ-SOUS-FORETS	RAMSBACHWALD 4	1	1004.78497	151.639999	1005072.9	2451276.1	1056309	6881144	6.14	54.37	7.86612767	48.9314556	LAMB NDG	159		Ou
67	KUTZENHAUSEN	SOULTZ 4618/CS16	1	1004.63599	152.447998	1004931.3	2452061.4	1056174	6881954	6.14	54.38	7.86502087	48.9387971	LAMB NDG	155.4		Ou
67			1														
67	KUTZENHAUSEN	SOULTZ 4636/CS18	1	1004.854	152.149002	1005144.5	2451786.2	1056385	6881653	6.15	54.37	7.86735995	48.9359834	LAMB NDG	147		Ou
67	SOULTZ-SOUS-FORETS	SOULTZ 4680/CS21	1	1004.81589	152.850998	1005112.6	2452498.9	1056359	6882385	6.15	54.38	7.86797581	48.9423017	LAMB NDG	179		Ou
67	AUENHEIM	ROUNTZENHEIM 1	1	1016.46198	139.966994	1016726.1	2439590.2	1067852	6889365	6.31	54.24	8.013205	48.8192386	LAMB NDG	119.23		Ou
67	AUENHEIM	DESCHWOO 1/471	1	1016.896	139.964996	1017160.2	2439568.6	1068286	6889327	6.31	54.24	8.01906554	48.8186578	LAMB NDG	118.86		Ou
67	BENHEIM	BENHEIM 1	1	1021.07098	144.481003	1021351.8	2444062.3	1072514	6873793	6.38	54.28	8.08043741	48.8563086	LAMB NDG	115.5		Ou
67	BENHEIM	BENHEIM 2 - BE2	1	1020.36603	144.873993	1020616.7	2444482.3	1071783	6874220	6.37	54.29	8.07086925	48.8605602	LAMB NDG	115.3		Ou
67	KESELDOEFF	IM 3 - section 6 parc	1	1019.32098	146.229004	1019594.9	2445723.8	1070773	6875469	6.36	54.30	8.0582184	48.872352	LAMB NDG	127		Ou
67	HOCHSTETT	HOCHSTETT 4548	1	992.614014	134.201996	992849.8	2433871.2	1043943	6863857	5.94	54.20	7.68370079	48.7829986	LAMB NDG	206		Ou
67	HOCHSTETT	HOCHSTETT 4597	1	992.329898	134.281998	992563.8	2433949.1	1043658	6863938	5.94	54.20	7.67989292	48.7838716	LAMB NDG	200		Ou
67	BERSTHEIM	BERSTHEIM 4618	1	992.356018	135.175003	992594.5	2434842.5	1043696	6864830	5.94	54.21	7.68113413	48.7918641		218		Ou
67	BERSTHEIM	BERSTHEIM 4635	1	992.697998	136.037994	992940.2	2435705	1044049	6865689	5.94	54.22	7.68662393	48.7933866		175		Ou
67	OHlungen	4687 OHlungen B1	1	992.28001	136.434998	992800.6	2436213.7	1043914	6866199	5.94	54.23	7.6851998	48.8040333		200		Ou
67	KUTZENHAUSEN	KUTZENHAUSEN 4	1	1003.53302	151.166	1003830.7	2458099.6	1055694	6890689	6.12	54.38	7.84884976	48.9286666	LAMB NDG	169		Ou
67	KUTZENHAUSEN	KUTZENHAUSEN -	1	1003.91699	152.227005	1004204.1	2451989.1	1055446	6881744	6.13	54.37	7.85491931	48.93732	LAMB NDG	180		Ou
67	KUTZENHAUSEN	KUTZENHAUSEN C	1	1003.47803	151.087006	1003768.4	2450726.7	1055001	6880606	6.12	54.36	7.84788909	48.9273529	LAMB NDG	164.1		Ou
67	ARKWILLER-PECHELBRONN	PECHELBRONN 461	1	1001.73499	151.940994	1002031.8	2451585.5	1063273	6881480	6.10	54.37	7.82508849	48.9361429	LAMB NDG	170		Ou
67	SURBOURG	KREUZHECKE 4662	1	1000.96899	149.552002	1001257.7	2449193.7	1062478	6879096	6.08	54.35	7.812284	48.815185	LAMB NDG	176		Ou
67	RIEDELSTZ	RIEDELSTZ 1	1	1009.98199	158.044006	1010316	2467674.4	1061604	6887492	6.23	54.43	7.94327534	48.9854762	LAMB NDG	188.58		Ou
67	RIEDELSTZ	RIEDELSTZ 2	1	1010.23499	159.578995	1010570.9	2465204.7	1061872	6889019	6.24	54.44	7.94868719	48.990297	LAMB NDG	163		Ou
67	FORSTFELD	FORSTFELD FO1 478	1	1018.34802	146.942001	1018831.8	2445532.7	1068808	6875286	6.34	54.30	8.04494146	48.8712679	LAMB NDG	115.7		Ou

INFOS TECHNIQUES																
STRUCT	NB ELEMENT	TYPE ELEMEN	REPRISE	PROF MD (m)	PROF MD2 (m)	PROF TVD (m)	INCLINE	MODE EXECUTIC	TUBE	CIMENTE	NIVEAU ATTEINT	RESULTAT PETROLER	GAZ	RESULTAT DETAILS	ARTESIE	EXPLOITE
Simple	1	-	Non	835.3	878				Oui		MUSCHELKALK	Non producteur				
Simple	1	-	Non	873.5								Producteur				
Simple	1	-	Non	1022.8					Non	Oui	MUSCHELKALK	Non producteur		Puits rencontré dans	Non	
Simple	1	-	Non	1049.1							BUNTSANSTEIN	Non producteur				
Simple	1	-	Non	939.3							MUSCHELKALK	Non producteur				
Simple	1	-	Non	849.3					Non	Oui	LETTENKOHLE	Producteur		Puits rencontré dans	Non	
Simple	1	-	Non	1049.8												

DOCUMENTS										LOGS				ECHANTILLONS		
RFS	LCH	RTS	LFO	FGE	RCP	ABD	DOCS DIV	LOG GEO	COUPE GEO	PAPIER	NUMER	TYPES	PRECISIONS	AUTRES INFOS	CAROTTES	DEBLAIS
	1					1	1	1		0	0			COUPE-GEOLOG	1	0
	1		1				2							Log de chantier scanné		
									1	0	0			PLAN-SITUATION	0	0
	1		1							0	0			PLAN-SITUATION	0	0
1									1	0	0			PLAN-SITUATION	0	0
1				1						0	0			PLAN-SITUATION	1	0
1								1		0	0			PLAN-SITUATION	0	0
1									1	0	0			PLAN-SITUATION	0	0
1								1	1	0	0			PLAN-SITUATION	1	0
1										0	0			PLAN-SITUATION	1	0
1	1	1						1	1	0	1	1 - CRT		PLAN-SITUATION	1	0
1	1	1		1				1	1	0	1	1 - CE 1 - CRT		BIBLIOGRAPHIE	1	0
1	1	1						1	1	0	1	1 - CRT		PLAN-SITUATION	1	0
1	1	1								0	1	1 - CRT		PLAN-SITUATION	1	0
1	1	1								0	1	1 - CRT		PLAN-SITUATION	1	0
	1									0	0			PLAN-SITUATION		0
										0	0			PLAN-SITUATION		0
1										0	0			PLAN-SITUATION	1	0
1									1	0	0			PLAN-SITUATION	0	0
1									1	0	0			PLAN-SITUATION	0	0
1									1	0	0			PLAN-SITUATION	0	0
1									1	0	0			PLAN-SITUATION	0	0
1									1	0	0			DOCUMENTATIO	0	0
1									1	0	0			DOCUMENTATIO	0	0
1	1	1						1	1	0	1	1 - CRT		PLAN-SITUATION	1	0

ETAT ACTUEL										COMMENTAIRES	
ABANDONNE	REBOUCHE	BOUCHON CIMENT	BOUCHON BOIS	REMBLAI	DALLE BETON	ACCES	MESURES	AUTRES INFOS		COMMENTAIRES BEPH	COMMENTAIRES BSS
Oui									TUBE-METAL		PRODUISAIT 800L/H DE 814 AU FOND ABANDONNE. Légères
	Oui	Oui	Non								ETAGE FIN : BUNTSANDSTEIN SUPERIEUR
	Oui										Puits approfondi dans les années 1990 pour de la géothermie. Répertorié dans les tables extrapet_puits et extrapet do
										Tests	ETAGE FIN : BUNTSANDSTEIN SUPERIEUR
	Oui	Oui								Tests	ETAGE FIN : BUNTSANDSTEIN SUPERIEUR
			Oui								LE 4642 REMPLACE LE 4613 - VOIR AUSSI DOSSIER 01984004
		Oui	Non							Tests	ETAGE FIN : SOCLE
Oui											Tests
				Oui					TUBE-METAL	Tableau des mesures (porosité, perméabilité, etc.), fiche	ETAGE FIN : BAJOCIE
										Coupe géologique	1)ARCHIV.COM GAL. TRES FAIBLES INDICES D HUILE ET D A
											ETAGE FIN : BAJOCIE - designation rapport 4477 AC BE 1
										Tableau des mesures (porosité, perméabilité, etc.), fiche	designatation dans rapport 4477 AC BE 2
										Fiches de carotes	
Oui		Oui									
Oui		Oui			Oui au jour						
Oui											
Oui		Oui								Etude de la Lettenkohle et du Muschelkalk	
				Oui						Tests	
	Oui	Oui			Oui au jour					Tests	PECHELBRONN SAEM
											ETAGE FIN : BUNTSANDSTEIN SUPERIEUR
	Oui									Analyse de fluides	
	Oui										
								PROSPECTIF			1) DOSSIER CODE MINIER (2) NOTICE ET CARTE GEOL 1/500
								PROSPECTIF			1) DOSSIER CODE MINIER, NOTICE ET CARTE GEOL 1/500000
										Tableau des mesures (porosité, perméabilité, etc.), fiche	ETAGE FIN : AALENIEN

Figure 2 : Images des 33 premières lignes du tableau « SYNTHESE-PUITS.xls (qui en compte 12737). Les différentes couleurs correspondent à différentes thématiques.

2.3 ANALYSE DES RECOUUREMENTS ENTRE LES FICHIERS SOURCES

Les fichiers recueillis auprès des organismes ou services consultés présentent un certain de degré de redondance (informations identiques) mais aussi et surtout, une certaine complémentarité.

En effet, les bases de données dont ils sont extraits ne couvrent pas les mêmes populations de puits et n'apportent pas les mêmes types d'informations sur chaque puits. Le Tableau 2 indique le degré de recouvrement, en termes de population de puits, des différents fichiers comparés deux à deux.

Ce tableau fait apparaître les points suivants :

- un certain nombre de fichiers n'ont aucun puits en commun (ceux dont la comparaison donne un « 0 » dans le case centrale). Il s'agit de fichiers qui couvrent des domaines d'activité (hydrocarbures, stockages souterrains, géothermie) ou géographiques (métropole, outre-mer) exclusifs les uns des autres⁵ ;
- tous les puits enregistrés au BEPH n'ont pas nécessairement de documents disponibles sous le guichet H. En effet, environ 12% (759/6054) des puits d'hydrocarbures métropolitains, 80% (13/16) des puits d'hydrocarbures d'outre-mer et 70% (207/292) des puits de stockages souterrains et de géothermie métropolitains enregistrés au BEPH n'ont pas de documents téléchargeables sous le guichet H (fichier "GuichetH_WellDoc_201506.txt"). Il peut s'agir soit de puits dont les documents ont été physiquement reçus au BEPH mais n'ont pas encore été numérisés, soit de puits dont les données sont encore confidentielles ;
- quelques puits d'hydrocarbures métropolitains (10 puits exactement) sont enregistrés dans le guichet H et ont des documents qui peuvent y être téléchargés alors qu'ils ne figurent pas dans la base du BEPH (fichier "WL_synth-Lahaie-16-09-2015.xls"). Ces puits ont été signalés au BEPH et ont depuis été ajoutés à leur base.
- de la même façon, 13 puits de géothermie outre-mer (Bouillante en Guyane et Lamentin en Martinique) sont référencés (et ont des documents téléchargeables) sous le guichet H mais ne figurent pas dans les fichiers provenant du BEPH. La raison est que ces puits sortent du champ de mission du BEPH et n'ont donc pas vocation à être dans la base correspondante ;

⁵ Le fait que les fichiers « EXTRAPET_PUITS-01-09-2015.xls » et « BSS_petroliers.csv » aient un puits en commun (puits de LABRIT) provient de la reconversion en puits de stockage de ce puits d'hydrocarbures.

- une extraction de la BSS avec le mot-clé « forages pétroliers » (fichier « BSS_petroliers.csv ») ne permet pas de faire ressortir les puits d'hydrocarbures du secteur d'Haguenau (fichier "haguenau.csv"). En effet, seuls 0,4% (19/5097) d'entre eux ressortent lors de cette requête. L'indexation de ces puits au sein de la BSS est donc à revoir ;
- la base du BEPH et la BSS ne se recouvrent pas tout à fait en termes de population d'ouvrages. En effet :
 - 13% (791/6054) des puits d'hydrocarbures métropolitains enregistrés dans la base du BEPH ne se retrouvent pas dans la BSS. Ceci illustre le caractère plus complet de la base du BEPH, si l'on exclut les puits de Pechelbronn ;
 - 99,6% des puits du secteur d'Haguenau enregistrés dans la BSS (fichier "haguenau.csv") ne sont pas présents dans la base du BEPH. Il s'agit pour l'essentiel des puits de Pechelbronn ;
 - en dehors du secteur d'Haguenau, 2 puits d'hydrocarbures recensés dans la BSS (« BSS_petroliers.csv ») n'ont pas pu être identifiés dans la base du BEPH (fichier "WL_synth-Lahaie-16-09-2015.xls").
- au-delà de leurs différences en termes de populations de puits couvertes, la base du BEPH et la BSS sont également différentes (et donc complémentaires) en termes d'informations fournies sur les puits, comme le montre le tableau en annexe A (comparer les colonnes E et J) ;
- le nombre total de puits recensés par GEODERIS liés à l'exploitation du gisement de Pechelbronn est de 5047 (5041+6). Près de 82% de ces puits (4117/5041) se retrouvent dans la BSS. En revanche, les types d'informations fournies par ces deux bases sont très différentes, comme on peut le voir dans le tableau en annexe A (comparer la colonne K avec les colonnes L et M).

2.4 ANALYSE DE LA COUVERTURE GLOBALE DE CHAQUE BASE DE DONNÉES

Si l'on considère l'ensemble des 12400 puits recensés en France, 82% d'entre eux sont enregistrés dans la BSS, 51% sont enregistrés dans la base du BEPH et 40 % sont enregistrés dans la base de GEODERIS (voir Figure 3).

Cette plus grande couverture de la BSS en termes de nombre de puits est liée au fait que la BSS intègre une grande partie des puits de Pechelbronn.

En revanche, si l'on exclut les puits de Pechelbronn, c'est la base du BEPH qui couvre le mieux la population des puits d'hydrocarbures en France. De plus, cette base apporte des informations plus techniques et globalement plus utiles à notre objectif ultime, c'est-à-dire l'appréciation des risques potentiels liés aux puits.

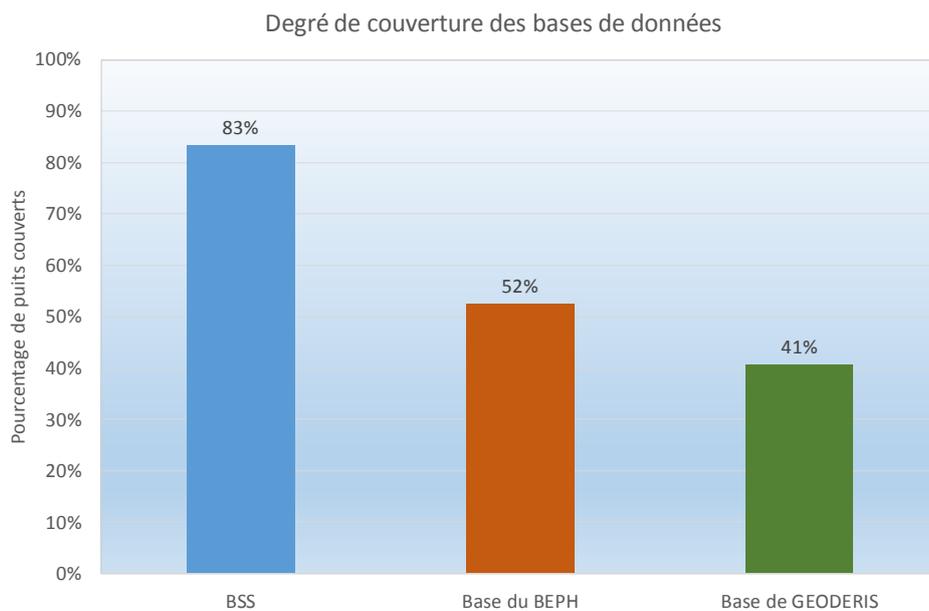


Figure 3 : Degré de couverture global des bases de données.

		BEPH										BSS					GEODERIS EST						
		"WL_synth -Lahaie-16-09- 2015.xls"			"PUITS_DOM TOM-01-09- 2015.xls"			"EXTRAPET_ PUITS-01-09- 2015.xls"			"GuichetH_WellDoc _201506.txt"			"BSS_petroliers.csv "			"haguenau.csv"			"Données Péchelbronn.xls"			"E2016- 031DC_Renseignem entsPuitsPétrole.xls x"
BEPH	"WL_synth -Lahaie-16-09- 2015.xls"	6054	6054	0	16	6054	0	292	759	5295	110	791	5263	2	6033	21	5083	6038	16	5025	6039	15	3021
	"PUITS_DOM TOM-01-09-2015.xls"			16		16	0	292	13	3	5402	16	0	5265	16	0	5104	16	0	5041	16	0	3036
	"EXTRAPET_ PUITS-01-09-2015.xls"					292			207	85	5320	291	1	5264	287	5	5099	292	0	5041	292	0	3036
	"GuichetH_WellDoc_ 201506.txt"								5405			494	4911	354	5383	22	5082	5391	14	5027	5392	13	3023
BSS	"BSS_petroliers.csv"											5265			5246	19	5085	5249	16	5025	5250	15	3021
	"haguenau.csv"														5104			987	4117	924	2357	2747	289
GEODERIS EST	"Données Péchelbronn.xls"																	5041			2011	3030	6
	"E2016- 031DC_Renseignem entsPuitsPétrole.xls"																						3036

Tableau 2 : Recouvrement entre les fichiers sources en termes de population de puits.

Chaque case du tableau comporte trois chiffres, qui expriment le recouvrement entre un fichier A (ligne) et un fichier B (colonne). Le premier chiffre (à gauche) indique le nombre de puits renseignés uniquement dans le fichier A, le deuxième chiffre (au centre) indique le nombre de puits renseignés à la fois dans le fichier A et le fichier B et le troisième chiffre (à droite) indique le nombre de puits renseignés uniquement dans le fichier B.

3. ENSEIGNEMENTS GÉNÉRAUX SUR LES PUIITS EN FRANCE

Dans la suite de ce rapport, nous procédons à une première analyse des données recueillies. Il ne s'agit pas, à ce stade, d'examiner chaque puits individuellement mais de voir quels enseignements à grande échelle on peut tirer de l'inventaire réalisé : combien de puits y a-t-il en France, où sont-ils localisés, quel est leur âge, que sait-on de leur structure, de leur environnement géologique et de leur état actuel ?

3.1 NOMBRE DE PUIITS FORÉS

Notre inventaire fait état de 12400 puits et 337 reprises de puits, soit 12737 éléments de puits au total. En réalité, certains des puits enregistrés dans la base du BEPH n'ont jamais été forés. Il s'agit de puits envisagés par l'exploitant, pour lesquels un identifiant BEPH a été ouvert, mais dont la réalisation n'a pas eu lieu pour des raisons techniques, économiques ou administratives. Dans le tableau de synthèse, ces puits ont la mention « Non Foré » ou « Implanté » dans la colonne « REALISATION EFFECTIVE ». 244 puits⁶ sont concernés.

Ceci ramène à 12160 le nombre de puits effectivement forés et à 333 le nombre de reprises de puits, soit 12493 éléments de puits au total. C'est sur cette population de puits effectivement forés que nous allons par la suite effectuer notre analyse.

3.2 RÉPARTITION PAR DOMAINES D'ACTIVITÉS

La répartition par domaines d'activités (Figure 4) montre que plus de 97% des puits recensés sont des puits d'exploration-production d'hydrocarbures. Les puits dits « extrapétroliers », c'est-à-dire de stockages souterrains et de géothermie profonde (c'est-à-dire hors très basse énergie) ne représentent respectivement que 1,5% et 1,2% des puits recensés.

Il convient toutefois de remarquer que ce recensement est très incomplet en ce concerne les puits de stockages souterrains, comme nous le verrons au § 5.1. D'autre part, on rappelle que nous n'avons pas intégré dans ce recensement les puits liés à d'autres contextes miniers (puits d'exploitation de sel, puits liés à d'autres mines souterraines). Les puits d'hydrocarbures ne représentent donc pas 97% des puits miniers forés en France mais ils en représentent néanmoins la grande majorité.

⁶ Une vérification reste à faire sur quelques-uns de ces puits, qui ont le statut « Non foré » ou « Implanté » mais dont les informations disponibles laissent malgré tout à penser qu'ils ont été forés.

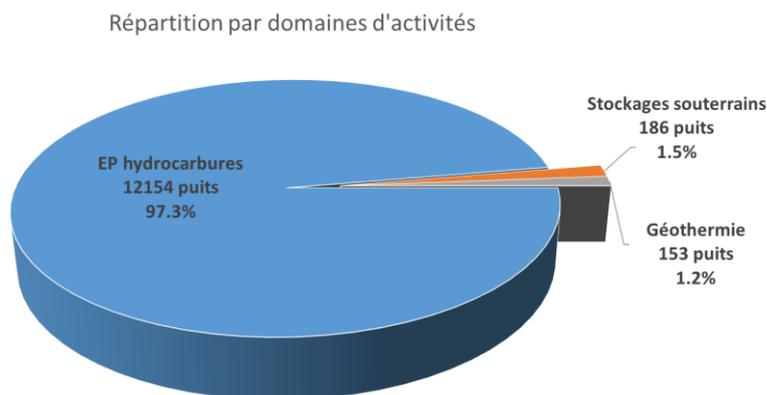


Figure 4 : Répartition des puits recensés par domaines d'activités.

3.3 NIVEAU D'INFORMATION SUR LES PUIITS

Afin de caractériser le niveau d'information dont on dispose sur les puits, au regard de notre inventaire tiré des bases de données nationales, nous avons défini un ensemble d'items (objet du puits, opérateur, date de forage, localisation, etc.) auxquels nous avons affectés, pour chaque puits, des 1 ou des 0 selon que ces items étaient renseignés ou non dans le tableau SYNTHÈSE-PUIITS.

Pour chaque item, nous avons évalué « l'indice de renseignement » correspondant, défini comme la proportion de puits pour lesquels cet item est renseigné. La Figure 5 montre les indices de renseignements des différents items, successivement pour les puits d'hydrocarbures, les puits de stockages souterrains et les puits de géothermie.

On constate, en ce qui concerne les puits d'hydrocarbures, que :

- les items les mieux renseignés sont la localisation des puits (renseignée dans 99,9% des cas), la profondeur atteinte (76,8%), l'âge (73,5%) et le résultat pétrolier⁷ (70,6%) ;
- très peu d'informations sont fournies explicitement dans les bases de données, sur l'inclinaison des puits (renseignée uniquement pour 3,5% des puits), le fait qu'ils aient ou non été exploités (4,8%), qu'ils soient ou non artésiens (13,3%), tubés (15,9%) ou cimentés (17,7%). L'accès à ces informations nécessitera donc l'exploitation des documents relatifs à chaque puits, notamment le rapport de fin de sondage ;
- environ la moitié des puits (51,8%) disposent de documents (rapports de fin de sondage, log fondamental, etc). Le même pourcentage environ (50,3%) disposent de diagraphies. Ces documents ou logs sont accessibles via le

⁷ C'est-à-dire la présence ou non d'hydrocarbures dans les formations traversées.

guichet H ou pour certains d'entre eux, via le site Infoterre. Il est à noter que la moitié des puits pour lesquels on ne dispose pas de documents accessibles via le guichet H ou le site Infoterre, correspond en grande partie aux puits de Pechelbronn ;

Par ailleurs, on relève que l'information disponible dans la base du BEPH en ce qui concerne les puits de stockages souterrains et de géothermie profonde ne concerne que quelques items. L'accès à des informations plus fournies nécessite donc d'interroger la BSS, les exploitants (la plupart de ces puits étant encore en exploitation) ou les DREALs.

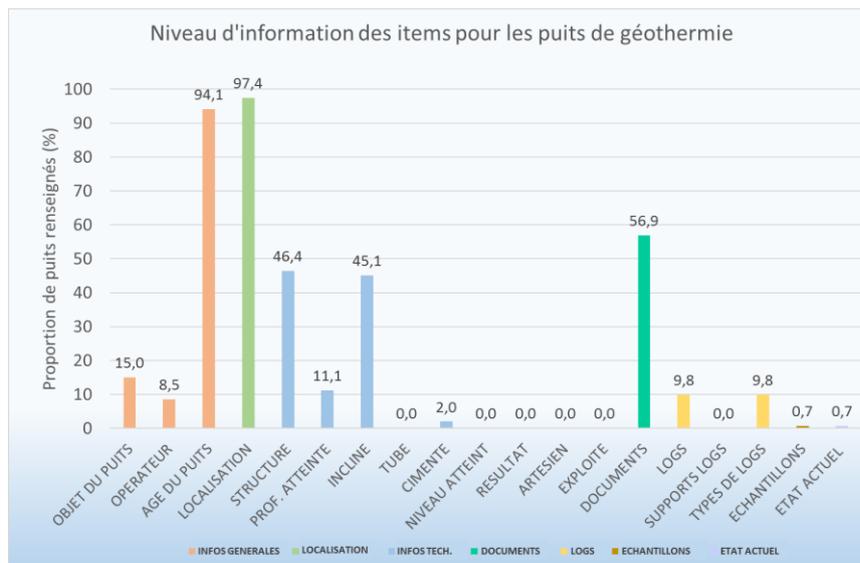
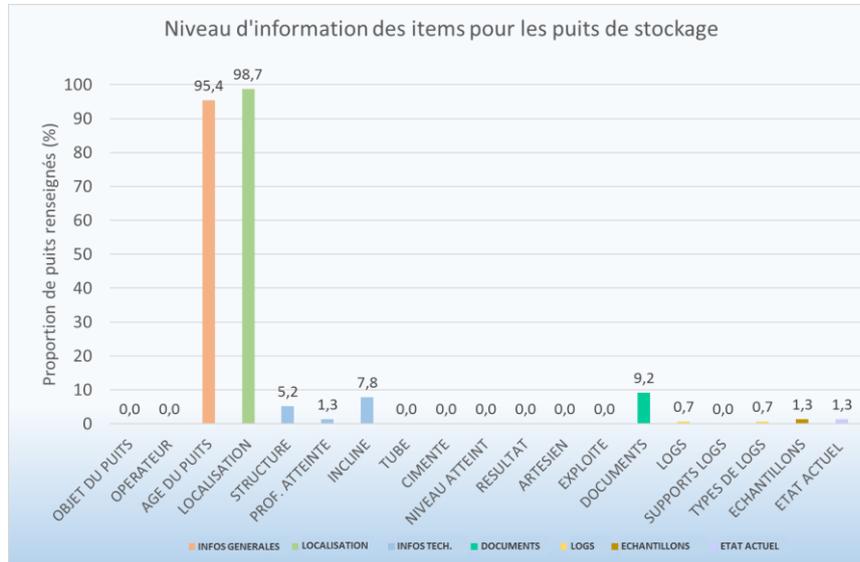
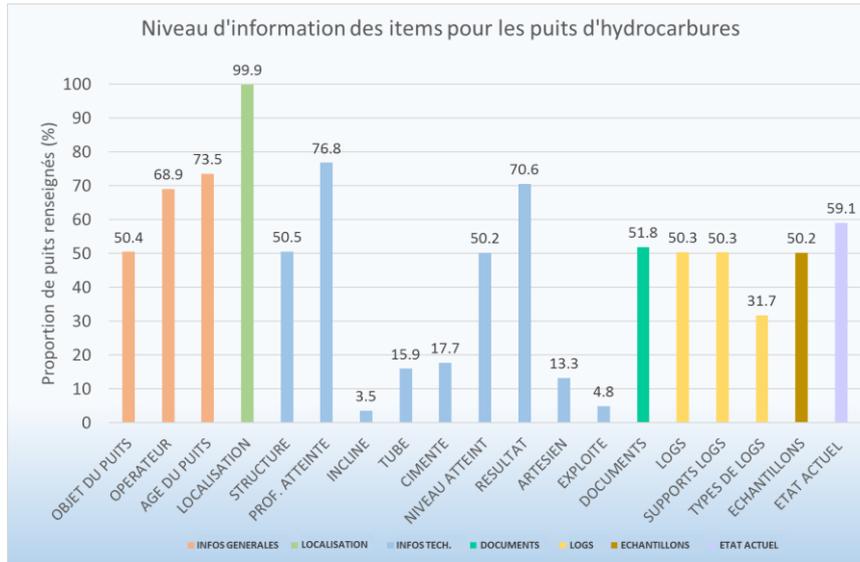


Figure 5 : Indices de renseignement des items pour chaque domaine d'activité

Au-delà de caractériser le niveau d'information par item, nous avons également évalué le niveau d'information disponible sur chaque puits. Pour cela, nous avons défini un « indice de renseignement de puits ». Celui a été calculé comme la proportion d'items pour lesquels ce puits est renseigné, en affectant à chaque item une pondération tenant compte du caractère plus ou moins important de cet item pour l'évaluation ultérieure des risques liés au puits. Les coefficients de pondération choisis pour chaque item sont indiqués sur la Figure 6. Notons que ces coefficients sont subjectifs ; ils pourraient être revus dans le cadre d'un travail collectif ultérieur d'analyse de risques.

	OBJET DU PUIT	OPERATEUR	AGE DU PUIT	LOCALISATION	STRUCTURE	PROF. ATTEINTE	INCLINE	TUBE	CIMENTE	NIVEAU ATTEINT	RESULTAT	ARTESIE N	EXPLOITE	DOCUMENTS	LOGS	SUPPORTS LOGS	TYPES DE LOGS	ECHANTILLONS	ETAT ACTUEL	TOTAL coefs
Coefs de pondération	1	0.5	2	2	1	2	1	1	1	1	3	1	1	3	2	0.5	1	1	3	28

Figure 6 : Coefficients de pondération affectés à chaque item rentrant dans le calcul de « l'indice de renseignement d'un puits »

La Figure 7 montre la distribution globale des indices de renseignement des puits, successivement pour les puits d'hydrocarbures, de stockages souterrains et de géothermie.

On remarque, en ce qui concerne les puits d'hydrocarbures, que cette distribution est assez inhomogène.

- environ la moitié des puits est assez bien renseignée (indice d'information supérieur à 65). Ces puits sont ceux qui apparaissent dans plusieurs bases de données ;
- un quart des puits est moyennement renseigné (indices d'information entre 35 et 65). Il s'agit des puits renseignés uniquement dans la BSS ou uniquement dans le guichet H ;
- un dernier quart des puits est peu ou très peu renseigné. Il s'agit essentiellement des puits de Pechelbronn.

Les mêmes graphes relatifs aux puits de stockages souterrains et de géothermie profonde font ressortir le caractère limité de l'information disponible dans la base du BEPH sur ces puits, comparativement aux puits d'hydrocarbures.

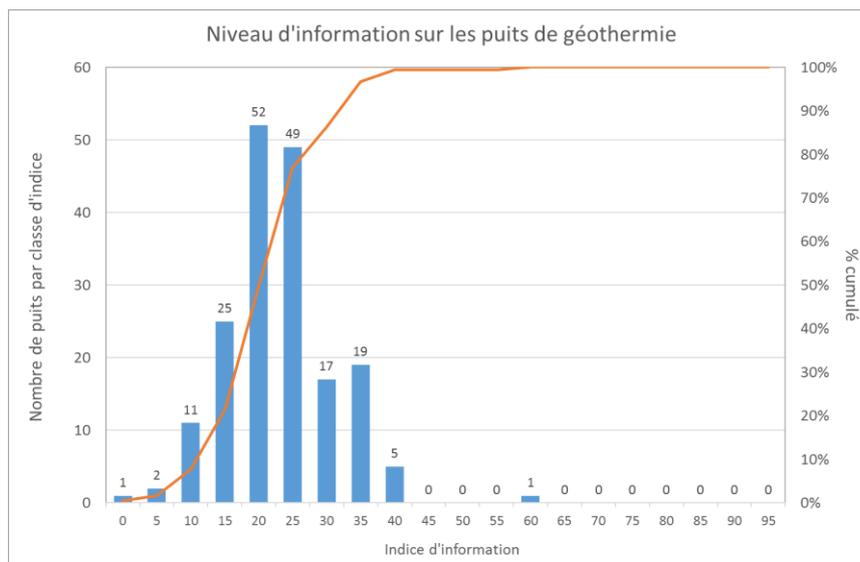
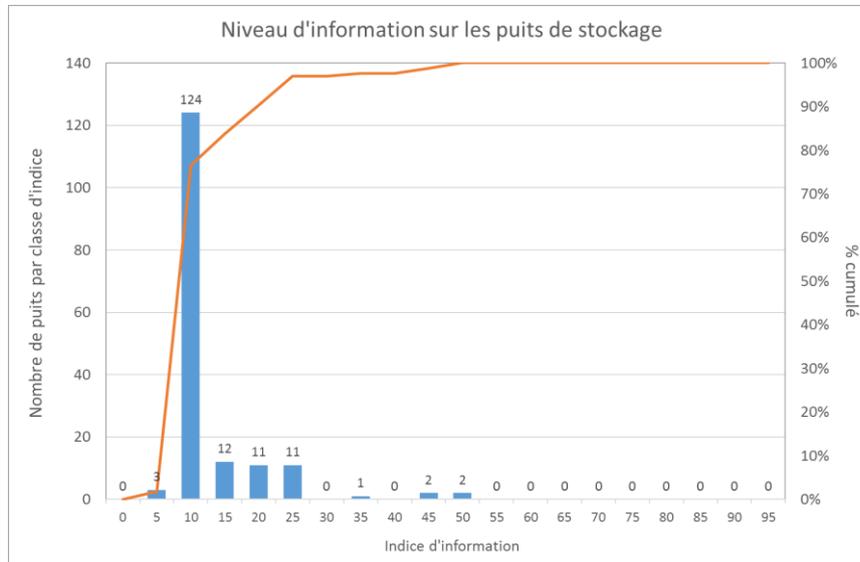
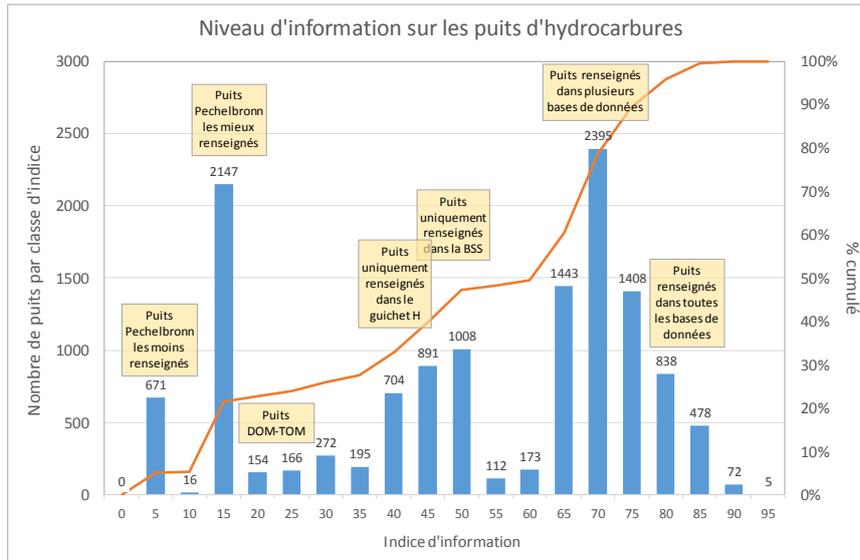


Figure 7 : Indices de renseignement des puits pour chaque domaine d'activité

4. ENSEIGNEMENTS SUR LES PUIITS D'HYDROCARBURES

Dans ce chapitre, nous analysons plus spécifiquement les données relatives aux puits d'hydrocarbures, dans l'ordre des différents items du tableau de synthèse.

4.1 OBJET DES PUIITS

La connaissance de l'objet d'un puits est un élément important pour l'appréciation des risques à long-terme liés à ce puits. En effet, c'est un indicateur de la probabilité de présence (ou non) d'huile ou de gaz dans les formations traversées.

L'objet du puits n'est indiqué que pour les puits recensés par le BEPH, soit environ 50% des puits recensés dans notre méta-base de données. Il s'agit essentiellement de puits réalisés à partir de la deuxième moitié du 20^{ème} siècle par forage rotary. Au début des années 1950, l'administration et les industriels se sont entendus sur une classification commune des puits selon leur objet. Plusieurs grandes familles ont ainsi été définies :

- les core-drill, qui sont des sondages géologiques datant pour la plupart d'avant les années 1970. Ils sont généralement peu profonds (200 m en moyenne) et visaient à effectuer une reconnaissance structurale des zones de subsurface afin de caler les images de prospection sismique (qui étaient moins précises dans ces zones). Ces sondages sont généralement tubés et immédiatement bouchés à la fin du forage. Ils ne rencontrent généralement pas d'horizons producteurs d'hydrocarbures : ils pourront donc faire l'objet d'un traitement allégé lors de l'analyse de risques ;
- les puits stratigraphiques, qui ont pour vocation la reconnaissance de la pile sédimentaire complète, et non le calage de données sismiques. Contrairement aux core-drills, ils peuvent traverser les horizons réservoirs mais peuvent aussi être situés en dehors des zones de prospection ;
- Les puits d'exploration, qui visent à déterminer le potentiel pétrolier de zones non encore reconnues productrices d'hydrocarbures. Historiquement, leur architecture est plus légère pour amoindrir les coûts, même si avec le temps elle s'est rapprochée de celle des puits de production. Les puits d'exploration ne présentant aucun indice d'hydrocarbures sont généralement immédiatement bouchés. Si des indices d'hydrocarbures sont présents, les puits peuvent éventuellement être mis en observation dans l'attente d'un essai de production ;
- les puits d'extension, qui sont forés à une certaine distance du puits d'exploration qui a conduit à une découverte, afin d'essayer de définir les limites du gisement. De même que les puits d'exploration, les puits d'extension ne sont pas forcément producteurs ;
- les puits de développement : qui visent à produire du pétrole et/ou du gaz à l'intérieur des limites du gisement. Étant donné les incertitudes qui peuvent encore exister à ce stade de l'exploitation sur la connaissance du réservoir lui-même (possibilité de variation latérale du faciès géologique), certains puits de développements peuvent in fine ne pas contribuer à l'exploitation du gisement.

- les puits injecteurs : ils s'agit de puits destinés à réinjecter l'eau de production dans les formations réservoir afin d'y maintenir une pression suffisante permettant de soutenir la production des hydrocarbures.

La Figure 8 représente la répartition des puits d'hydrocarbures selon leur objet, tel qu'indiqué dans la base du BEPH.

On constate qu'environ un tiers des puits (34%) sont référencés comme des puits d'exploration, un deuxième tiers (31%) comme des *core drills* et un troisième tiers comme des puits de développement ou d'extension (33 %). Les autres types de puits sont très peu représentés.

Notons que cette répartition ne donne qu'une image de l'objet des puits à l'origine. Certains puits peuvent avoir été convertis au cours de leur vie, par exemple des puits d'exploration en puits de production ou des puits de production en puits injecteur. Néanmoins, la répartition en trois tiers indiquée ci-avant nous semble être une bonne représentation de l'objet des puits d'hydrocarbures forés en France.

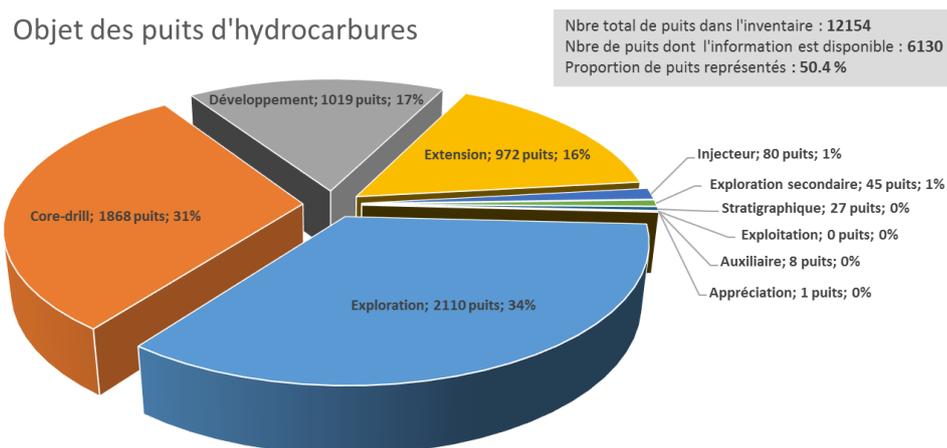


Figure 8 : Répartition des puits d'hydrocarbures par objet

4.2 OPÉRATEURS

Comme on l'a vu sur la Figure 5, l'opérateur du puits (au moment de la réalisation de l'ouvrage) est connu dans près de 70% des cas. Les puits pour lesquels l'opérateur à l'origine n'est pas connu concernent, pour leur grande majorité, le gisement de Pechelbronn⁸

Au total, 83 opérateurs différents sont enregistrés dans les bases de données. Les noms des opérateurs les plus fréquemment rencontrés (c'est-à-dire ayant foré plus de 10 puits) sont reportés sur la Figure 9, avec leur proportion de puits correspondante.

On note que quatre entreprises (SAEM, Elf Aquitaine, Esso REP et RAP) ont foré à elles seules plus de deux tiers des puits français. C'est un facteur favorable pour l'analyse de risques, dans le sens où l'on peut s'attendre à ce que ces puits aient été réalisés et opérés selon des pratiques relativement homogènes au plan national⁹, même si celles-ci ont évolué dans le temps.

Pour le tiers des puits restants, en revanche, les opérateurs sont très variés. Cet « émiettement » des opérateurs s'est observé au cours des dernières décennies ; il s'agit un phénomène classique dans le domaine minier, lorsque des gisements arrivent en fin de vie. On assiste alors à un désengagement progressif des grandes sociétés et à l'arrivée de compagnies plus petites, basées sur un modèle économique différent, qui réévaluent le dispositif d'exploitation, réalisent de nouveaux ouvrages permettant de ralentir le déclin des gisements et en parallèle, tentent de trouver de nouveaux gisements.

Sur le plan de l'appréciation des risques, cette augmentation du nombre d'opérateurs peut sembler un facteur défavorable, notamment en matière de pratiques de bouchage des puits. Néanmoins, celui-ci est atténué par le fait que cette augmentation est intervenue à une période où le cadre réglementaire s'est largement renforcé¹⁰ et par le fait que les puits ont continué d'être forés, entretenus et bouchés par un nombre relativement limité de sociétés de forage.

⁸ Les puits les plus anciens de ce gisement ont en effet été exploités par un grand nombre de petits opérateurs (souvent des entreprises familiales), dont les noms ont été perdus ou en tout cas, ne figurent pas dans les bases de données. Après la 1^{ère} Guerre mondiale, une société nationale a été créée, la SAEM (Société Anonyme des Exploitations Minières), qui a repris sous son nom l'exploitation des puits de Pechelbronn.

⁹ Ces pratiques ont en général été reprises dans la réglementation, ce qui renforce leur homogénéité au plan national

¹⁰ Notamment avec la création en 1984 du titre « Forages » du RGIE, qui a été révisé en 2000 puis abrogé et renforcé par les dispositions des décret et arrêté forage de 2016 (décret n°2016-1303 du 4 octobre 2016 et arrêté du 14 octobre 2016).

Opérateurs des puits d'hydrocarbures

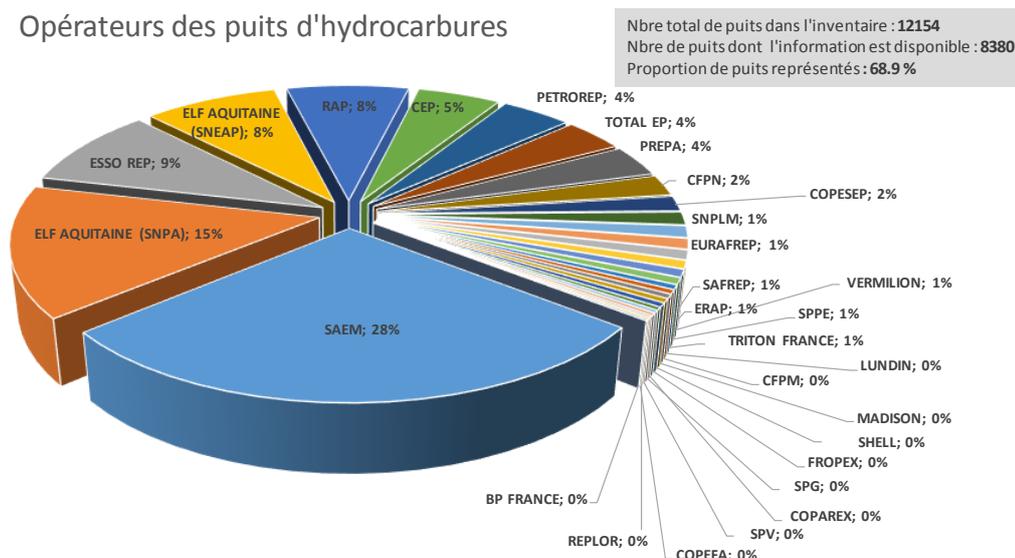


Figure 9 : Répartition des puits d'hydrocarbures par opérateurs.
 Seuls les opérateurs ayant foré plus de 10 puits sont représentés sur ce graphe

4.3 AGE DES PUIITS

Comme nous l'avons vu sur la Figure 5, la date de forage des puits d'hydrocarbures est renseignée dans les bases de données dans environ trois-quarts (73,5%) des cas. Les puits pour lesquels la date de forage n'est pas connue sont essentiellement les puits les plus anciens de Pechelbronn, c'est-à-dire forés au 19^{ème} siècle et au début du 20^{ème} (avant la 1^{ère} guerre mondiale).

La Figure 10 montre la répartition de l'âge des puits recensés dans les bases de données.

On constate que :

- près de 80 % des puits d'hydrocarbures recensés ont plus de 50 ans, c'est-à-dire ont été forés avant 1965. Si l'on prend en compte les puits les plus anciens dont la date de forage n'est pas connue, on arrive à plus de 85% des puits ayant plus de 50 ans ;
- le puits le plus ancien dont on connaît la date de forage date de 1904 ;
- l'exploitation du champ de Pechelbronn a été très soutenue entre 1915 et 1945, avec un rythme d'une centaine de forages par an. L'exploitation s'est ensuite réduite, jusqu'à la fin de l'exploitation dans les années 1960.
- un pic de réalisations de puits est enregistré entre 1950 et 1965. Cette période coïncide avec la découverte de nombreux gisements dans les bassins sédimentaires français, notamment ceux de Parentis et de Lacq, dans le bassin aquitain, qui sont respectivement les plus gands champs de pétrole et de gaz exploités en France ;

- un deuxième pic, plus modéré, est enregistré dans les années 1980, faisant suite aux chocs pétroliers ;
- la réalisation de puits a ensuite nettement diminué jusqu'à nos jours, avec un rythme d'environ 10 à 20 forages par an.

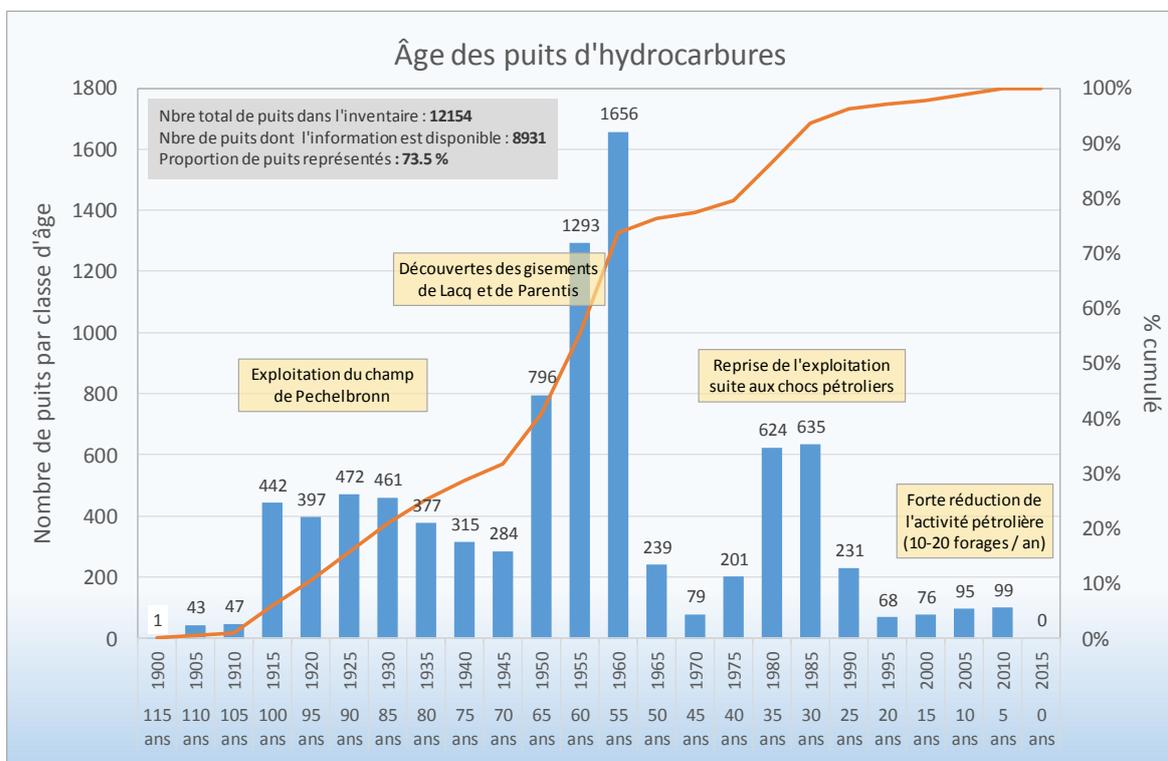


Figure 10 : Répartition des puits d'hydrocarbures par âge

4.4 LOCALISATION

La localisation des puits est l'item le mieux renseigné dans les bases de données. On ne compte que 15 puits, sur les 12154 puits d'hydrocarbures recensés, dont les coordonnées géographiques du puits ne sont pas notifiées dans les bases de données. De plus, pour ces puits, les bases de données indiquent la localité, ce qui laisse entrevoir la possibilité d'en retrouver la localisation précise. Il va toutefois sans dire que plus les puits sont anciens, plus l'incertitude sur la localisation grandit, ce qui peut compliquer le travail d'évaluation des risques.

La répartition des puits d'hydrocarbures par grandes régions françaises est reportée sur la Figure 11. La cartographie de ces puits est présentée sur la Figure 12.

La majorité des puits (52%) se situe en région Alsace. Cette prédominance est liée à l'exploitation du champ de Pechelbronn. Les autres puits se retrouvent majoritairement dans le bassin parisien (31%) et dans le bassin aquitain (13%). Les autres régions françaises possèdent très peu de puits d'hydrocarbures.

L'immense majorité des puits d'hydrocarbures (99,5%) se situent à terre. On dénombre néanmoins 62 puits forés en mer : au large de l'Aquitaine (28 puits), en

mer d'Iroise (16 puits), en Méditerranée (12 puits), au large de la Guyane (7 puits) et à Saint-Pierre et Miquelon (1 puits).

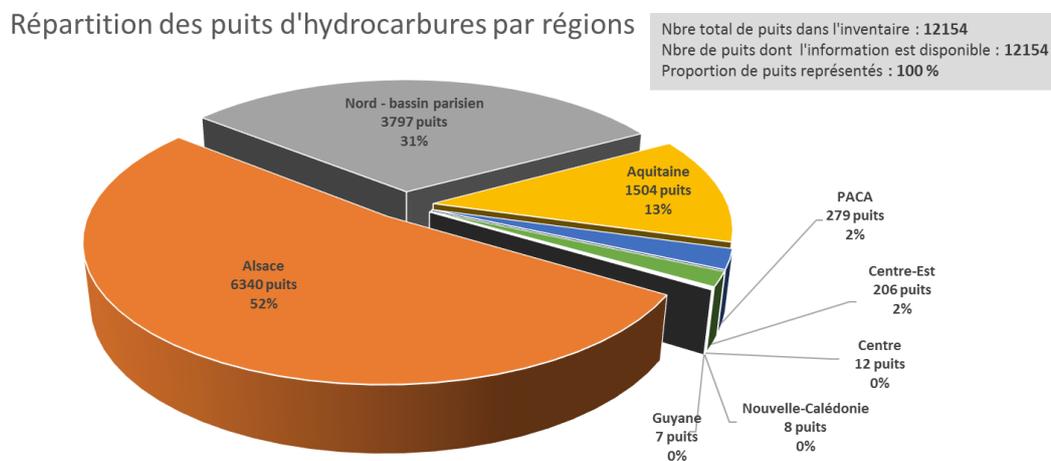
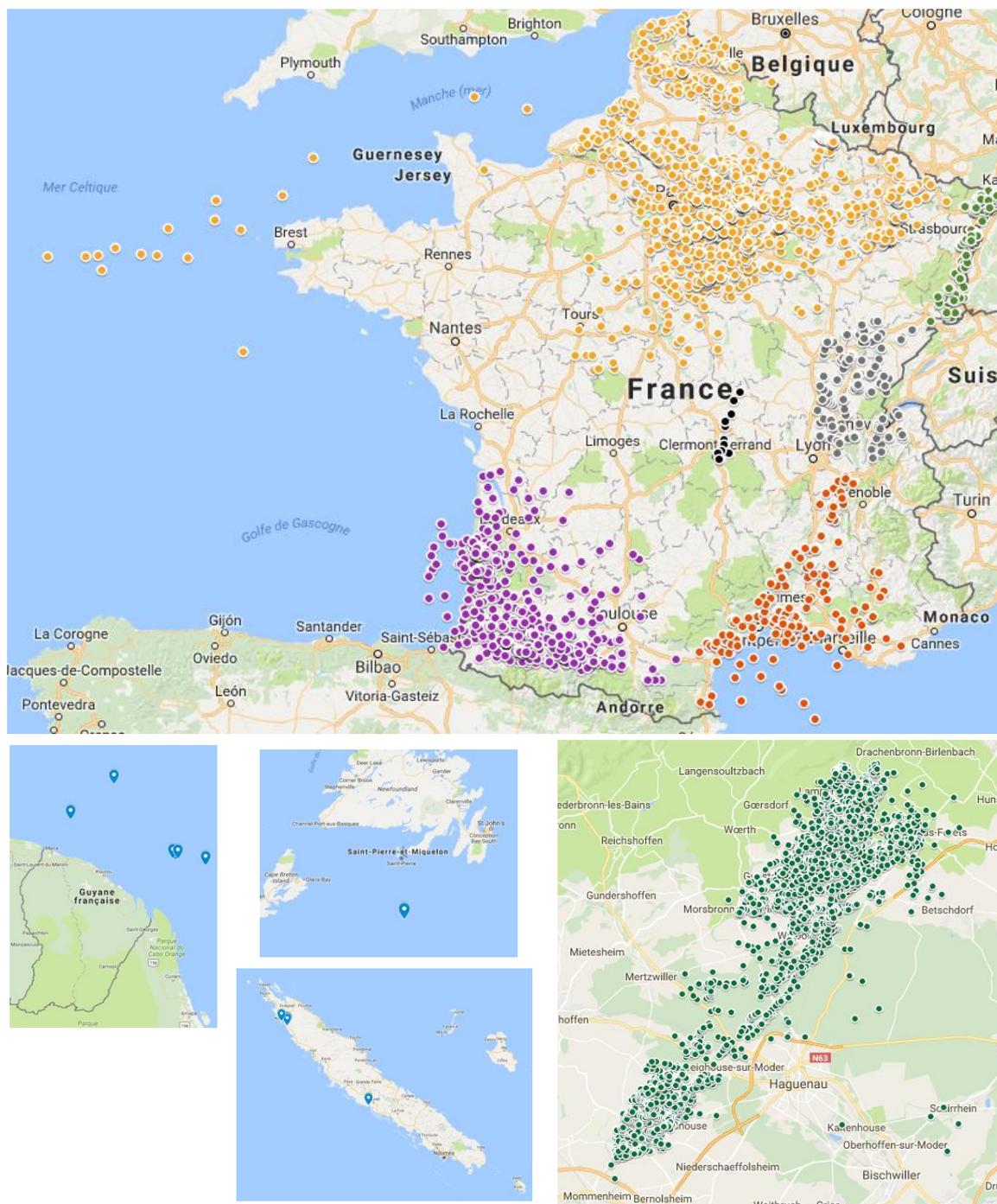


Figure 11 : Répartition des puits d'hydrocarbures par régions



*Figure 12: Localisation des puits d'hydrocarbure en France (données BEPH).
 En vert : Zone 11 (Alsace) ; en violet : zone 12 (Aquitaine) ; en Orange : zone 14 (Nord-bassin parisien) ; en gris : zone 15 (Centre Est) ; en noir : zone 17 (Centre) ; en rouge : zone 18 (PACA). En bas : régions outre-mer¹¹ + zoom sur Pechelbronn*

¹¹ Ne possédant pas la localisation exacte des puits de Nouvelle-Calédonie, les points ont été positionnés sur les communes correspondantes (Siounda, Koumac et Gouaro)

4.5 STRUCTURE DES PUIITS

La connaissance de la structure des puits est un élément utile à l'analyse des risques. On distingue les puits « simples », c'est-à-dire n'ayant pas fait l'objet de reprises, des puits « complexes », c'est-à-dire ayant fait l'objet d'une ou plusieurs reprises.

Les raisons pour lesquelles un puits est devenu complexe peuvent être de deux types. Il peut s'agir d'une décision prise dès la conception du puits, pour optimiser le drainage du réservoir (puits multi-drains), réduire les coûts de forage (*side-track* pour explorer de nouveaux horizons géologiques) ou réduire l'impact en surface. Dans d'autres cas, la reprise fait suite à un incident de puits, par exemple un outil de forage ou un équipement coincé dans le puits (« poisson ») n'ayant pas pu être récupéré, qui a conduit à reprendre le puits en déviation (*side-track*). L'identification des raisons qui ont mené à la reprise des puits complexes sera un facteur à prendre en compte pour l'appréciation des risques à long-terme.

Parmi les bases de données consultées, seule la base du BEPH fournit des informations sur la structure des puits, ce qui couvre environ 50% des puits. Il s'agit des puits les plus récents, forés essentiellement à partir de la deuxième moitié du 20^{ème} siècle par forage rotary. Cette base de données montre que la grande majorité de ces puits (96%) sont des puits « simples » (voir Figure 13). On ne dénombre que 242 puits « complexes », dont le nombre d'éléments varie entre deux et six, c'est-à-dire ayant fait l'objet de une à cinq reprises. On peut penser que ce chiffre représente l'essentiel des puits « complexes » d'hydrocarbures en France. En effet, il y a peu de chances que des puits plus anciens, non répertoriés dans la base du BEPH, aient fait l'objet de reprises étant donné l'avancement des techniques à l'époque.

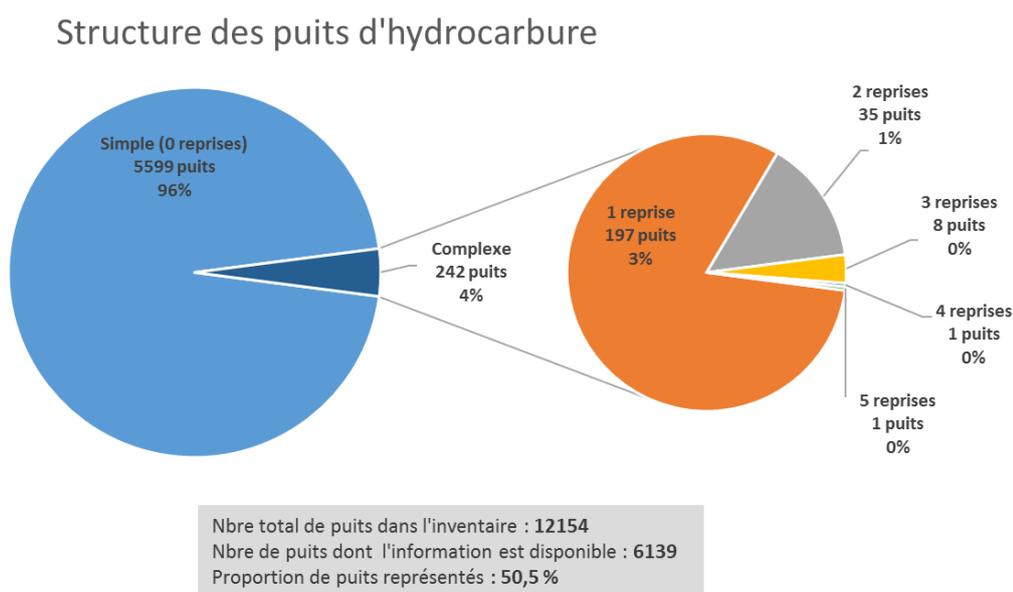


Figure 13 : Répartition des puits d'hydrocarbures selon leur nombre de reprises

Les types de reprises les plus fréquents sont de loin les *side-tracks*¹² (60%). Viennent ensuite les approfondissements (23%), les puits « bis », c'est-à-dire repris en surface (9%) et les puits multi-drains (4%) (voir Figure 14).

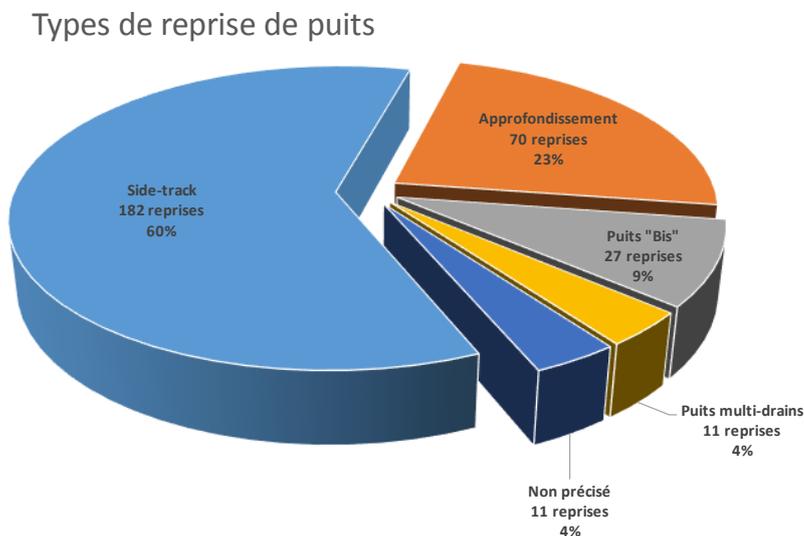


Figure 14 : Répartition des reprises de puits d'hydrocarbures selon leur type

4.6 PROFONDEUR ATTEINTE

La profondeur des puits est un des éléments les mieux renseignés dans les bases de données. Comme on peut le voir sur la Figure 5, cette information est disponible pour plus de trois-quart (76,8%) des puits d'hydrocarbures. Les puits pour lesquels on ne dispose pas de la profondeur sont, pour la plupart, des puits de Pechelbronn.

La Figure 15 présente la répartition des profondeurs atteintes¹³ pour l'ensemble des puits d'hydrocarbures recensés. La profondeur est très variable, allant de 3 m pour le puits le moins profond à 6909 m pour le puits le plus profond (puits Bellevue à Tabaille-Usquain, dans les Pyrénées-Atlantique, foré en 1992). La profondeur moyenne atteinte sur l'ensemble des puits est de 1100 m.

¹² La convention définie par le BEPH associe les différents types de reprises à des lettres : « G » pour *side-track*, « R » pour approfondissement, « B » pour puits bis, « M » pour multi-drains. Ce sont ces lettres qui apparaissent dans la colonne TYPE ELEMENT du tableau de synthèse.

¹³ On parle ici de la profondeur linéaire des puits (profondeur MD) et non de la profondeur verticale (TVD), dont la valeur est rarement donnée dans les bases de données.

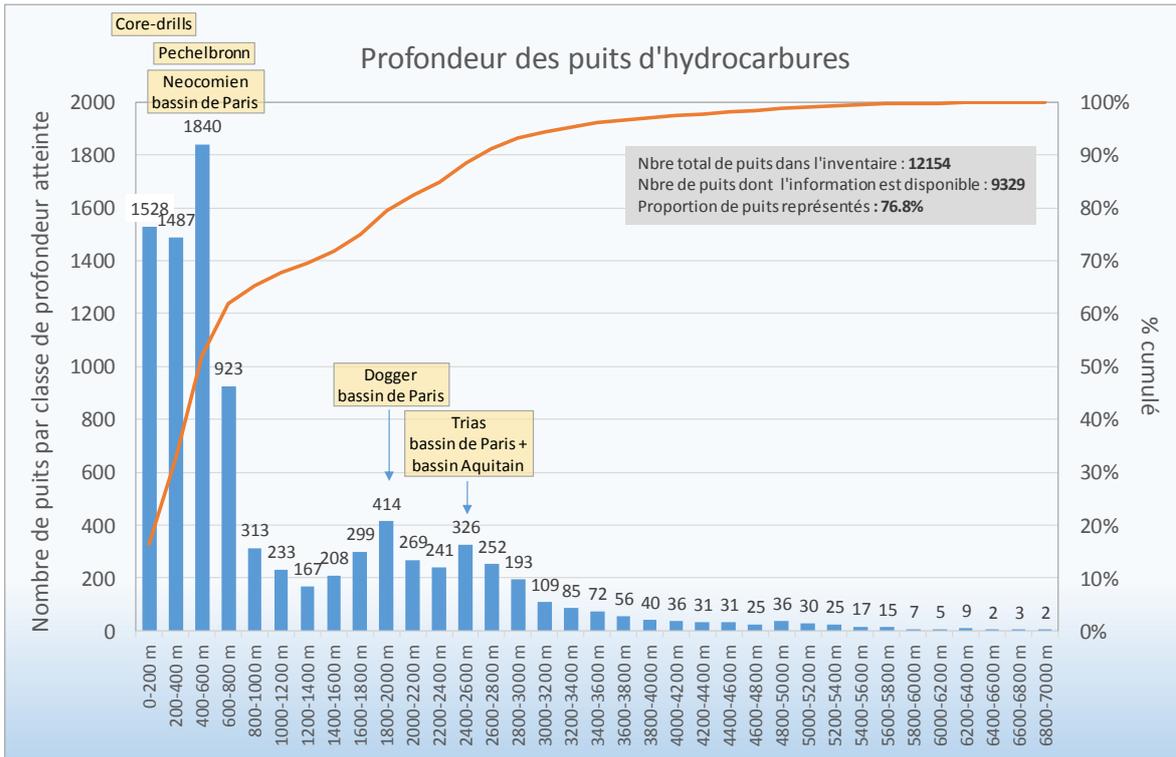


Figure 15 : Répartition des puits d'hydrocarbures selon leur profondeur

On constate que la répartition n'est pas uniforme et fait ressortir des gammes de profondeur dominantes :

- les deux-tiers des puits (65%) ont une profondeur comprise entre 0 et 1000 m. Cette population regroupe essentiellement les *core drills* (dont 80% sont inférieurs à 200 m, voir Figure 16a), les puits de Pechelbronn (essentiellement compris entre 200 et 800 m, voir Figure 16b) et les puits des gisements du Néocomien dans le bassin de Paris (dont la profondeur est comprise entre 400 et 600 m, voir Figure 16c);
- un deuxième « pic » situé vers 1600/2000 m de profondeur correspond aux gisements du Dogger dans le bassin de Paris ;
- un troisième « pic » situé vers 2400/3000 m de profondeur correspond aux gisements du Trias dans le bassin de Paris et aux gisements du bassin d'Aquitaine.
- 7% des puits ont une profondeur supérieure à 3000 m. La plupart d'entre eux (85%) se situent dans le bassin d'Aquitaine.

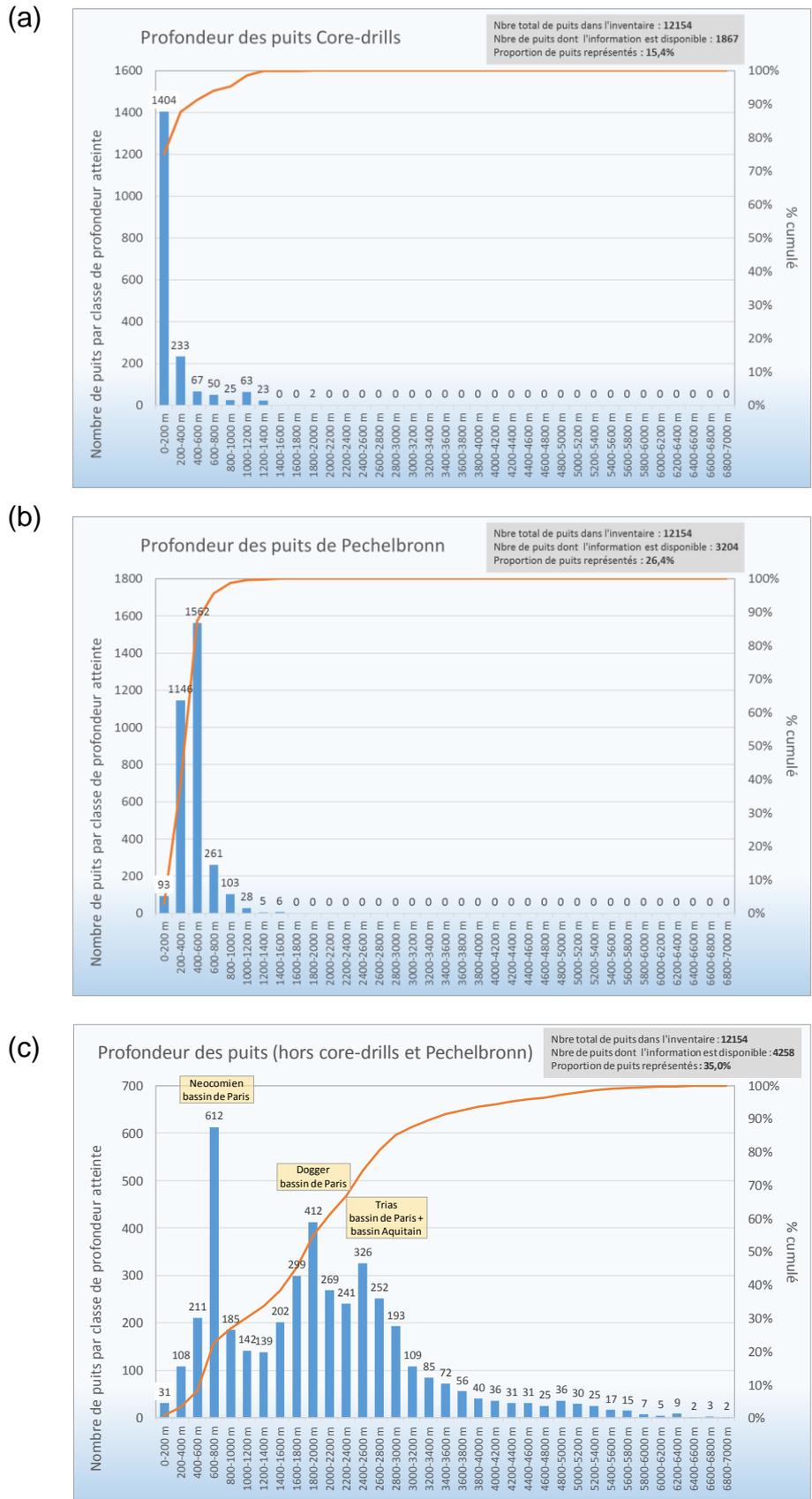


Figure 16 : Répartition des core-drills (a), des puits de Pechelbronn (b) et des autres puits (c) selon leur profondeur

4.7 RÉSULTATS PÉTROLIERS

Le « résultat pétrolier » est un des items importants pour l'analyse de risques. Il donne en effet une indication de la présence (ou non) d'hydrocarbures dans les formations traversées, de la nature de ces hydrocarbures (huile, gaz, condensats) et de leur concentration (indices ou puits producteur). Cette information est disponible dans les bases de données dans environ 70% des cas (Figure 5), c'est-à-dire l'essentiel des puits, en dehors des puits de Pechelbronn.

Le BEPH utilise de nombreuses appellations pour définir le résultat pétrolier d'un puits : « huile en test », « gaz en essai de production », « producteur d'huile », « indices de gaz », etc. Pour simplifier l'analyse, nous les regroupons ici en 3 grandes catégories de résultats possibles :

- « puits sans indices » : puits n'ayant montré aucun indice d'huile ou de gaz ;
- « puits avec indices » (d'huile ou de gaz) : puits ayant traversé des horizons contenant des indices d'hydrocarbures (huile ou gaz)¹⁴ ;
- « puits producteurs » (d'huile ou de gaz) : puits ayant rencontré des horizons suffisamment imprégnés (d'huile ou de gaz) pour être mis en production.

Nous pouvons voir, sur la Figure 17, que les deux-tiers des puits recensés (68%) sont identifiés comme des puits présentant des hydrocarbures : 42% sont des puits producteurs et 26% sont des puits avec indices. Notons que la désignation d'un puits comme « producteur » signifie qu'il a produit de l'huile ou du gaz, au moins au cours d'un essai de production. Cela n'implique pas qu'il ait été mis en production commerciale sur un champ (source BEPH).

Il est à noter, à ce propos, que la mise en production effective des puits est une information très peu renseignée dans les bases de données : celle-ci n'est indiquée explicitement que pour 4,8% des puits (cf. Figure 5). Pour la majorité des puits, cette information n'est donc accessible qu'indirectement, à partir notamment du résultat pétrolier et de l'objet du puits.

¹⁴ Cette catégorie inclut les puits dits « non producteurs » ainsi que les puits dits « secs » (cette appellation est en effet trompeuse dans le sens où un puits « sec » contient généralement des indices d'hydrocarbures mais pas suffisants pour être produits).

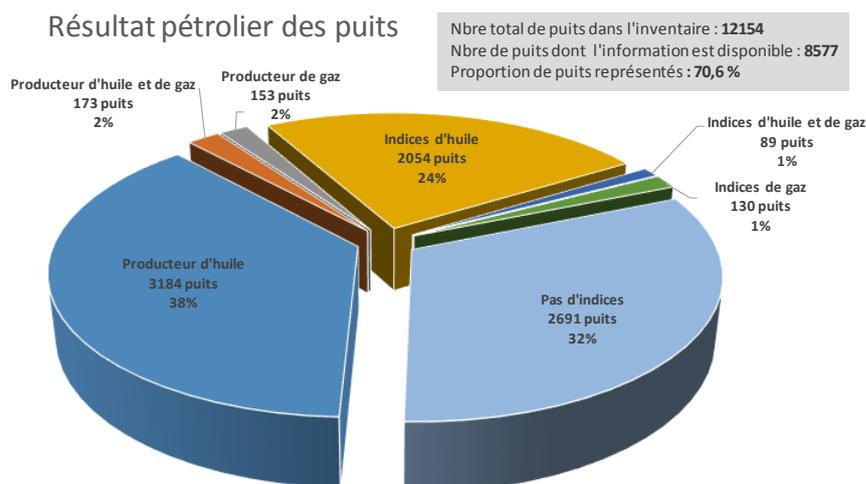


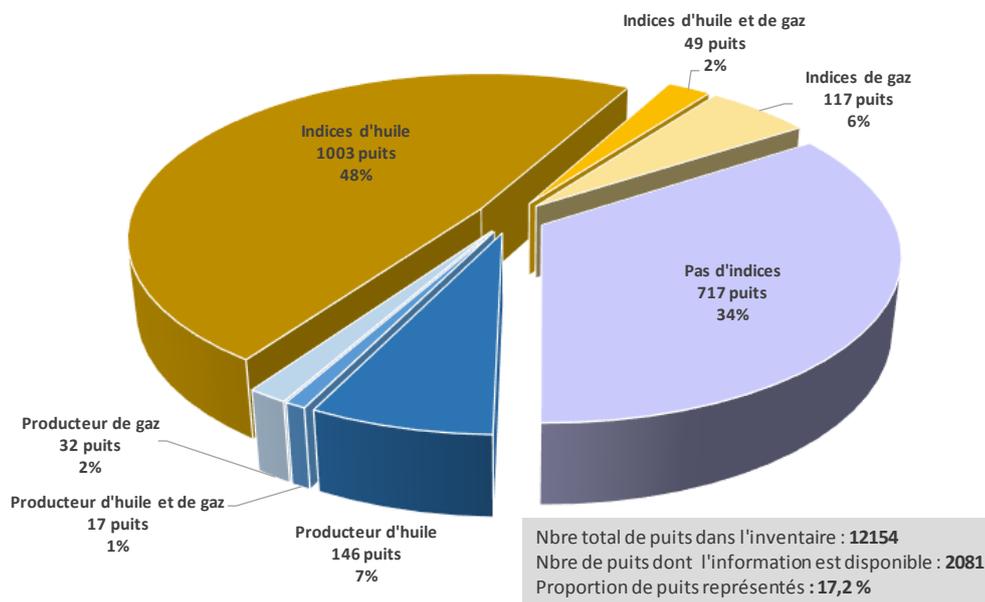
Figure 17 : Répartition des puits d'hydrocarbures selon leur résultat pétrolier

On peut voir, sur la Figure 18, que le résultat pétrolier varie grandement en fonction de l'objet du puits. Notons que les *core drills* ne sont pas représentés sur cette figure dans la mesure où ils ne rencontrent généralement pas d'horizons producteurs d'hydrocarbures et de ce fait, leur résultat pétrolier n'est pas renseigné dans les bases de données.

On constate que :

- les puits d'exploration sont très rarement producteurs : seuls 10% d'entre eux le sont (c'est le taux de succès). La majorité d'entre eux ne présentent que des indices de gaz ou d'huile (56%) ;
- les puits de développement ou d'extension sont producteurs dans 74% des cas. Il est plus rare qu'ils ne présentent que des indices (22% des cas) et très rare qu'ils ne présentent aucun indice (4% des cas).

Résultat pétrolier des puits d'exploration



Résultat pétrolier des puits de développement

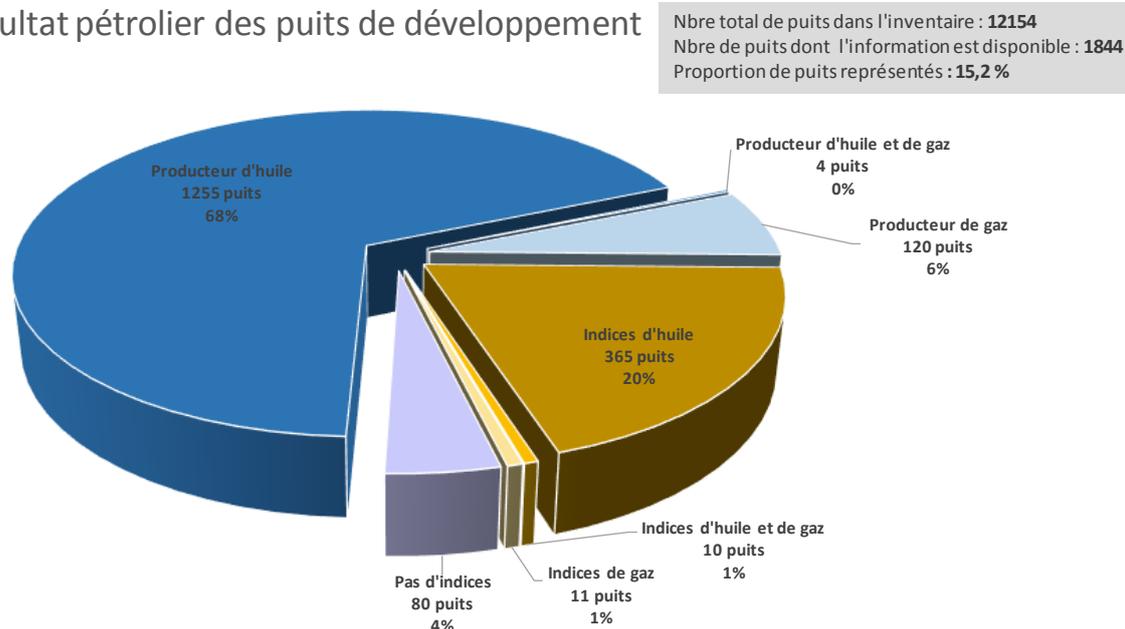


Figure 18 : Résultat pétrolier des puits d'hydrocarbures selon leur objet

4.8 ARTÉSIANISME

Le caractère artésien ou non des puits forés est un indicateur intéressant des conditions de pressions qui régnaient dans les formations traversées au moment de leur forage. Ces conditions de pression ne sont pas toujours représentatives de celles qui règnent aujourd'hui, notamment lorsque les formations concernées ont été mises en production, mais au moins donnent-elles une image des conditions initiales du puits.

Cette information sur le caractère artésien (ou éruptif) du puits à l'origine est fourni pour 13% des puits (477 puits), correspondant essentiellement à des puits de Pechelbronn. En effet, la base de GEODERIS sur ces puits mentionne explicitement cette information. Sur les 477 puits renseignés, environ un tiers sont indiqués comme étant artésiens.

4.9 DOCUMENTS DISPONIBLES

La vie d'un puits est jalonnée d'un certain nombre de documents réglementaires, rédigés sous la responsabilité de l'exploitant, qui permettent aux services administratifs en charge des mines de tracer la vie du puits, depuis sa conception jusqu'à son abandon.

Depuis la deuxième moitié du 20^{ème} siècle, ces documents sont archivés au BEPH. La plus grande partie d'entre eux a été numérisée et est accessible par téléchargement via le guichet H (ou le site Infoterre de la BSS). Ainsi, environ 52% des puits d'hydrocarbures recensés, soit 6300 puits, bénéficient de documents accessibles.

L'inventaire réalisé permet de dénombrer, pour ces 6300 puits, 24257 documents enregistrés (au BEPH et dans la BSS réunis) soit quatre documents par puits en moyenne.

Comme on peut le voir sur la Figure 19, les documents les plus fréquemment rapportés sur les puits sont les rapports de fin de sondage (RFS), disponibles pour 93% des puits documentés. Viennent ensuite les documents relatifs à la géologie des formations traversées (LFO, FGE, LOG GEOL, COUPE GEOL). Les autres documents (logs de chantier, rapports techniques de sondage¹⁵, rapports de complétion, rapports d'abandon) sont peu fréquemment disponibles¹⁶.

¹⁵ Le rapport technique de sondage (RTS) peut être inclus dans le RFS.

¹⁶ Notons qu'ils peuvent exister mais ne pas avoir été scannés.

Notamment, un des documents les plus utiles pour l'appréciation des risques à long-terme, à savoir le rapport d'abandon, n'est disponible que pour 6,4% des puits. En effet, ce rapport n'est collecté par le BEPH que depuis la fin des années 1990. Notons toutefois que pour les puits qui immédiatement bouchés après le forage (ce qui est le cas de beaucoup de puits d'exploration), les éléments relatifs au bouchage du puits figurent en général dans le rapport de fin de sondage (RFS). Pour les autres puits, c'est-à-dire la majorité, les éléments d'information sur le bouchage ne seront pas accessibles via le BEPH ou la BSS ; il faudra donc recueillir ces éléments auprès des DREALs ou des exploitants.

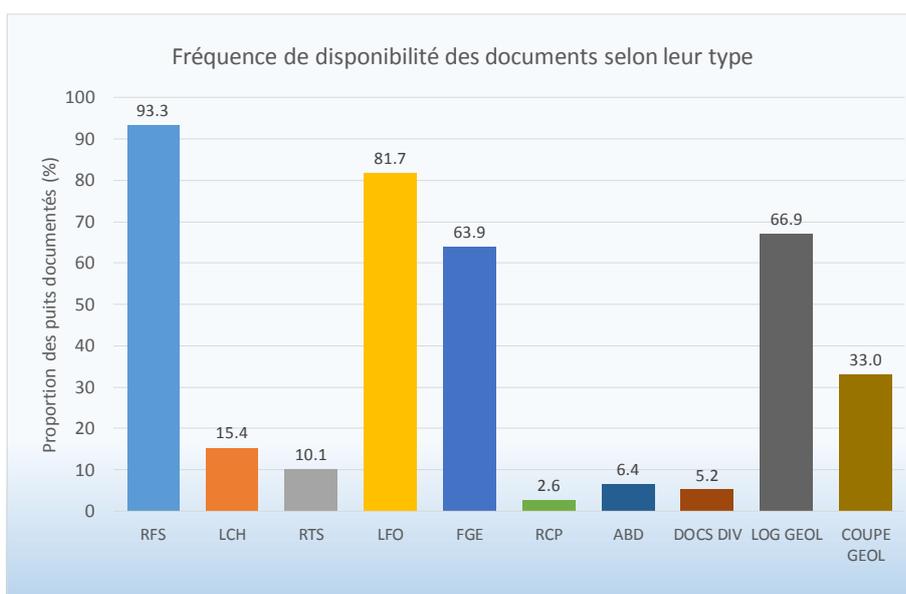


Figure 19 : Proportion de puits disposant de documents de différents types par rapport à l'ensemble des puits documentés

4.10 DIAGRAPHIES DISPONIBLES

Les premières diagraphies de puits ont été réalisées au début du 20^{ème} siècle mais ce n'est qu'après la seconde guerre mondiale qu'elles se sont développées et sont devenues des outils incontournables pour les opérateurs, que ce soit pour la reconnaissance de la géologie du sous-sol ou pour le contrôle de la réalisation des ouvrages et leur suivi. Les diagraphies peuvent receler un grand nombre d'informations utiles pour l'appréciation des risques liés aux puits.

Depuis la deuxième moitié du 20^{ème} siècle, les résultats de diagraphies sont archivés au BEPH. La plus grande partie d'entre eux a été numérisée et est accessible par téléchargement via le guichet H (ou le site Infoterre de la BSS). Ainsi, environ 50% des puits d'hydrocarbures recensés, soit 6115 puits, bénéficient de diagraphies accessibles.

L'inventaire réalisé permet de dénombrer, pour ces 6115 puits, 42429 diagraphies disponibles, via le guichet H ou le site Infoterre de la BSS, soit 7 diagraphies par puits en moyenne. Le niveau de caractérisation est toutefois très variable d'un puits à l'autre, certains puits ayant fait l'objet d'une caractérisation minimale (une seule diagraphie) tandis que d'autres ont été l'objet d'investigations poussées (jusqu'à 136 diagraphies pour le puits PTS5, à Pont d'As en Aquitaine).

En ce qui concerne les types de diagraphies, nous avons relevé environ 650 acronymes différents, dont les plus fréquents sont reportés en ANNEXE C. Pour simplifier l'analyse, nous les avons classés en 12 catégories, selon les types d'informations auxquelles ils permettent d'accéder :

- CAR : caractérisation du milieu géologique ;
- CIM : cimentation du puits ;
- FLUID : nature des fluides présents dans les formations traversées ;
- GEO : géométrie du trou ;
- PERFO : nature des perforations ;
- PRES : pression des fluides ;
- PROD : production,
- PROF : repérage de profondeur ;
- ROC : échantillonnage de roches ;
- THERM : thermométrie
- TRAJ : trajectoire du puits
- DIV : Divers

Pour les 6115 puits d'hydrocarbure possédant au moins une diagraphie archivée dans les bases documentaires nationales, nous avons représenté, sur la Figure 20, le pourcentage d'entre eux qui possèdent au moins une diagraphie dans chacune de ces catégories.

On constate que les diagraphies les plus fréquentes sont celles qui permettent de caractériser le milieu géologique traversé (CAR) : logs de densité neutron, gamma-ray, logs acoustiques, etc. Un peu plus de la moitié des 6115 puits bénéficiant de diagraphies (53%) possèdent une diagraphie de ce type.

Arrivent ensuite les diagraphies qui permettent de caractériser l'ouvrage proprement dit, c'est-à-dire notamment : la géométrie du trou (GEO), la cimentation (CIM), la trajectoire du puits (TRAJ). Notons que ces diagraphies ne sont disponibles que pour une faible proportion des puits (21% pour les diagraphies de géométrie du trou à 12% pour les trajectométries) Néanmoins, ces éléments sont généralement inclus dans les rapports de fin de sondage (RFS), dont on a vu précédemment qu'ils étaient disponibles pour plus de 93% des puits documentés.

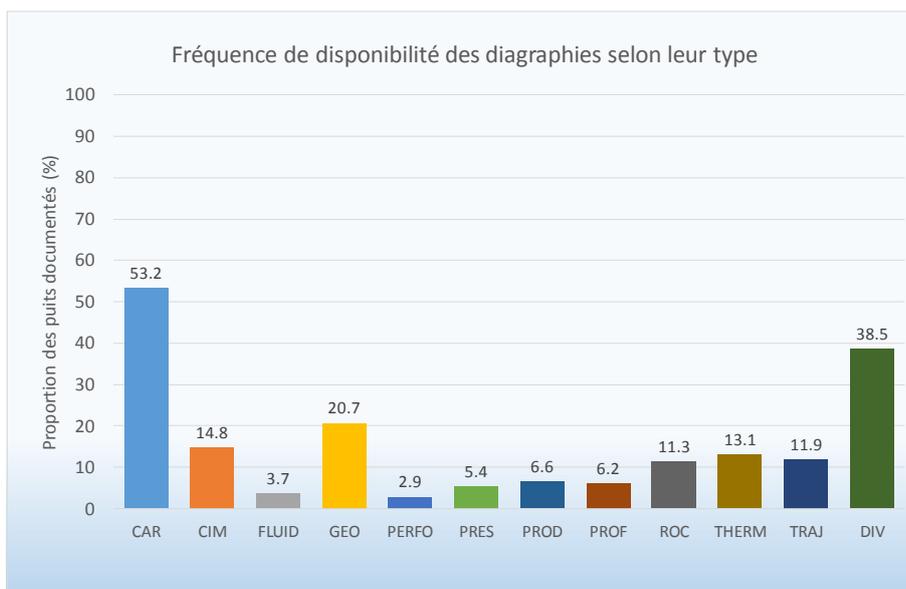


Figure 20 : Proportion de puits disposant de diagraphies de différentes catégories par rapport à l'ensemble des puits possédant des diagraphies

4.11 ETAT ACTUEL DES PUIITS

La plupart des informations précédentes (documents réglementaires, diagraphies) apportent des informations sur l'état des puits et leur environnement au moment de leur forage et dans une moindre mesure, au cours de leur exploitation ou lors de leur abandon. La question posée dans le cadre d'une analyse de risques post-abandon est de déterminer l'état actuel des puits, de pronostiquer leur devenir et d'en déduire les scénarios de défaillance qui pourraient en résulter.

Pour les puits encore en exploitation, leur état est précisément connu (ou peut l'être en y effectuant des diagraphies). En revanche, pour les puits abandonnés ou délaissés¹⁷, on a peu d'informations sur leur état actuel, le principe de bouchage définitif interdisant toute possibilité de mesurer l'évolution du puits après sa fermeture. Le seul suivi possible est un suivi indirect, à travers la composition géochimique des nappes d'eau qu'ils traversent ou en effectuant des mesures de gaz en surface.

¹⁷ c'est-à-dire qui n'ont pas été abandonnés juridiquement (selon le code minier) mais qui ont été délaissés par l'exploitant.

Dans ces conditions, l'analyse de risques ne pourra se baser, pour l'essentiel, que sur les informations disponibles sur les puits au moment de leur abandon, lorsqu'elles existent. Or, nous avons vu précédemment que très peu de rapports d'abandon étaient présents dans les archives nationales du BEPH ou de la BSS (6,4% seulement des puits documentés). Il sera donc, nécessaire, pour mener à bien cette analyse, de récupérer ces informations auprès des DREAL ou des exploitants.

En revanche, les bases de données apportent, pour près de 60% des 12154 puits d'hydrocarbures recensés, au moins une information sur l'état actuel supposé du puits : abandonné ou non (information fournie pour 36% des puits), rebouché ou non (fournie pour 13% des puits), le type de bouchage effectué (bouchon de ciment, bouchon en bois, remblai), la présence ou non d'une dalle béton, la possibilité d'accéder au puits, les éventuelles mesures en cours (voir Figure 21). Ces informations, bien que sommaires, peuvent être une première étape à l'analyse de risques.

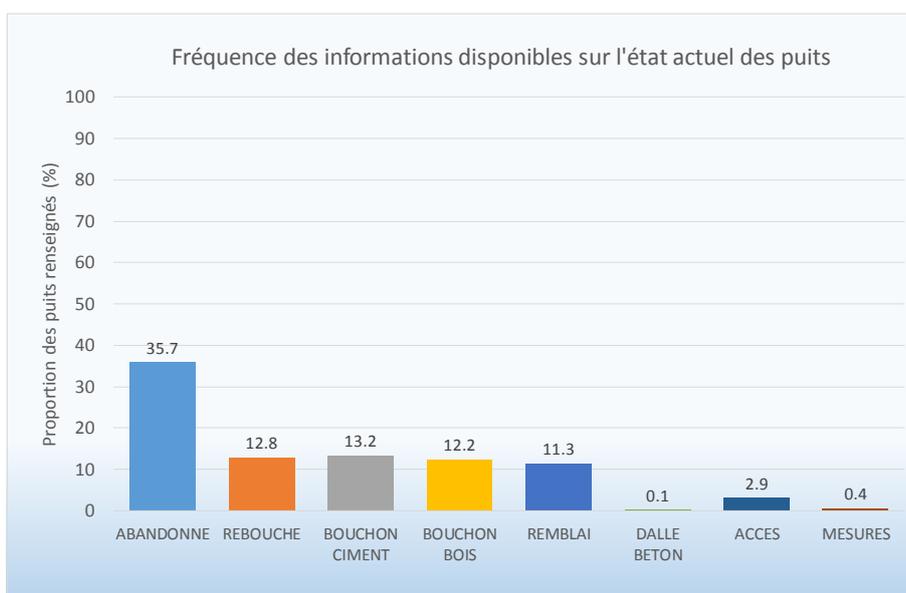


Figure 21 : Proportion de puits disposant d'informations sur leur conditions d'abandon

5. ENSEIGNEMENTS SUR LES PUIITS « EXTRAPÉTROLIERS »

L'objectif principal de cette étude était de faire un état des lieux des puits d'hydrocarbures en France. La base du BEPH contenant également des informations sur les puits de stockages souterrains et de géothermie profonde (hors TBE), nous avons choisi de faire une analyse de ces populations de puits, tout en étant conscients que l'inventaire réalisé par le BEPH est incomplet¹⁸.

Nous présentons ci-après les éléments qui ressortent de cette analyse.

5.1 LES PUIITS DE STOCKAGES SOUTERRAINS

Le fichier transmis par le BEPH recense 183 puits de stockages souterrains.

Ce chiffre révèle clairement le caractère incomplet du recensement effectué par le BEPH. En effet, les informations que nous avons recueillies par ailleurs (ANNEXE D) indiquent que le nombre de puits de stockages souterrains actuellement en exploitation en France dépasse les 600 puits. Il s'agit, pour deux tiers, de puits d'injection-soutirage (402 puits) et pour un tiers environ, de puits de contrôle (204 puits).

En ajoutant à ce décompte les puits de stockages souterrains abandonnés (May-sur-Orne, Gargenville, Carresse-Cassaber) et les puits de surveillance (piézométrique ou microsismique) des stockages en cavités minées (non comptabilisés dans le tableau en ANNEXE D), on peut estimer aux alentours de 700 le nombre de puits associés à l'exploration, l'exploitation ou la surveillance de stockages souterrains de gaz et d'hydrocarbures en France.

On peut voir sur la Figure 22 la localisation de ces stockages souterrains, et donc des puits associés. Tous ces puits sont situés sur le territoire métropolitain. Leur réalisation, qui coïncide avec la construction des stockages souterrains en France, s'étend essentiellement de la fin des années 1950 au milieu des années 1980 (voir Figure 23). Autrement dit, ces puits ont aujourd'hui entre 30 et 60 ans d'existence, les plus anciens datant de 1956 (stockage de Beynes, dans les Yvelines).

¹⁸ En effet, à la différence du suivi des hydrocarbures, qui a toujours été réalisé au niveau national, le suivi de la géothermie comme des stockages souterrains a presque toujours été déconcentré. Ainsi, les données existent, ainsi que certaines bases de données élaborées en régions, mais le travail de synthèse de toutes ces informations reste à faire.

Pour compléter l'inventaire du BEPH, une demande a été transmise au service support de la BSS pour extraire de la BSS les données relatives aux puits de stockages souterrains et de géothermie (hors TBE). Notre inventaire des puits « extrapétroliers » pourra donc être complété à la réception de ces données.

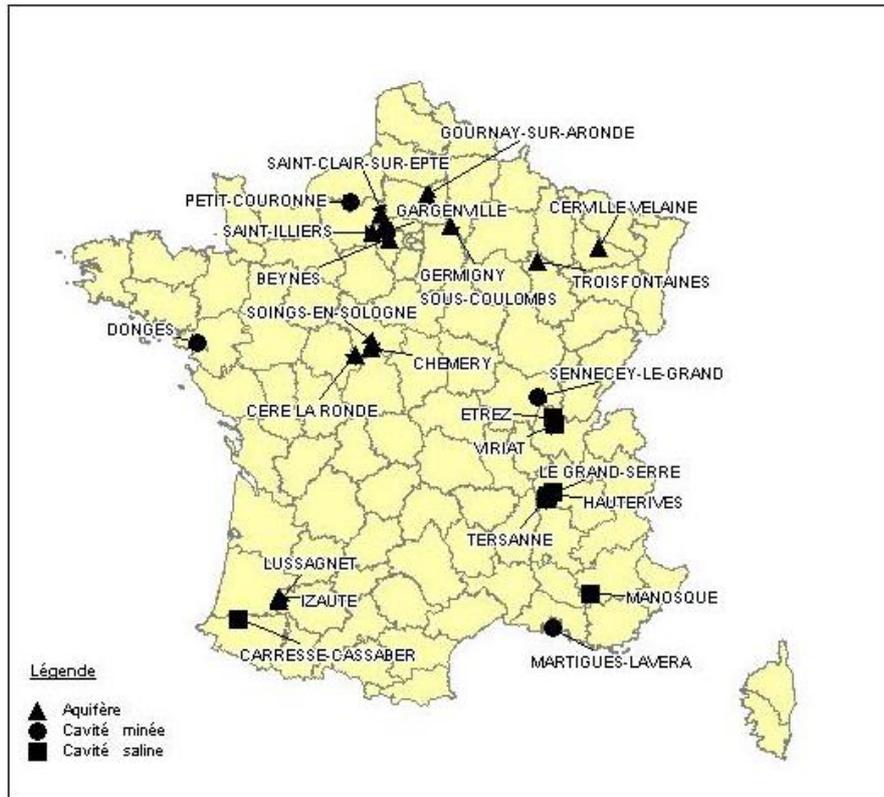


Figure 22 : Localisation des stockages souterrains de gaz et hydrocarbures en France.

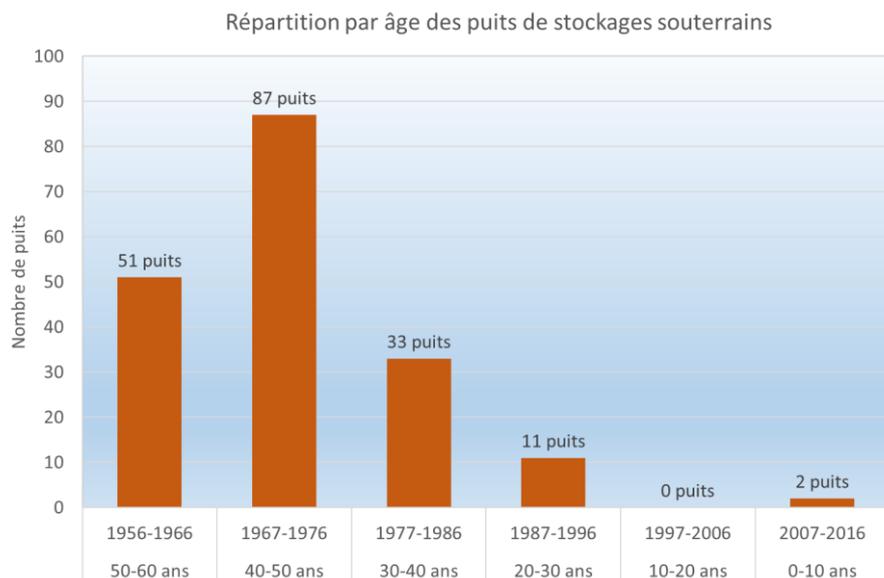


Figure 23 : Répartition par âge des puits de stockage souterrain enregistrés au BEPH

La profondeur des puits de stockages souterrains dépend du type de stockage (aquifères, cavités salines, cavités minées), des produits stockés (gaz naturel, hydrocarbures liquides ou liquéfiés) et de la fonction du puits (injection-soutirage ou surveillance). Leur profondeur varie grandement entre les puits de stockages en cavités minées, qui n'excèdent pas 150 m et les puits de stockages en cavités salines, qui peuvent atteindre près de 2000 m (voir Figure 24).

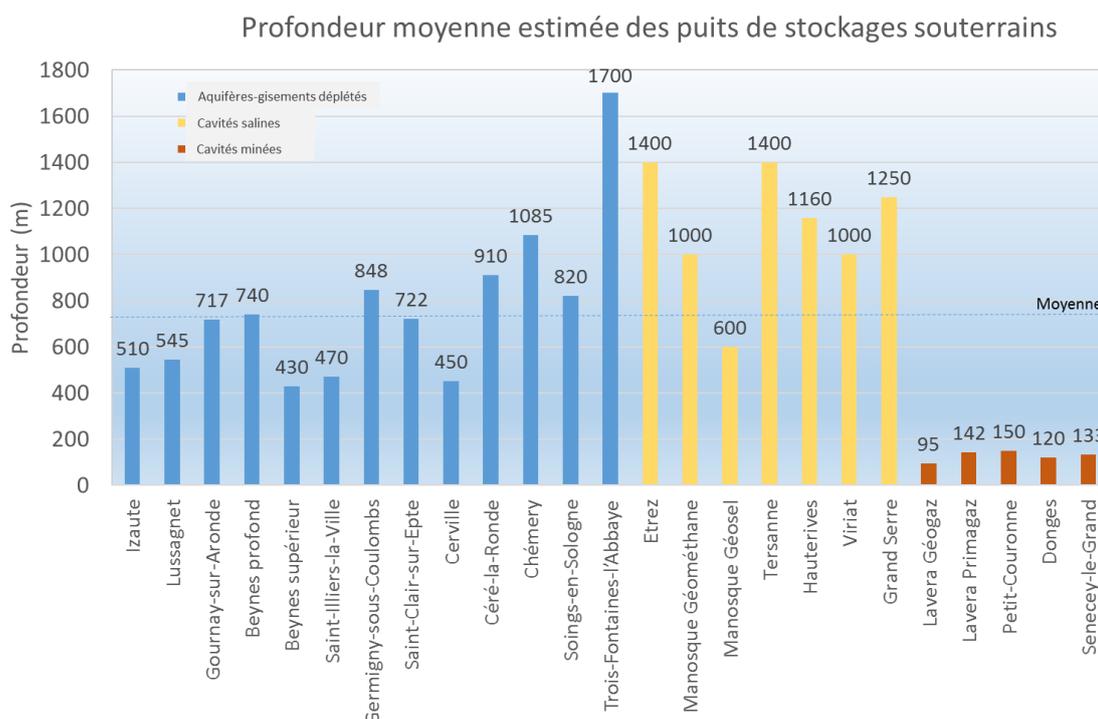


Figure 24 : Profondeur estimée des puits de stockages souterrains en exploitation (d'après les valeurs moyennes du toit du réservoir indiquées en ANNEXE D)

La majorité de ces puits sont encore en exploitation. Néanmoins, le contexte du marché du gaz en Europe a entraîné une mise sous cocon de certains stockages en France (Trois-Fontaines¹⁹, Soings-en-Sologne et Saint-Clair-sur-Epte), ce qui pourrait conduire, dans les prochaines années, à la fermeture provisoire, voire définitive de certains puits.

Du point de vue de l'évaluation des risques qu'ils pourraient occasionner après leur abandon, les puits de stockages souterrains bénéficient de facteurs favorables :

¹⁹ Trois-Fontaines est un gisement d'hydrocarbures gazeux converti en stockage souterrain.

- ils ne sont pas encore fermés (ou ne l'ont été pour certains que très récemment), ce qui signifie qu'ils pourront bénéficier (ou ont bénéficié), lors de leur abandon, des techniques de bouchage les plus modernes ;
- ils sont pour la plupart verticaux, ce qui favorise une bonne cimentation annulaire et limite l'endommagement des cuvelages au cours des descentes/remontées de garnitures ;
- ils ont une structure simple (seuls 3 des 183 puits référencés dans la base du BEPH sont mentionnés avoir fait l'objet d'une reprise), ce qui limite le risque de difficultés lors du bouchage ;
- ils sont généralement équipés d'une complétion en phase d'exploitation, ce qui concourt à protéger le cuvelage ;
- les puits de stockages en cavités salines tendent à bénéficier, après leur abandon, d'une barrière d'isolation naturelle liée à la capacité du sel à fluier naturellement.

En revanche, il conviendra d'être vigilant sur certains points, notamment :

- lors de leur arrêt définitif, les stockages en aquifères ou en gisements déplétés ne pourront pas être totalement vidés, c'est-à-dire qu'une partie du gaz²⁰, appelée « gaz coussin », restera piégée dans l'espace poreux du réservoir. Les barrières d'isolation mises en place lors du bouchage des puits devront donc prévenir toute possibilité de migration de ce gaz à long-terme ;
- dans le cas de stockages en aquifères, certains puits ont pu être réalisés alors que le stockage était déjà en exploitation, c'est-à-dire en gaz. La qualité de la cimentation annulaire pour ces puits nécessite une vigilance particulière²¹.
- certains puits de stockage sont exploités sans complétion (c'est le cas, notamment, des stockages d'hydrocarbures liquides ou liquéfiés en cavités salines). Pour ces puits, un contrôle rigoureux de l'état des cuvelages avant le bouchage définitif du puits s'avèrera particulièrement nécessaire.

5.2 LES Puits DE GÉOTHERMIE PROFONDE

L'inventaire réalisé recense 151 puits de géothermie profonde en France, dont 138 sur le territoire métropolitain et 13 dans les collectivités d'outre-mer.

²⁰ Près de 50% du volume de gaz stocké ne pourra être récupéré si aucune technique de récupération assistée n'est mise en œuvre.

²¹ Du fait de la possibilité de percolation du gaz derrière le tubage créant des chenaux dans la cimentation.

En dépit du fait que seules les données du BEPH et du guichet H ont été prises en compte²², cet inventaire semble relativement complet si l'on en juge aux informations recueillies à partir d'autres sources, notamment de CFG Services, qui présentent sensiblement les mêmes chiffres (154 puits en France).

Les puits de géothermie profonde sont situés à 80% dans le bassin parisien (120 puits), les autres étant répartis entre les Antilles (13 puits), l'Alsace (8 puits), l'Aquitaine (4 puits) et les autres régions de France (4 puits) (voir Figure 25 et Figure 26).

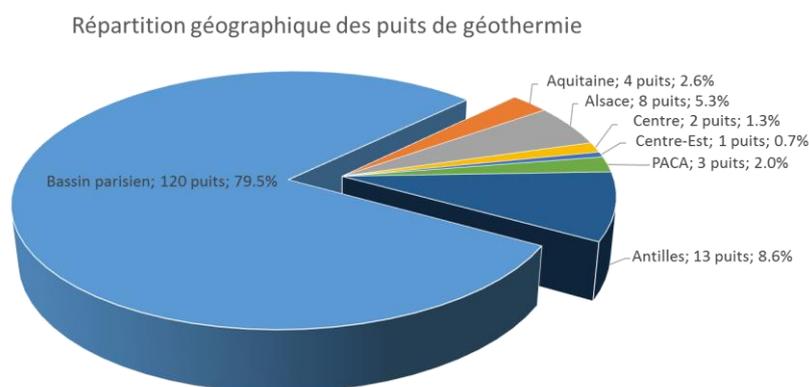


Figure 25 : Répartition des puits de géothermie profonde par région.

²² Les données de la BSS relative aux puits de géothermie sont en attente de réception.

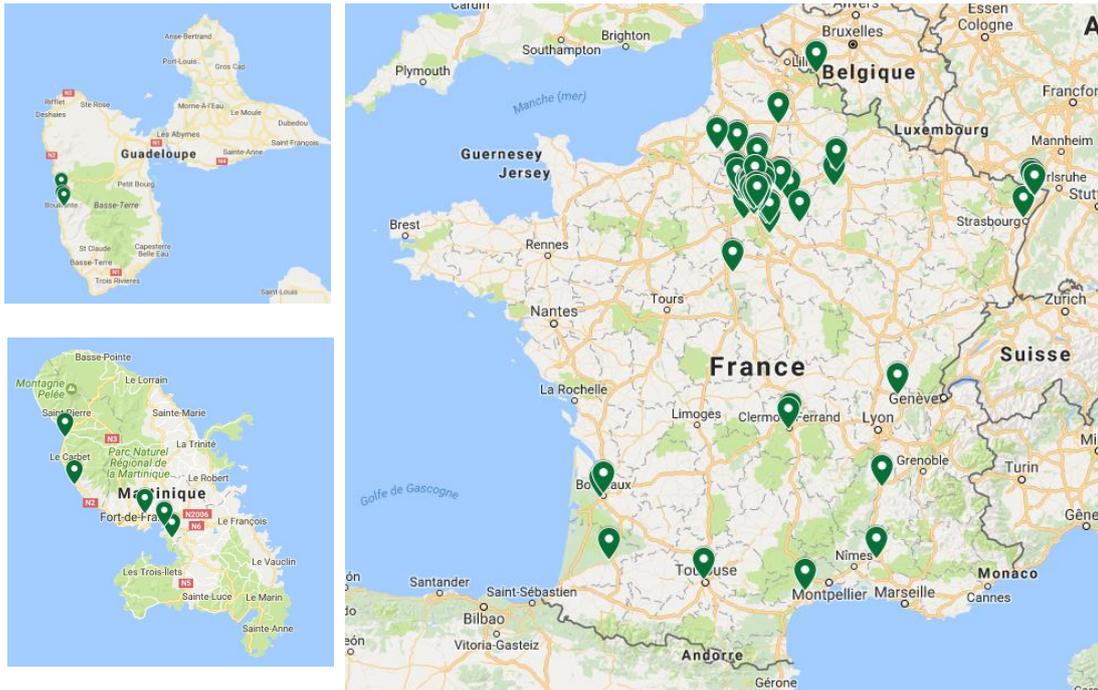


Figure 26 : Localisation des puits de géothermie profonde en France

Les puits de géothermie ont été réalisés en France essentiellement au cours des années 1970-1980, suite aux chocs pétroliers (voir Figure 27). Ces puits ont donc aujourd’hui, pour la plupart, entre 30 et 40 ans d’existence, le plus ancien datant de 1948 (Pézenas, dans l’Hérault).

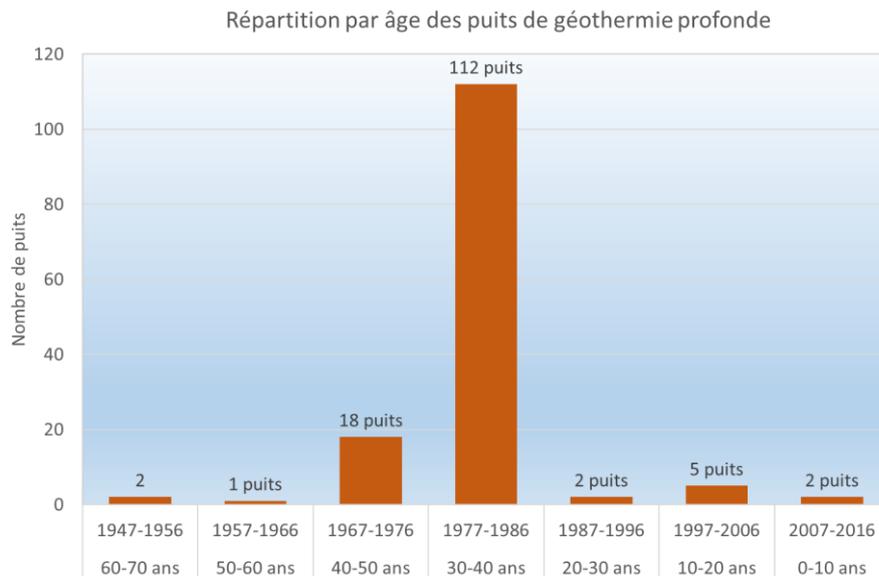


Figure 27 : Répartition par âge des 142 puits de géothermie profonde enregistrés au BEPH et dont la date de forage est connue

La profondeur des puits varie en fonction du type de géothermie :

- la géothermie basse température, qui exploite la chaleur contenue dans les aquifères profonds des grands bassins sédimentaires (par exemple l'aquifère du Dogger dans le bassin parisien) se pratique en France à des profondeurs situées entre 1000 et 2500 m. C'est la gamme de profondeur de la majorité des puits de géothermie profonde en France.
- dans le cas de la géothermie haute température de type volcanique (Antilles), la chaleur est généralement accessible à des profondeurs plus faibles (entre 300 et 1500 m) ;
- dans le cas de la géothermie haute température de type EGS²³ (Alsace), il faut au contraire aller chercher la chaleur dans des zones faillées profondes, au toit du socle cristallin. Dans ce cas, les puits atteignent des longueurs forées qui peuvent aller de 3000 et 5000 m.

La majorité des puits de géothermie sont encore en exploitation. Néanmoins, on estime que la durée de vie d'un doublet géothermique est de l'ordre de 30 à 40 ans. La plupart des doublets réalisés dans le bassin parisien sont donc proches de leur fin de vie théorique, ce qui devrait conduire à la fermeture d'un certain nombre de puits dans les années à venir.

En ce qui concerne l'évaluation des risques que ces puits pourraient occasionner après leur abandon, ceux-ci bénéficient des facteurs favorables suivants :

- la plupart ne sont pas encore fermés, ce qui implique qu'ils pourront bénéficier, lors de leur abandon, des techniques de bouchage les plus modernes ;
- la réglementation impose que leurs cuvelages soient cimentés sur toute leur hauteur, ce qui est un facteur favorable à la bonne isolation du puits dans une perspective de long-terme. Encore faudra t'il s'assurer, avant la fermeture du puits, que la cimentation annulaire est de bonne qualité ;

En revanche, certains éléments nécessiteront une attention particulière :

- ces puits n'ont pas de complétion en phase d'exploitation, ce qui les rend plus vulnérables à la corrosion et dans les contextes de haute température, aux effets de dilatation/contraction des aciers. Un contrôle approfondi de l'état des cuvelages avant le bouchage définitif du puits s'avère donc recommandé ;
- les puits de géothermie sont généralement inclinés à partir d'une certaine profondeur, du fait du principe de doublet géothermique. Les inclinaisons sont le plus souvent comprises entre 30 et 45° mais elles peuvent atteindre 60°. C'est une spécificité à prendre en compte dans la procédure de bouchage.

²³ Enhanced Geothermal Systems

6. CONCLUSION

Un premier recensement et une analyse des données disponibles dans les archives nationales sur les puits d'hydrocarbures, de stockages souterrains et de géothermie profonde a été réalisé. Cette première phase consistait principalement à dresser un état des lieux en s'appuyant exclusivement sur les informations d'ores et déjà regroupées sous forme de méta-données dans des bases de données. Il est important de noter qu'à ce stade, les bases de données et les documents présents au sein des directions régionales en charge des travaux miniers et de la police des mines (DREAL), ainsi que les données archivées par les exploitants, n'ont pas été sollicitées.

Ce recensement s'est révélé difficile, du fait que les informations sur les puits réalisés par forage en France sont dispersées dans plusieurs bases de données (BEPH, BSS, GEODERIS) et différents portails internet (Guichet H, Infoterre), dont les informations ne sont pas toujours concordantes. Néanmoins, la collaboration très appréciée des différents services en charge de ces bases de données nous a permis de lever et de corriger bon nombre de ces incohérences.

L'inventaire réalisé a permis de dénombrer près de 13 000 puits forés en France dans les domaines des hydrocarbures, des stockages souterrains et de la géothermie profonde. L'immense majorité d'entre eux sont des puits d'hydrocarbures, les stockages souterrains représentant environ 700 puits et la géothermie profonde environ 150 puits.

Ces puits sont inégalement répartis sur le territoire. Les puits d'hydrocarbures se concentrent en Alsace (52%), dans le bassin parisien (31%) et dans le bassin aquitain (13%), qui sont les principales zones de ressources pétrolières en France. Les puits de géothermie profonde sont situés à 80% dans le bassin parisien, où ils exploitent principalement la ressource géothermique du Dogger. Les stockages souterrains, quant à eux, ont été réalisés dans des zones propices sur le plan géologique (bassin parisien ou bassin aquitain pour les stockages en aquifère, massifs de sel du Jura ou de Haute-Provence pour les stockages en cavités salines) et économique (ports de livraison d'hydrocarbures de Donges ou de Lavera pour les cavités minées).

L'immense majorité des puits (99,5%) ont été forés à terre et en métropole ; on dénombre néanmoins 62 puits en mer, au large de l'Aquitaine (28 puits), en mer d'Iroise (16 puits), en Méditerranée (12 puits), au large de la Guyane (7 puits) et à Saint-Pierre et Miquelon (1 puits). En ce qui concerne les collectivités d'outre-mer, on compte également quelques puits d'hydrocarbures en Nouvelle-Calédonie et des puits de géothermie en Guyane et en Martinique.

L'âge des puits coïncide avec l'essor et le développement de ces différentes filières. Dans le domaine de l'exploitation des hydrocarbures, près de 80% des puits dont l'âge est connu ont plus de 50 ans, sans compter les nombreux puits forés avant la première guerre mondiale dans le bassin de Pechelbronn, dont la date n'est pas précisée dans les bases de données. En dehors de Pechelbronn, la période la plus intense que la France ait connue en matière d'exploitation d'hydrocarbures se situe entre 1950 et 1965, où une centaine de puits étaient forés chaque année. Dans le domaine de la géothermie profonde, la plupart des puits ont entre 30 et 40 ans d'existence tandis que dans le domaine des stockages souterrains, ils ont pour la plupart entre 30 et 60 ans.

La profondeur des puits varie en fonction des régions, des domaines d'activité et de l'objet des puits. Dans le cas des stockages souterrains, leur profondeur varie d'une centaine de mètres pour les stockages en cavités minées à plus de 1500 m pour les stockages en cavités salines. En géothermie profonde, la profondeur des puits varie de quelques centaines de mètres dans les contextes volcaniques à près de 5000 m dans les contextes de géothermie de type EGS, la plupart des puits étant situés entre 1000 et 2500 m de profondeur. Enfin, dans le domaine des hydrocarbures, on trouve les puits les moins profonds dans le bassin de Pechelbronn (profondeurs entre 200 et 800 m) et les puits les plus profonds en Aquitaine (2500 à 6000 m). Les puits du bassin parisien ont deux profondeurs caractéristiques, l'une autour de 400-600 m correspondant aux horizons du Néocomien et l'autre autour de 1600-2000m correspondant au Dogger.

En ce qui concerne plus spécifiquement les puits d'hydrocarbures, environ un tiers des puits dont l'objet est connu (soit environ 6000 puits) sont des *core drills*, c'est-à-dire des puits de faible profondeur (typiquement inférieurs à 200 m), qui ne rencontrent généralement pas d'horizons producteurs d'hydrocarbures. Les risques à long-terme liés à ces puits, en tout cas pour ce qui concerne d'éventuelles fuites d'hydrocarbures, sont donc très limités. Un deuxième tiers correspond aux puits d'exploration et un troisième tiers aux puits de développement ou d'extension. Les puits classés en tant que puits d'exploration sont, assez logiquement, rarement producteurs (10% seulement) mais présentent, dans 56% des cas, des indices d'huile et/ou de gaz. Les puits de développement ou d'extension sont en revanche souvent producteurs (dans 74% des cas).

Les deux-tiers des puits d'hydrocarbures forés en France l'ont été par un faible nombre d'opérateurs (essentiellement la SAEM en Alsace, Elf Aquitaine dans le sud-ouest, ESSO REP et RAP dans le bassin parisien). En revanche, on a assisté ces dernières décennies, compte tenu de la maturité du domaine minier métropolitain à terre, à une poursuite de l'exploitation des hydrocarbures par de plus petits opérateurs (Vermilion REP, Lundin, SPPE, Geopetrol, Petrorep, Bridgeoil, etc.). Ces derniers, ainsi que d'autres petites sociétés, ont participé au maintien de l'activité d'exploration à terre, l'activité en mer restant principalement le fait de grandes sociétés comme ConocoPhillips, ExxonMobil ou Shell.

La majorité des puits d'hydrocarbures (96%) sont des puits « simples ». On dénombre néanmoins 242 puits « complexe », c'est-à-dire ayant fait l'objet d'une ou plusieurs reprises. Ces reprises sont le plus souvent des *side-tracks* (60%), le deuxième cas le plus fréquent étant des approfondissements de puits (23%).

La plupart des informations directement disponibles dans les bases de données sont soit des informations générales, par exemple la localisation des puits (99,9% des cas), la profondeur atteinte (77%), la date de forage (73%), soit relatives à la présence d'hydrocarbures, c'est-à-dire le résultat pétrolier (70% des puits). Les informations plus techniques, par exemple concernant les tubages, la cimentation, l'artésianisme, etc. sont peu renseignées. Ces informations ne peuvent donc être obtenues que par l'analyse complémentaire de documents ou de diagraphies propres à chaque puits.

On dénombre, sur les deux portails internet que sont le guichet H et le site Infoterre, environ 24000 documents réglementaires et 42000 diagraphies accessibles en téléchargement. Le niveau d'information dont on dispose sur les puits est très variable d'un puits à l'autre. La moitié des puits, c'est-à-dire ceux forés à partir de la moitié du 20^{ème} siècle, est bien documentée tandis que l'autre moitié est peu, voire pas documentée.

Les documents réglementaires les plus souvent disponibles dans les archives nationales sont les rapports de fin de sondage (RFS) et les documents relatifs à la géologie des formations traversées (log fondamental, fiche géologique, etc.). En revanche, les rapports d'abandon sont beaucoup moins fréquents (disponibles seulement pour 6% des puits documentés).

Même si, pour certains puits d'exploration, les conditions de bouchage du puits peuvent être décrites dans le RFS, il apparaît globalement un besoin d'élargir la recherche d'informations sur les conditions d'abandon des puits auprès des services qui ont été historiquement en charge du suivi des travaux et de la police des mines (DREALs), ainsi qu'auprès des exploitants. Cette recherche complémentaire apparaît indispensable à une appréciation (même qualitative) des risques à long-terme liés à ces puits.

7. LISTE DES ANNEXES

Repère	Désignation	Nombre de pages
ANNEXE A	Table de correspondance entre les champs d'information du fichier de synthèse et ceux des fichiers sources	4 A4
ANNEXE B	Systemes de référencement des puits	2 A4
ANNEXE C	Les principaux types de diagraphies et leurs acronymes	4 A4
ANNEXE D	Caractéristiques des stockages en France	2 A4

ANNEXE A.

TABLE DE CORRESPONDANCE ENTRE LES CHAMPS D'INFORMATION DU
FICHER DE SYNTHÈSE ET CEUX DES FICHIERS SOURCES

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	
	Intitulé du champ	Description	Sources BEPH				Sources BSS				Sources GEODERIS		
			Guichet H	Fichier "WL_synth -Lahaie-16-09-2015.xls"	Fichier "PUITS_DOM TOM-01-09-2015.xls"	Fichier "EXTRAPET_ PUITS-01-09- 2015.xls"	Fichier "GuichetH_WellDoc _201506.txt"	Site Infoterre	Fichier "BSS_petroliers.csv"	Fichier "haguenau.csv"	Fichier "Données Péchelbronn.xls"	Fichier E2016- 031DC_Renseigneme ntsPuitsPétrole.xls"	
IDENTIFICATION	REGION	Région de l'ouvrage (selon zonage BEPH)	-	Numéro BEPH (2 premiers chiffres)	-	-	-	-	-	-	-	-	
	ID BEPH	Identifiant BEPH de l'ouvrage	Archivage au BEPH	Numéro BEPH	NOSCG	Numéro	-	-	-	-	-	-	
	ID ARCHIVE BEPH	Identifiant BEPH de l'archive de l'ouvrage	-	Numéro archive	-	Archivage	-	-	-	-	-	-	
	INDICE BSS	indice BSS de l'ouvrage	-	BRGM_IND	-	-	-	Info disponible	indice	indice	-	-	
	DESIGNATION	Désignation BSS de l'ouvrage	-	-	-	-	-	-	designation	designation	Numero	Numero	
	NOM DU PUIITS	Nom de l'ouvrage	Nom du forage	Nom du puits	NOMFOR	WLNAME	-	-	Adresse ou Lieu-dit	-	-	-	-
	SIGLE	Abréviation de l'ouvrage	Abréviation & Numéro	Abréviation & Numéro abréviation	ID+NM+CP	WLABBR & WLNUMB	-	-	-	-	-	-	-
INFOS GENERALES	ACTIVITE CONCERNEE	Activité minière concernée	-	-	-	Type	-	-	recherche / exploitation	recherche / exploitation	-	-	
	CONTEXTE	Onshore (ONS) / offshore (OFS)	-	On shore / Off shore	-	-	-	-	-	-	-	-	
	OBJET DU PUIITS	Objet de l'ouvrage à l'origine (classif CSEP)	Type défini à l'origine	Type de puits	TYP	-	-	-	recherche / exploitation	recherche / exploitation	-	-	
	OPERATEUR	Opérateur	Opérateur	Opérateur	-	-	-	-	-	-	-	-	
	REALISATION EFFECTIVE	Foré ou non (non foré ou implanté)	Statut actuel	Progression	-	-	-	-	-	-	-	-	
	DEBUT FORAGE	Date de début du forage	Dates d'exécution	Date de début de forage	DEBF	SPDDAT	-	-	-	-	-	-	
	FIN FORAGE	Date de fin du forage	Dates d'exécution	Date de fin de forage	FINF	ENDDAT	-	-	Date de fin de travaux	date_fin_travaux	date_fin_travaux	-	-
	DATE CONFID	Date de fin de confidentialité	Date fin de confidentialité	Date de fin de confidentialité	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LOCALISATION	DEP	Département	Département	Département	-	-	-	Département	num_departement	num_departement	-	-	
	COMMUNE	Commune	Commune	-	-	-	-	Commune	nom_commune	nom_commune	-	-	
	LIEU PRECIS	-	-	-	-	-	-	-	lieu_dit	lieu_dit	-	-	
	ZONE LAMB	Zone de projection Lambert	-	Zlambert	-	-	ZLAMB	-	-	-	-	-	
	XL	Coordonnées X Lambert (indifférencié)	-	Xlambert	XL	XL	-	-	-	-	XL1	XL1	
	YL	Coordonnées Y Lambert (indifférencié)	-	Ylambert	YL	YL	-	-	-	-	YL1	YL1	
	XLE	Coordonnées X Lambert Etendu	X Lambert 2 étendu métrique	XLambert II étendu	-	X Lamb. ét.	-	Lambert 2 étendu	x_l2e	x_l2e	-	-	
	YLE	Coordonnées Y Lambert Etendu	Y Lambert 2 étendu métrique	YLambert II étendu	-	Y Lamb. ét	-	Lambert 2 étendu	y_l2e	y_l2e	-	-	
	XL93	Coordonnées X Lambert93	X Lambert 93 métrique	-	-	-	-	Lambert 93	x_ref06	x_ref06	-	-	
	YL93	Coordonnées Y Lambert93	Y Lambert 93 métrique	-	-	-	-	Lambert 93	y_ref06	y_ref06	-	-	
	XG	Coordonnées X en grades	X Géographiques (grades)	-	XG	XG	-	-	-	-	-	-	
	YG	Coordonnées Y en grades	Y Géographiques (grades)	-	YG	YG	-	-	-	-	-	-	
	XD	Coordonnées X en degrés	-	-	-	-	-	-	longitude	longitude	-	-	
	YD	Coordonnées Y en degrés	-	-	-	-	-	-	latitude	latitude	-	-	
	SYST INIT	Système de coordonnées d'origine	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Z sol (m)	Altitude sol	-	Zsol	ZSOL	-	-	Altitude	z_sol	z_sol	-	-	
	Z table (m)	Altitude plancher de forage (lors du forage)	-	Ztable	-	-	-	Z origine	-	-	-	-	
CARTE TOPO	Plan de localisation de l'ouvrage	Disponible sur le Guichet H	-	-	-	-	Disponible sur Infoterre	-	-	-	-		

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
	Intitulé du champ	Description	Sources BEPH				Sources BSS				Sources GEODERIS	
			Guichet H	Fichier "WL_synth -Lahaie-16-09-2015.xls"	Fichier "PUITS_DOM TOM-01-09-2015.xls"	Fichier "EXTRAPET_ PUITS-01-09- 2015.xls"	Fichier "GuichetH_WellDoc _201506.txt"	Site Infoterre	Fichier "BSS_petroliers.csv"	Fichier "haguenau.csv"	Fichier "Données Péchelbronn.xls"	Fichier E2016- 031DC_Renseigneme ntsPuitsPétrole.xls"
INFOS TECHNIQUES	STRUCT	Structure du puits	-	Déduit de Numéro archive	-	-	-	-	-	-	-	-
	NB ELEMENTS	Nbre d'éléments du puits	-	Déduit de Numéro archive	-	-	-	-	-	-	-	-
	TYPE ELEMENT	Type d'élément de puits (selon codification BEPH)	-	Catégorie	-	Structure	-	-	-	-	-	-
	REPRISE	Element correspondant à une reprise ou non	-	Déduit de Numéro archive	-	-	-	-	-	-	-	-
	PROF MD (m)	Profondeur forée	Profondeur atteinte	Profondeur foreur MD	-	-	-	Profondeur atteinte	prof_atteinte	prof_atteinte	-	-
	PROF MD2 (m)	Profondeur forée Geoderis ou BSS (si différente)	-	-	-	-	-	-	prof_atteinte	-	-	Profondeur
	PROF TVD (m)	Profondeur verticale atteinte	-	Profondeur verticale TVD	-	-	-	-	-	-	-	-
	INCLINE		-		-	WLDEV	-		nature	nature	-	-
	MODE EXECUTION	Mode d'exécution	-	-	-	-	-	-	mode_execution	mode_execution	-	-
	TUBE		-	-	-	-	-	-	Etat_ouvrage	-	-	Tubage
	CIMENTE		-	-	-	-	Log de cimentation présent	-	etat_ouvrage (cimentation extrados)	etat_ouvrage (cimentation extrados)	-	Cimentation
	NIVEAU ATTEINT	Niveau géologique le plus profond atteint	Niveau géologique atteint	Niveau atteint	-	-	-	-	-	-	-	-
	RESULTAT PETROLIER	Résultat pétrolier	Résultat pétrolier	Résultat à l'origine	-	-	-	-	etat_ouvrage (sec)	etat_ouvrage (sec)	-	Productif
	GAZ	Présence potentielle de gaz dans l'ouvrage	-	Déduit de Résultat à l'origine	-	-	-	-	-	-	-	Type_vendue
RESULTAT DETAILLE	Résultat pétrolier détaillé	Résultat pétrolier	Résumé détaillé du résultat	-	-	-	-	-	-	-	Productif	
ARTESIEN	Caractère artésien ou non de l'ouvrage	-	-	-	-	-	-	etat_ouvrage (jaillissant)	etat_ouvrage (jaillissant)	-	Artesien	
EXPLOITE	Exploité, exploité temporairement ou ancienne exploitation	-	-	-	-	-	-	etat_ouvrage	etat_ouvrage	-	-	
DOCUMENTS	RFS	Rapport de fin de sondage	Info disponible	Statut du RFS	-	-	Info disponible	Scan disponible	-	-	-	-
	LCH	Log de chantier	Info disponible	Statut du log de chantier	-	-	Info disponible	Scan disponible	-	-	-	-
	RTS	Rapport technique sur l'exécution du sondage	Info disponible	-	-	-	Info disponible	Scan disponible	-	-	-	-
	LFO	Log fondamental	Info disponible	Statut du log fondamental	-	-	Info disponible	Scan disponible	-	-	-	-
	FGE	Fiche géologique	Info disponible	Statut de la fiche géologique	-	-	Info disponible	Scan disponible	-	-	-	-
	RCP	Rapport de complétion (rapport d'essais de production, rapport de mise en production ou de mise en injection)	Info disponible	-	-	-	Info disponible	Scan disponible	-	-	-	-
	ABD	Rapport de fermeture définitive	Info disponible	Rapport d'abandon	-	-	Info disponible	Scan disponible	-	-	-	-
	DOCS DIV	Documents divers (rapport intermédiaire, plan de localisation, description des cuttings, fiche stratigraphique, données paléontologiques)	Info disponible	-	-	-	Info disponible	Scan disponible	-	-	-	-
	LOG GEOL	Log géologique vérifié	-	-	-	-	-	-	log_geol_verifie	log_geol_verifie	-	-
COUPE GEOL	Coupe géologique	-	-	-	-	-	-	coupe_geologique/coupe_simplifiee	coupe_geologique/coupe_simplifiee	-	-	

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
	Intitulé du champ	Description	Sources BEPH					Sources BSS			Sources GEODERIS	
			Guichet H	Fichier "WL_synth -Lahaie-16-09-2015.xls"	Fichier "PUITS_DOM TOM-01-09-2015.xls"	Fichier "EXTRAPET_ PUITS-01-09- 2015.xls"	Fichier "GuichetH_WellDoc _201506.txt"	Site Infoterre	Fichier "BSS_petroliers.csv"	Fichier "haguenau.csv"	Fichier "Données Péchelbronn.xls"	Fichier E2016- 031DC_Renseigneme ntsPuitsPétrole.xls"
LOGS	PAPIER	Diagraphies papier disponibles	-	Statut des diagraphies papiers	-	-	-	-	-	-	-	-
	NUMER	Diagraphies numérisées disponibles	Info disponible	Statut des diagraphies numériques	-	-	Oui si ABREV non vide	Scan disponible	-	-	-	-
	TYPES	Abréviations des diagraphies numérisées disponibles	Info disponible	-	-	-	Info disponible	Scan disponible	-	-	-	-
	PRECISIONS	Détails sur les abréviations des diagraphies (surtout DIAG RARE)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	AUTRES INFOS								documents	documents		
ECHANT.	CAROTTES	Carottes reçues ou non au BEPH	-	Réception des carottes	-	-	-	-	echantillon	echantillon	-	-
	DEBLAIS	Déblais reçus ou non au BEPH	-	Statut des déblais	-	-	-	-	-	-	-	-
ETAT ACTUEL	ABANDONNE		-	Rapport d'abandon	-	-	Rapport d'abandon présent	-	etat_ouvrage	etat_ouvrage	-	-
	REBOUCHE		-	-	-	-	-	-	etat_ouvrage (colmate)	etat_ouvrage (colmate)	-	-
	BOUCHON CIMENT		-	-	-	-	-	-	-	-	-	Bouchon_ciment
	BOUCHON BOIS		-	-	-	-	-	-	-	-	-	Bouchons_bois
	REMBLAI		-	-	-	-	-	-	etat_ouvrage (remblai partiel)	etat_ouvrage (remblai partiel)	-	-
	DALLE BETON		-	-	-	-	-	-	etat_ouvrage	etat_ouvrage	-	-
	ACCES		-	-	-	-	-	-	etat_ouvrage (acces)	etat_ouvrage (acces)	-	-
	MESURES		-	-	-	-	-	-	etat_ouvrage (mesure)	etat_ouvrage (mesure)	-	-
AUTRES INFOS	Autres informations	-	-	-	-	-	-	etat_ouvrage	etat_ouvrage	-	-	
COMMENTAIRES	COMMENTAIRES BEPH	Commentaires BEPH	-	Commentaires divers	-	-	-	-	-	-	-	-
	COMMENTAIRES BSS	Commentaires BSS	-	-	-	-	-	-	reference_biblio	reference_biblio	-	-

ANNEXE B.
SYSTÈMES DE RÉFÉRENCEMENT DES PUIITS

Il existe en France plusieurs systèmes de référencement des puits. Ainsi, un puits peut posséder plusieurs identifiants :

- un identifiant BEPH : de la forme RR-NNNN où RR est le numéro de la région et NNNN un numéro associé au puits.

Notons que l'identifiant BEPH du puits est à distinguer de l'identifiant BEPH de l'archive du puits. En effet, un puits peut avoir plusieurs archives, chaque reprise de puits donnant lieu à l'ouverture d'une nouvelle archive. L'identifiant d'une archive de puits est la suivante : ID-L où ID est l'identifiant du puits et L une lettre incrémentée à chaque nouvelle reprise : « A » pour la première reprise, « B » pour la deuxième reprise, etc.

- un indice BSS, de la forme GGGGAXNNNN où GGGG est le numéro BRGM de la carte géologique au 1/50 000^e sur laquelle se situe le puits, AX est le huitième de la carte géologique concernée et NNNN est une numérotation chronologique des dossiers par ordre d'entrée dans la BSS ;
- une désignation : au-delà de leur identifiant national (BEPH ou BSS), les puits ont généralement une désignation locale, c'est-à-dire une identité dans un système de référencement rattaché à un gisement ou à un exploitant particulier. Cette désignation prend généralement la forme d'un numéro ou d'une lettre ;
- un sigle : de la forme AAA-NN où AAA est l'abréviation de la commune ou du lieu-dit où se situe le puits et NN est un numéro chronologique. Dans certains cas (mais pas systématiquement) le sigle et la désignation du puits sont les mêmes.

ANNEXE C.

LES PRINCIPAUX TYPES DE DIAGRAPHIES ET LEURS ACRONYMES

Sources :

BEPH <http://www.beph.net/abreviation.asp?valor=0>

BSEE <https://www.bsee.gov/sites/bsee.gov/files/memos/ocs-operations/tool-code-list-06-18-2014.pdf>

Acronyme	Signification	Remarques
ACOUSTILOG	Acoustilog	
ACTS	Auxiliary Compression Tension Sub	
AFL	Analyse des fluides (eau, huile, gaz), étude thermodynamique	
AIT	Array induction imager/log	
AMS	Auxiliary measurement sonde	
APS	Accelerator porosity sonde	
ARI	Azimuthal Resistivity Imager/log	
AVO-study	Amplitude variation with offset	
BGL	Borehole geometry log	On trouve aussi BGT, GEOMETRIE DE TROU ou PROFIL DE TROU
BHC	Borehole compensated Sonic tool	
BHTV	Borehole televiewer	
BRIDGE PLUG	Pose de bouchon	
CAL	Caliper ou diamètreur	On trouve aussi DIAMETRAGE, DIAMETREUR, HCAL ou MICROdiametreur
CAROTTAGE LATERAL	Carottage latéral	On trouve aussi CORES ou SIDEWALL CORES
CBL	Log de cimentation	On trouve aussi LOG_CIMENT
CCL	Casing collar locator	
CDL	Compensated density log	
CDN	Compensated density neutron	
CDR	Compensated dual resistivity	
CDS	Compensated density sonic	
CE	Carottage électrique	Ancienne dénomination de "diagraphie"
CEMENT RETAINER	Pose de ciment retainer	
CET	Cement evaluation tool	
CFD	Computational fluids dynamics	
CFS	Coreflood studies	
CHECKSHOT	Tir de calage	
CHROMATOLOG	Chromatologie	
CLABS	-	
CLUSTER	-	
CN	Compensated neutron	
CNFD	Compensated neutron formation density	
CNL	Compensated neutron log	
CNS	Compensated neutron service	
CNT	Compensated neutron tool	
COMPOSITE	Log composite	
CORIBAND	Programme d'analyse de Logs	
CPE	-	
CPLT	Combinable Production Logging Tool	
CPS	Cement pumping skid	
CRT	Carottage, log lithologique des carottes, mesures de porosité-perméabilité sur carotte	
CS	Cable speed	
CST	Core sample taker / Chronological sample taker	
CVL	Carottage de vitesse continu	
CYBERBOND	-	
CYBERDIP	-	Effectue les calculs du pendage/mètre sur des intervalles de
CYBERLOOK	Computed log analysis	
DCC	Digital correlation cartridge	
DDBHC	Depth Derived BHC	
DEF	-	
DEBIT	Débitmétrie	On trouve aussi FLOWMETER
DENS	Densité	On trouve aussi DENSILOG ou LOG-COMPENSE-DENS-FORM
DEV	Deviation, trajectoire de puits	
DF	Derrick floor	
DFIN	Type d'inspection de cuvelage	
DIA	Planches diagraphiques diverses	
DIF	Dual induction focused	
DIFL	Dual induction focused log	
DIL	Dual Induction log	
DIPLOG	High resolution 4-arm diplog	
DIS	Dual induction sonic log	
DIT	Dual Induction log	
DITE	Dual induction	
DLL	Dual Laterolog	On trouve aussi DLT, DLT (TD) ou DST
DNL	Dual energy neutron log	
DSI	Dipole shear sonic imager	
DSL	Digitizing sonic Logging	
DSN	Dual space neutron	
DSSI	Dipole shear sonic imager	
DT	-	
DTT	Depth to time	
ELAN	Elemental log analysis	
EMS	Environmental measurement sonde	
ENERJET	Enerjet gun	Pour perforations
EPAISSEUR TUBAGE	-	
EPT	Electromagnetic propagation	
FBS	Full-Bore Spinner Flowmeter	
FD	Fluid density	
FDC	Formation density	

Acronyme	Signification	Remarques
FDL	Diagraphie de densité des formations	
FGS	Fine Guidance Sensor	
FGT	Formation gamma gamma	
FIL	Fracture identification tool	
FIT	Fluid Inclusion Technologies	
FMI	Fulbore formation micro imager	
FMS	Formation micro scanner	
FMT	Formation multi tester	
FPIT	Free point indicator tool	
FT	Formation tester log	
GAMMA	Log de densité des formations	
GCT	Continuous Guidance Tool	Surveillance d'un puits tubé
GN	Gamma neutron	
GNL	Gamma neutron log	
GPIT	General Purpose Inclination Tool	
GR	Gamma ray	
GRN	Gamma ray, neutron	
GST	Geo-steering tool	
GYROSCOPE	-	
HBC	High resolution borehole compensated sonic log	
HCAL	Single axis caliper	
HDIL	High definition induction log	
HDS	High speed directional survey	
HDT	High resolution dipmeter	
HNGS	Hostile natural gamma ray sonde	
HRN	High resolution neutron	
HRT	High resolution thermometer	
HSD	High shot density	
HVL	High velocity layer	
HYPERDOME	perforateur	
HYPERJET	Frac Gun pour perforations	
IDPH	High resolution induction tool	
IES	Induction electric survey	
IL	Induction	
IL-CE	Induction log électrique	
ILL	-	
IMPH	Medium induction	
INDUCT	Induction	
IRT	Induction resistivity tool	
ISF	Induction Spherically Focused	
ISFL	Induction Spherically Focused resistivity	
ITT	Integrated transit time	
JOINTS DE TUBAGE	perfos, contrôle ou detection des joints de tubage	
JUNK-BASKET	Dispositif pour enlever les débris de fond de forage	
LC	-	
LCH	Log de chantier	
LDL	Litho density	On trouve aussi LDT
LE	-	
LL	Latérolog	
LLD	Laterolog deep resistivity	
LOG ELEC	Log électrique	
LOG_GAZ	Log gaz	
LONG SPACED ACOUSTIC	-	
LSS	Long space sonic	
MCFL	Micro-cylindrically focused log	
MDT	Modular formation dynamic tester	
MEL	Microelectric log	
MERGE	Merge FDC/CNL/Gamma Ray/Dual Laterolog/Micro SFL Log	
MICRO CAL	Micro caliper	On trouve aussi MICROdiametreur
MICRO-SURVEY	-	
MINILOG	-	
ML	Microlog	On trouve aussi MLT
MLL	Microlatérolog	
MPBT	Mechanical plug-back tool	
MRMS	Multisample Module	
MRPO	Pumpout Module	
MSCT	Mechanical sidewall coring tool	
MSD	Mean square dip	
MSDIP	Mean square dip	
MSFL	Micro Spherically focus Log	On trouve aussi MSF et SFL
MSIP	Modular sonic imaging platform	
MSL	Micro spherical laterolog	
MWPT	Measurement while perforating tool	
N	-	
NEU_EPITH	Neutron épithermique	
NEUTRON	Neutron	
NGL	Natural gamma log	
NGS	Natural gamma ray sonde	

Acronyme	Signification	Remarques
NGT	Natural gamma ray spectrometry	
NPHI	Neutron porosity	On trouve aussi NPOR
NRHO	Bulk density	
OBDM	Overbalanced drilling method	
OBDT	Oil base mud dipmeter	
OBM	Oil base mud (imager)	
PAB	Projet de rapport d'abandon	
PACKER		Pose ou autre
PCD	Pressure case gamma (directional)	
PEF	Photo electric factor	
PEND	Pendagemétrie continue	On trouve aussi DIPMETER, HDT, INCLINE, SHIVA, SED
PERFO	Perforation	
PEX	Platform Express toolstring (resistivity, porosity, imaging)	
PHASOR	Type de diagraphie (SONIC, GR, BHC, DIT ...) à induction	
PHIT	Total Porosity	
PI	Productivity Index	
POROSITE	Porosité	
PRODUCTION	Diagraphies/log de production	
PROFONDEURS	Détermination profondeur	
PROJECTION	PROJECTION	
PRS	Mesures de pression	
PSV	Profil sismique vertical	Aussi appelé VSP
PVT	Pression volume temperature	
RCBL	Radial CBL	
RES	Résistivité	
RFT	Repeat formation testeur	
RHOB	Bulk density	
ROC	Analyse de roches	
RST	Reservoir saturation tool	
RSV	Données de réservoir	Mesures de porosité-perméabilité, log de synthèse, rapport...)
RWA	Méthode quick look de détermination de présence d'hydrocarbures ?	
SAT	Type de géophone SCHLUMBERGER	
SATA	Sorte de cement log	
SBS	Stimulation Blender Skid	
SBT	Segmented bond tool	
SD	Slim density	
SDL	Slim density log	
SDNL	Slim density neutron log	
SDP	-	
SDT	Array Sonic Tool	Outil sonore de première génération
SGR	Spectral gamma ray	On trouve aussi SG
SHDT	Stratigraphic high resolution dipmeter tool	
SL	Spectra log	
SLD	Slim hole density / Stabilized litho density	
SLIM HOLE	Outils pour forages fins	
SLS	Sonic logging Sonde	
SLT	Borehole compensated sonic logging tool	
SNP	Sidewall neutron	
SONIC	Sonic log	Aussi appelé Carottage continu de vitesses
SP	Polarisation spontanée	
SPED	Spectral pe density	
SRT	Microspherically Focused Resistivity	
STONELEY	Ondes de stoneley	
STRAIN GAUGE	Jauge de déformation (y compris GAUGE ring)	
TCP	Tubing Conveyed Perforating	
TDL	Total depth logger	
TDT	Thermal decay time	
TENS	Cable tension	
TH	Thermométrie	On trouve aussi TEMPERATURE
TH CIMENT	Température de cimentation	
TLD	Three detector lithology density	
TPT	Temperature and Pressure Tool	
TRACEUR	Traceur injecteur ou traceur éjecteur	
TST	Test	
TVD	True vertical depth	
USIT	Ultra-Sonic Imager Tool	
VDL	Variable density log	
VENUE_EAU	Détermination de venues d'eau	
VEP	Vertical Electric Profiling	
VIBRO	-	
VTS	Données de vitesses, courbes temps/profondeur, sismonsodage, check-shot	
WAVEFORMS	-	
WSS	-	
WST	Well seismic tool	
XMAC	-	
YIELDS	-	
ZDL	Compensated Z Densilog	

ANNEXE D.

CARACTÉRISTIQUES DES STOCKAGES EN FRANCE

(SOURCES : WWW.INERIS.FR – WWW.STORENGY.COM –
WWW.DEVELOPPEMENT-DURABLE.GOUV.FR)

Site	Département	Exploitant	Année de mise en service	Profondeur du toit du réservoir (m)	Nombre de réservoirs ou de cavités	Volume maximal de stockage autorisé (millions de Nm ³)	Volume géométrique (m ³)	Produit stocké	Nombre de puits d'injection-soutrage	Nombre de puits de contrôle	Nombre total de puits
Aquifères (12 sites, 13 stockages)											
Izaute	32	TIGF	1981	510	1	3 000	-	Gaz naturel	10	15	25
Lussagnet	40	TIGF	1957	545	1	3 500	-	Gaz naturel	14	14	28
Goumay-sur-Aronde	60	Storengy	1976	717	1	3 130	-	Gaz naturel	58		58
Beynes profond	78	Storengy	1975	740	1	800	-	Gaz naturel	23	12	35
Beynes supérieur	78	Storengy	1956	430	1	475	-	Gaz naturel	13	14	27
Saint-Illiers-la-Ville	78	Storengy	1965	470	1	1 500	-	Gaz naturel	31	18	49
Germigny-sous-Coulombs	77	Storengy	1982	848	1	2 800	-	Gaz naturel	22	30	52
Saint-Clair-sur-Epte	95	Storengy	1982	702 et 743	2	1 700	-	Gaz naturel	20	18	38
Cerville	54	Storengy	1970	450	1	1 500	-	Gaz naturel	38	16	54
Céré-la-Ronde	37	Storengy	1993	910	1	1 200	-	Gaz naturel	13	13	26
Chémery	41	Storengy	1968	1 085	1	7 000	-	Gaz naturel	67	26	93
Soings-en-Sologne	41	Storengy	1981*	820	1	1 138	-	Gaz naturel	10	18	28
Gisement déplété (1 site, 1 stockage non exploité depuis 2014)											
Trois-Fontaines-l'Abbaye	51	Storengy	2010*	1 700	1	2 080	-	Gaz naturel	5	10	15
Cavités de dissolution (6 sites, 78 cavités de stockage)											
Étrez	1	Storengy	1980	1 400	21	1 117	3 771 000	Gaz naturel	21	0	21
Manosque	4	Géométhane	1993	1 000	7	496	2 200 000	Gaz naturel	7	0	7
		Géosel	1967	300 à 900	32	-	13 000 000	HC liquides, pétrole brut, GPL	32	0	32
Tersanne	26	Storengy	1970	1 400	13	262	1 566 000	Gaz naturel	13	0	13
Hauterives	26	Storengy	2012	1 160	2	200	2 250 000	Gaz naturel	2	0	2
Viriât	1	TOTAL	1970	1 000	2	-	150 000	P ^{dt} chimiques liquéfiés (éthylène)	2	0	2
Grand Serre	26	NOVAPEX	1972	1 250	1	-	60 000	P ^{dt} chimiques liquéfiés (propylène)	1	0	1
Cavités minées (4 sites, 9 cavités de stockage)											
Lavera	13	GEOGAZ LAVERA	1984	80	2	-	183 000	GPL (butane)	-	-	
			1971	110	1	-	120 000	GPL (propane)	-	-	
		PRIMAGAZ	1998	142	1	-	98 200	GPL (propane)	-	-	
Petit-Couronne	76	S ¹⁶ des Pétroles SHELL	1966	150	2	-	65 000	GPL (butane, propane)	-	-	
Donges	44	TOTAL	1977	120	2	-	77 000	GPL (propane)	-	-	
Senecey-le-Grand	71	BUTAGAZ	1996	133	1	-	8 000	GPL (propane)	-	-	
TOTAL									402	204	606