

Document public



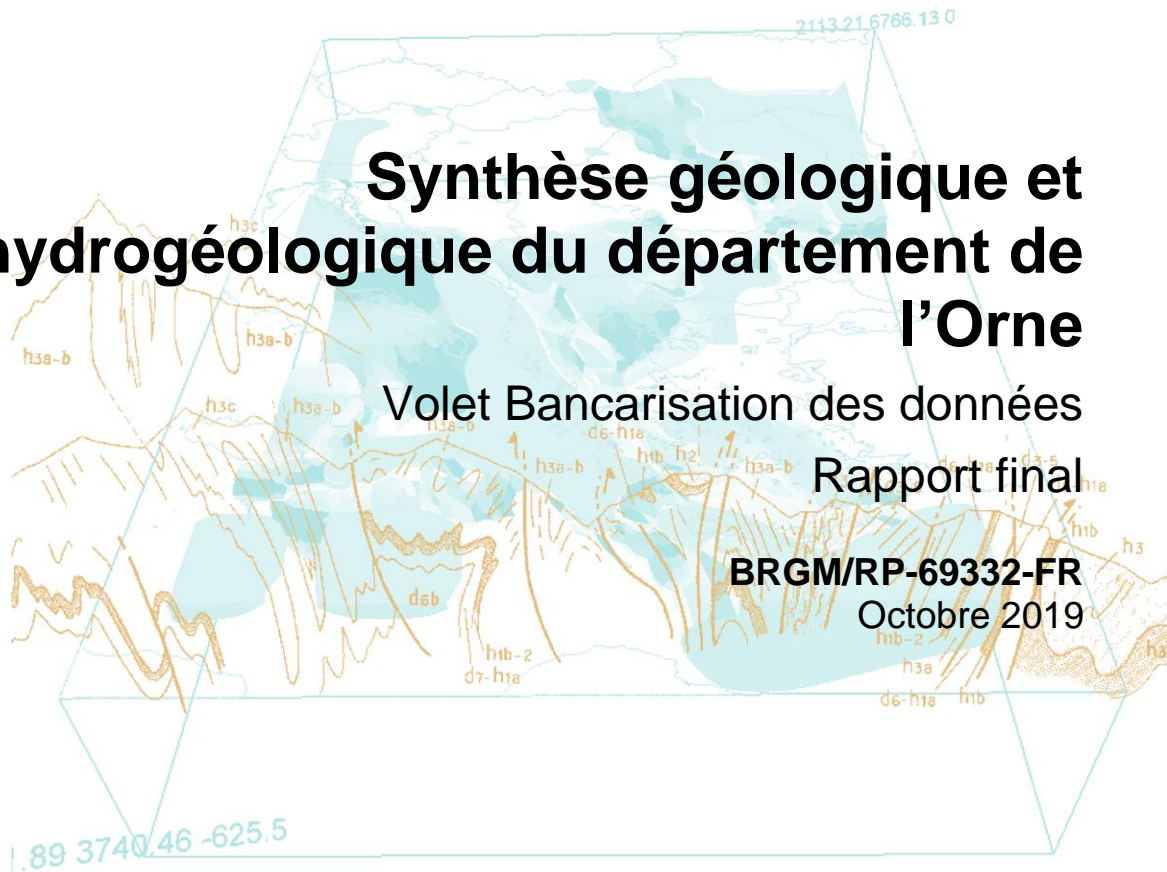
Synthèse géologique et hydrogéologique du département de l'Orne

Volet Bancarisation des données

Rapport final

BRGM/RP-69332-FR

Octobre 2019



Avec le concours financier de :



Document public

Synthèse géologique et hydrogéologique du département de l'Orne

Volet Bancarisation des données
Rapport final


BRGM/RP-69332-FR
Octobre 2019

Étude réalisée dans le cadre du projet de recherche et développement partagés (AP16BNO007) mené pour le Syndicat Départemental de l'Eau de l'Orne (SDE61) : Programme OAGPRO61 bis, Outil intégré d'aide à la gestion patrimoniale des ressources en eaux souterraines du département de l'Orne, Phase 1.


E. Idée, N. Jallais

Avec la collaboration de P. Eid et V. Malassigne

Vérificateur :

Nom : Bruno Mougin
Fonction : Hydrogéologue
Date : 29/10/2019
Signature : 

Approbateur :

Nom : Didier Pennequin
Fonction : Directeur Régional Normandie
Date : 12/11/2019
Signature : 

Le système de management de la qualité et de l'environnement est certifié par AFNOR selon les normes ISO 9001 et ISO 14001.
Contact : qualite@brgm.fr

Avec le concours financier de :



Mots-clés : Hydrogéologie, Géologie, Bancarisation, SIG, Syndicat Départemental de l'Eau, piézométrie, failles, coupes, géophysique, diagraphies, paramètres hydrodynamiques, arrivée d'eau, karst, Orne, Normandie, France.

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

Idée E., Jallais N. avec la collaboration de Eid P. et Malassigne V. (2019) – Synthèse géologique et hydrogéologique du département de l'Orne. Volet bancarisation des données. Rapport final BRGM/RP-69332-FR, 55 p., 17 ill., 2 ann., 1 CD.

Synthèse

La géologie du département de l'Orne a pour particularité d'être située à cheval entre le Massif Armoricaïn à l'Ouest, avec ses formations géologiques dites « de socle » (roches cristallines à cristallophylliennes et métamorphiques ainsi que les formations sédimentaires plissées du Paléozoïque) et le Bassin Parisien à l'Est, avec ses formations sédimentaires plus récentes (Mésozoïque et Cénozoïque).

Du fait de cette géologie contrastée, deux grands types d'aquifères sont présents :

- les aquifères compartimentés et diffus, dits « de socle »,
- les aquifères sédimentaires, stratifiés et plus ou moins continus.

Ces réservoirs ont un comportement hydraulique spécifique lié à l'histoire géologique des roches qui les constituent, où les lithologies affectées par des éléments structuraux (failles, plis, ...) contribuent au fonctionnement hydraulique des nappes d'eau souterraine.

La connaissance du fonctionnement des ressources en eau souterraine est aujourd'hui un enjeu majeur pour développer les stratégies nécessaires à leur gestion durable et à celle des milieux aquatiques associés. Malheureusement, les informations permettant la compréhension de leur fonctionnement sont souvent incomplètes, en partie à cause notamment d'une dispersion des données, à une répartition inégale de l'information sur le territoire, à un manque de valorisation de l'information et à un accès aux ressources documentaires de ce fait, rendu difficile.

Pour répondre à ces enjeux, le Syndicat Départemental de l'Eau de l'Orne (SDE61) et le BRGM Normandie ont donc travaillé, avec leurs partenaires, à la mise en œuvre d'un programme en 2 phases d'amélioration des connaissances géologiques et hydrogéologiques pour l'ensemble du département de l'Orne qui vise à créer un Outil intégré d'Aide à la Gestion Patrimoniale des Ressources en eau souterraine du département (programme OAGPRO61bis).

Cette étude réalisée dans le cadre de la première phase du Programme OAGPRO61Bis (ex. AGHO) a permis de collecter, traiter et bancariser les informations géologiques, géophysiques et hydrogéologiques des principales formations aquifères du département de l'Orne.

Ce travail s'est appuyé notamment sur l'analyse d'une partie des données disponibles au Syndicat Départemental de l'Eau de l'Orne (SDE 61) et en bibliographie (dont fond documentaire BRGM) afin de construire une base de données à l'échelle départementale. Les documents consultés étaient principalement des études de recherche d'eau souterraine et des études de vulnérabilité de la ressource en eau captée ou de protection des points de prélèvement des domaines sédimentaires ou de socle.

Les données bancarisées sont : les cartes piézométriques, les informations structurales, les coupes et profils géologiques, la nature des roches de socle, les résultats de prospections géophysiques, les diagraphies, les paramètres hydrodynamiques, les arrivées d'eau souterraine, le karst et l'endokarst (réseaux karstiques rencontrés en forage). Au total, 9 718 données ont été bancarisées au cours de cette étude.

Les autres rapports BRGM réalisés dans le cadre de la première phase du programme OAGPRO61bis sont les suivants :

- BRGM/RP-69292-FR, volet géologique
- BRGM/RP-69331-FR, volet hydrogéologique

Sommaire

1. Introduction	7
1.1. CADRE DE L'ETUDE	7
1.2. OBJECTIFS.....	8
2. Collecte des données	9
2.1. NUMERISATION DE DONNEES PAPIER.....	9
2.2. ARCHIVES NUMERIQUES DU SYNDICAT DEPARTEMENTAL	9
2.3. SUITES A DONNER.....	9
3. Traitement et bancarisation des données hydrogéologiques et géologiques du département de l'Orne	11
3.1. METHODOLOGIE DE BANCARISATION DES DONNEES.....	11
3.2. DESCRIPTION DES BASES DE DONNEES ET DONNEES BANCARISEES	11
3.2.1. Cartes piézométriques.....	11
3.2.2. Données géologiques structurales	14
3.2.3. Coupes et profils géologiques	16
3.2.4. Données géophysiques	19
3.2.5. Diagraphies	21
3.2.6. Paramètres hydrodynamiques.....	23
3.2.7. Chroniques piézométriques	26
3.2.8. Bétoires et traçages	29
3.2.9. Endokarst.....	31
3.2.10. Nature des roches de socle	33
3.2.11. Bilan des données bancarisées	36
4. Conclusions et perspectives	37

Liste des illustrations

Illustration 1 : Exemple d'information spatiale de carte hydrogéologique bancarisée à l'aide d'outils SIG, secteur d'Alençon	12
Illustration 2 : Répartition des cartes piézométriques bancarisées, fond carte lithologique et structurale simplifiée du département de l'Orne (source : RP-69292-FR).....	13
Illustration 3 : Répartition des données géologiques structurales bancarisées, fond carte lithologique et structurale simplifiée du département de l'Orne (source : RP-69292-FR).....	15
Illustration 4 : Exemple d'information spatiale géologique bancarisée à l'aide d'outils SIG	17
Illustration 5 : Répartition des coupes et profils géologiques bancarisés, fond carte lithologique et structurale simplifiée du département de l'Orne (source : RP-69292-FR)	18
Illustration 6 : Exemple d'information spatiale géophysique bancarisée à l'aide d'outils SIG, secteur de Domfront.....	19
Illustration 7 : Répartition des données géophysiques bancarisées (cartes, profils et sondages), fond carte lithologique et structurale simplifiée du département de l'Orne (source : RP-69292-FR)	20
Illustration 8 : Répartition des ouvrages ayant fait l'objet d'une diagraphie, fond carte lithologique et structurale simplifiée du département de l'Orne (source : RP-69292-FR)	22
Illustration 9 : Nature des diagraphies réalisées dans les ouvrages du département de l'Orne .	23
Illustration 10 : Répartition des ouvrages pour lesquels des paramètres hydrodynamiques et/ou des arrivées d'eau souterraine sont renseignés, fond carte lithologique et structurale simplifiée du département de l'Orne (source : RP-69292-FR)	25
Illustration 11 : Type de paramètres hydrodynamiques renseignés pour les ouvrages du département de l'Orne.....	26
Illustration 12 : Répartition des ouvrages présentant une chronique piézométrique, fond carte lithologique et structurale simplifiée du département de l'Orne (source : RP-69292-FR).....	28
Illustration 13 : Répartition des bétoires et traçages bancarisés, fond carte lithologique et structurale simplifiée du département de l'Orne (source : RP-69292-FR).....	30
Illustration 14 : Répartition des données relatives aux endokarsts bancarisées, fond carte lithologique et structurale simplifiée du département de l'Orne (source : RP-69292-FR).....	32
Illustration 15 : Répartition des ouvrages dont la lithologie de leurs horizons de socle a été bancarisée, fond carte lithologique et structurale simplifiée du département de l'Orne (source : RP-69292-FR)	34
Illustration 16 : Lithologies renseignées dans les horizons bancarisés	35
Illustration 17 : Répartition des données bancarisées dans les différentes bases de données .	36

Liste des annexes

Annexe 1 - Contenu des informations disponibles sur le support numérique.....	39
Annexe 2 - Cartes piézométrique disponibles par domaine	49

1. Introduction

1.1. CADRE DE L'ETUDE

La géologie du département de l'Orne a pour particularité d'être à cheval entre le Massif Armoricaïn à l'Ouest, avec ses formations géologiques dites « de socle » (roches cristallines à cristallophylliennes et métamorphiques ainsi que les formations sédimentaires plissées du Paléozoïque) et le Bassin Parisien à l'Est, avec ses formations sédimentaires plus récentes (Mésozoïque et Cénozoïque).

Du fait de cette géologie contrastée, deux grands types d'aquifères sont présents :

- les aquifères compartimentés et diffus, dits « de socle »,
- et les aquifères sédimentaires, stratifiés et plus ou moins continus.

Ces réservoirs ont un comportement hydraulique spécifique lié à l'histoire géologique des roches qui les constituent, où les lithologies affectées par des éléments structuraux (failles, plis, ...) contribuent au fonctionnement hydraulique des nappes d'eau souterraine.

La connaissance du fonctionnement des ressources en eau souterraine est aujourd'hui un enjeu majeur pour développer les stratégies nécessaires à leur gestion durable et à celle des milieux aquatiques associés. Malheureusement, les informations permettant la compréhension de leur fonctionnement sont souvent incomplètes, en partie à cause notamment d'une dispersion des données, à une répartition inégale de l'information sur le territoire, à un manque de valorisation de l'information et à un accès aux ressources documentaires de ce fait, rendu difficile.

Pour répondre à ces enjeux, le Syndicat Départemental de l'Eau de l'Orne (SDE61) et le BRGM Normandie ont donc travaillé, avec leurs partenaires, à la mise en œuvre d'un programme d'Amélioration des connaissances Géologiques et Hydrogéologiques pour l'ensemble du département de l'Orne (programme OAGPRO61bis).

Ce programme vise en particulier à améliorer la connaissance du fonctionnement des différents hydro-systèmes sédimentaires et de socle. On rappelle que les formations géologiques concernées par cette synthèse sont les suivantes : *formations anciennes (précambriennes, paléozoïques et magmatiques associées), pour le Mésozoïque : Bajocien-Bathonien, Oxfordien-Kimmeridgien, formations crayeuses et les sables du Perche du Crétacé supérieur. Sont donc exclues de cette étude les formations tertiaires et les formations superficielles.*

Ce programme entend répondre à ces besoins et combler les lacunes, en fournissant une information valorisée, interprétée et validée qui améliorera le socle de connaissances actuelles de l'ensemble du département de l'Orne.

Ce travail doit aboutir *in-fine*, après la réalisation d'autres phases complémentaires, à la création d'un Atlas hydrogéologique départemental, outil contenant les indicateurs nécessaires à la gestion optimisée de l'ensemble de ces ressources.

La phase 1 du programme a donc consisté en une synthèse des connaissances géologiques et hydrogéologiques actuelles, sur la base des explorations réalisées par le

Syndicat départemental sur les secteurs sédimentaires et de socle : analyse structurale et synthèse préliminaire du fonctionnement des aquifères.

Le découpage de cette étude (phase 1 du programme) était le suivant :

- Volet 1 : collecte des données, traitement et bancarisation de l'information géologique et hydrogéologique utile au projet,
- Volet 2 : analyse structurale des formations géologiques aquifères,
- Volet 3 : proposition d'une méthodologie de caractérisation des aquifères de socle,
- Volet 4 : synthèse des connaissances actuelles sur le fonctionnement des hydro-systèmes sédimentaires et de socle du département de l'Orne.

Le présent rapport BRGM/RP-69332-FR correspond au volet 1 de l'étude. Les autres rapports réalisés par le BRGM dans le cadre de la première phase du programme OAGPRO61bis sont les suivants :

- BRGM/RP-69292-FR, volet géologique
- BRGM/RP-69331-FR, volet hydrogéologique

1.2. OBJECTIFS

L'objectif principal de ce volet était donc de collecter, traiter et bancariser les informations géologiques, géophysiques et hydrogéologiques des principales formations aquifères départementales pour ensuite pouvoir valoriser l'information dans les autres volets de l'étude.

Ce travail s'appuie notamment sur l'analyse d'une partie des données disponibles au Syndicat Départemental de l'Eau de l'Orne (SDE 61) et en bibliographie (dont fond documentaire BRGM) afin de construire une base de données à l'échelle départementale.

2. Collecte des données

2.1. NUMERISATION DE DONNEES PAPIER

Les dossiers ont été sélectionnés parmi les archives du SDE61 et retenus par l'hydrogéologue départemental et le BRGM en fonction de leur intérêt. Ils concernaient globalement les thématiques suivantes :

- Recherche en eau souterraine
- Ouvrages de prélèvement souterrain
- Autres (Abandon de captages, pollutions notamment)

Les informations les plus anciennes n'étant disponibles qu'au format papier, au total ce sont 128 dossiers d'études qui ont fait l'objet d'une numérisation représentant plus de 6000 pages de données.

Les rapports ont été numérisés au format pdf et sont reportés en annexe 1 de ce rapport sur le support numérique (CD-Rom). Ils ont ensuite été intégrés aux archives numériques du Syndicat départemental. Il s'agit par exemple de campagnes géophysiques préliminaires, de notes synthétiques sur les travaux de forage de reconnaissance et pompages d'essais pour les projets de recherche en eau, mais aussi d'études hydrogéologiques visant la protection de la ressource en eau souterraine ou d'études d'incidences pour les ouvrages de prélèvement souterrain.

2.2. ARCHIVES NUMERIQUES DU SYNDICAT DEPARTEMENTAL

Une cinquantaine de rapports numériques supplémentaires ont été récupérés par le BRGM dans les dossiers plus récents suivis par le Syndicat pour ces mêmes thématiques.

Ceci porte donc à un total de plus de 170 dossiers d'études numériques collectées. L'ensemble sera utilisé ensuite pour réaliser la synthèse bibliographique des connaissances géologiques et hydrogéologiques du département de l'Orne (respectivement rapports BRGM/RP-69292-FR et RP-69331-FR du programme de phase 1 OAGPRO61bis).

2.3. SUITES A DONNER

Il est à souligner ici que le travail fourni par le BRGM était beaucoup plus important que ce qui avait été prévu avant le lancement de l'étude. Cet effort, consenti par le BRGM pour améliorer la qualité de la synthèse, n'a pu être fait que pour un nombre de documents limités ; ceci afin de respecter les contraintes budgétaires et de temps allouées pour cette étude.

Il existe encore un volume conséquent d'archives au Syndicat Départemental et au Conseil Départemental de l'Orne, plus ou moins accessibles, qui n'ont pas pu être

intégrées à cette étude. **La collecte et le traitement des données présentés dans ce rapport n'est donc pas exhaustif.**

Il serait souhaitable de poursuivre les efforts initiés pour continuer à valoriser les études réalisées par le passé et à l'avenir pour les collectivités. Ceci permettrait par exemple de compléter utilement les informations sur certains secteurs actuellement dépourvus d'informations et d'aider à rationaliser à l'avenir les programmes d'investigations comme par exemple les recherches en eau souterraine (éviter de forer là où des sondages ou forages de reconnaissances ont déjà été réalisés par le passé).

La mise à disposition du public des données bancarisées dans le cadre de l'étude, notamment via le versement immédiat des données dans la Banque de données du Sous-Sol du BRGM (BSS¹) n'a pas été prévue à ce stade du projet.

¹Les éléments de la Banque du Sous-Sol (BSS) sont consultables librement sur le site <http://infoterre.brgm.fr/>

3. Traitement et bancarisation des données hydrogéologiques et géologiques du département de l'Orne

3.1. METHODOLOGIE DE BANCARISATION DES DONNEES

Les données géologiques, géophysiques et hydrogéologiques ont été traitées et bancarisées au sein de différentes bases de données (format Excel « *.xlsx ») et, quand cela était possible, l'information a été intégrée dans un Système d'Information Géographique (SIG) afin de disposer d'une représentation cartographique des données (format Shape).

Ces différentes bases de données, au nombre de 10, regroupent les thématiques suivantes :

- les cartes piézométriques ;
- les données géologiques structurales (failles, diaclases, linéaments, axes anticlinaux et synclinaux...) ;
- les coupes et profils géologiques ;
- les données géophysiques (cartes, profils et sondages) ;
- les diagraphies ;
- les paramètres hydrodynamiques (notamment les débits spécifiques, débits critiques, transmissivités, coefficient d'emmagasinement...) et les arrivées d'eau souterraine ;
- les chroniques piézométriques ;
- les bétoires et les traçages (issues du site internet de bancarisation) ;
- les endokarsts (données relatives aux karsts) ;
- la nature des roches de socle rencontrées dans le département.

Pour chacun de ces thèmes, les informations ont été extraites des documents collectés et bancarisés dans les différentes bases de données. L'ensemble des données a été fourni au format numérique au SDE61.

3.2. DESCRIPTION DES BASES DE DONNEES ET DONNEES BANCARISEES

Cette partie présente succinctement le fonctionnement des bases de données et les différentes informations et champs renseignés.

Elle présente également l'état des données bancarisées à la fin de l'année 2018 avec notamment leur répartition spatiale à l'échelle du département de l'Orne.

3.2.1. Cartes piézométriques

Cette base de données regroupe les cartes piézométriques ayant été réalisées en totalité ou en partie sur le département de l'Orne.

Les principaux paramètres renseignés pour chaque carte piézométrique sont sa date de réalisation, la date des mesures terrain ayant permis sa réalisation et si celles-ci sont

synchrones ou non. En effet, ces 2 dates (mesures et réalisation) peuvent être différentes.

Le nombre de points de mesure, l'aquifère concerné, l'organisme ayant réalisé la carte, son échelle et la période hydrogéologique (hautes, moyennes ou basses eaux) des mesures ayant permis son élaboration sont également renseignés.

Seule la limite associée à ces cartes piézométriques a été digitalisée (emprise géographique) ; leur géoréférencement ou la digitalisation des courbes isopièzes n'a pas été entreprise. L'ensemble des cartes répertoriées est disponible dans le dossier source et identifiables grâce à leur numéro « FID » présent dans la base de données et dans le titre des cartes. Ces cartes peuvent être des images, des extraits de rapports ou directement des isopièzes au format Shape (*.shp).

89 cartes piézométriques ont été bancaisées, dont une très large majorité en domaine sédimentaire. L'ensemble des données collectées est représenté sur la carte ci-après (Illustration 2). A titre d'illustration, l'annexe 2 regroupe l'ensemble des cartes disponibles pour les formations de socle, les formations du Crétacé et du Jurassique.

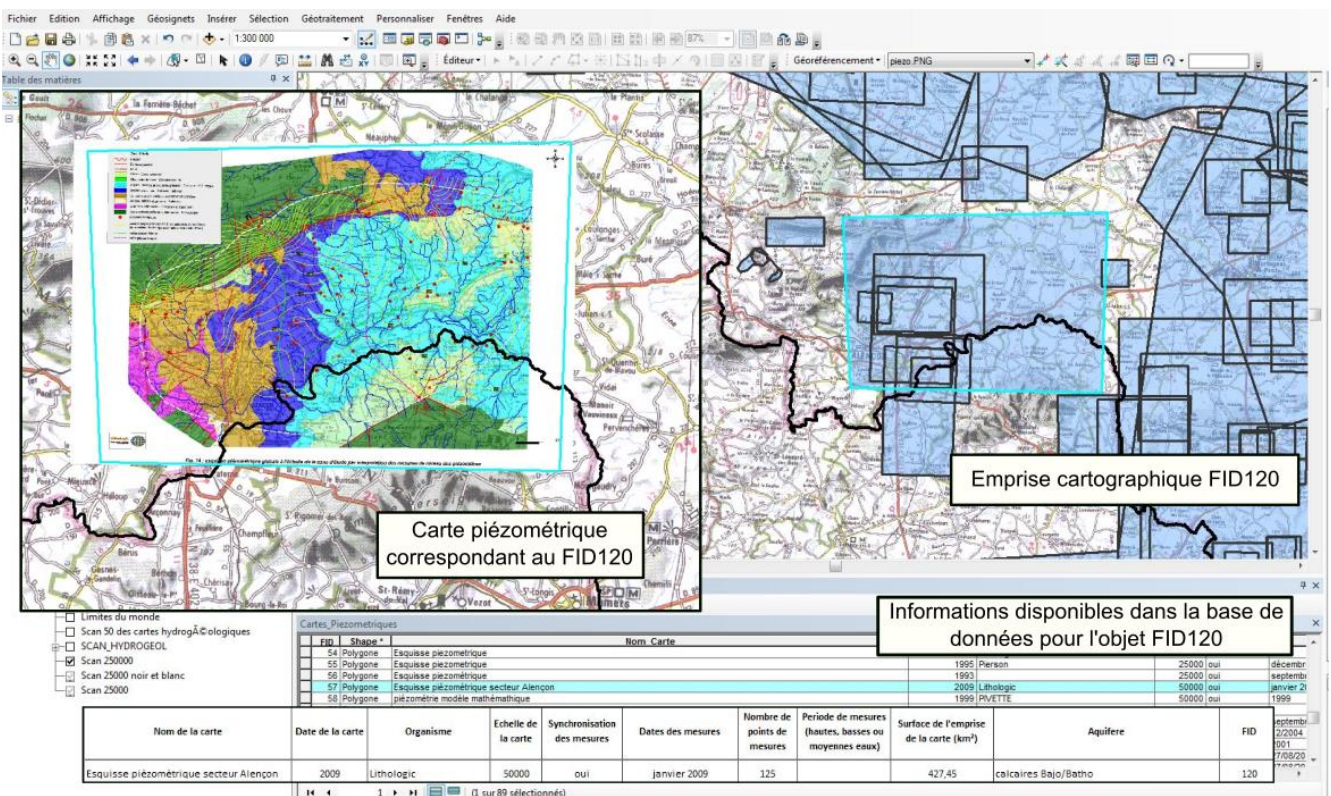


Illustration 1 : Exemple d'information spatiale de carte hydrogéologique bancaisée à l'aide d'outils SIG, secteur d'Alençon

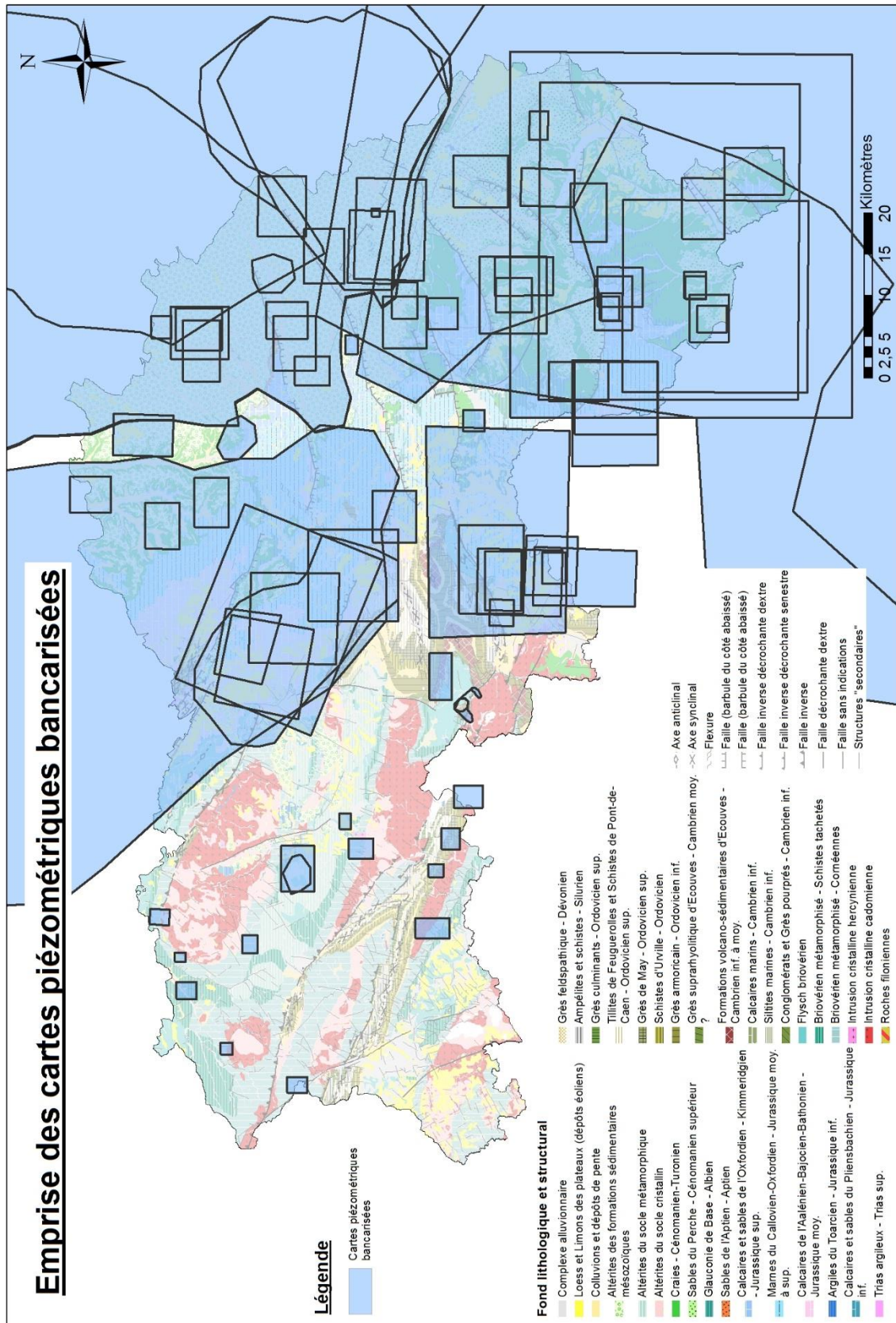


Illustration 2 : Répartition des cartes piézométriques bancarisées, fond carte lithologique et structurale simplifiée du département de l'Orne (source : RP-69292-FR)

On remarque que le domaine sédimentaire est mieux couvert que le domaine de socle qui est presque dépourvu d'études piézométriques globales ou locales (hors carte régionale des premiers niveaux d'eau rencontrés dans les altérites et formations superficielles réalisée par la DREAL Normandie).

Ces informations sont utiles pour comprendre notamment les écoulements des eaux souterraines (identification des points hauts, bas, sens d'écoulement, axes de drainage, aires d'alimentation, etc...), évaluer les écarts entre les périodes de hautes et de basses eaux (et les éventuels risques associés) et évaluer les interactions/dépendances entre les eaux souterraines, les milieux humides et les eaux superficielles.

3.2.2. Données géologiques structurales

Les données géologiques structurales correspondent aux failles, diaclases, linéaments, axes anticlinaux et synclinaux, etc... qui sont représentés par leurs auteurs dans les cartes géologiques mais également celles mises en évidence lors d'analyse en photo-interprétation mais surtout à l'aide d'outils géophysiques (sondages et tomographie électrique ou électromagnétique, etc...).

Les principaux éléments renseignés sont le type de structure (failles, plis, axe anticlinal...), son nom, sa rhéologie (fragile, ductile ...), sa direction et son azimut, son jeu de faille (normale, inverse, décrochante) et son rejet. La fiabilité de la donnée et la nature de l'observation de la structure (structure observée ou supposée) sont également renseignées. Enfin, son rôle hydrogéologique peut aussi être renseigné lorsque celui-ci est connu.

L'ensemble des structures bancarisées a été géoréférencé (coordonnées en Lambert 93).

6005 données géologiques structurales ont été bancarisées : 7 axes anticlinaux, 11 axes synclinaux, 4 flexures, 2972 failles et 3011 linéaments qui viennent s'ajouter aux données de la carte géologique harmonisée au 1/100 000 du département de l'Orne (BRGM/RP-51626-FR) soit au total 10026 objets. Elles sont présentées dans la carte ci-après (Illustration 3).

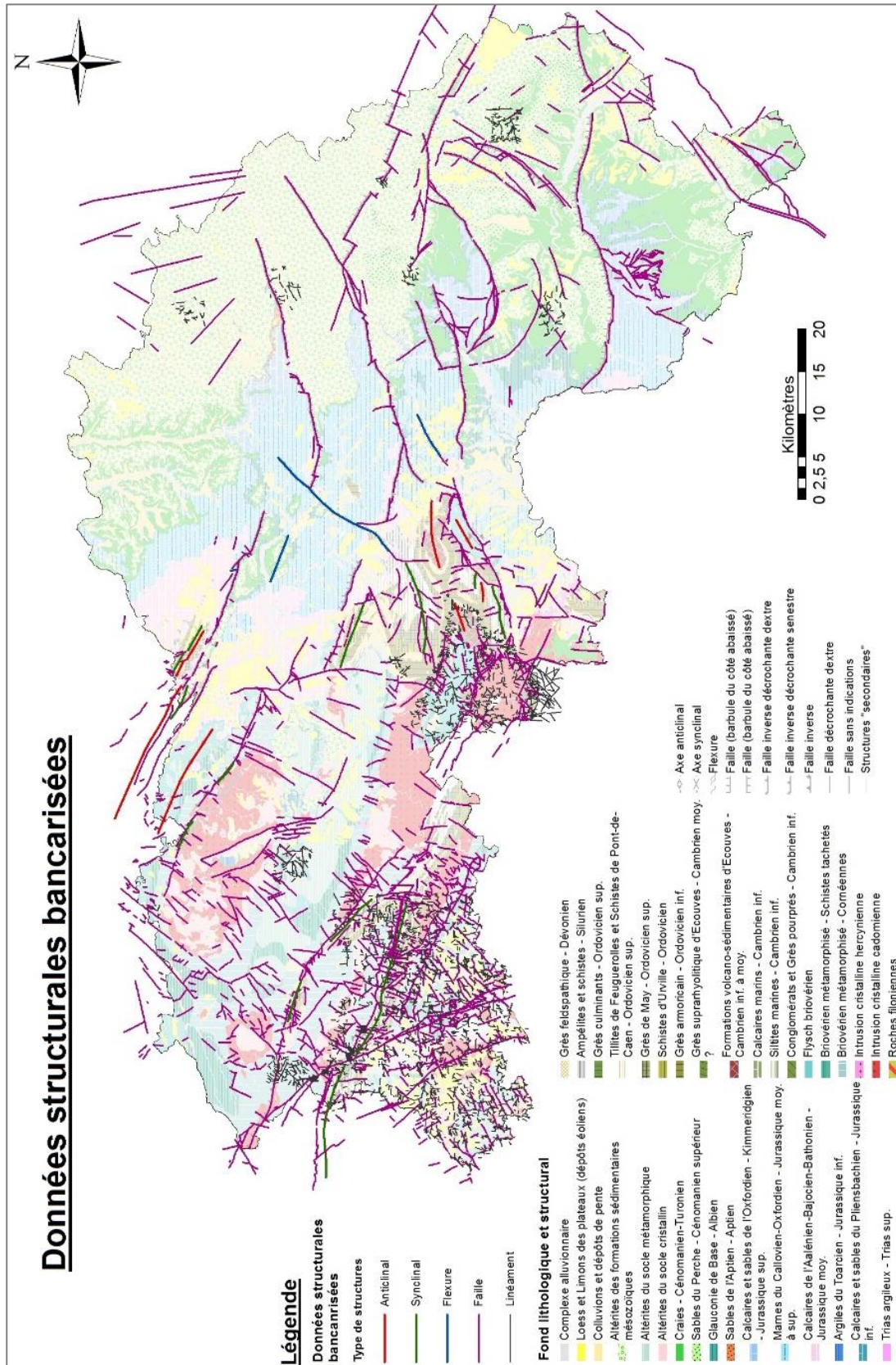


Illustration 3 : Répartition des données géologiques structurales bancarisées, fond carte lithologique et structurale simplifiée du département de l'Orne (source : RP-69292-FR)

On remarque qu'en domaine sédimentaire, seuls les plus grands accidents sont renseignés. Cette particularité s'explique par le fait que les plus petites structures sont plus difficiles à identifier car elles sont le plus souvent masquées par les formations superficielles. A l'inverse, les accidents géologiques sont relativement mieux cartographiés en domaine de socle où la « roche mère » affleure plus facilement.

L'intérêt pour ces données structurales ne concerne pas que le domaine de l'hydrogéologie, leur usage peut également concerner le domaine du génie-civil et de la géotechnique par exemple. Pour le domaine de l'hydrogéologie en particulier, la fracturation va modifier les propriétés des aquifères ou leur géométrie et avoir des incidences sur les circulations d'eau. C'est donc avec un intérêt tout particulier que ce volet doit être étudié notamment lors des études de recherche en eau souterraine, études d'incidences ou de la vulnérabilité des ressources en eau souterraine.

3.2.3. Coupes et profils géologiques

Les données compilées dans cette base de données correspondent aux coupes et aux profils géologiques (le plus souvent schématiques) répertoriés dans la bibliographie. Les principaux renseignements collectés sont le nom de la coupe concernée, sa date de réalisation, l'organisme l'ayant réalisée et son échelle.

Le tracé de la coupe ou du profil est géoréférencé (coordonnées en Lambert 93) et comme pour les cartes piézométriques, les tracés sont enregistrés dans un dossier source, identifiables grâce à leur numéro « FID » présent dans la base de données et dans le titre des coupes et profils.

78 coupes et profils géologiques ont été bancarisés dont 6 réalisés dans le cadre de cette étude par le BRGM Normandie. Ces données sont présentées dans la carte ci-après (Illustration 5).

Ces documents sont des aides à l'interprétation des données géologiques et hydrogéologiques qui peuvent également avoir un intérêt dans un objectif de vulgarisation et de communication de l'information.

Synthèse géologique et structurale hydrogéologique du département de l'Orne
 Volet Bancarisation des données (Programme OAGPRO61bis)

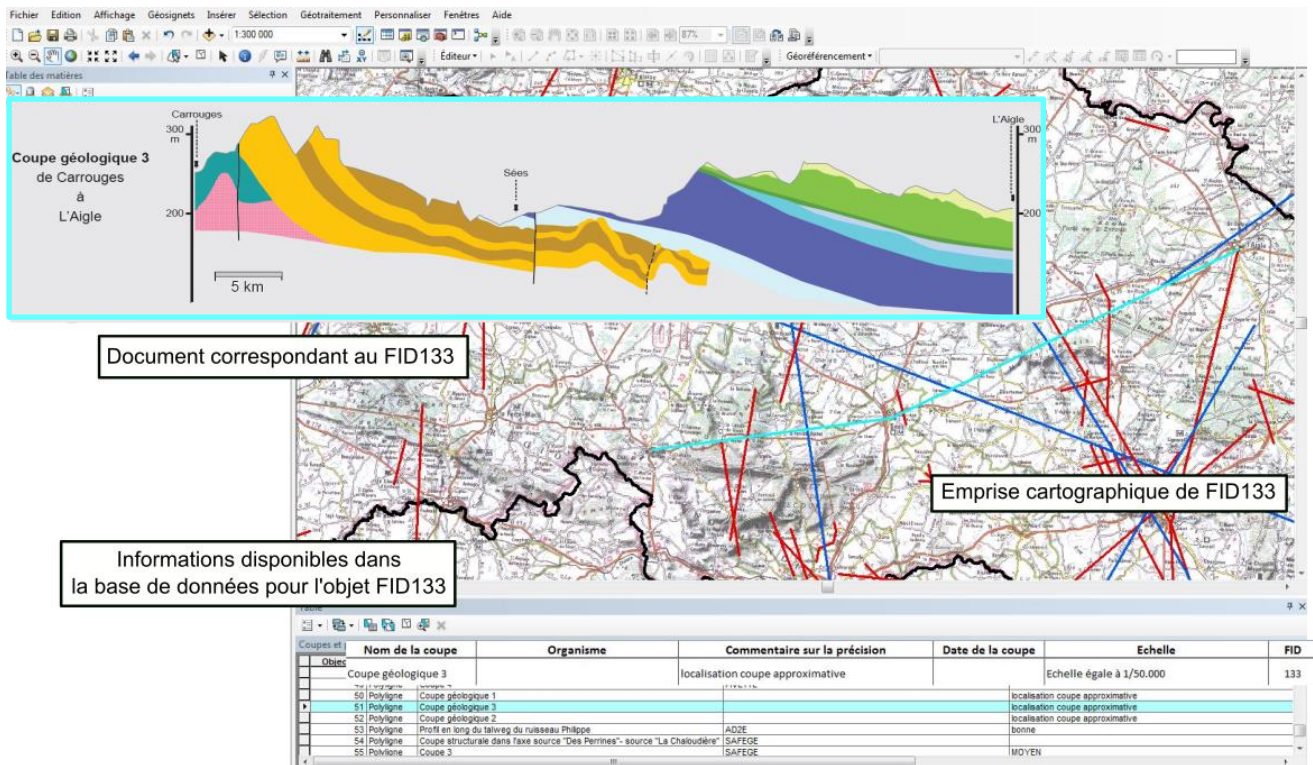


Illustration 4 : Exemple d'information spatiale géologique bancarisée à l'aide d'outils SIG

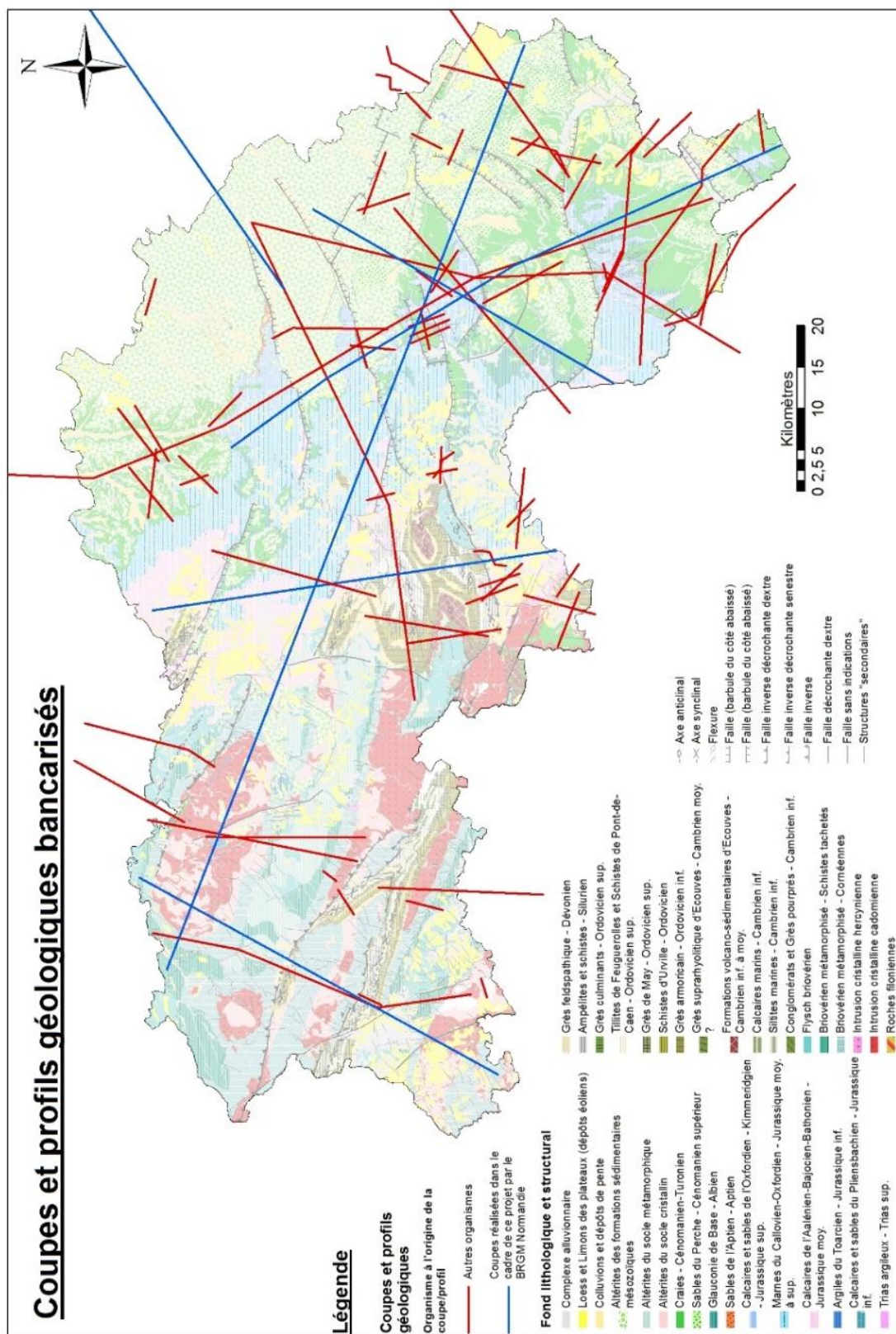


Illustration 5 : Répartition des coupes et profils géologiques bancarisés, fond carte lithologique et structurale simplifiée du département de l'Orne (source : RP-69292-FR)

3.2.4. Données géophysiques

Les données géophysiques bancarisées sont des sondages, des profils et des cartes géophysiques. Les renseignements collectés sont le nom du profil, de la carte ou du sondage concerné, sa précision et la méthode géophysique employée avec une description du protocole mis en place (comme par exemple le nombre d'électrodes et l'espacement entre celles-ci pour les profils électriques). La date de réalisation du profil, du sondage ou de la carte est également renseignée ainsi que l'organisme l'ayant réalisé. Pour les sondages géophysiques, l'ouvrage dans lequel a été réalisé le sondage est également renseigné et pour les profils géophysiques, leurs longueurs et les ouvrages ayant servi à son calage sont renseignés.

Les sondages, profils et cartes sont géoréférencés (coordonnées en Lambert 93). Pour les cartes, seules leurs emprises sont géoréférencées et pour les profils, leurs tracés. Tout comme les cartes piézométriques et les coupes et profils géologiques, les données géophysiques sont enregistrées dans un dossier source et identifiées par un numéro « FID » présent dans la base de données et dans le titre du sondage, profil et/ou carte géophysique (Illustration 6).

743 données géophysiques ont été bancarisées : 55 cartes, 305 profils et 383 sondages. La répartition de ces données au sein du département de l'Orne est présentée dans la carte ci-après (Illustration 7 page suivante).

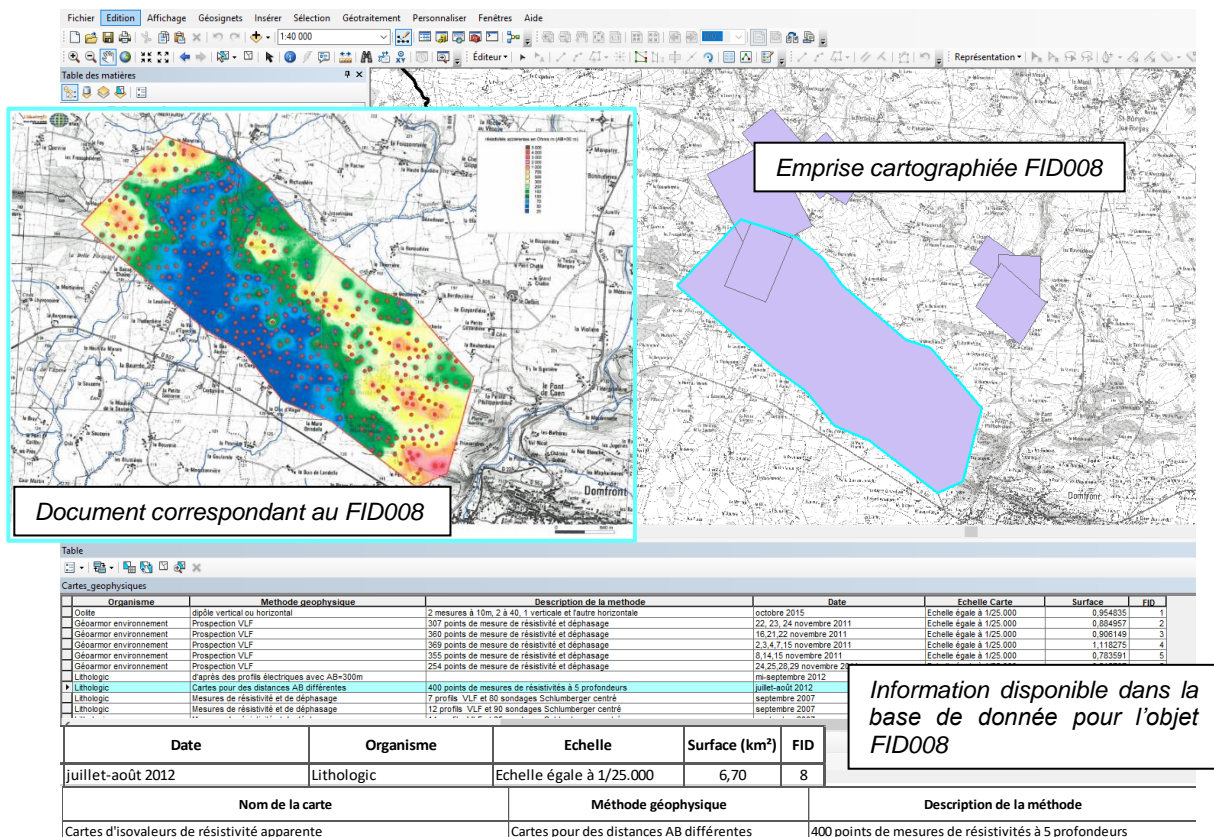


Illustration 6 : Exemple d'information spatiale géophysique bancarisée à l'aide d'outils SIG, secteur de Domfront

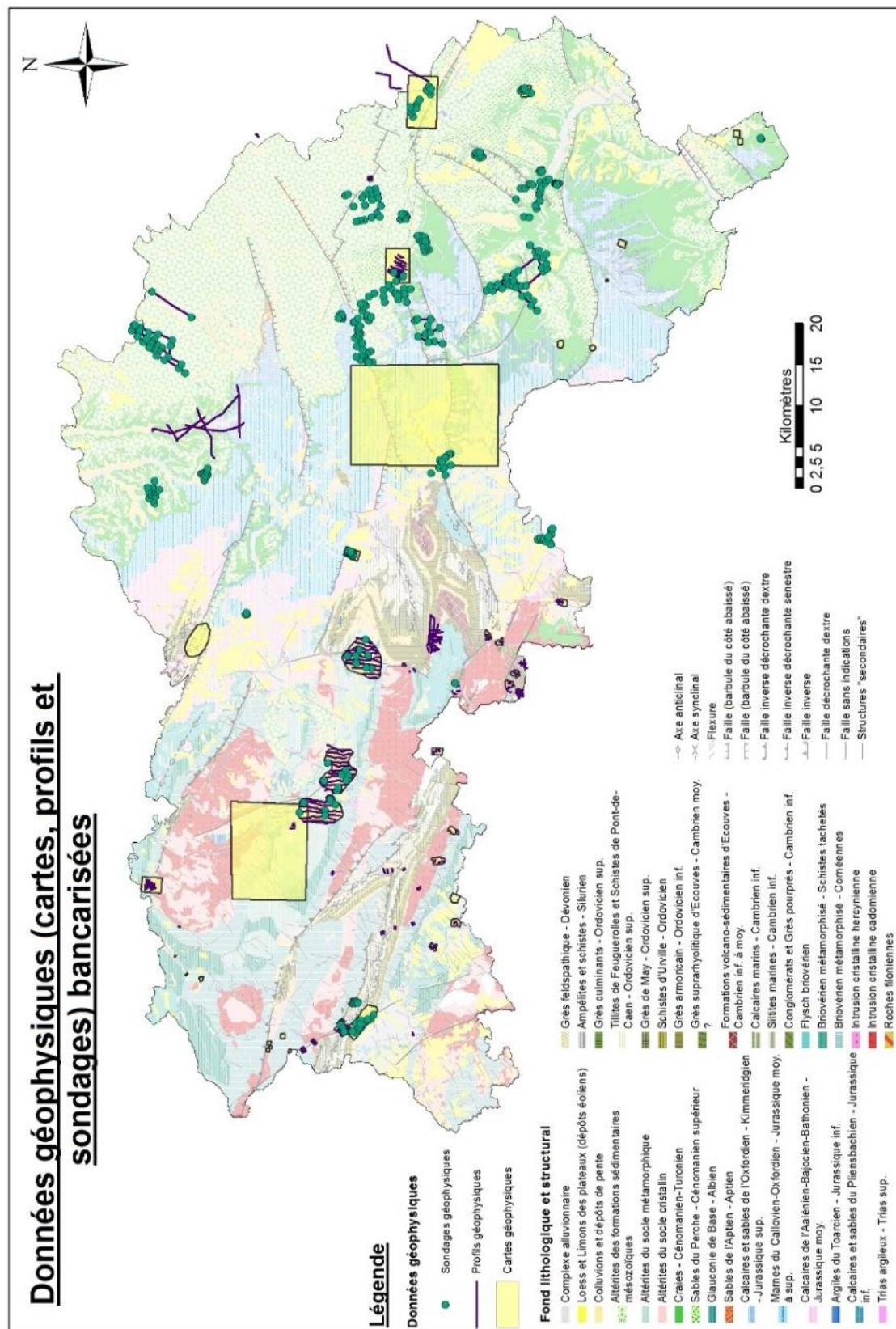


Illustration 7 : Répartition des données géophysiques bancarisées (cartes, profils et sondages), fond carte lithologique et structurale simplifiée du département de l'Orne (source : RP-69292-FR)

L'information est ici mieux répartie spatialement à l'échelle du département de l'Orne.

Ces informations sont particulièrement utiles pour identifier les discontinuités des milieux géologiques qu'ils soient lithologiques ou en lien avec la fracturation ou la présence d'eau. Cette information est très importante à prendre en compte notamment pour les projets de recherche en eau souterraine.

3.2.5. Diagraphies

Cette base de données compile l'ensemble des diagraphies réalisées dans des ouvrages du département de l'Orne. Pour chaque ouvrage, la méthode géophysique employée est renseignée : gamma-ray, résistivité, acoustique (sonique, CBL, FullWave sonic), polarisation spontanée, inspection vidéo, température, conductivité ... Un « 1 » indique l'utilisation de la méthode pour l'ouvrage concerné et un « 0 » son absence.

L'ouvrage dans lequel la diagraphie a été réalisée est géoréférencé (coordonnées en Lambert 93). Les logs (appellation courante pour la représentation des résultats des diagraphies) et les rapports d'investigations sont enregistrées dans un dossier source et identifiés par le code BSS de l'ouvrage.

Au total, 40 ouvrages ayant fait l'objet d'au moins une diagraphie, ont été bancarisés. Leur répartition est présentée dans la carte ci-après (Illustration 8).

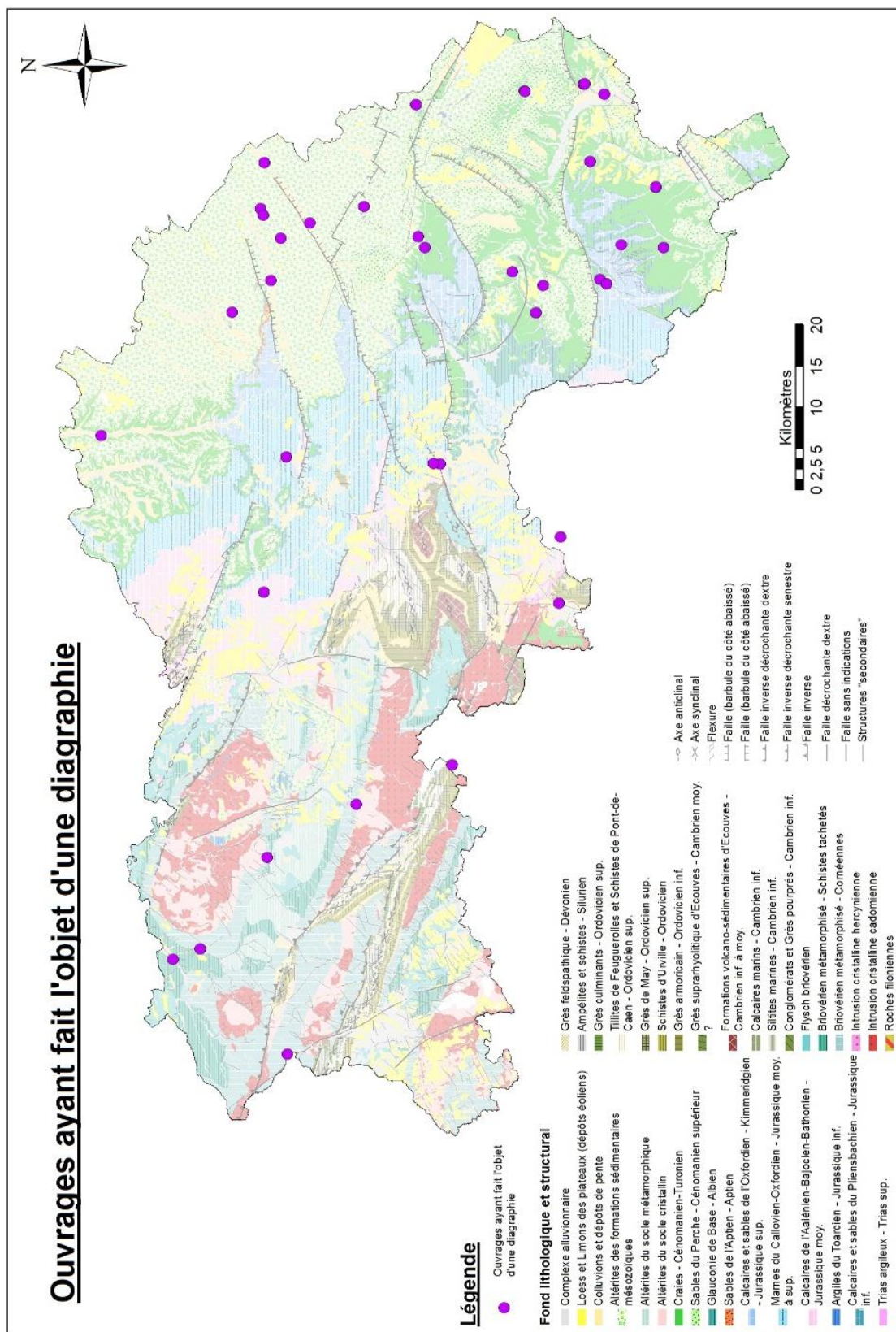


Illustration 8 : Répartition des ouvrages ayant fait l'objet d'une diagraphtie, fond carte lithologique et structurale simplifiée du département de l'Orne (source : RP-69292-FR)

Le graphique ci-après (Illustration 9) présente les différentes diagraphies qui ont été réalisées. La diagraphie la plus souvent réalisée est le gamma-ray puis l'inspection vidéo. A contrario, les diagraphies les moins réalisées sont l'imagerie de paroi, la mesure de la déviation et le contrôle des paramètres à l'avancement lors de la foration.

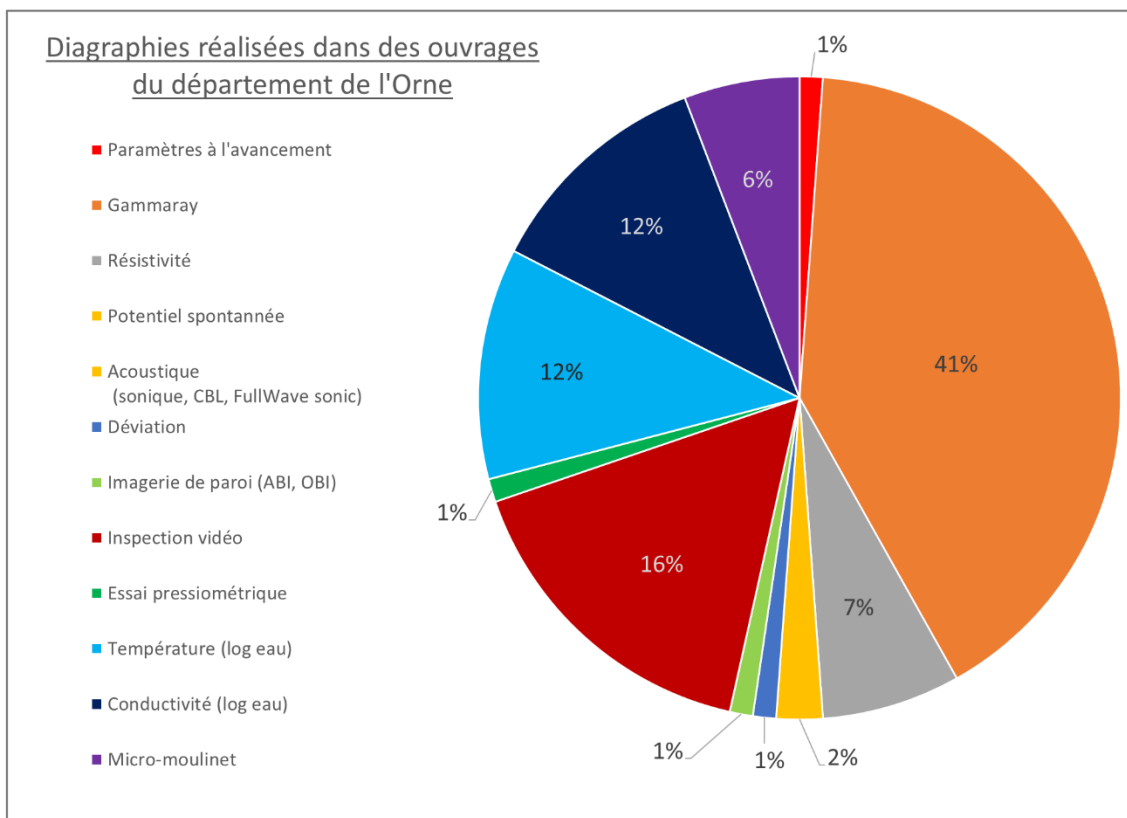


Illustration 9 : Nature des diagraphies réalisées dans les ouvrages du département de l'Orne

Ces données sont particulièrement utiles pour préciser la nature des formations géologiques rencontrées et pour évaluer leur productivité. Ces outils sont également utilisés pour évaluer l'évolution de la productivité des ouvrages au cours du temps ainsi que pour évaluer leur état (mise en évidence de dégradation, de défaut de protection, etc...).

3.2.6. Paramètres hydrodynamiques

Cette base de données permet de compiler les informations sur les paramètres hydrodynamiques déterminés après interprétation de pompages d'essais.

Les informations renseignées, selon leur disponibilité, sont les suivantes :

- pour les essais de pompages par paliers : le rabattement et le débit au dernier palier, le temps de pompage, le débit critique, le débit spécifique, le niveau statique mesuré avant pompage ainsi que sa date ;
- pour les essais de pompages dits de longue durée : le rabattement en fin de pompage, le débit d'essai, la durée de l'essai de pompage, le débit spécifique, le niveau statique mesuré avant pompage, le niveau dynamique en fin de pompage ainsi que sa date ;

- le débit spécifique lorsque le type de pompage d'essai employé n'est pas renseigné ;
- la transmissivité, la perméabilité, le coefficient d'emmagasinement ainsi que la méthode d'interprétation du pompage d'essai et le type de pompage d'essai ayant permis de déterminer ces paramètres ;
- les conditions aux limites, la distance de la limite et la transmissivité une fois la limite atteinte ;
- l'aquifère concerné est également renseigné ainsi que le débit instantané au soufflage.

L'ensemble de ces données est associé à l'ouvrage pour lequel ils ont été déterminés et l'ouvrage concerné est géoréférencé (coordonnées en Lambert 93). Pour un certain nombre de cas celui-ci dispose même d'un code BSS.

Les arrivées d'eau souterraine (soufflage) sont également associées à l'ouvrage dans lequel elles ont été mesurées et l'ouvrage concerné est géoréférencé. Les principaux renseignements bancarisés sont : la profondeur de l'arrivée d'eau, son débit estimé et l'origine de la valeur renseignée (observation lors de la foration, mesures au micromoulinet, pompage...).

981 ouvrages présentant des paramètres hydrodynamiques et 251 arrivées d'eau souterraine réparties dans 53 ouvrages ont été bancarisés dans ces bases de données. La répartition de ces données au sein du département de l'Orne est présentée dans la carte ci-après (Illustration 10).

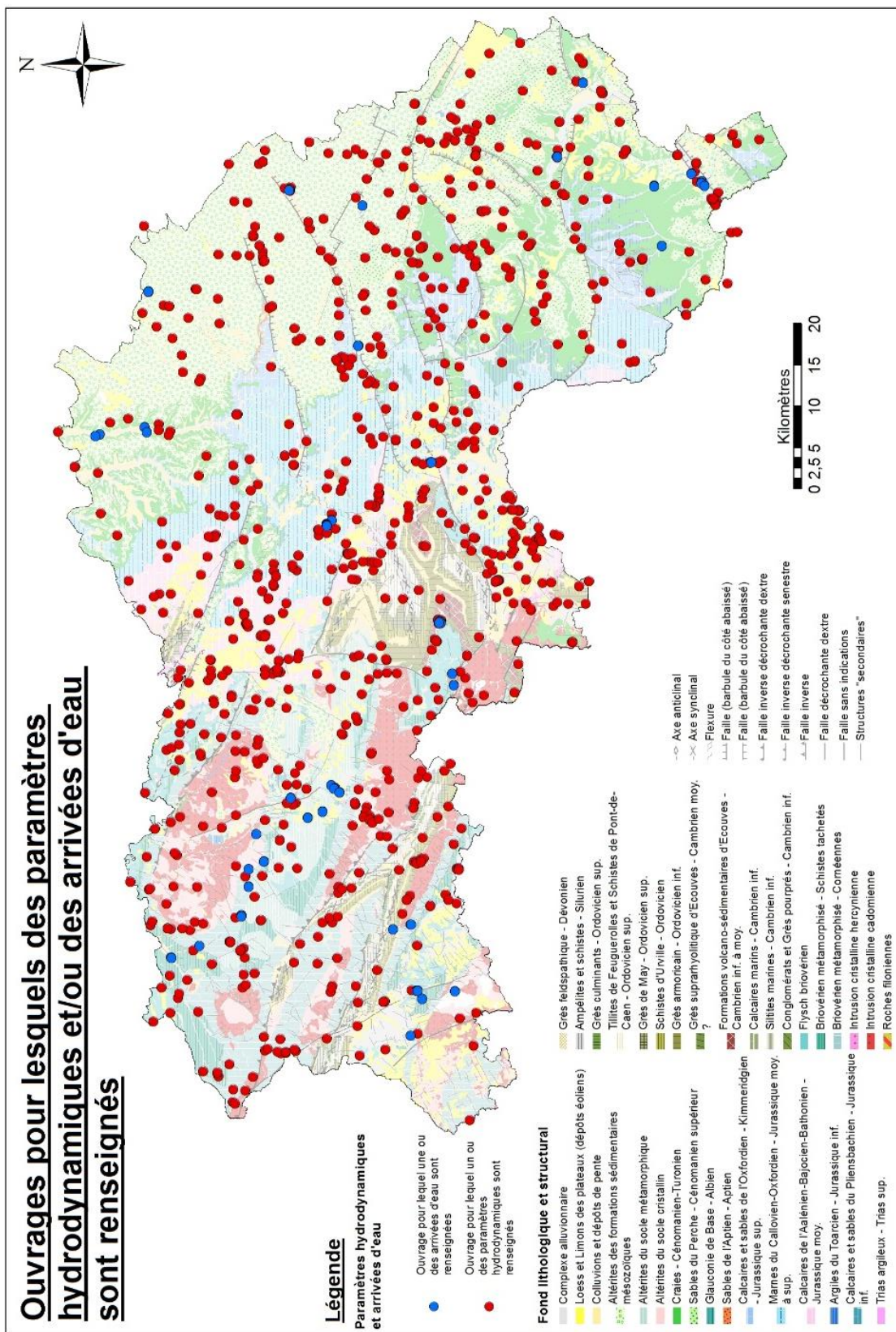


Illustration 10 : Répartition des ouvrages pour lesquels des paramètres hydrodynamiques et/ou des arrivées d'eau souterraine sont renseignés, fond carte lithologique et structurale simplifiée du département de l'Orne (source : RP-69292-FR)

On constate qu'il existe une bonne répartition des données à l'échelle du département même si la qualité et la quantité de données sont loin d'être homogènes.

Le graphique ci-après (Illustration 11) présente les différents paramètres hydrodynamiques renseignés. Le paramètre le plus renseigné est le débit au soufflage puis le rabattement au dernier palier lors d'un pompage par paliers. A contrario, les paramètres les moins renseignés sont la transmissivité par pompage (lors de la descente du niveau dynamique) et par pompage (lors de la remontée), ainsi que l'épaisseur de l'aquifère capté (hauteur crépinée). Il est à noter qu'aucune donnée de perméabilité n'a été bancarisée.

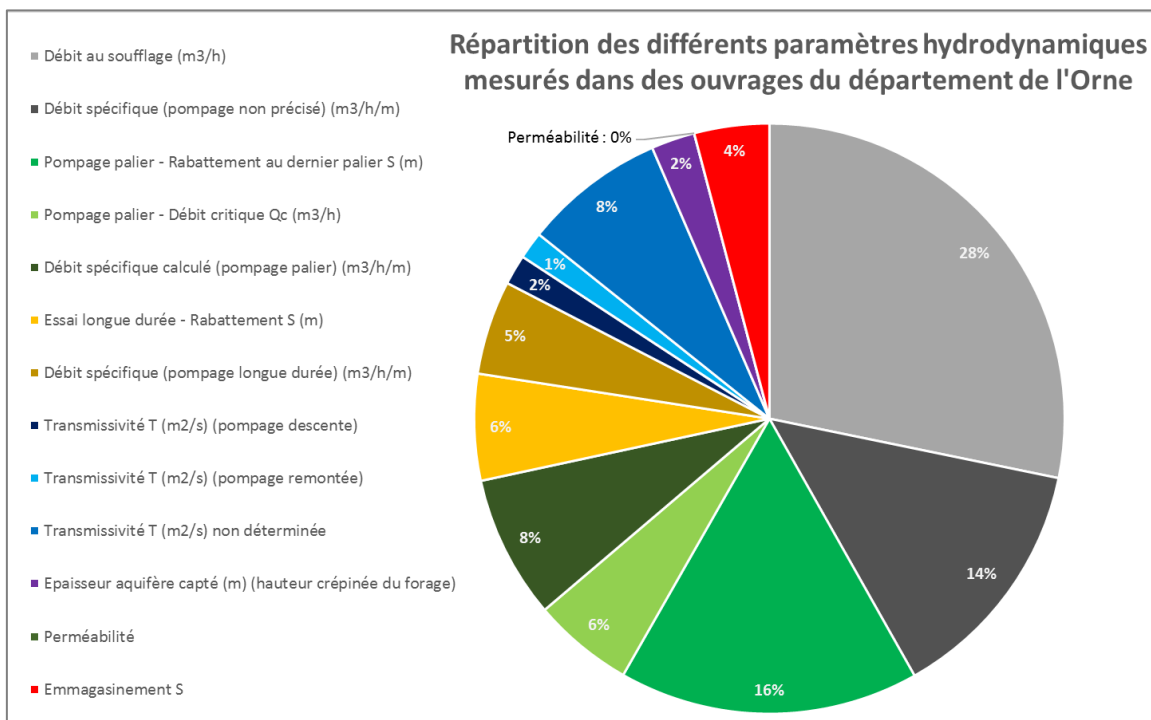


Illustration 11 : Type de paramètres hydrodynamiques renseignés pour les ouvrages du département de l'Orne

Ces données sont particulièrement utiles, entre autres, pour évaluer la capacité de prélèvement, les effets des pompages sur le milieu et pour construire des modèles hydrogéologiques.

3.2.7. Chroniques piézométriques

Cette base de données compile l'ensemble des chroniques piézométriques issues de la bibliographie.

Les principaux renseignements compilés dans cette base de données sont les dates de début et de fin de la chronique concernée, la fréquence de son suivi, son gestionnaire ainsi que l'aquifère suivi (code BDLISA [Base de Donnée des Limites des Systèmes Aquifères] et Masse d'Eau souterraine), hors données présentes dans ADES (<https://ades.eaufrance.fr/>) et hors suivi réalisé par le SDE61 sur ses ouvrages.

Chaque chronique est associée à l'ouvrage dans lequel le suivi a été réalisé et celui-ci est géoréférencé (coordonnées en Lambert 93). Les chroniques non présentes dans

ADES sont disponibles au format numérique ou au format scan papier dans un dossier source et sont identifiables via le numéro BSS de l'ouvrage suivi.

Au total, en rassemblant les données géoréférencées et les suivis en cours, 62 chroniques piézométriques sont disponibles au sein du département de l'Orne : 4 ouvrages suivis en continu par le BRGM (dans le cadre de la directive-cadre européenne sur l'eau [DCE]), 44 ouvrages suivis en continu par le SDE61 et 14 ouvrages qui ont fait l'objet d'un suivi spécifique ponctuel. Les ouvrages présentant une chronique piézométrique sont présentés dans la carte ci-après (Illustration 12).

Ces données sont particulièrement intéressantes pour comprendre comment s'effectue la recharge et la vidange des aquifères, évaluer les amplitudes entre les périodes de hautes et de basses eaux, estimer l'état de remplissage des réserves en eau souterraine. Ces informations peuvent également servir dans beaucoup de domaines autres que l'hydrogéologie (génie civil, évaluation des incidences et études réglementaires, risques naturels, etc...). Pour le domaine de l'hydrogéologie, l'information peut être utile notamment lors du calage de données hydrogéologiques et pour évaluer l'état quantitatif des ressources (période de retour des événements, suivi des sécheresses et débordements de nappe et plus largement des effets du changement climatique).

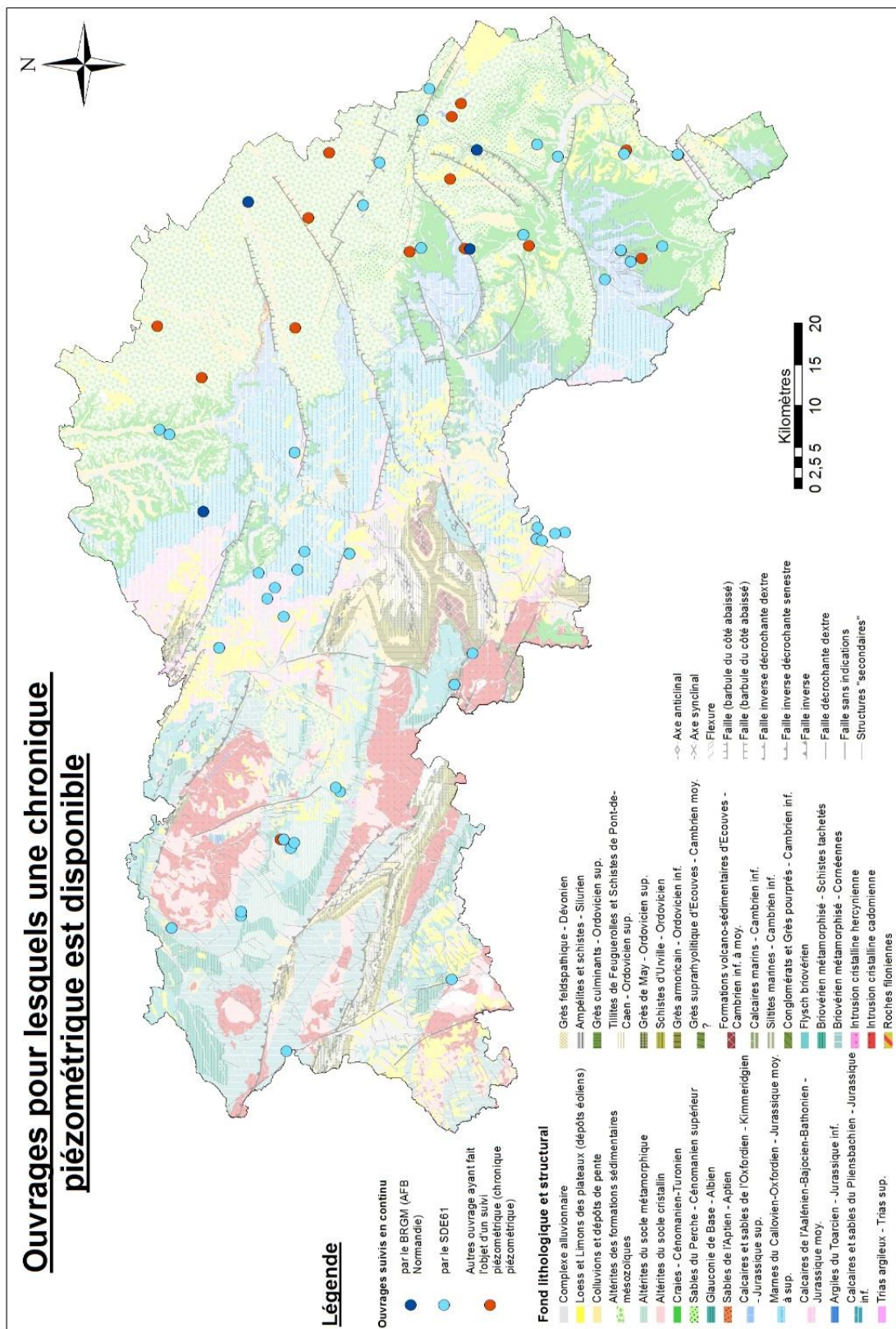


Illustration 12 : Répartition des ouvrages présentant une chronique piézométrique, fond carte lithologique et structurale simplifiée du département de l'Orne (source : RP-69292-FR)

3.2.8. Bétoires et traçages

Cette base de données compile l'ensemble des données relatives aux traçages et aux bétoires par le biais de la base de données web : <https://tracages.brgm.fr> (site de saisie, authentification nécessaire).

La partie « Bétoire » de la base de données renseigne les points d'entrée naturels du karst, c'est-à-dire les dolines ou les bétoires et les pertes. Il s'agit de points naturels et non artificiels (comme le sont les marnières et les puisards). Cette base renseigne sur la nature des indices, c'est-à-dire les anomalies ponctuelles pouvant constituer des points d'engouffrement des eaux de ruissellement dans un réseau karstique ainsi que les exutoires, c'est-à-dire les points de sortie naturels des aquifères (comme les sources par exemple).

Cette base de données renseigne également les traçages qui ont été réalisés sur le département de l'Orne. Les traçages positifs, c'est-à-dire les trajets souterrains qui ont été mis en évidence par traçage, et les traçages négatifs, c'est-à-dire les trajets souterrains testés mais pour lesquels le traceur n'est pas réapparu au point de suivi, y sont également bancarisés ainsi que la localisation des points de suivi (autres que les sources) et d'injection (autres que les bétoires) utilisés.

Pour l'ensemble de ces points, le fichier « Biblio » indique la ou les références bibliographiques qui ont permis leur bancarisation.

Des fichiers « Lisez-moi » sont aussi présents afin de décrire la signification des champs des différents éléments de ces bases de données : bétoires et indices de bétoires, traçages positifs et négatifs, points de suivi, points d'injection et exutoires. Un autre fichier « Lisez-moi » concernant les sources bibliographiques de l'ensemble des points recensés est également présent.

Au total, 253 bétoires, 322 indices de bétoires, 263 exutoires, 94 traçages positifs, 127 traçages négatifs, 61 points de suivi et 5 points d'injection ont été bancarisés. Ces données sont présentées dans la carte ci-après (Illustration 13).

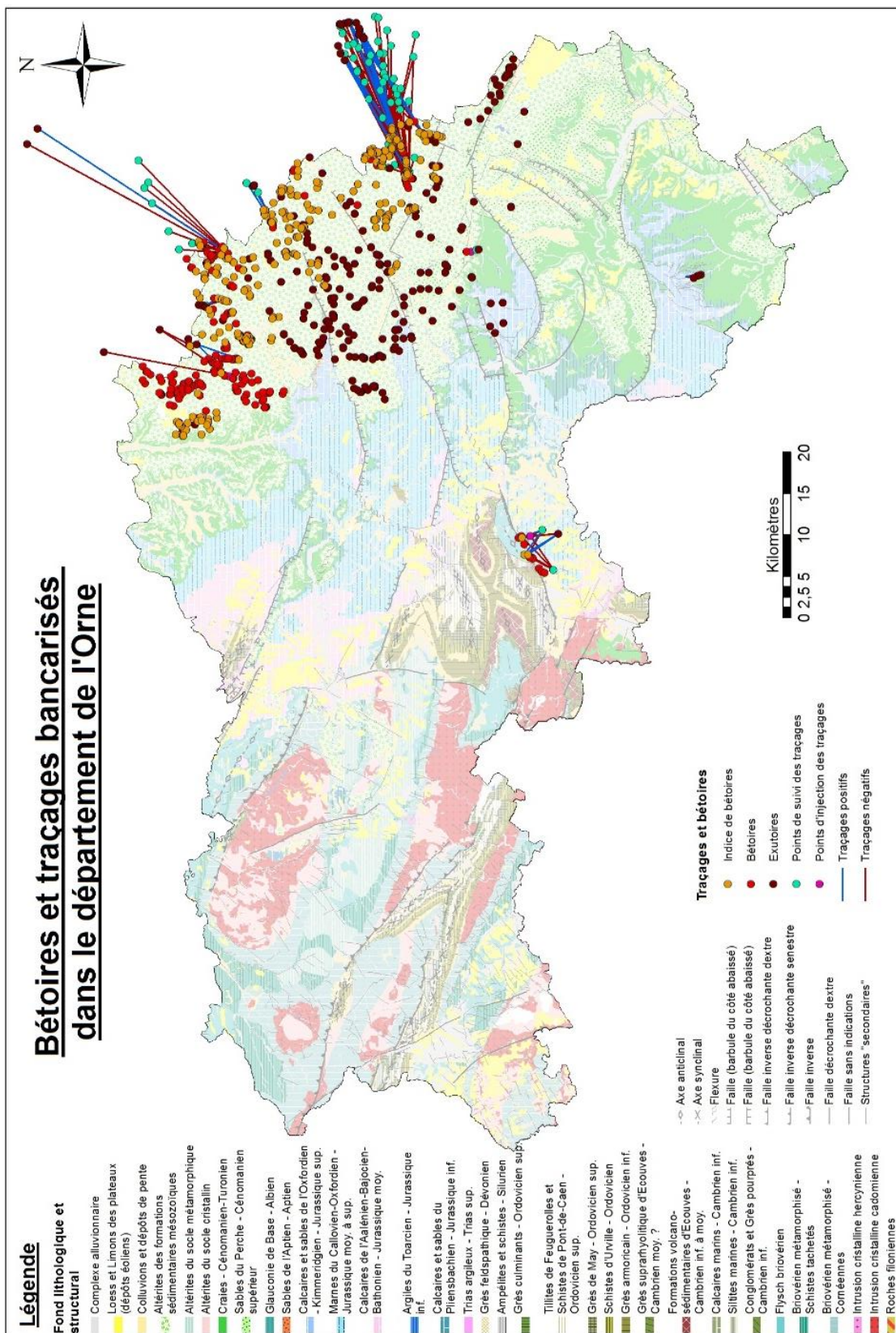


Illustration 13 : Répartition des bétoires et traçages bancarisés, fond carte lithologique et structurale simplifiée du département de l'Orne (source : RP-69292-FR)

La bancarisation met en évidence des lacunes dans le recensement des indices de bétoires/pertes et des opérations de traçages réalisées sur tout le domaine sédimentaire du département. C'est un axe de progrès important compte-tenu de l'impact de ces circulations sur la vulnérabilité des eaux souterraines. Il est donc indispensable de pouvoir identifier ces objets et opérations pour bien comprendre le fonctionnement des hydrosystèmes et en assurer leur protection.

Les informations sur le karst normand sont consultables librement sur le SIGES Seine-Normandie : <http://sigessn.brgm.fr/spip.php?rubrique52>

3.2.9. Endokarst

Cette base de données compile les données relatives aux réseaux karstiques rencontrés en forage. Ces données peuvent être par exemple des cavités, des vides rencontrés lors de la foration. Chaque donnée de karst est associée à l'ouvrage BSS dans lequel elle a été identifiée.

Ces données sont disponibles dans le dossier source et sont identifiables via le numéro BSS de l'ouvrage associé.

3 données relatives aux karsts ont été bancarisées et elles sont présentées dans la carte suivante (Illustration 14).

Ici également ces données sont très largement lacunaires ; des efforts importants seront à engager pour poursuivre cette bancarisation. Ces données sont utiles notamment pour évaluer la productivité des ouvrages et leur vulnérabilité.

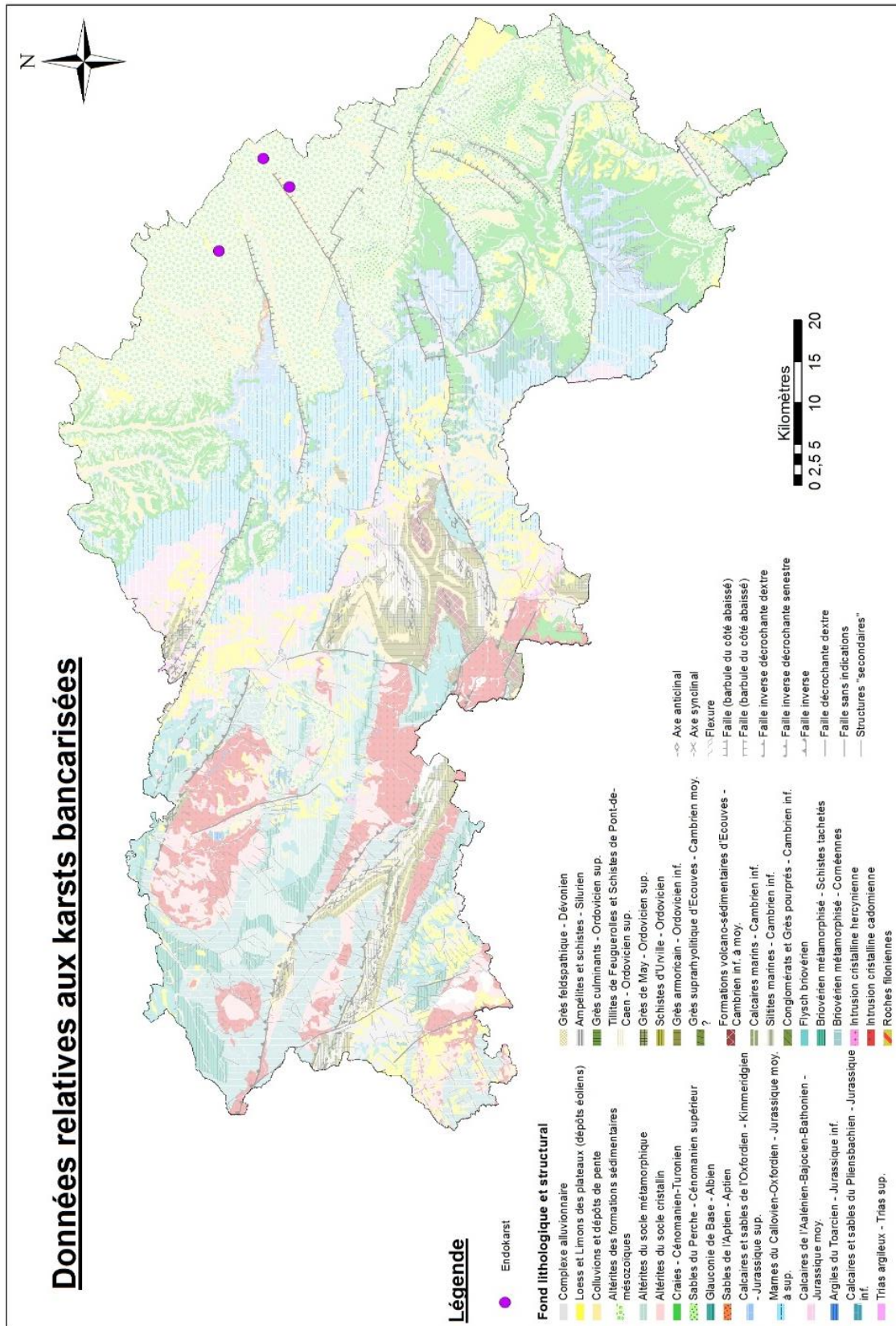


Illustration 14 : Répartition des données relatives aux endokarsts bancarisés, fond carte lithologique et structurale simplifiée du département de l'Orne (source : RP-69292-FR)

3.2.10. Nature des roches de socle

Cette base de données compile l'ensemble des données relatives aux roches traversées dans les forages de socle et plus particulièrement leur état : altération (ALT), fracturation (FRAC)... L'altitude et la profondeur de début et de fin des horizons sont également renseignés ainsi que l'épaisseur de l'horizon décrit.

Au total, la lithologie de 354 horizons répartis dans 275 ouvrages a été bancarisée. Les ouvrages pour lesquels la lithologie de leurs horizons a été bancarisée sont présentés sur la carte ci-après (Illustration 15).

La répartition spatiale des informations montre que les données saisies se sont concentrées dans l'ouest du département, sur le domaine de socle (choix retenu compte-tenu du temps disponible et de l'intérêt pour la méthodologie de caractérisation des aquifères de socle, cf. Volet 3 Hydrogéologique de l'étude via le rapport BRGM/RP-69331-FR). Dans un second temps, cette base pourrait toutefois être étendue au domaine sédimentaire.

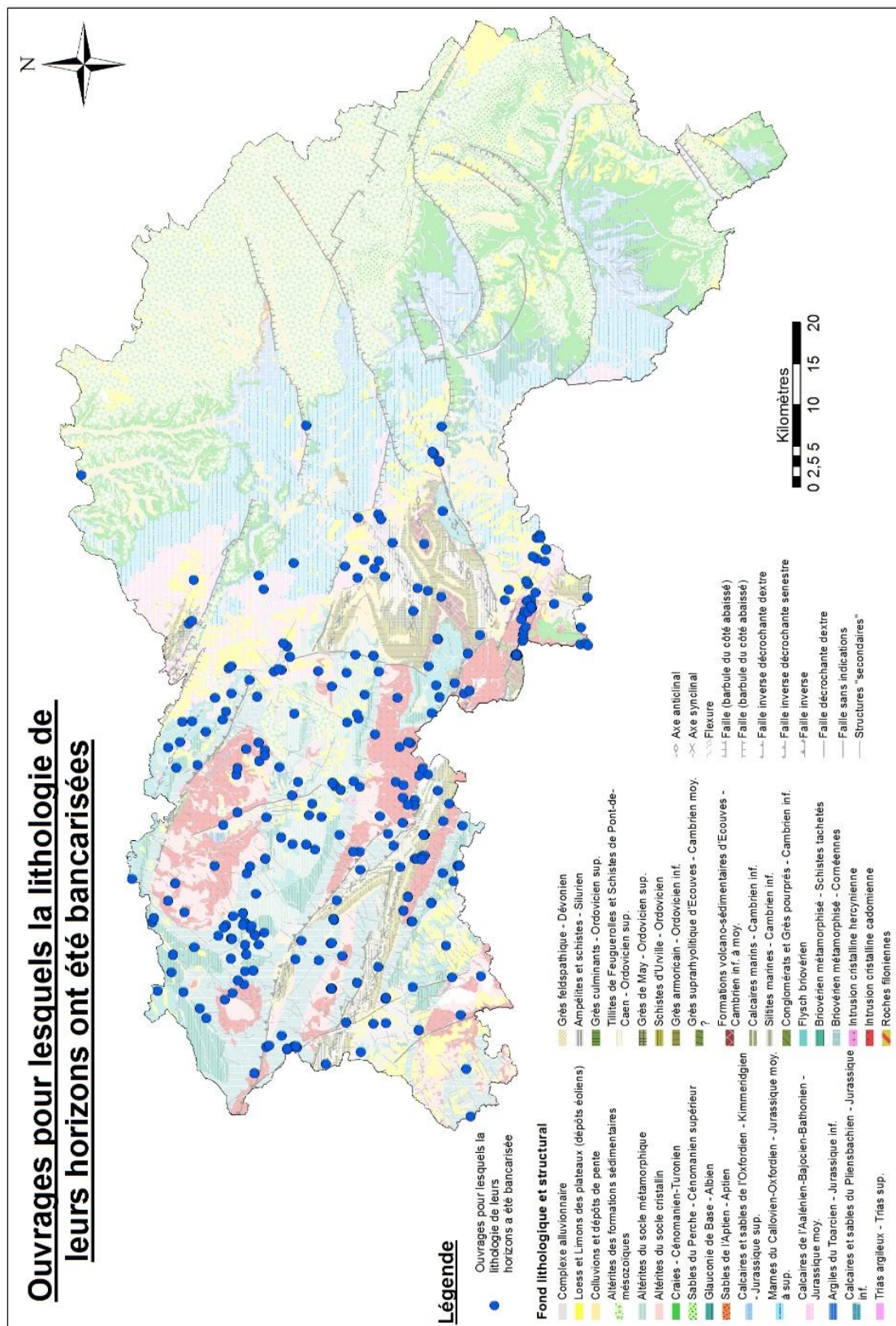


Illustration 15 : Répartition des ouvrages dont la lithologie de leurs horizons de socle a été bancarisée, fond carte lithologique et structurale simplifiée du département de l'Orne (source : RP-69292-FR)

Le graphique ci-après (Illustration 16) présente la lithologie des différents horizons de socle bancarisés. Les formations les plus rencontrées en forage de socle sont celles des schistes puis celles des granites. A contrario, l'horizon le moins rencontré est celui des grauwackes.

Répartition des lithologies renseignées dans la
base de données "Nature des Roches"

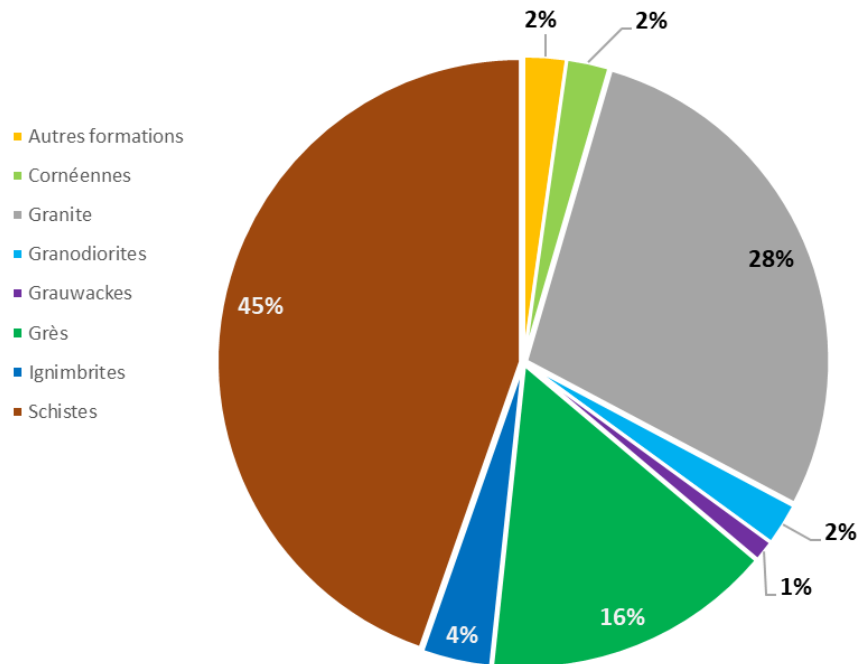


Illustration 16 : Lithologies renseignées dans les horizons bancarisés

Cette information est importante pour compléter les données issues de la BSS, en particulier si un modèle géologique devait être établi, pour croiser notamment les informations de la base de données avec l'information lithologique ou bien encore pour caractériser la répartition et l'épaisseur des altérites, et la présence d'un horizon fissuré.

3.2.11. Bilan des données bancarisées

Le tableau ci-dessous (Illustration 17) synthétise les données bancarisées au sein des différentes bases de données. Au total, 9797 données ont été bancarisées au cours de cette étude menée sur la période 2017-2018.

Bases de données	Nombres de données renseignées
Cartes piézométriques	89 cartes piézométriques
Données structurales	6005 structures : 7 axes anticlinaux, 2972 failles, 4 flexures, 3011 linéaments et 11 axes synclinaux
Coupes et profils géologiques	78 coupes et profils géologiques dont 6 réalisées dans le cadre de cette étude
Données géophysiques	743 données géophysiques : 55 cartes, 305 profils et 383 sondages
Diagraphies	40 ouvrages ayant fait l'objet d'une diagraphie
Paramètres hydrodynamiques et arrivées d'eau	<ul style="list-style-type: none"> ○ 981 ouvrages (le détail des paramètres renseignés est décrit dans le paragraphe correspondant à la base de données) ○ 251 arrivées d'eau (réparties sur 53 ouvrages)
Chroniques piézométriques	62 chroniques piézométriques : 4 ouvrages suivis en continu par le BRGM, 44 suivis en continu par le SDE61 et 14 qui ont fait l'objet d'un suivi spécifique ponctuel
Bétoires et traçages	<ul style="list-style-type: none"> ○ 253 bétoires, 322 indices de bétoires et 263 exutoires ○ 287 traçages : 94 traçages positifs et 127 traçages négatifs, 5 points d'injection et 61 points de suivi
Endokarst	3 ouvrages présentant des données d'endokarst
Nature des roches	354 horizons lithologiques répartis sur 275 ouvrages
Total	9797 données bancarisées (toutes bases confondues)

Illustration 17 : Répartition des données bancarisées dans les différentes bases de données

4. Conclusions et perspectives

L'objectif de ce volet était de collecter, traiter et bancariser les informations géologiques, géophysiques et hydrogéologiques des principales formations aquifères du département de l'Orne.

Ce travail s'est appuyé notamment sur l'analyse d'une partie des données disponibles au Syndicat Départemental de l'Eau de l'Orne (SDE 61) et en bibliographie (dont fond documentaire BRGM) afin de construire une base de données à l'échelle départementale. Les documents consultés étaient principalement des études de recherche en eau souterraine et des études de vulnérabilité de la ressource en eau captée ou de protection des points de prélèvement des domaines sédimentaires ou de socle.

Les données bancarisées sont : les cartes piézométriques, les informations structurales, les coupes et profils géologiques, la nature des roches de socle, les résultats de prospections géophysiques, les diagraphies, les paramètres hydrodynamiques, les arrivées d'eau souterraine, le karst et l'endokarst. Au total, 9 718 données ont été bancarisées au cours de cette étude (Illustration 17).

Au vu des résultats, encore incomplets ou peu homogènes à l'échelle du département, il semble nécessaire de poursuivre le travail engagé par le Syndicat départemental, le BRGM et ses partenaires pour plusieurs raisons : 1- enrichir au fur et à mesure la base de données avec les données bibliographiques qui n'ont pas pu être consultées pour ne pas perdre l'information avec le temps (valorisation patrimoniale), 2- continuer à capitaliser les informations utiles des études réalisées à l'échelle du département ou de secteurs de masses d'eau souterraine (dont la mise à jour des données SIG) pour rattraper le niveau de connaissance atteint par les autres départements voisins et qui faisait défaut dans l'Orne, 3- se baser par la suite sur un socle de connaissance largement amélioré utile à l'ensemble de la société civile (y compris dans les domaines autres que celui de l'hydrogéologie). Ce qui sous-entend également de pouvoir diffuser largement l'information collectée et valorisée.

Dans cette perspective, il serait nécessaire notamment de combler les lacunes dans les domaines suivants :

- Domaine de socle : acquérir de la donnée piézométrique pour les principales formations aquifères, poursuivre l'acquisition de connaissances pour identifier et préciser : le rôle des principaux accidents géologiques, les derniers jeux de failles connus, les domaines géologiques en extension/subsidence... ;
- Domaine sédimentaire : harmoniser l'information piézométrique pour les principaux aquifères, compléter les connaissances sur le karst (endokarst, bétoires, traçages) et sur l'aspect structural (fracturation, déformation, etc...) ;
- Tout le département : poursuivre la bancarisation des informations géologiques coupes, lithologie, géophysique, diagraphies, paramètres hydrodynamiques et arrivées d'eau souterraine, collecte des chroniques piézométriques.

Il serait également nécessaire de poursuivre la valorisation des données collectées :

- Géoréférencer les cartes piézométriques et digitaliser les courbes isopièzes pour une utilisation sous SIG ou via le SIGES Seine-Normandie et/ou Pays de Loire ;
- Affiner l'analyse statistique des informations sur les grands aquifères et sur les zones à enjeux (quantitatifs et qualitatifs) pour : améliorer les connaissances sur leur fonctionnement d'une part et sur la variabilité des milieux rencontrés (cf. volet 3 hydrogéologique de l'étude : rapport BRGM/RP-69331-FR).

Ainsi à l'avenir, il sera possible de croiser les données des différentes bases pour mettre en œuvre des programmes d'investigations complémentaires, à portée opérationnelle pour le Syndicat départemental et ses partenaires. On peut citer à titre d'exemple la réalisation de :

- Investigations préalables à la recherche de nouvelles ressources en eau souterraine : identification de linéaments, failles sur le terrain, et par prospection géophysique sur les secteurs démunis d'informations, ou pour préciser la géométrie des objets structuraux majeurs ;
- Cartes ou suivis piézométriques pour préciser le fonctionnement des aquifères et évaluer la vulnérabilité des ressources sur les zones prioritaires (Aires d'Alimentation de captages ou périmètres de protection des captages, zones humides...) et évaluer les effets du changement climatique ;
- Diagnostic de champ captant ou ouvrages d'eau potable : pour l'acquisition des paramètres hydrodynamiques lors de tests de pompages et vérifier le vieillissement des ouvrages (pertes de productivité), avec notamment la réalisation de diagraphies ; ces travaux devant être menés notamment dans le cadre de l'arrêté « forage » du 11 septembre 2003 ;
- Campagnes de traçages et de recensement des bétoires/pertes notamment pour améliorer la connaissance du fonctionnement de certaines ressources et préciser les risques liés à ce type de circulations (enjeux sanitaires en particulier) ;
- Etude séquentielle des formations aquifères paléozoïques, crétacés et jurassiques afin de préciser la géométrie des réservoirs, à l'image de l'étude réalisée sur le sud-est du département de l'Orne par le BRGM (Programme MODGEAU) et évaluer l'impact de la géométrie des réservoirs sur les ressources en eau souterraine disponibles et sur la qualité des eaux.





Pour terminer, dès le démarrage de la collecte des données, il est apparu nécessaire de pouvoir mettre à disposition les données aux différents acteurs de l'eau et du public pour que ceux-ci puissent s'approprier les connaissances géologiques et hydrogéologiques bibliographiques. La mise à disposition pourrait se faire par exemple via la Banque de données du Sous-Sol du BRGM ou via le SIGES Seine-Normandie/Pays de Loire.

Annexe 1









Contenu des informations disponibles sur le support numérique (CD-ROM)

Dans chaque répertoire racine les informations suivantes sont disponibles :

- Contenu du répertoire des études numérisées :

Nom	Modifié le	Type	Taille
 Numérisés le 25 juillet	03/08/2017 08:52	Dossier de fichiers	
 Numérisés le 26 juillet	03/08/2017 08:53	Dossier de fichiers	
 Numérisés le 27 juillet	03/08/2017 08:53	Dossier de fichiers	
 Numérisés le 28 juillet	17/08/2017 15:59	Dossier de fichiers	

- o Sous répertoire 25 juillet

Nom	Modifié le	Type	Taille
 011_La Couvendièrre_La Peltrie	03/08/2017 08:52	Dossier de fichiers	
 011_La Guérolière	03/08/2017 08:52	Dossier de fichiers	
 011_St Hilaire Châtel	03/08/2017 08:52	Dossier de fichiers	
 101_EV_Les Renardières	03/08/2017 08:52	Dossier de fichiers	
 101_Note sur la ressource_Les Renardières	03/08/2017 08:52	Dossier de fichiers	
 150_EV_La Germondière	03/08/2017 08:52	Dossier de fichiers	
 150_Le Gravier	03/08/2017 08:52	Dossier de fichiers	
 155_NS_La Joustière	03/08/2017 08:52	Dossier de fichiers	


































○ Sous répertoire 26 juillet

Nom	Modifié le	Type	Taille
003_Synthèse hydrogéol_Surdon	03/08/2017 08:52	Dossier de fichiers	
063_EV_Louvoy_Gapree	03/08/2017 08:52	Dossier de fichiers	
075_EI_La Cucuyère	03/08/2017 08:52	Dossier de fichiers	
78_EV_Les Costiers	03/08/2017 08:53	Dossier de fichiers	
099_DI_Champu	03/08/2017 08:52	Dossier de fichiers	
099_DI_La Ferrière	03/08/2017 08:52	Dossier de fichiers	
099_EV_Champu	03/08/2017 08:52	Dossier de fichiers	
099_EV_La Ferrière	03/08/2017 08:52	Dossier de fichiers	
101_DI_Les Renardières	03/08/2017 08:52	Dossier de fichiers	
101_NS_Les Renardières	03/08/2017 08:52	Dossier de fichiers	
114_NS_La Luzerne	03/08/2017 08:52	Dossier de fichiers	
118_DI_La Pilletière	03/08/2017 08:52	Dossier de fichiers	
118_Données Techniques_La Pilletière	03/08/2017 08:52	Dossier de fichiers	
118_EV_La Pilletière	03/08/2017 08:52	Dossier de fichiers	
144_AS_Vallées&Vollées	03/08/2017 08:52	Dossier de fichiers	
144_DI_La Luzerne	03/08/2017 08:52	Dossier de fichiers	
144_DI_Les Vallées-La Brousse	03/08/2017 08:52	Dossier de fichiers	
144_EV_Vallées&Vollées	03/08/2017 08:53	Dossier de fichiers	
144_NS_Les Vallées_F1	03/08/2017 08:53	Dossier de fichiers	
144_NS_Les Vallées_F2	03/08/2017 08:53	Dossier de fichiers	
155_DI_Les Feugerets	03/08/2017 08:53	Dossier de fichiers	
155_EV_Les Feugerets	03/08/2017 08:53	Dossier de fichiers	
161_DI_Le Hamel	03/08/2017 08:53	Dossier de fichiers	
161_EV_Les Aspres_Le Percher	03/08/2017 08:53	Dossier de fichiers	
161_NS_Les Vautieux	03/08/2017 08:53	Dossier de fichiers	
161_Résultats des travaux_Le Hamel	03/08/2017 08:53	Dossier de fichiers	

○ Sous-Répertoire du 27 juillet

Nom	Modifié le	Type	Taille
003_EV_Mortrée	03/08/2017 08:53	Dossier de fichiers	
003_NS_Mortrée	03/08/2017 08:53	Dossier de fichiers	
003_Synthèse résultats recherche eau_Mo...	03/08/2017 08:53	Dossier de fichiers	
006_EV_St Roche_Zone Nord	03/08/2017 08:53	Dossier de fichiers	
006_géophysique_Argentan	03/08/2017 08:53	Dossier de fichiers	
006_NS_La Genterie	03/08/2017 08:53	Dossier de fichiers	
006_NS_Saint Roch_Zone Nord	03/08/2017 08:53	Dossier de fichiers	
022_Etude hydro & Geophysique_La chal...	03/08/2017 08:53	Dossier de fichiers	
052_Géophysique_Essay	03/08/2017 08:53	Dossier de fichiers	
052_NS_Clos Henri	03/08/2017 08:53	Dossier de fichiers	
058_Interprétation pompages_La Croix N...	03/08/2017 08:53	Dossier de fichiers	
062_NS_Vallée de la Touques_2011-2012	03/08/2017 08:53	Dossier de fichiers	
063_Coutomer_La Mêle Sur Sarthe	03/08/2017 08:53	Dossier de fichiers	
075_Prospection_Longny au Perche	03/08/2017 08:53	Dossier de fichiers	
081_Pompage d'essai_Le Lac	03/08/2017 08:53	Dossier de fichiers	
087_Geophysique_Mahéru	03/08/2017 08:53	Dossier de fichiers	
087_Géophysique_Moulin La Marche	03/08/2017 08:53	Dossier de fichiers	
099_Geologie & Géophysique_La Ferrière...	03/08/2017 08:53	Dossier de fichiers	
099_NS_La Perrière	03/08/2017 08:53	Dossier de fichiers	
108_Diagraphie_La Belle Perche	03/08/2017 08:53	Dossier de fichiers	
108_Géophysique_Belle Perche	03/08/2017 08:53	Dossier de fichiers	
123_Diagraphie_Ticheville	03/08/2017 08:53	Dossier de fichiers	
123_Essais de pompage_Ticheville	03/08/2017 08:53	Dossier de fichiers	
123_Piézomètre & Poit d'engouffrement_...	03/08/2017 08:53	Dossier de fichiers	
133_Geophysique_St-Sauveur-De-Carrou...	03/08/2017 08:53	Dossier de fichiers	
141_Diagraphie_Tinchebray-Beauchêne	03/08/2017 08:53	Dossier de fichiers	
141_Géophysique_Secteur Tinchebray	03/08/2017 08:53	Dossier de fichiers	

○ Sous-répertoire du 28 juillet

Nom	Modifié le	Type	Taille
 003 Forage St Hipolyte	03/08/2017 08:53	Dossier de fichiers	
 006 Captages d'Argentan	03/08/2017 08:53	Dossier de fichiers	
 011_Géol_géophy_hydrogéol_Sainte Céro...	03/08/2017 08:53	Dossier de fichiers	
 015_Géophysique_Bazoches sur Hoene	03/08/2017 08:53	Dossier de fichiers	
 015_Geophysique_secteur Bazoches sur ...	03/08/2017 08:53	Dossier de fichiers	
 035_Analyse géol, piézo, et géophy_Val B...	03/08/2017 08:53	Dossier de fichiers	
 046_AS_La Renardière	03/08/2017 08:53	Dossier de fichiers	
 046_DI_La Renardière	03/08/2017 08:53	Dossier de fichiers	
 059_NS La Rouillerie	03/08/2017 08:53	Dossier de fichiers	
 062 DI Le Blanc Buisson	03/08/2017 08:53	Dossier de fichiers	
 062 EV Le Blanc Buisson	03/08/2017 08:53	Dossier de fichiers	
 062 NS Le Blanc Buisson	03/08/2017 08:53	Dossier de fichiers	
 062_Recherche d'eau_Gacé	03/08/2017 08:53	Dossier de fichiers	
 063 Louvoy	03/08/2017 08:53	Dossier de fichiers	
 074 Gué de l'Ane	03/08/2017 08:53	Dossier de fichiers	
 075 NS La Cucuyère	03/08/2017 08:53	Dossier de fichiers	
 075_EV_Pré Beauvais	03/08/2017 08:53	Dossier de fichiers	
 081 Courpotin	03/08/2017 08:53	Dossier de fichiers	
 082 EV La Frestinière	03/08/2017 08:53	Dossier de fichiers	
 082 NS La Frestinière	03/08/2017 08:53	Dossier de fichiers	
 087_Geophysique_Ronxou	03/08/2017 08:53	Dossier de fichiers	
 107_EV Forage Souchet	03/08/2017 08:53	Dossier de fichiers	
 111_Géophysique & Piézo_Grouas	03/08/2017 08:53	Dossier de fichiers	
 114 EV La Luzerne	03/08/2017 08:53	Dossier de fichiers	
 117 Source du Mottet	03/08/2017 08:53	Dossier de fichiers	
 132_AS La Couture	03/08/2017 08:53	Dossier de fichiers	
 141_Etude préalable L'Hivernière	03/08/2017 08:53	Dossier de fichiers	
 141_Notice d'Incidence L'Hivernière	03/08/2017 08:53	Dossier de fichiers	
 141_NS_La Noë Verte	03/08/2017 08:53	Dossier de fichiers	
 149 EV Haut Mesnil	03/08/2017 08:53	Dossier de fichiers	
 149_Les Périgaux	03/08/2017 08:53	Dossier de fichiers	
 Photo-interprétation_hydrogéologique	03/08/2017 08:53	Dossier de fichiers	
 09.024.pdf	28/07/2017 10:30	Adobe Acrobat D...	27 057 Ko

- Contenu du répertoire des données bancarisées

Nom	Modifié le	Type	Taille
01 - Cartes piezométriques	12/07/2019 15:01	Dossier de fichiers	
02 - Données structurales	12/07/2019 15:03	Dossier de fichiers	
03 - Coupes et profils géologiques	12/07/2019 15:03	Dossier de fichiers	
04 - Données géophysiques	12/07/2019 15:07	Dossier de fichiers	
05 - Diagraphies	12/07/2019 15:09	Dossier de fichiers	
06 - Paramètres hydrodynamiques et arri...	12/07/2019 15:09	Dossier de fichiers	
07 - Chroniques piezométriques	12/07/2019 15:09	Dossier de fichiers	
08 - Betoires et tracages	12/07/2019 16:42	Dossier de fichiers	
09 - Endokarst	12/07/2019 15:09	Dossier de fichiers	
10 - Nature des Roches	12/07/2019 15:09	Dossier de fichiers	












o Sous-répertoire : 01 – Cartes piézométriques

Nom	Modifié le	Type	Taille
Dossier Sources	31/10/2019 14:52	Dossier de fichiers	
Cartes_Piezometriques.cpg	31/10/2019 14:50	Fichier CPG	1 Ko
Cartes_Piezometriques.dbf	31/10/2019 14:50	Fichier DBF	47 Ko
Cartes_Piezometriques.prj	31/10/2019 14:40	Fichier PRJ	1 Ko
Cartes_Piezometriques.sbn	31/10/2019 14:50	Fichier SBN	1 Ko
Cartes_Piezometriques.sbx	31/10/2019 14:50	Fichier SBX	1 Ko
Cartes_Piezometriques.shp	31/10/2019 14:50	Fichier SHP	24 Ko
Cartes_Piezometriques.shp.xml	31/10/2019 14:40	Document XML	13 Ko
Cartes_Piezometriques.shx	31/10/2019 14:50	Fichier SHX	1 Ko
Cartes_Piezometriques.xlsx	31/10/2019 14:51	Feuille de calcul ...	21 Ko
































o Sous-répertoire : 02 – Données structurales

Nom	Modifié le	Type	Taille
Donnees_Structurales.cpg	02/07/2019 16:09	Fichier CPG	1 Ko
Donnees_Structurales.dbf	02/07/2019 16:09	Fichier DBF	4 405 Ko
Donnees_Structurales.prj	02/07/2019 16:03	Fichier PRJ	1 Ko
Donnees_Structurales.sbn	02/07/2019 16:09	Fichier SBN	58 Ko
Donnees_Structurales.sbx	02/07/2019 16:09	Fichier SBX	3 Ko
Donnees_Structurales.shp	02/07/2019 16:09	Fichier SHP	706 Ko
Donnees_Structurales.shp.xml	02/07/2019 16:03	Document XML	51 Ko
Donnees_Structurales.shx	02/07/2019 16:09	Fichier SHX	48 Ko
Donnees_Structurales.xlsx	02/07/2019 16:58	Feuille de calcul ...	213 Ko










○ Sous-répertoire : 03 – Coupes et profils géologiques

Nom	Modifié le	Type	Taille
 Dossier Sources	12/07/2019 15:04	Dossier de fichiers	
 Coupes_Profils_Geologiques.cpg	03/07/2019 09:33	Fichier CPG	1 Ko
 Coupes_Profils_Geologiques.dbf	03/07/2019 09:33	Fichier DBF	83 Ko
 Coupes_Profils_Geologiques.prj	03/07/2019 08:33	Fichier PRJ	1 Ko
 Coupes_Profils_Geologiques.sbn	03/07/2019 09:33	Fichier SBN	1 Ko
 Coupes_Profils_Geologiques.sbx	03/07/2019 09:33	Fichier SBX	1 Ko
 Coupes_Profils_Geologiques.shp	03/07/2019 09:33	Fichier SHP	8 Ko
 Coupes_Profils_Geologiques.shp.xml	03/07/2019 08:33	Document XML	8 Ko
 Coupes_Profils_Geologiques.shx	03/07/2019 09:33	Fichier SHX	1 Ko
 Coupes_Profils_Geologiques.xlsx	03/07/2019 09:34	Feuille de calcul ...	16 Ko
 E53D31BB.tmp	03/07/2019 08:52	Fichier TMP	16 Ko

















○ Sous-répertoire : 04- Données Géophysiques

Nom	Modifié le	Type	Taille
 Dossier Sources - Cartes géophysiques	12/07/2019 15:05	Dossier de fichiers	
 Dossier Sources - Profils géophysiques	12/07/2019 15:07	Dossier de fichiers	
 Dossier Sources - Sondages géophysiques	12/07/2019 15:09	Dossier de fichiers	
 Cartes_geophysiques.cpg	03/07/2019 09:47	Fichier CPG	1 Ko
 Cartes_geophysiques.dbf	03/07/2019 09:47	Fichier DBF	35 Ko
 Cartes_geophysiques.prj	03/07/2019 09:39	Fichier PRJ	1 Ko
 Cartes_geophysiques.sbn	03/07/2019 09:47	Fichier SBN	1 Ko
 Cartes_geophysiques.sbx	03/07/2019 09:47	Fichier SBX	1 Ko
 Cartes_geophysiques.shp	03/07/2019 09:47	Fichier SHP	14 Ko
 Cartes_geophysiques.shp.xml	03/07/2019 09:46	Document XML	8 Ko
 Cartes_geophysiques.shx	03/07/2019 09:47	Fichier SHX	1 Ko
 Cartes_geophysiques.xlsx	03/07/2019 11:21	Feuille de calcul ...	17 Ko
 D5C6E448.tmp	03/07/2019 11:45	Fichier TMP	27 Ko
 Profils_geophysiques.cpg	05/07/2019 09:43	Fichier CPG	1 Ko
 Profils_geophysiques.dbf	05/07/2019 09:43	Fichier DBF	493 Ko
 Profils_geophysiques.prj	05/07/2019 09:12	Fichier PRJ	1 Ko
 Profils_geophysiques.sbn	05/07/2019 09:43	Fichier SBN	4 Ko
 Profils_geophysiques.sbx	05/07/2019 09:43	Fichier SBX	1 Ko
 Profils_geophysiques.shp	05/07/2019 09:43	Fichier SHP	42 Ko
 Profils_geophysiques.shp.xml	05/07/2019 09:22	Document XML	10 Ko
 Profils_geophysiques.shx	05/07/2019 09:43	Fichier SHX	3 Ko
 Profils_geophysiques.xlsx	05/07/2019 10:34	Feuille de calcul ...	27 Ko
 Sondages_geophysiques.cpg	05/07/2019 09:48	Fichier CPG	1 Ko
 Sondages_geophysiques.dbf	05/07/2019 09:48	Fichier DBF	521 Ko
 Sondages_geophysiques.prj	05/07/2019 09:45	Fichier PRJ	1 Ko
 Sondages_geophysiques.sbn	05/07/2019 09:48	Fichier SBN	4 Ko
 Sondages_geophysiques.sbx	05/07/2019 09:48	Fichier SBX	1 Ko
 Sondages_geophysiques.shp	05/07/2019 09:48	Fichier SHP	11 Ko
 Sondages_geophysiques.shp.xml	05/07/2019 09:47	Document XML	7 Ko
 Sondages_geophysiques.shx	05/07/2019 09:48	Fichier SHX	4 Ko
 Sondages_geophysiques.xlsx	05/07/2019 10:34	Feuille de calcul ...	29 Ko










○ Sous-répertoire : 05 – Diagraphies

Nom	Modifié le	Type	Taille
 Dossier Sources	12/07/2019 15:09	Dossier de fichiers	
 Diagraphies.cpg	05/07/2019 11:10	Fichier CPG	1 Ko
 Diagraphies.dbf	05/07/2019 11:10	Fichier DBF	45 Ko
 Diagraphies.prj	05/07/2019 11:10	Fichier PRJ	1 Ko
 Diagraphies.sbn	05/07/2019 11:10	Fichier SBN	1 Ko
 Diagraphies.sbx	05/07/2019 11:10	Fichier SBX	1 Ko
 Diagraphies.shp	05/07/2019 11:10	Fichier SHP	2 Ko
 Diagraphies.shx	05/07/2019 11:10	Fichier SHX	1 Ko
 Diagraphies.xlsx	05/07/2019 12:07	Feuille de calcul ...	16 Ko











○ Sous-répertoire : 06 – Paramètres hydrodynamiques et arrivées d'eau

Nom	Modifié le	Type	Taille
 Arrivees_Eau.cpg	05/07/2019 16:33	Fichier CPG	1 Ko
 Arrivees_Eau.dbf	05/07/2019 16:33	Fichier DBF	139 Ko
 Arrivees_Eau.prj	05/07/2019 16:26	Fichier PRJ	1 Ko
 Arrivees_Eau.sbn	05/07/2019 16:33	Fichier SBN	3 Ko
 Arrivees_Eau.sbx	05/07/2019 16:33	Fichier SBX	1 Ko
 Arrivees_Eau.shp	05/07/2019 16:33	Fichier SHP	7 Ko
 Arrivees_Eau.shx	05/07/2019 16:33	Fichier SHX	3 Ko
 Arrivees_Eau.xlsx	05/07/2019 16:33	Feuille de calcul ...	20 Ko
 Parametres_hydrodynamiques.cpg	05/07/2019 14:06	Fichier CPG	1 Ko
 Parametres_hydrodynamiques.dbf	05/07/2019 15:04	Fichier DBF	7 500 Ko
 Parametres_hydrodynamiques.prj	05/07/2019 14:06	Fichier PRJ	1 Ko
 Parametres_hydrodynamiques.sbn	05/07/2019 14:06	Fichier SBN	10 Ko
 Parametres_hydrodynamiques.sbx	05/07/2019 14:06	Fichier SBX	1 Ko
 Parametres_hydrodynamiques.shp	05/07/2019 14:06	Fichier SHP	27 Ko
 Parametres_hydrodynamiques.shx	05/07/2019 14:06	Fichier SHX	8 Ko
 Parametres_hydrodynamiques.xlsx	05/07/2019 14:35	Feuille de calcul ...	202 Ko










○ Sous-répertoire : 07 – Chroniques piézométriques

Nom	Modifié le	Type	Taille
 Dossier Sources	12/07/2019 15:09	Dossier de fichiers	
 Chroniques_Piezometriques.cpg	08/07/2019 11:47	Fichier CPG	1 Ko
 Chroniques_Piezometriques.dbf	08/07/2019 11:47	Fichier DBF	86 Ko
 Chroniques_Piezometriques.prj	08/07/2019 10:36	Fichier PRJ	1 Ko
 Chroniques_Piezometriques.sbn	08/07/2019 11:47	Fichier SBN	1 Ko
 Chroniques_Piezometriques.sbx	08/07/2019 11:47	Fichier SBX	1 Ko
 Chroniques_Piezometriques.shp	08/07/2019 11:47	Fichier SHP	2 Ko
 Chroniques_Piezometriques.shx	08/07/2019 11:47	Fichier SHX	1 Ko
 Chroniques_Piezometriques.xlsx	08/07/2019 11:49	Feuille de calcul ...	16 Ko





○ Sous-répertoire : 08 – Bétoires et traçages

Nom	Modifié le	Type	Taille
 Bétoires	12/07/2019 16:03	Dossier de fichiers	
 Tracages	12/07/2019 15:59	Dossier de fichiers	
 Biblio.cpg	12/07/2019 16:31	Fichier CPG	1 Ko
 Biblio.dbf	12/07/2019 16:31	Fichier DBF	2 629 Ko
 Biblio.prj	12/07/2019 16:31	Fichier PRJ	1 Ko
 Biblio.sbn	12/07/2019 16:31	Fichier SBN	11 Ko
 Biblio.sbx	12/07/2019 16:31	Fichier SBX	1 Ko
 Biblio.shp	12/07/2019 16:31	Fichier SHP	29 Ko
 Biblio.shx	12/07/2019 16:31	Fichier SHX	9 Ko
 Biblio.xlsx	12/07/2019 16:42	Feuille de calcul ...	132 Ko

○ Sous-répertoire : 09 – Endokarst

Nom	Modifié le	Type	Taille
 Dossier Sources	12/07/2019 15:09	Dossier de fichiers	
 Endokarst.cpg	09/07/2019 15:55	Fichier CPG	1 Ko
 Endokarst.dbf	09/07/2019 15:55	Fichier DBF	4 Ko
 Endokarst.prj	09/07/2019 15:47	Fichier PRJ	1 Ko
 Endokarst.sbn	09/07/2019 15:55	Fichier SBN	1 Ko
 Endokarst.sbx	09/07/2019 15:55	Fichier SBX	1 Ko
 Endokarst.shp	09/07/2019 15:55	Fichier SHP	1 Ko
 Endokarst.shx	09/07/2019 15:55	Fichier SHX	1 Ko
 Endokarst.xlsx	09/07/2019 15:57	Feuille de calcul ...	12 Ko

○ Sous-répertoire : 10 – Nature des roches

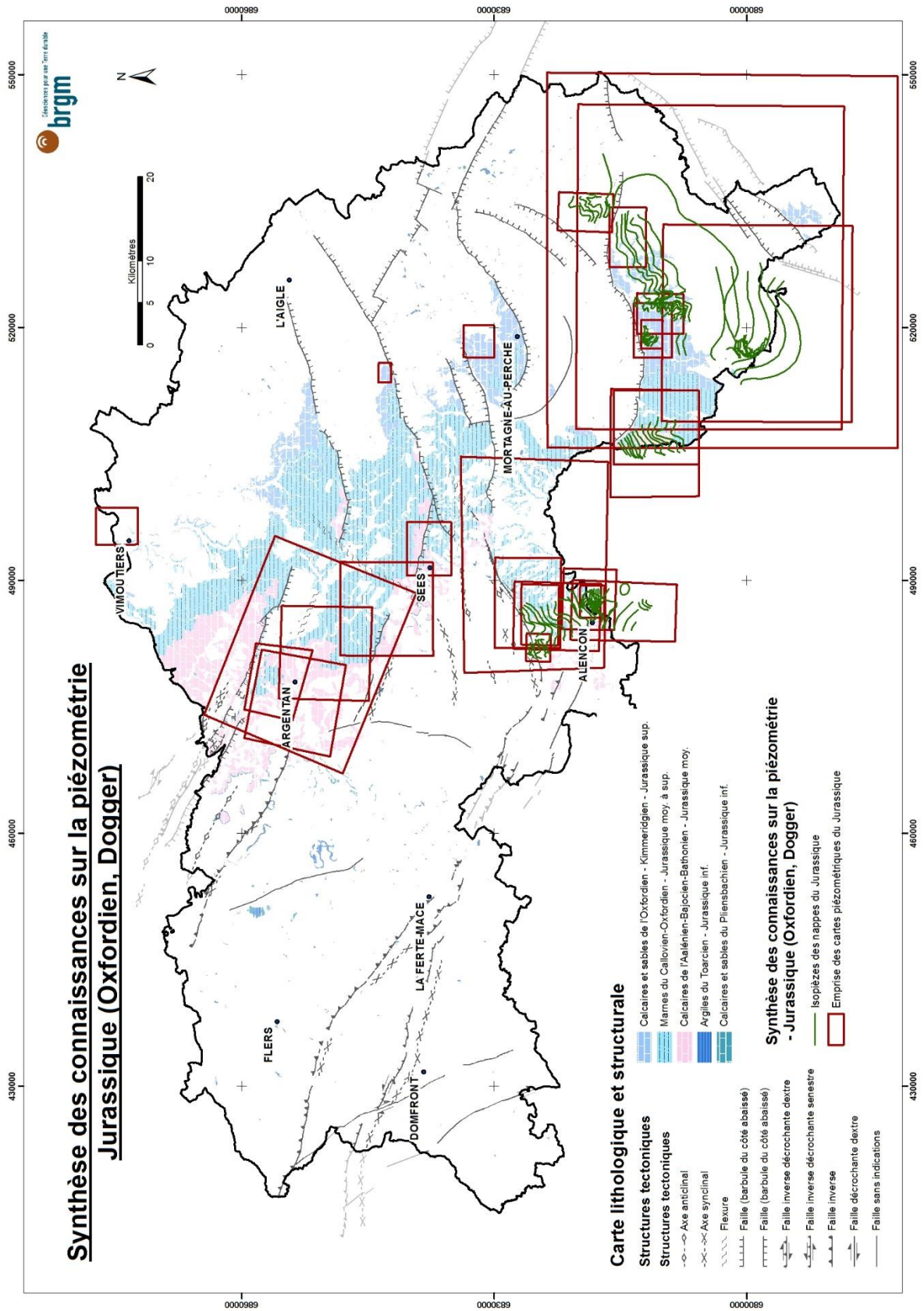
Nom	Modifié le	Type	Taille
 Nature_Roches.cpg	09/07/2019 16:14	Fichier CPG	1 Ko
 Nature_Roches.dbf	09/07/2019 16:14	Fichier DBF	317 Ko
 Nature_Roches.prj	09/07/2019 16:05	Fichier PRJ	1 Ko
 Nature_Roches.sbn	09/07/2019 16:14	Fichier SBN	4 Ko
 Nature_Roches.sbx	09/07/2019 16:14	Fichier SBX	1 Ko
 Nature_Roches.shp	09/07/2019 16:14	Fichier SHP	10 Ko
 Nature_Roches.shx	09/07/2019 16:14	Fichier SHX	3 Ko
 Nature_Roches.xlsx	09/07/2019 16:21	Feuille de calcul ...	38 Ko

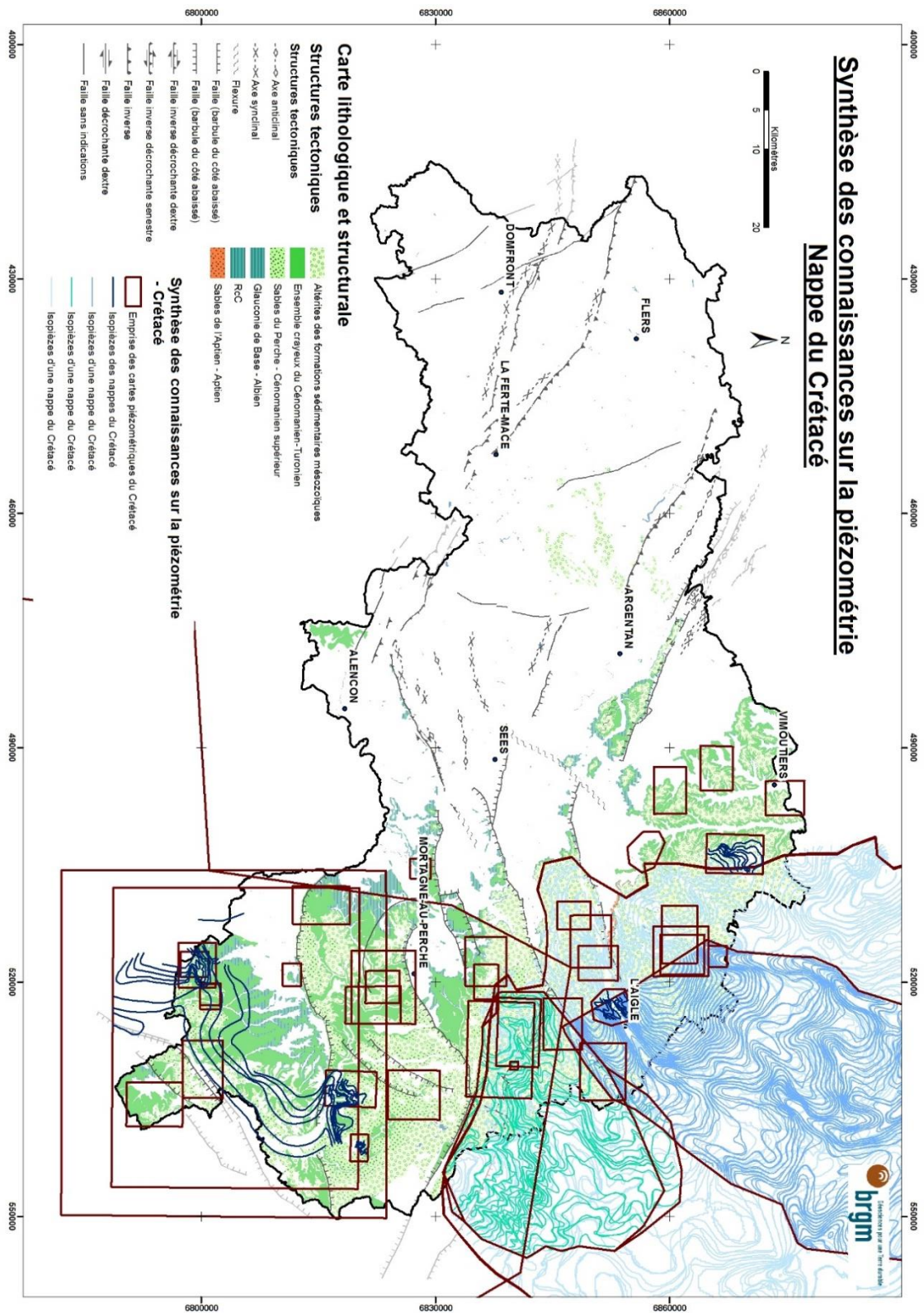
Annexe 2

Cartes piézométriques disponibles par domaine

Cartes piézométriques disponibles pour les formations suivantes :

- **De socle,**
- **Du Jurassique**
- **Du Crétacé**







Géosciences pour une Terre durable

brgm

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

Direction régionale Normandie
Parc la Vatine
14 Route de Houpeville
76130 – Mont Saint Aignan - France
Tél. : 02.35.60.12.00