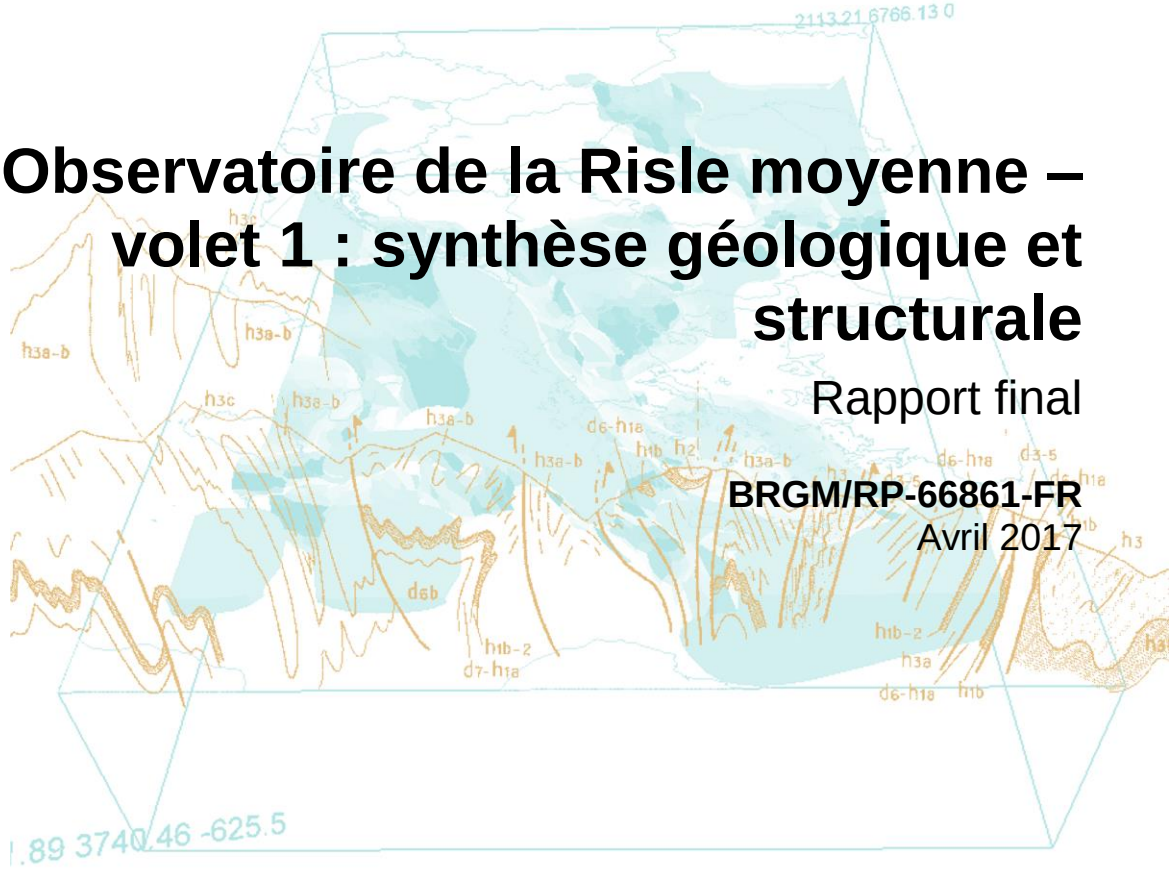
Document public



# Observatoire de la Risle moyenne – volet 1 : synthèse géologique et structurale

Rapport final

**BRGM/RP-66861-FR**

Avril 2017

Document public

# Observatoire de la Risle moyenne – volet 1 : synthèse géologique et structurale

Rapport final

**BRGM/RP-66861-FR**
Avril 2017

Étude réalisée dans le cadre des opérations de Service public du BRGM 2013-RSE-14

**B. Meire, P.Y David**

| **Vérificateur :** | **Approbateur :** |
|---|---|
| Nom : Eric Lasseur | Nom : Didier Pennequin |
| Fonction : Géologue | Fonction : Directeur Régional BRGM Normandie |
| Date : 6 avril 2017 | Date : 15/02/2018 |
| Signature : | Signature : |

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

**Mots-clés** : géologie, géologie structurale, synthèse bibliographique, Crétacé, craie, formations superficielles, coupe géologique, karst, bassin versant, Normandie, Eure, Risle moyenne.

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

**Meire B., David P.Y** (2017) – Observatoire de la Risle moyenne – volet 1 : synthèse géologique et structurale Rapport final. BRGM/RP-66861-FR, 81 p., 27 ill., 1 tabl., 2 ann.

© BRGM, **2017**, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

# Synthèse

Le secteur de la Risle moyenne, situé entre l'entrée de la rivière dans le département de l'Eure à hauteur de la commune de Ray et sa confluence avec la Charentonne (commune de Nassandre), est caractérisé par un fonctionnement hydrogéologique particulier : en effet, de nombreuses pertes affectent sa partie amont, provoquant une diminution de son débit, qui est ensuite restitué plus à l'aval, au droit de résurgences qui apparaissent à partir de Beaumont-le-Roger.

Ce secteur connaît régulièrement, sur certains tronçons, des pertes totales en période d'étiage qui peuvent entraîner un assec du lit mineur sur plusieurs kilomètres. Ceci s'est notamment produit lors des 10 dernières années en 2005, 2012, 2016 et 2017. En 2005 le cours d'eau s'était asséché sur environ 6 km entre le Val Gallerand et Beaumont-le-Roger. En 2012, une bétoire s'est ouverte le 28 juillet sur la commune de la Houssaye provoquant un assèchement total du cours d'eau sur un linéaire de 12 km environ.

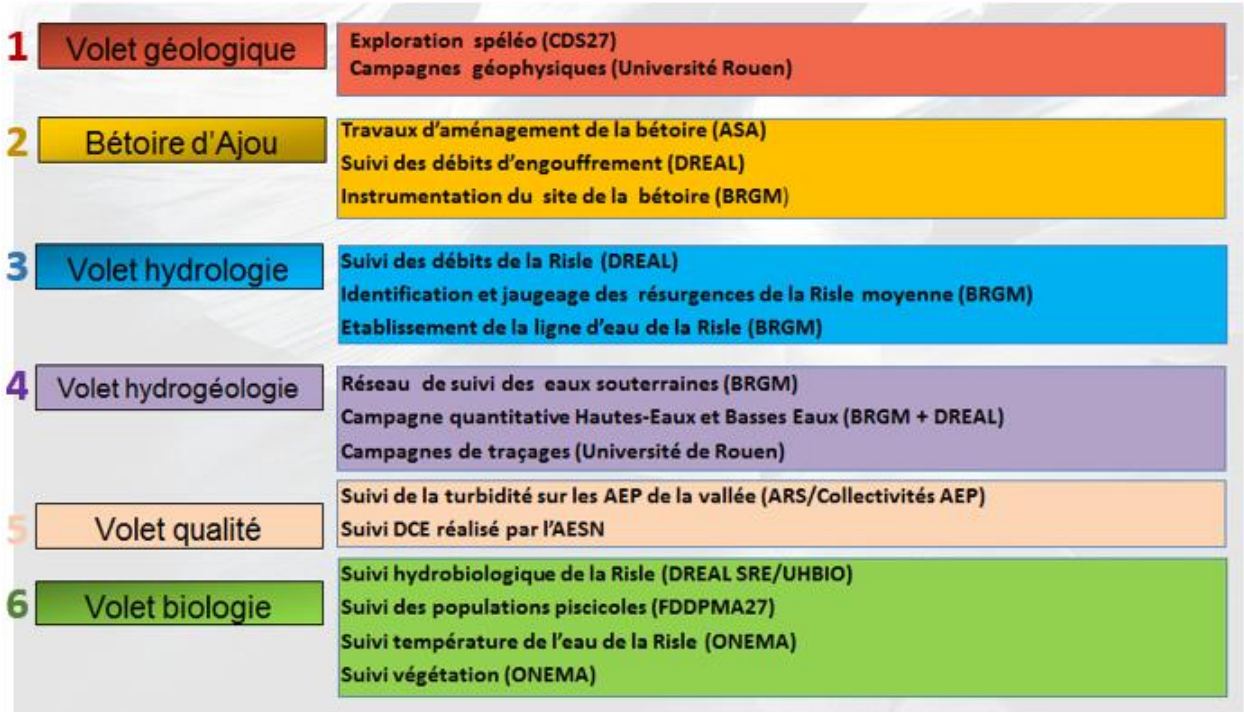
Suite à l'épisode d'assec de l'été 2012 et dans un contexte où d'autres épisodes étaient à prévoir, il est apparu nécessaire d'approfondir la connaissance du fonctionnement du secteur perché de la Risle du point du vue hydrogéologique et écologique dans le cadre d'un observatoire.

La méconnaissance des conséquences de la formation de bétoires et la complexité des écoulements karstiques peuvent mettre en péril non seulement les usages de l'eau dans la Risle moyenne, comme l'alimentation en eau potable, la pisciculture et les activités de loisirs, mais peuvent également conduire au non-respect de la législation, notamment de la Directive cadre européenne sur l'eau ou encore de la Directive Habitat, avec des conséquences en termes économiques qui peuvent être importantes.

Le manque de connaissances du fonctionnement du système Risle-Nappe de la craie empêche également de prendre des décisions éclairées en cas d'évènements naturels extrêmes comme une crue ou un étiage, mais aussi concernant l'aménagement ou non des bétoires, là aussi avec des conséquences économiques qui peuvent être importantes.

L'objectif de cet observatoire vise donc à approfondir la connaissance du fonctionnement hydrogéologique et écologique de la Risle moyenne par un suivi du milieu en continu sur la période 2013/2015, et durant deux périodes hivernales et estivales. Cette acquisition de connaissances apportera des éléments nécessaires pour orienter la prise de décision dans le futur au niveau des aménagements et interventions à réaliser dans le bassin versant de la Risle.

Six volets d'études ont été définis dans le cadre de l'Observatoire faisant intervenir différents partenaires :




Les résultats de cet observatoire ont donné lieu à 7 rapports d'études :

- Rapport du volet n°1 : synthèse géologique et structurale (rapport BRGM)
- Rapport des volets n°2, 3, 4 et 5 : étude de l'hydrosystème Risle – Nappe de la craie (rapport BRGM)
- Rapports du volet n°6 :
  - Rapport du suivi des populations piscicoles (rapport FDPPMA 27)
  - Rapport du suivi hydrobiologique (rapport DREAL)
  - Rapport du suivi thermique de la rivière (rapport ONEMA)
  - Rapport du suivi de la végétation aquatique (rapport ONEMA)
- Rapport général de synthèse (rapport BRGM)

Par ailleurs, 4 notes annexes sont également présentes dans le coffret ; les résultats présentés dans ces notes sont repris dans les rapports de synthèse ci-dessus :

- Note concernant les investigations géophysiques (volet 1) – Université de Rouen
- Note concernant les investigations spéléologiques (volet 1) – Comité Départemental de Spéléologie 27
- Note concernant les données quantitatives des eaux superficielles (volet 2) – DREAL Normandie
- Note concernant les investigations par traçage (volet 4) – Université de Rouen

Le BRGM a par ailleurs été missionné pour piloter, coordonner et gérer l'ensemble du projet, mais également pour réaliser les volets Géologie et Hydro-système.

Le présent rapport est le rapport du volet n°1 : synthèse géologique et structurale.

Le bassin versant de la Risle moyenne se situe sur la marge ouest du Bassin de Paris, bassin intracratonique formant une large cuvette sédimentaire composée pour l'essentiel, en Haute-

Normandie, de terrains secondaires jurassiques et crétacés. La Risle a creusé son cours dans la puissante série crayeuse du Crétacé supérieur (Cénomanien – Turonien – Sénonien), qui repose sur les terrains terrigènes du Crétacé inférieur (Aptien – Albien), caractérisés pour l'Aptien par les faciès sableux des Sables ferrugineux, puis pour l'Albien par l'ensemble Poudingue Ferrugineux – Gault – Gaize. Vers le sud-ouest, dans le Pays d'Auge et le Pays d'Ouche, les formations albiennes se condensent sous les faciès de la Glauconie de Base. L'ensemble de ces dépôts crétacés reposent en discordance sur les terrains jurassiques, caractérisés par des formations kimméridgiennes essentiellement argileuse, et sont recouverts par un manteau plus ou moins épais de formations superficielles, représentées notamment par les résidus de décalcification de la craie et les dépôts éoliens en plateau (Formation Résiduelle à silex et Limons des Plateaux), et par le complexe alluvionnaire en vallée.

D'un point de vue hydrogéologique, cette pile stratigraphique présente des variations lithologiques qui induisent des comportements hydrogéologiques très différents d'une formation à l'autre. Dans ce domaine, les faciès du Gault de l'Albien sont très intéressants puisque leur granulométrie très fine, d'argile massive, les rend imperméables. Sur l'ensemble du secteur d'étude, les argiles albiennes constituent donc d'une part le mur de la puissante nappe de la Craie, contenue dans les gaizes sus-jacentes et la pile crayeuse du Crétacé supérieur, et d'autre part le toit de l'aquifère captif albo-aptien, hébergé par les formations sableuses aptiennes et dans une moindre mesure, au sein du Poudingue ferrugineux albien.

La nappe de la Craie apparaît donc comme l'aquifère principal de la zone d'étude. Sa géométrie et ses dynamiques d'écoulement (matricielles, fissurales et karstiques) sont intimement liées aux géométries du substratum crayeux. A l'échelle régionale, le secteur apparaît comme un monoclinal à faible pendage vers l'est (vers le centre du Bassin de Paris), mais est affecté à l'échelle locale par une série de structures tectoniques cassantes (failles) ou plicatives (axes synclinaux ou anticlinaux, flexures). La corrélation des logs géologiques disponibles dans la Banque du Sous-Sol, le long de cinq transects à travers le bassin versant de la Risle moyenne, a permis d'améliorer les connaissances sur la géométrie des terrains crétacés, de visualiser certaines structures supposées dans la littérature, et d'évaluer les relations qui peuvent exister entre ces structures et les variations du niveau piézométrique, particulièrement dans les zones de décrochement de la nappe.

Enfin, la synthèse des données sur les phénomènes karstiques complétée par des données spéléologiques et géophysiques inédites, a permis d'améliorer et de confirmer les interprétations existantes sur la géométrie des réseaux karstiques qui peuvent être à l'origine de l'ouverture de bétoires en surface.

# Sommaire

**1. Contexte géologique et structural ..... 11**

1.1. CADRE GEOLOGIQUE ..... 11

1.2. DESCRIPTION DES FORMATIONS DU SUBSTRATUM ..... 14
1.2.1. Les sables ferrugineux de l'Aptien ..... 15
1.2.2. L'Albien ..... 15
1.2.3. Les craies du Cénomanien ..... 16
1.2.4. Les craies du Turonien ..... 17
1.2.5. Les craies du Sénonien ..... 18
1.2.6. Répartition des craies sur la zone d'étude ..... 18

1.3. DESCRIPTION DES FORMATIONS SUPERFICIELLES ..... 18
1.3.1. Les formations résiduelles à silex (RS) et les biefs et limons à silex (B-LPs) ..... 19
1.3.2. Le complexe des limons des plateaux (LP) ..... 22
1.3.3. Les colluvions et les formations de pente (C) ..... 22
1.3.4. Le complexe alluvionnaire (Fx-y-z) ..... 22

1.4. HISTOIRE GEOLOGIQUE DE LA ZONE D'ETUDE ..... 23
1.4.1. Trias et Jurassique ..... 23
1.4.2. Crétacé : l'arrivée de la « mer de la Craie » ..... 23
1.4.3. Tertiaire ..... 24
1.4.4. Quaternaire ..... 25

1.5. SYNTHESE STRUCTURALE ET TECTONIQUE ..... 25
1.5.1. Les structures plicatives : flexures, axes anticlinaux et axes synclinaux ..... 28
1.5.2. Les structures cassantes : failles ..... 29

1.6. EXPLOITATION ET CORRELATIONS DES DONNEES A L'ECHELLE DE LA ZONE D'ETUDE ..... 34
1.6.1. Coupe n°1 – longitudinale à la vallée de la Risle ..... 41
1.6.2. Coupe n°2 – longitudinale à la vallée de la Charentonne ..... 42
1.6.3. Coupe n°3 – transversale à la zone d'étude (SO-NE, secteur « aval ») ..... 43
1.6.4. Coupe n°4 – transversale à la zone d'étude (SE-NO) ..... 43
1.6.5. Coupe n°5 – transversale à la zone d'étude (SO-NE, secteur « amont ») ..... 43

**2. Karstification ..... 45**

2.1. LE PHENOMENE DE KARSTIFICATION ..... 45
2.1.1. Mise en place du karst de la craie : fracturation de la craie, facteur altimétrique et niveau de base ..... 45
2.1.2. Organisation spatiale des conduits karstiques ..... 46
2.1.3. Susceptibilité des faciès crayeux à la karstification ..... 46

2.1.4. Répartition des entonnoirs d'absorption sur la zone d'étude ..... 47

2.2. DONNEES SPELEOLOGIQUES / DONNEES DE FORAGE ..... 48

2.2.1. Données spéléologiques ..... 48

2.2.2. Données de forage / analyse de la BSS ..... 49

2.3. DONNEES GEOPHYSIQUES ..... 53

**3. Conclusion ..... 57**

**4. Bibliographie ..... 59**

## Liste des figures

Illustration 1 : Situation de la zone d'étude sur la carte géologique de la France au 1/1.000.000ème (ed. BRGM) ($j_3$ : Jurassique supérieur, $c_1$ : Crétacé inférieur, $c_2$ : Crétacé supérieur, e : Eocène, g : Oligocène, p : Pliocène) ..... 12

Illustration 2 : Carte géologique simplifiée de la zone d'étude, issue des cartes géologiques harmonisées au 1/50.000 des départements de l'Eure et de l'Orne (BRGM) ..... 13

Illustration 3 : Découpage lithostratigraphique du Crétacé de Haute-Normandie (d'après Juignet, 1974 et Lasseur, 2008) et relation avec les aquifères. Les formations non représentées dans le bassin versant de la Risle moyenne sont grisées. L'ensemble Crétacé repose sur les formations du Jurassique supérieur 14

Illustration 4 : Equivalence latérale des formations albiennes et description des faciès caractéristiques (d'après une compilation bibliographique, notamment les cartes géologiques du BRGM) ..... 16

Illustration 5 : Ecorché des formations mésozoïques (modifié d'après Quesnel, 1996) ..... 18

Illustration 6 : Répartition schématique des formations superficielles sur substratum crayeux de l'Ouest du Bassin de Paris (Quesnel et al., 1996) ..... 19

Illustration 7 : Situation de la zone d'étude (emprise de l'observatoire de la Risle, polygone rouge) sur la carte de répartition des différentes familles de RS (d'après Laignel, 1997) ..... 20

Illustration 8 : Epaisseur des RS sur la zone d'étude (exprimée en mètres dans la légende) ..... 21

Illustration 9 : Localisation des sondages de la BSS de la vallée de la Risle avec 1. Présence d'alluvions sur RS (étoiles rouges) et 2. Alluvions sur craie (absence de RS) (losange jaune) ..... 21

Illustration 10 : Situation de la zone d'étude sur une coupe géologique simplifiée du Bassin de Paris, qui met en évidence le pendage général des couches vers le centre du bassin (source : sigessn.brgm.fr) ... 25

Illustration 11 : Carte structurale simplifiée de la Risle moyenne et isohypse du mur de la craie (BRGM) 27

Illustration 12 : Corrélation des logs géologiques validés 01793X0034, 01793X0035, 01497X0028 et 01496X0002 le long d'une coupe sud-nord dans le prolongement ouest de la faille d'Aulnay-sur-Iton .... 31

Illustration 13 : Compilation des structures cassantes supposées mentionnées dans la bibliographie (en rouge les structures supposées décrites dans ce rapport) ..... 33

Illustration 14 : Localisation des coupes géologiques réalisées dans le bassin versant de la Risle moyenne ..... 34

Illustration 15 : Légende des coupes géologiques ..... 35

Illustration 16 : Décrochement de la nappe en lien avec une faille en aval de Rugles – la surface bleue correspond au niveau piézométrique ..... 41

Illustration 17 : Décrochement de la nappe au droit de l'anticlinal de Saint-Pierre-de-Cormeilles – Droisy (tracé de l'axe modifié d'après la corrélation des logs géologiques validés de la BSS) – la surface bleue correspond au niveau piézométrique ....41

Illustration 18 : Points d'émergence de la nappe au niveau du biseautage de la craie turonienne vers Beaumont-le-Roger ....42

Illustration 19 : Précision du tracé de l'axe anticlinal de Saint-Pierre-de-Cormeilles – Droisy....42

Illustration 20 : Organisation spatiale d'un réseau karstique de concentration dans la craie (Calba et al., 1979)....46

Illustration 21 : Répartition des bétoires et des indices de bétoires sur l'écorché géologique de la zone d'étude (modifié d'après Quesnel, 1996) ....48

Illustration 22 : Localisation des anomalies rencontrées en forage sur l'écorché des formations mésozoïques (d'après Quesnel, 1996) ....50

Illustration 23 : Localisation des forages de la BSS présentant une anomalie karstique entre Champignolles et les exutoires de Grosley-sur-Risle et relation avec la surface piézométrique et la limite craie - FS ....51

Illustration 24 : Coupe géoéléectrique interprétée sur le site d'Ajou (d'après Niepceron, 2013) ....54

Illustration 25 : Coupe géoéléctrique interprétée en rive gauche de la Risle à La Houssaye (d'après Niepceron, 2013) ....54

Illustration 26 : Coupe géoélectrique interprétée sur le site de Grosley-sur-Risle (d'après Niepceron, 2013) ....55

Illustration 27 : Synthèse des observations qui tendent à confirmer l'hypothèse de la géométrie des réseaux karstiques proposé dans la littérature ....55

## Liste des tableaux

Tableau 1 : Tableau récapitulatif des caractéristiques des étages géologiques vis-à-vis de la fracturation et de la karstogenèse (sources diverses)....47

## Liste des annexes

Annexe 1 Synthèse des descriptions des formations superficielles issues des notices des cartes géologiques n°148, 149, 178, 179 et 214 ....63

Annexe 2 Fiches CDS27 des ouvrages explorés avec une anomalie ....67

Annexe 3 Coupes géologiques simplifiées du substratum crayeux (d'après l'analyse et la corrélation des logs géologiques validés disponibles en BSS) (hors-texte) ....81

# 1. Contexte géologique et structural

L'objectif de ce chapitre est d'établir l'assise géologique des 50 premiers mètres du système hydrodynamique Risle – Nappe de la Craie. Pour cela, cette synthèse géologique s'articule en deux grandes étapes, successives et complémentaires :

- Une recherche bibliographique qui vise à réunir le maximum d'informations sur la géologie de la zone d'étude, et d'en réaliser une synthèse ;

- La réalisation de compléments destinés à mieux comprendre les données obtenues, en proposant des corrélations à l'échelle de la zone d'étude.

## 1.1. CADRE GEOLOGIQUE

D'après la carte géologique au 1/1.000.000 du BRGM (Illustration 1), le bassin versant de la Risle moyenne se situe sur la marge ouest du Bassin de Paris, bassin intracratonique formant une large cuvette sédimentaire composée pour l'essentiel, en Haute-Normandie, de terrains secondaires jurassiques et crétacés. Ces formations sédimentaires reposent en discordance sur les terrains primaires déformés durant l'orogenèse varisque.

La Risle a creusé son cours dans la puissante série crayeuse du Crétacé supérieur (Cénomanien – Turonien – Sénonien). La distinction biostratigraphique des différentes craies présente peu d'intérêt d'un point de vue hydrogéologique, et est difficile à appliquer sur le terrain ou en sondage faute d'équivalents lithostratigraphiques bien établis. C'est pourquoi la série crayeuse du Crétacé supérieur est traditionnellement découpée en trois groupes : une craie glauconieuse jusqu'au Cénomanien moyen, une craie argileuse relativement pauvre en silex du Cénomanien moyen au Turonien inférieur et une craie blanche franche entrecoupée de lits de silex qui perdure jusqu'à la fin du Crétacé supérieur (*Lasseur, 2008*).

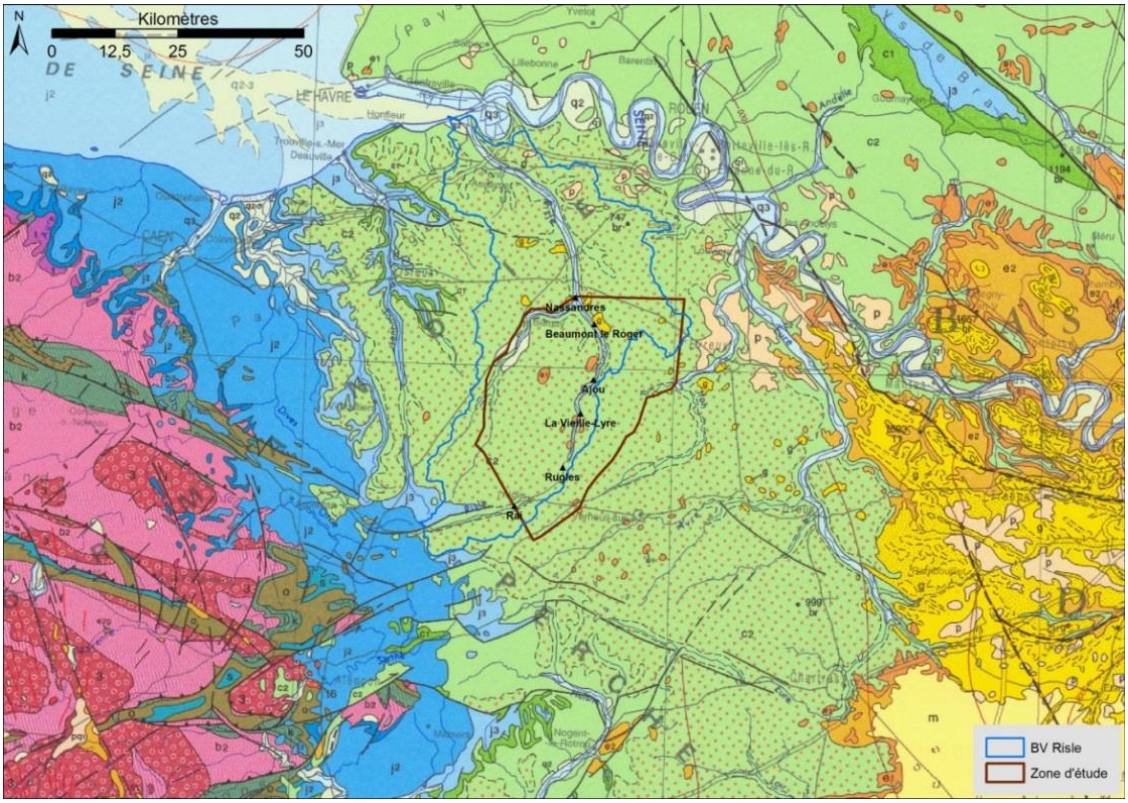



*Illustration 1 : Situation de la zone d'étude sur la carte géologique de la France au 1/1.000.000ème (ed. BRGM) ($j_3$ : Jurassique supérieur, $c_1$ : Crétacé inférieur, $c_2$ : Crétacé supérieur, e : Eocène, g : Oligocène, p : Pliocène)*

Les affleurements de craie sont toutefois peu nombreux dans la zone d'étude, et se localisent essentiellement au niveau des ruptures de pentes formées au gré du creusement des vallées. Sur les plateaux, les formations du substratum sont masquées par une couche plus ou moins épaisse de formations superficielles, notamment par les colluvions, les Formations Résiduelles à silex et les Limons des Plateaux, qui forment l'essentiel du sous-sol immédiat. En fond de vallée, le substratum est recouvert par les formations du complexe alluvionnaire. Exceptionnellement, à la faveur de pièges karstiques ou d'accidents tectoniques, il est possible de trouver des placages tertiaires résiduels, à faciès essentiellement sableux (Sables de Fontainebleau du Stampien), dans la plupart des cas les formations tertiaires sont rares et peu différenciées cartographiquement des argiles à silex.

Sur l'ensemble du bassin versant de la Risle moyenne, les formations crayeuses reposent sur les formations terrigènes du Crétacé inférieur (Aptien – Albien), caractérisées pour l'Aptien par les faciès sableux des Sables Ferrugineux, puis, pour l'Albien, par l'ensemble Poudingue Ferrugineux – Gault – Gaize (*Juignet*, 1974). Vers le sud-ouest, ces formations albiennes se condensent sous les faciès de la Glauconie de Base, bien connue dans le sud-ouest du Pays d'Ouche et dans le Pays d'Auge.

Enfin, du fait de la déformation d'âge Crétacé inférieur ayant affecté la zone, l'ensemble de ces dépôts crétacés reposent en discordance sur les terrains jurassiques, non visibles à l'affleurement mais bien connus en sondage, caractérisés par des formations kimméridgiennes essentiellement argileuses.

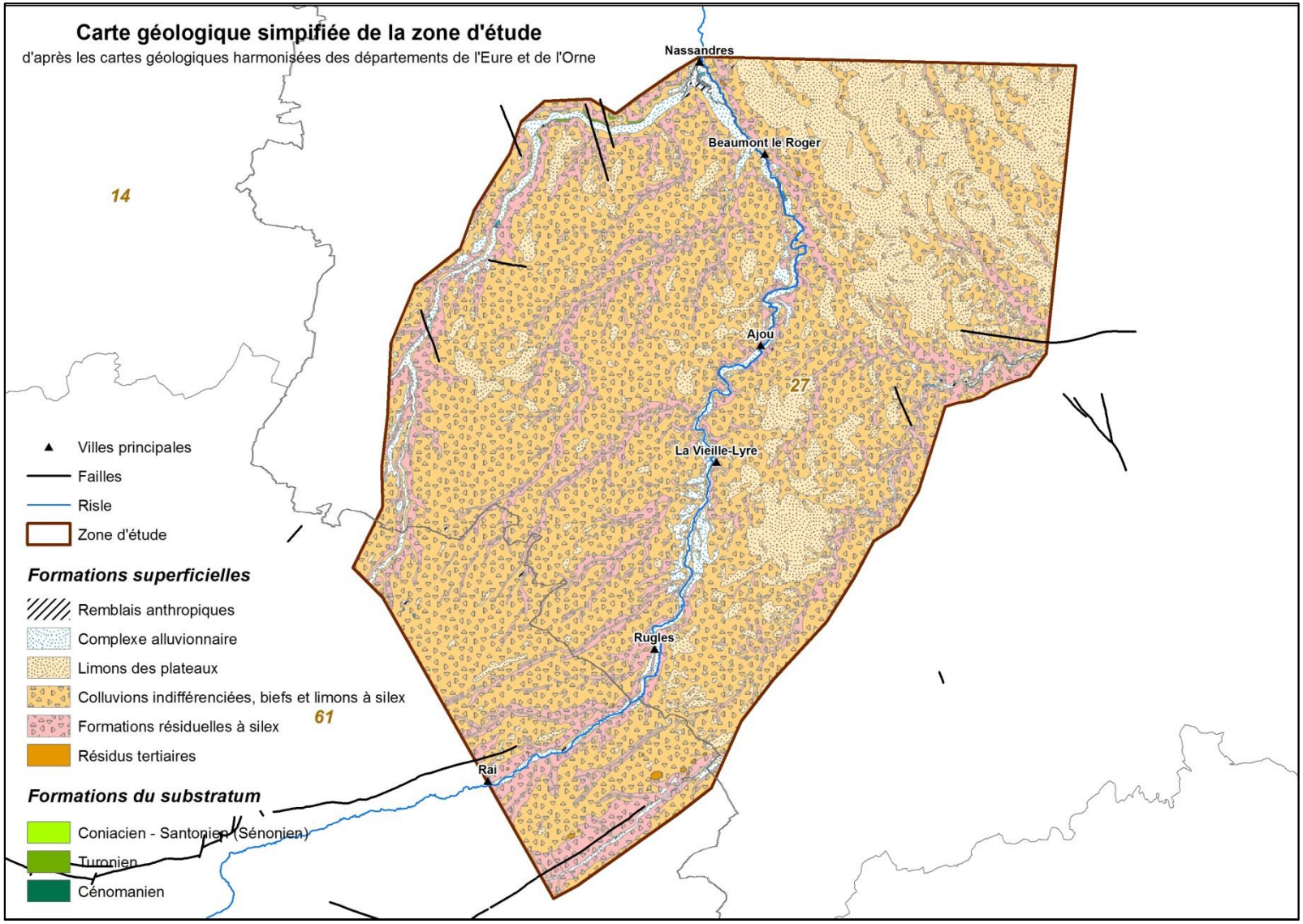



*Illustration 2 : Carte géologique simplifiée de la zone d'étude, issue des cartes géologiques harmonisées au 1/50.000 des départements de l'Eure et de l'Orne (BRGM)*

## 1.2. DESCRIPTION DES FORMATIONS DU SUBSTRATUM

Les formations suivantes sont décrites d'après leur âge géologique, par ordre stratigraphique (de bas en haut). Ces faciès, ainsi que leurs épaisseurs, peuvent varier en fonction de leur localisation dans la zone d'étude, ce qui traduit l'hétérogénéité des processus sédimentaires à l'origine des dépôts actuellement observés à l'affleurement ou en sondage. L'illustration ci-dessous présente le découpage lithostratigraphique des faciès crétacés de Haute-Normandie (d'après *Juignet, 1974* et *Lasseur, 2008*). L'ensemble de ces formations ne sont pas représentées dans la zone d'étude, puisqu'une grande partie des craies du Sénonien, ainsi que le sommet du Turonien pour la partie amont du secteur d'étude, ont été tronquées par l'érosion et les processus d'altération.

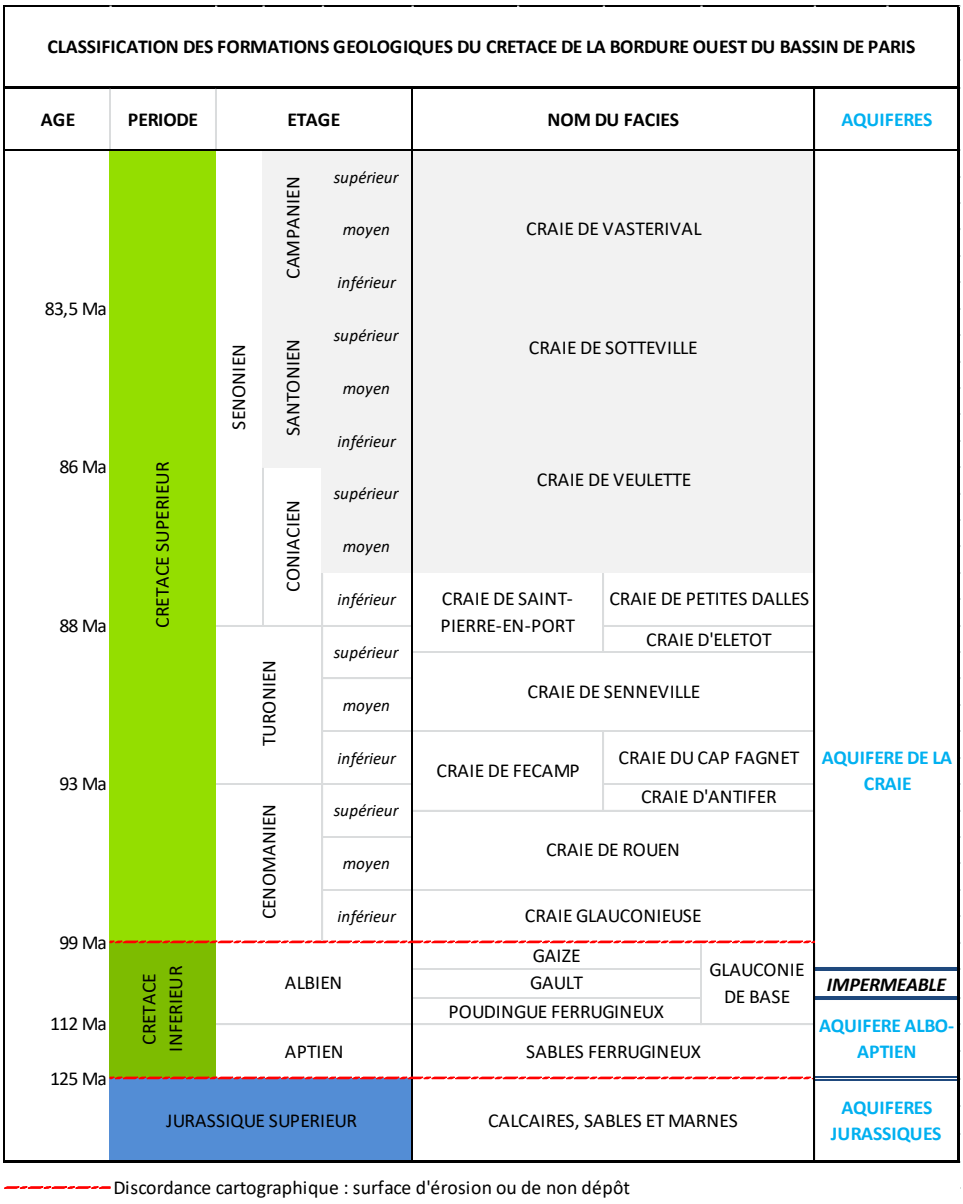



*Illustration 3 : Découpage lithostratigraphique du Crétacé de Haute-Normandie (d'après Juignet, 1974 et Lasseur, 2008) et relation avec les aquifères. Les formations non représentées dans le bassin versant de la Risle moyenne sont grisées. L'ensemble Crétacé repose sur les formations du Jurassique supérieur*

Pour la description des formations du substratum, nous nous concentrerons essentiellement sur les formations crétacées, car elles présentent un fort intérêt hydrogéologique. En effet, deux nappes peuvent y être individualisées : la nappe de la Craie, principalement hébergée par les assises crayeuses du Crétacé supérieur, et la nappe albo-aptienne hébergée principalement par les formations sableuses aptiennes.

Enfin, le découpage lithostratigraphique tel qu'il est représenté sur l'Illustration 3 permet d'apprécier les variations de faciès lithologique au sein d'un même étage géologique, ce qui peut induire des variations dans les processus hydrogéologiques. Toutefois, ce découpage a été essentiellement définit sur les affleurements de référence de la frange littorale du Pays de Caux. La pauvreté des affleurements situés dans le secteur d'étude ne permet pas d'appliquer ce découpage sans l'acquisition de nouvelles données de terrain.

### 1.2.1. Les sables ferrugineux de l'Aptien

Dans le bassin versant de la Risle moyenne, ces formations ne sont connues que par sondage. Elles correspondent aux premiers dépôts mis en place lors de la transgression crétacée, et reposent en discordance sur les formations jurassiques sous-jacentes. Leur faciès caractéristique consiste en des sables plus ou moins argileux, glauconieux, micacées, à liserés ferrugineux, surmontés parfois d'un faciès très argileux. D'un point de vue granulométrique, ces sables sont généralement fins et bien classés avec intercalation locale de niveaux grossiers (parfois graveleux) mal classés.

Dans la vallée de la Risle, ces sables présentent les plus fortes épaisseurs régionales (jusqu'à 56 m dans la basse vallée de la Risle, près de Pont-Audemer), mais également des faciès plus fins et plus argileux. Cette formation s'amincie vers le Lieuvin pour atteindre 18 m, et se biseaute vers le sud-ouest au niveau d'une ligne Houlgate – La-Ferté-Fresnel (*Juignet, 1974*).

D'un point de vue hydrogéologique, cette formation est le siège de la nappe albo-aptienne, captive lorsqu'elle est scellée par les formations argileuses albiennes (Gault principalement).

### 1.2.2. L'Albien

L'Albien n'est pas visible à l'affleurement dans le bassin versant de la Risle moyenne, mais est bien connu par sondage. En Haute-Normandie, l'Albien est principalement représenté par ses trois faciès caractéristiques (de bas en haut) : le *Poudingue Ferrugineux*, le *Gault* et la *Gaize*. Toutefois, à l'ouest d'une ligne Cormeilles – Bernay, dans le Pays d'Auge et le Pays d'Ouche, l'Albien est représenté par un faciès de condensation, détritique, homogène et relativement peu épais, résultant de la transgression et de l'onlap progressif des séries : la *Glauconie de Base*.

| SUD-OUEST PAYS D'OUCHE / PAYS D'AUGE | | | NORD-EST PAYS D'OUCHE / SUD-EST LIEUVIN | | |
|---|---|---|---|---|---|
| GLAUCONIE DE BASE | Au sommet, un sable glauconieux enrichi en carbonates, considéré équivalent latéral de la Gaize | 5-7 m (max) | GAIZE | Marnes sableuses ou silteuses, à galets phosphatés e niveaux glauconieux. Riche en cherts (accidents siliceux) | 10-12 m (Risle) |
| | | | GAULT | Argiles massives, parfois sableuses et localement très glauconieuse : Base très glauconieuse caractérisée par un horizon discontinu à graviers et galets | 1 m (Risle) |
| | A la base, sable quasi-exclusivement constitué de grains de glauconie (glauconitite), à passées de graviers et galets phosphatés (équivalence latérale des argiles du Gault) | | POUDINGUE FERRUGINEUX | Niveau lenticulaire de graviers et galets hétérogènes intercalés dans une matrice sablo-argileuse (vallée de la Risle), voire très glauconieuse (sud du Lieuvin) | 3-6 m |

*Illustration 4 : Equivalence latérale des formations albiennes et description des faciès caractéristiques (d'après une compilation bibliographique, notamment les cartes géologiques du BRGM)*

Les Argiles du Gault présentent une granulométrie très fine, d'argile massive, ce qui les rend imperméables. Cette formation est donc très intéressante d'un point de vue hydrogéologique puisqu'elle constitue d'une part, la base de la puissante nappe de la Craie, contenue dans la Gaize sus-jacente et les séries crayeuses du Crétacé supérieur et d'autre part le toit de l'aquifère captif apto-albien, situé dans les formations sableuses aptiennes et dans une moindre mesure, au sein du Poudingue Ferrugineux.

Ainsi, dans l'emprise du bassin versant de la Risle moyenne, la craie repose partout sur des couches a priori imperméables, à faciès essentiellement argileux, sauf dans la partie sud occidentale, où elle est supportée par une mince semelle de dépôts sableux.

### 1.2.3. Les craies du Cénomanien

Les craies cénomaniennes affleurent très localement dans le bassin versant de la Risle moyenne, mais sont connues et bien décrites dans la basse vallée de la Risle. Ces craies reposent sur les formations albiennes par l'intermédiaire d'une surface d'érosion. Ce sont les premiers dépôts crayeux du Crétacé supérieur, et marquent le début de la transgression crétacé et la mise en place de la « mer de la Craie ». Classiquement, le Cénomanien peut être divisé en deux faciès :

- A la base, la *Craie glauconieuse* du Cénomanien inférieur, correspond au faciès de transition entre les formations terrigènes de l'Albien et les dépôts crayeux du Crétacé supérieur, ce qui se traduit par un contenu encore important en éléments détritiques (qui décroit vers le sommet). D'un point de vue lithologique, cette craie est organisée en une succession de séquences débutant fréquemment par des niveaux de marne glauconieuse (glauconite), évoluant vers une craie argileuse puis une craie à silex et se terminant par une craie indurée surmontée d'un hardground[1]. A la base de la craie glauconieuse est parfois présent localement un niveau bien développé de glauconie, juste au-dessus de la surface de ravinement qui la sépare des Gaizes sous-jacentes (à Brionne, un forage a recoupé ce niveau glauconieux sur 1,5 m). L'épaisseur de la craie glauconieuse est

[1] Hardground : niveau induré qui correspond à la partie supérieure d'un banc carbonaté ayant subi une lithification, marqueur d'un arrêt momentané de sédimentation.

relativement constante : de l'ordre de 25 à 30 m. La teneur en carbonates varie de 20 à 80 % ;

- Au sommet, la *Craie de Rouen* du Cénomanien moyen et supérieur, est caractérisée par une craie à grains plus fins, blanche à crème, à fréquents lits de silex et à rares horizons noduleux et glauconieux. La teneur en résidus insolubles est plus faible que dans la craie glauconieuse sous-jacente. L'épaisseur moyenne de cette formation est d'une quinzaine de mètres. Dans l'ouest du Lieuvin et le sud-ouest du Pays d'Ouche, ces craies sont tronquées par les altérites à silex ;

Le Cénomanien terminal est constitué par la *Craie d'Antifer* (membre inférieur de la formation de la Craie de Fécamp, qui se prolonge dans la série sus-jacente turonienne). Cette craie se caractérise par une craie noduleuse, glauconieuse, constituée par un empilement de hardgrounds qui dépasse rarement quelques mètres (*Lasseur, 2008*).

La fin du Cénomanien coïncide avec la culmination de la transgression crétacée : la craie franche laisse place aux craies plus argileuses du Turonien inférieur.

### 1.2.4. Les craies du Turonien

Classiquement, les craies turoniennes sont décrites dans la littérature comme des craies marneuses ou argileuses, grises, massives, compactes, pauvres en silex dans la partie inférieure, et dont la teneur en argile peut atteindre 10 à 20 %. Un hardground régional les sépare des craies cénomaniennes. Dans la vallée de la Risle, la partie inférieure du Turonien a été décrite à proximité de Brionne, d'Authou ou de Fontaine-la-Soret, soit à la limite nord de la zone d'étude. Dans la majeure partie du Lieuvin et du Pays d'Ouche, à l'ouest d'une ligne Pont-Audemer – Verneuil-sur-Avre, le Turonien est tronqué, directement recouvert par les formations superficielles. Il disparaît à l'extrémité sud-ouest de la zone d'étude, aux environs de l'Aigle.

Cette craie peut être divisée en trois unités lithostratigraphiques distinctes (Lasseur, 2008) :

- La *Craie du Cap Fagnet* (Turonien inférieur, membre supérieur de la Craie de Fécamp) correspond à la craie à *Inoceramus labiatus* du découpage biostratigraphique, mentionné sur la plupart des cartes géologiques au 1/50.000. Ce sont les premiers dépôts turoniens, caractérisés par une série homogène de gros bancs d'épaisseur métrique de craie argileuse à niveaux noduleux et hardgrounds, généralement très pauvre en silex. C'est une craie très carbonatée (80 à 90 % de $CaCO_3$) ;

- La *Craie de Senneville* (Turonien moyen et supérieur), caractérisée par plusieurs niveaux de craie noduleuse ainsi que de nombreux niveaux marneux dont certains sont particulièrement bien développés. Les derniers mètres de cette formation sont marqués par des niveaux indurés plus marqués et plus abondants associés à des craies plus grossières ;

- La *Craie d'Eletot* (fin du Turonien supérieur, membre inférieur de la formation des craies de Saint-Pierre-en-Port, qui se prolonge au Coniacien inférieur), caractérisée par des craies grises à niveaux de silex bien lités et riches en niveaux indurés. Cette unité stratigraphique est bien individualisée par ces caractéristiques lithologiques.

### 1.2.5. Les craies du Sénonien

Le super étage Sénonien regroupe les craies du Coniacien, du Santonien et du Campanien. Dans la zone d'étude, les altérations et les érosions post-crétacées ont tronqué la quasi-totalité de la partie supérieure des craies sénoniennes, de plus en plus à mesure que l'on se rapproche de la Risle : seules subsistent, dans la partie nord-est de la zone d'étude, sous le plateau du Neubourg, les faciès du Coniacien et du Santonien, reconnus principalement en sondage. A l'ouest de la Risle, les craies sénoniennes n'existent plus : les altérites à silex entament déjà les craies turoniennes.

Classiquement, les craies coniaciennes sont décrites comme des craies blanches fines à niveaux de silex bien marqués. Localement, ces craies peuvent être dolomitiques, dures, blanchâtre à jaunâtre. Le découpage lithostratigraphique de la base du Coniacien est définit par le membre supérieur des Craies de Saint-Pierre-en-Port, la *Craie de Petites Dalles*, caractérisée par des craies grises peu noduleuses à la base, suivie de craies plus noduleuses se terminant par un, voire plusieurs hardgrounds (Lasseur, 2007).

### 1.2.6. Répartition des craies sur la zone d'étude

L'écorché des formations crayeuses permet d'apprécier leur répartition dans la zone d'étude. Il a été réalisé d'après l'écorché géologique proposé par Quesnel (*Quesnel, 1996*) et modifié d'après les données de forage disponibles en BSS.

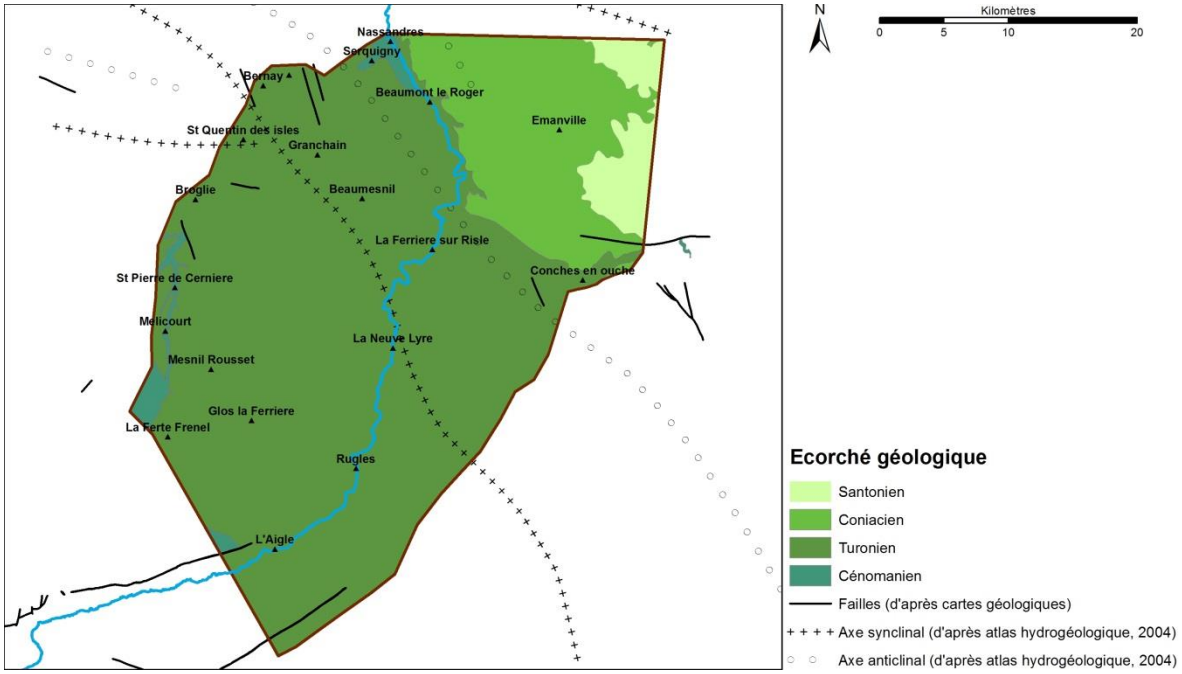



*Illustration 5 : Ecorché des formations mésozoïques (modifié d'après Quesnel, 1996)*

## 1.3. DESCRIPTION DES FORMATIONS SUPERFICIELLES

Les formations superficielles sont les dépôts les plus représentés de la zone d'étude. Elles recouvrent l'ensemble des plateaux crayeux du secteur, les affleurements du substratum n'étant localisés qu'au niveau des fortes pentes et des abrupts, situés sur les versants des vallées. Classiquement, ces formations sont divisées en plusieurs grands ensembles :

- Les *résidus d'altération* des craies du Crétacé supérieur (Formations Résiduelles à silex et altérites de la craie) ;

- Les *dépôts alluviaux* caractérisés par les complexes alluvionnaires, déposés par les cours d'eau ;

- Les *dépôts éoliens ou lœss*, dépôts silteux cartographiés sous le nom de Limons des Plateaux, déposés par les vents lors des périodes froides du Quaternaire ;

- Les *dépôts de pente*, caractérisés par les colluvions diverses, aux très fortes variations latérales de faciès, déposées par des phénomènes gravitaires (par exemple, les formations remaniées associées aux résidus d'altération (Biefs et limons à silex)) ;

- Les dépôts tertiaires *résiduels*, qui correspondent à des lambeaux ou des résidus de formations essentiellement sableuses ou gréseuses (Sables de Fontainebleau, Sables de Lozère), déposés au gré des transgressions et régressions tertiaires, et piégés sous forme de poches dans des effondrements karstiques ou des dépressions topographiques liées à la tectonique.

La description synthétique concernant les formations superficielles, issues des notices des cartes géologiques qui couvrent le bassin versant de la Risle moyenne, est présentée en Annexe 1.

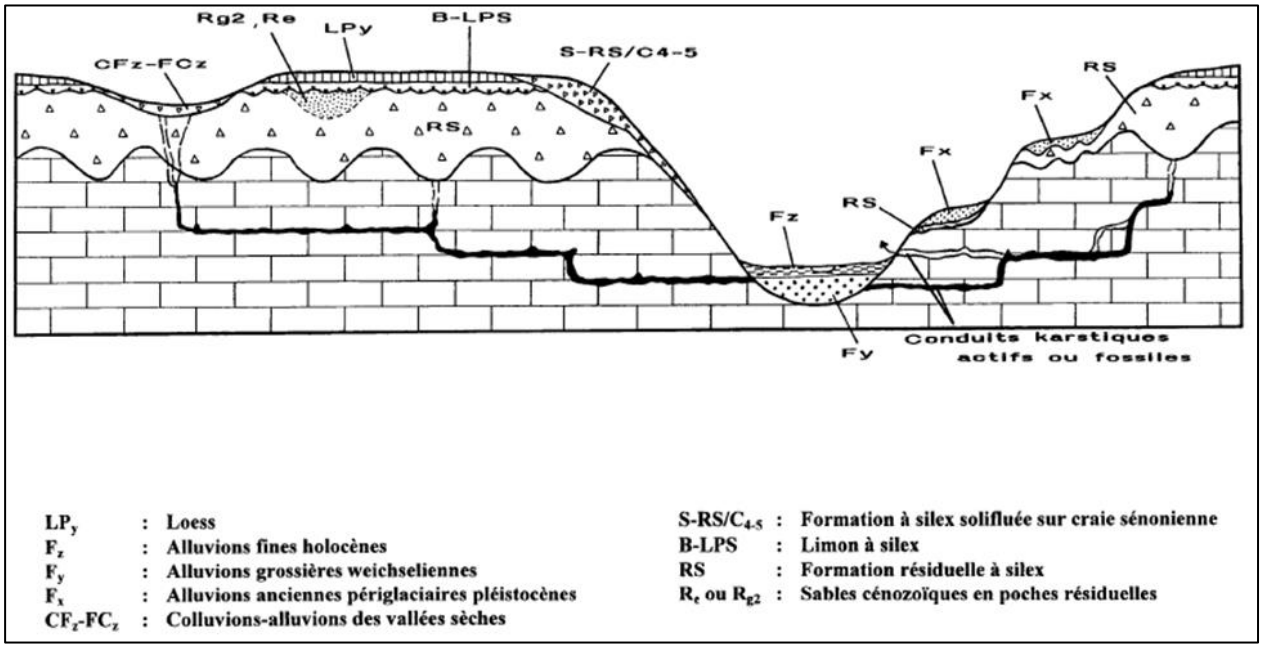



*Illustration 6 : Répartition schématique des formations superficielles sur substratum crayeux de l'Ouest du Bassin de Paris (Quesnel et al., 1996)*

### 1.3.1. Les formations résiduelles à silex (RS) et les biefs et limons à silex (B-LPs)

Les formations résiduelles à silex, ou résidus à silex (nommés RS sur les cartes géologiques), recouvrent l'ensemble des plateaux crayeux de la zone d'étude, et sont également souvent solifluées sur les versants des vallées. Cette formation est également présente en fond de vallée, et la Risle coule sur des alluvions qui reposent sur des RS jusqu'aux environs de Beaumont-le-Roger. En aval, la vallée a entaillé les craies turoniennes. Les RS résultent de l'altération des

différents niveaux crayeux du Crétacé supérieur et se sont formées après l'émersion fini-crétacée, au cours du Cénozoïque de façon plus ou moins polyphasée. Ce sont des formations globalement sub-autochtones, formées sur place aux dépens du substratum crayeux et sans l'intervention d'agents de transports. Elles sont parfois entrecoupées de poches tertiaires. Ces poches tertiaires peuvent contaminer les RS (contamination postérieure aux dépôts des sables tertiaires) en leur donnant une texture plus sableuse. La morphologie du mur des RS est karstique, marquée par une succession d'entonnoirs de dissolutions qui peuvent pénétrer la craie sur plusieurs dizaines de mètres.

Dans le bassin versant de la Risle moyenne, les RS sont représentées sous le faciès « Thymerais » (*Laignel, 1997*), qui affecte les craies d'âge Cénomanien à Santonien. Il est caractérisé par un profil vertical relativement constant régionalement. A la base, on retrouve un faciès à matrice argileuse, majoritairement kaolinique, qui peut être plus sablo-argileuse à proximité des poches de sables tertiaires. Sombre, brun à gris-noir ou parfois verdâtre à la base, ce faciès s'éclaircit pour devenir marbré à rougeâtre au sommet. La proportion de silex augmente avec la profondeur : en surface, elle est de 39 à 53 % dans les 10 premiers mètres, entre 60 et 70 % entre 10 et 15 m pour atteindre 90 % en dessous de 15 m de profondeur.

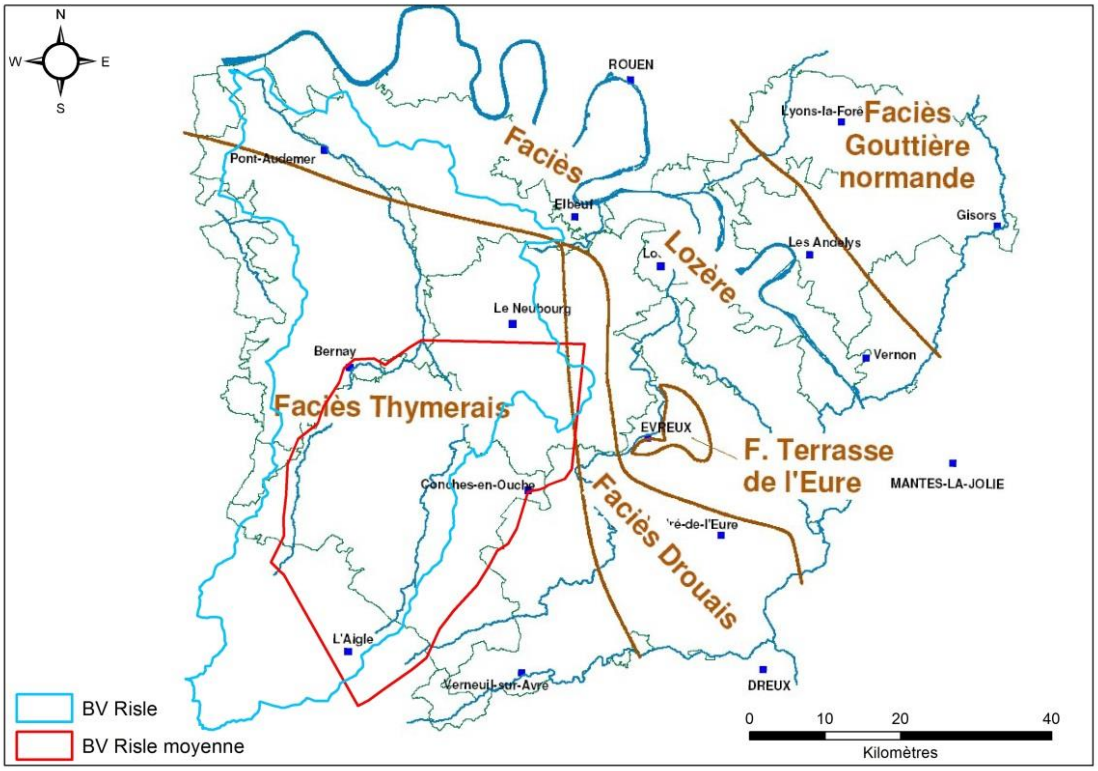



*Illustration 7 : Situation de la zone d'étude (emprise de l'observatoire de la Risle, polygone rouge) sur la carte de répartition des différentes familles de RS (d'après Laignel, 1997)*

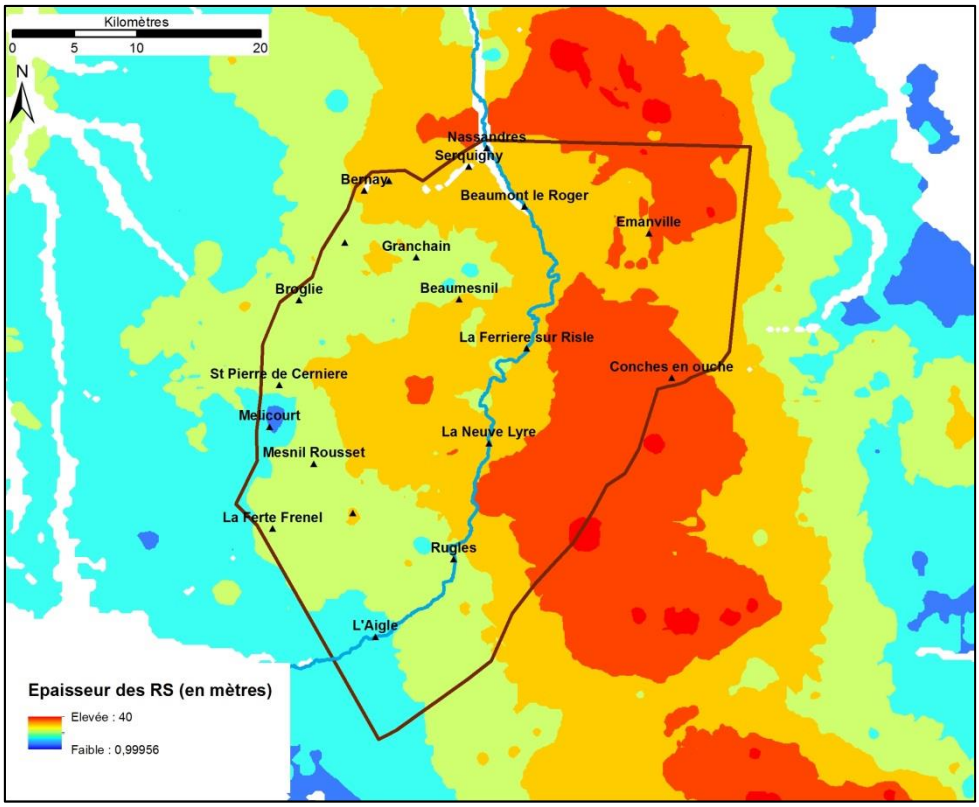



*Illustration 8 : Epaisseur des RS sur la zone d'étude (exprimée en mètres dans la légende)*

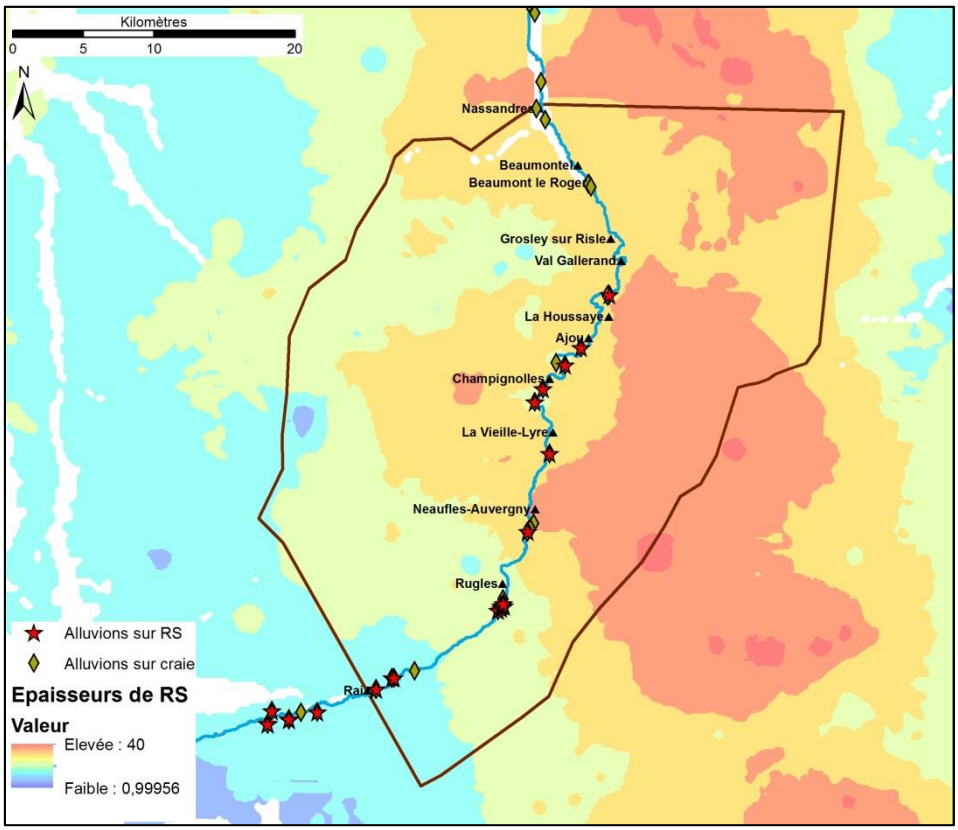



*Illustration 9 : Localisation des sondages de la BSS de la vallée de la Risle avec 1. Présence d'alluvions sur RS (étoiles rouges) et 2. Alluvions sur craie (absence de RS) (losange jaune)*

D'un point de vue hydrogéologique, cette formation peut être le siège d'une nappe de stagnation temporaire dans les horizons sableux, notamment au sein des poches sableuses tertiaires.

Les formations résiduelles à silex ont parfois été remaniées, sur la bordure des plateaux ou dans leur partie supérieure : ces formations à silex remaniées, plus riches en silex, sont appelées *Bief à silex*. Ces biefs sont des matériaux très hétérogènes, qui présentent une matrice composée d'argile, de limon et de sable, dans des proportions variables. Les taux de silex, toujours fragmentés, sont souvent supérieurs à 65 % (*Laignel*, 1997).

Les *limons à silex* peuvent être regroupés avec les biefs à silex dans la mesure où il s'agit d'une formation remaniée, riche en silex fragmentés, emballés dans une matrice limoneuse. Cette formation se situe aussi bien sur les plateaux que sur les versants, où elle est solifluée, et cela sur des superficies qui peuvent être relativement étendues.

Notons également, dans la partie sud du bassin versant de la Risle moyenne (feuille géologique n°214 – L'Aigle), la présence d'altérites de craies cénomaniennes ou turoniennes, caractérisées par des argiles silteuses ou finement sableuses. L'épaisseur de ces altérites dépasse 5 m.

### 1.3.2. Le complexe des limons des plateaux (LP)

Le complexe des limons des plateaux recouvre une grande partie des plateaux situés dans la zone d'étude, mais est particulièrement bien développé sur le plateau du Neubourg. Ce sont des terrains qui forment de bonnes terres arables, ce qui explique les grandes cultures caractéristiques des plateaux normands.

Il s'agit d'une formation allochtone éolienne, assimilée à des lœss, déposée par les vents catabatiques en contexte périglaciaire lors des périodes froides du Quaternaire. Cette formation se caractérise par un faciès limoneux relativement homogène, pouvant devenir plus argileux dans certains horizons (lœss-lehms) ou sableux. La teneur en argile varie de 40 % dans les lœss-lehms (limons anciens), à 20-30 % dans les autres horizons. La puissance de cette formation varie des bords des plateaux vers le centre, où elle peut atteindre une dizaine de mètres.

Cette formation meuble est perméable et laisse l'eau percoler lentement et possède un assez fort pouvoir de rétention (*Calba et al., 1979*).

### 1.3.3. Les colluvions et les formations de pente (C)

Les colluvions sont constituées de matériaux remaniés par le ruissellement, la solifluxion et accumulés sur les versants ou dans les fonds de vallons durant le Quaternaire (*Kuntz, 1974*). Ces formations remanient les formations du tertiaire, les limons des plateaux, les limons à silex et les biefs à silex, les formations résiduelles à silex, les faciès crayeux du Crétacé et parfois d'anciennes terrasses alluviales.

Ce remaniement induit des très grandes variations de faciès, aussi bien latérales que verticales. Leur épaisseur est très variable : elle peut varier de un à quelques mètres et peut atteindre parfois plus de 10 mètres.

### 1.3.4. Le complexe alluvionnaire (Fx-y-z)

Les alluvions tapissent le fond de la vallée de la Risle, et se retrouvent pour les plus anciennes sous forme de placages sur les versants. Elles reposent sur les argiles à silex de l'amont jusqu'à Beaumont le Roger, et directement sur la craie ensuite. Les alluvions peuvent être regroupées

en deux entités (par ordre stratigraphique), bien décrites par le CETE lors d'une étude sur les réserves de granulats (CETE, 1982) :

- Les *alluvions anciennes* (Fx-y) : ce sont des dépôts grossiers (galets, cailloutis, graviers). Sur les hautes terrasses, ces alluvions sont caractérisées par des placages de sables et de graves. Au niveau des moyennes et basses terrasses, elles sont constituées de graviers roulés dans une matrice argilo-sableuse. D'après les cartes géologiques du secteur, l'épaisseur des alluvions anciennes varie de 2 à 4 m dans la vallée de la Risle.

- Les *alluvions modernes et actuelles* (Fz) : elles tapissent le fond des vallées actuelles et correspondent à l'extension des plus grandes crues. Elles ne présentent un certain intérêt hydrogéologique que dans les vallées de la Risle et de la Charentonne, où toutefois l'épaisseur des horizons perméables est faible (environ 4 m) (*BURGEAP, 1969*). Elles se composent :

    - Des alluvions fines, constituées de limons argileux, d'argile très plastique +/- organique, et de veines de tourbes ;

    - Des alluvions graveleuses, +/- argileuses, constituées essentiellement de silex noirs plus ou moins roulés.

## 1.4. HISTOIRE GEOLOGIQUE DE LA ZONE D'ETUDE

L'histoire géologique de la zone d'étude s'inscrit dans celle du Bassin de Paris, large cuvette sédimentaire reposant sur un socle magmatique et métamorphique Paléozoïque, dont l'histoire commence il y a environ 250 millions d'années, au Trias.

### 1.4.1. Trias et Jurassique

A cette époque, la chaîne hercynienne, presque totalement pénéplannée, est parcourue par un réseau fluviatile qui transporte les matériaux issus du démantèlement des reliefs, et qui se déposent dans une vaste plaine alluviale dans laquelle de vastes réseaux fluviatiles en tresse se forment, résultant dans le dépôt d'argile et de lentilles de grès de taille variable.

La sédimentation jurassique débute vraisemblablement dans la zone avec la transgression du Lias moyen (Pliensbachien), par le dépôt d'argiles bariolées, témoins d'une mer épicontinentale peu profonde. Cette sédimentation marine se poursuit tout au long du Jurassique, jusqu'au Tithonien, par une succession de dépôts essentiellement argileux, par quelques niveaux calcaires et par de rares niveaux sableux ou gréseux. Cette séquence est suivie par une émersion généralisée, qui marque la fin des dépôts marins jurassiques, et qui perdurera jusqu'à la transgression apto-albienne.

### 1.4.2. Crétacé : l'arrivée de la « mer de la Craie »

La région émerge à la fin du Jurassique et sur une grande partie du Crétacé inférieur sous l'influence de déformation grande longueur d'onde (*Guillocheau et al*., 2000), au cours de laquelle les terrains sont soumis à l'érosion continentale. Le climat est chaud, humide et les reliefs armoricains proches subissent une importante altération pédologique pendant que décalcification et silicification affectent les quelques formations carbonatées jurassiques. La partie basale du Crétacé est encore mal connue dans la région, en particulier concernant la distribution des faciès wealdien (Néocomien). La reprise de la sédimentation marine se produit vraisemblablement au cours de l'apto-albien, période de nouvelle transgression qui marque à nouveau l'ouverture d'une

mer épicontinentale, dans laquelle se déposeront les dépôts marins peu profonds des Sables Verts, puis les formations terrigènes plus argileuses de l'*Argile du Gault* et de la *Gaize*, équivalents latéraux de la *Glauconie de Base*. La fin de l'Albien marque le passage vers la transgression du Crétacé supérieur, caractérisée par des dépôts crayeux, mis en place au sein de la « mer de la Craie », mer épicontinentale ouverte sur l'océan Atlantique en cours d'ouverture et sur la Thétys.

Au Cénomanien inférieur, la sédimentation s'effectue dans un environnement légèrement plus profond qu'à l'Albien. C'est à cette période que sont enregistrés les premiers dépôts crayeux, encore riches en éléments détritiques, caractérisés par les faciès de C*raie glauconieuse*. Suit la C*raie de Rouen (Cénomanien moyen) marquée par une sédimentation plus ouverte et moins terrigène*. Dans le Perche, le Cénomanien supérieur est marqué par un épisode détritique remarquable, probablement estuarien, qui met en place le prisme sédimentaire des « Sables du Perche ».

Au Turonien inférieur s'observe un ennoiement complet du bassin de Paris, ce qui traduit un approfondissement de la « mer de la Craie », qui pouvait atteindre 100 à 200 m au droit de la zone d'étude, la sédimentation crayeuse devient plus argileuse.

Du Turonien moyen au Sénonien (Coniacien – Santonien – Campanien), la mer dépose une craie blanche, localement dure, riche en silex. Quelques niveaux de bancs dolomitiques et de calcaires indurés traduisent, à la fin du Santonien, des zones de dépôts peu profonds.

Enfin, durant le Maastrichtien la « mer de la Craie » se retire, la région émerge progressivement. Les seuls témoins du Maastrichtien, entièrement altéré, figurent dans les argiles à silex (*Quesnel et al*., 1997).

### 1.4.3. Tertiaire

Au Paléocène, la bordure occidentale du bassin de Paris est émergée. La transgression thanétienne ne semble pas arriver jusque dans la zone d'étude. Les formations crayeuses, à l'air libre, sont fortement affectées par les processus météoriques : les phénomènes d'altération et de karstification s'amorcent.

De même la transgression yprésienne, marquée en particulier par le dépôt des faciès sableux des Sables de Cuise, n'est pas représentée dans la zone d'étude. La fin de l'Yprésien est marquée par un soulèvement général lié à un évènement tectonique, ce qui provoque l'émersion de la région. Cette émersion va induire une altération des formations crayeuses crétacées et la grésification partielle des faciès cuisiens.

Le Lutétien, est marqué dans la région par plusieurs incursions marines, qui déposent successivement les calcaires fossilifères du Lutétien moyen, puis les calcaires lagunaires ou laguno-lacustres du Lutétien supérieur. S'ensuit une émersion fini-lutétienne, marquée par des silicifications, et impliquant l'érosion des terrains déposés lors du Tertiaire. Cette émersion perdure jusqu'au Stampien (Oligocène inférieur). Une nouvelle intrusion marine va alors se mettre en place déposant des sables fins à grossiers (*Sables de Fontainebleau*) sur l'ensemble de la zone d'étude.

Enfin, au Pliocène se déposent les *Sables de Lozère*, qui consistent en des sables grossiers, à faciès « gros sel », originaires du Massif Central.

### 1.4.4. Quaternaire

Au Pléistocène inférieur, en réponse à des rejeux tectoniques, la région se soulève lentement (*Hauchard et al.,* 2008). C'est dans ce contexte que débute l'incision de la vallée de la Risle et le dépôt des premières terrasses fluviatiles. Le rejeu des failles entraine également des surrections localisées, qui entravent le cours naturel des cours d'eau, en provoquant parfois un surcreusement. D'autre part, ces surrections favorisent l'abaissement progressif du niveau de base de la nappe aquifère, et par conséquence, la réactivation des conduits karstiques dans la craie (*Kuntz,* 1982), qui se prolongent alors progressivement dans la couverture sédimentaire tertiaire et quaternaire pour former des bétoires.

Enfin, lors des périodes froides du Quaternaire, les vents dominants d'Ouest et de Sud-Ouest d'origine catabatique, déposent les faciès limoneux des Limons des Plateaux qui forment les meilleures terres arables de la région.

## 1.5. SYNTHESE STRUCTURALE ET TECTONIQUE

A l'échelle du Bassin de Paris, l'organisation structurale consiste en un monoclinal à faible pendage (4 ‰), orienté vers le centre du Bassin de Paris qui se traduit dans la zone d'étude par un pendage vers l'est/nord-est. Au sein de la série crayeuse, il y a donc un passage progressif des formations plus anciennes (Cénomanien) aux formations plus récentes (Sénonien) du sud-ouest vers le nord-est. Cette organisation structurale, à pendage vers l'est / nord-est, s'accompagne fréquemment d'une augmentation des épaisseurs des formations, qui s'explique par une subsidence et/ou une préservation plus importante dans le centre du Bassin de Paris que sur ses bordures.

Associée à ce monoclinal régional existe une succession de structures tectoniques plicatives (synclinaux, anticlinaux, flexures) et/ou cassantes (faille) d'orientation essentiellement *armoricaine* (ONO-ESE à NNO-SSE), auxquelles sont associées des structures orientées NE-SO, voire E-O. Ces structures tectoniques font varier l'épaisseur de la craie aquifère et induisent des contacts anormaux.

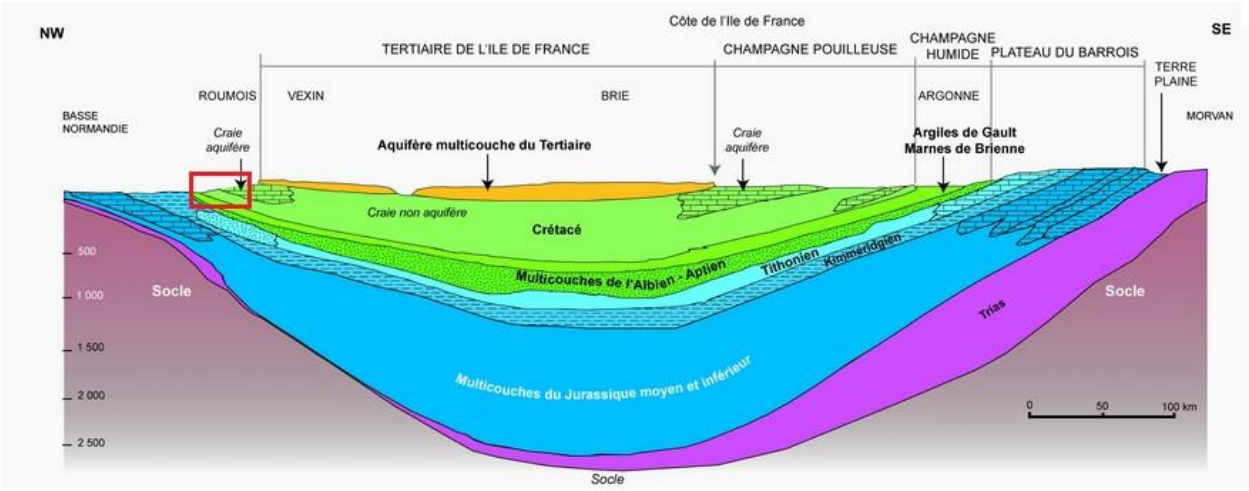



*Illustration 10 : Situation de la zone d'étude sur une coupe géologique simplifiée du Bassin de Paris, qui met en évidence le pendage général des couches vers le centre du bassin (source : sigessn.brgm.fr)*

Dans ce secteur où le substratum est largement recouvert par une épaisse couche de formations superficielles diverses (altérites, dépôts éoliens, colluvions etc.), le manque d'affleurement ne permet pas une analyse structurale détaillée, et il est classiquement admis qu'un certain nombre

des structures sont « cachées » par les recouvrements tertiaires et quaternaires, et ne peuvent être qu'indirectement supposées à partir d'anomalies topographiques, lithologiques ou hydrologiques.

La carte structurale du mur de la craie du département de l'Eure, réalisée par le BRGM en 2004 (*Arbonnier et al., 2004*) à partir de données de forages, de profils sismique issus de l'exploration pétrolière et de données topographiques, géologiques et structurales, a permis de mettre en évidence certaines structures souples ou cassantes affectant le substratum crayeux. La plupart des structures plicatives décrites dans ce chapitre sont issues de cette carte structurale.

Compte tenu du rôle majeur de ces structures tectoniques sur la géométrie actuelle du cours de la Risle, ainsi que sur les processus hydrogéologiques qui régissent le substratum crayeux, l'ensemble des structures avérées ou supposées seront décrites dans ce chapitre. Pour les structures supposées, leur existence ne peut être vérifiée que par une étude géophysique détaillée ou par l'implantation de forages.

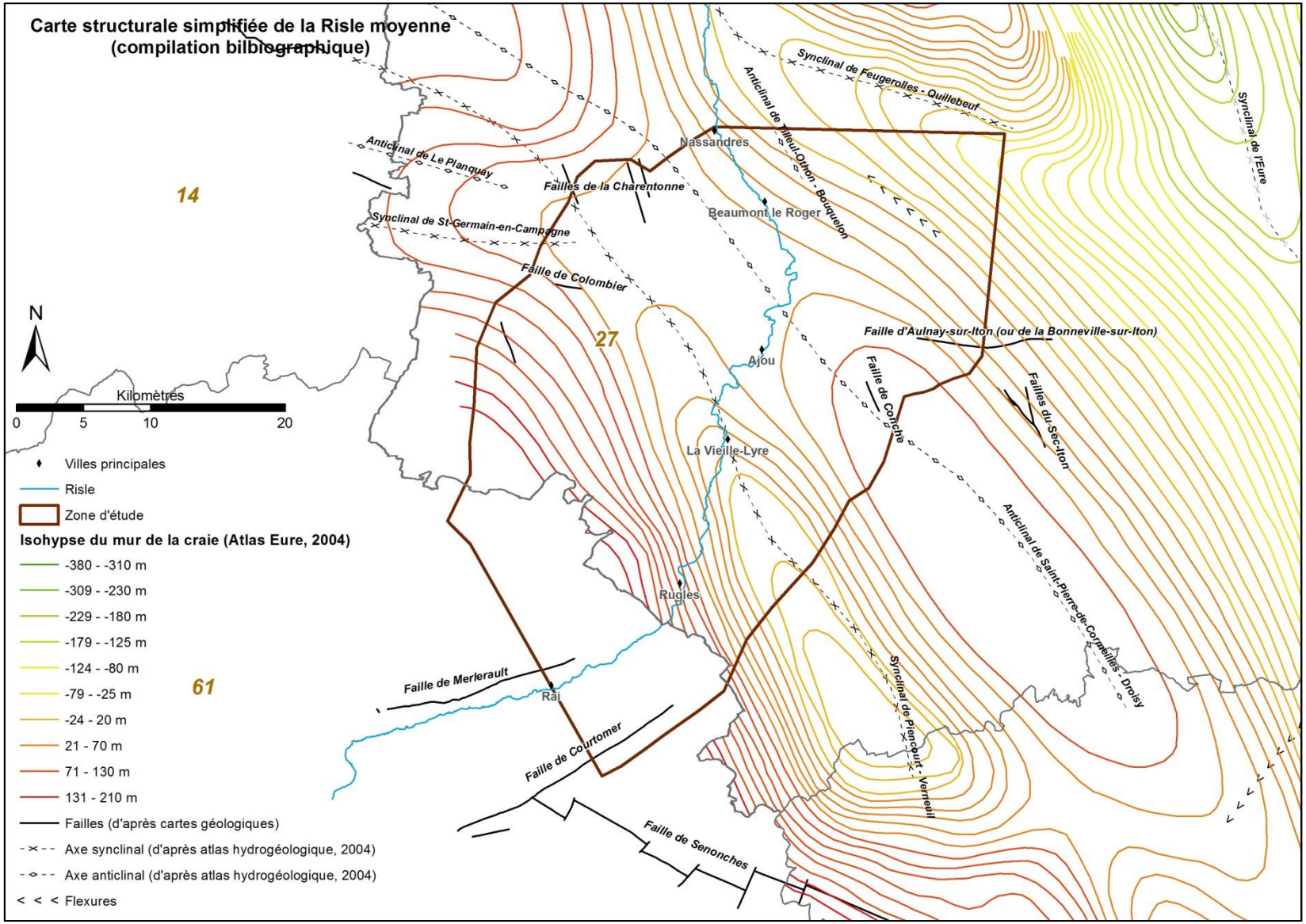



*Illustration 11 : Carte structurale simplifiée de la Risle moyenne et isohypse du mur de la craie (BRGM)*

### 1.5.1. Les structures plicatives : flexures, axes anticlinaux et axes synclinaux

Ces structures souples sont caractérisées par les flexures, les axes anticlinaux (structures antiformes) et les axes synclinaux (structures synformes). Leurs directions sont généralement parallèles : de NO-SE à NNO-SSE. Elles peuvent avoir des influences sur l'hydrologie ou l'hydrogéologie, c'est pourquoi l'ensemble des structures reconnues dans le bassin versant de la Risle moyenne sont décrites ci-dessous (du nord au sud).

#### *[Avéré] – Synclinal de Feugerolles – Quillebeuf*

Cette ondulation synclinale a été reconnue à la limite nord du bassin versant de la Risle moyenne. Au sud-est de Pont-Authou (vallée de la Risle), cette ondulation consiste en un simple sillon d'axe ONO-ESE, qui s'atténue en direction de Feugerolles. Dans la partie médiane de son tracé, entre Calleville et Montfort-sur-Risle, la structure devient dissymétrique. Son flanc ouest, plus pentu, correspond au passage de la flexure de la Risle, qui s'incurve ensuite en direction de Pont-Audemer.

#### *[Avéré] – Anticlinal de Saint-Pierre-de-Cormeilles – Droisy*

D'orientation globalement NO-SE dans le bassin versant de la Risle moyenne, cet axe prend une direction ONO-ESE. Deux dômes jalonnent son tracé : au sud-est, entre Damville et Conches-en-Ouche (limite est de la zone d'étude), le dôme des Essarts, au niveau duquel la base de la craie culmine à la côte + 90 m NGF ; au nord-ouest, le dôme de Saint-Pierre-de-Cormeilles (limite NO de la zone d'étude), moins marqué, où le mur de la craie culmine vers la côte + 80 m NGF.

#### *[Avéré] – Synclinal de Piencourt – Bernay – Verneuil-sur-Avre*

Cette ondulation synclinale présente un axe orienté NNO-SSE, et comporte deux cuvettes de profondeurs inégales. Au droit de la plus profonde (Verneuil-sur-Avre, au sud-est de la zone d'étude), le mur de la craie descend en-dessous de la côte -40 m NGF. Dans la cuvette secondaire de Bernay, moins marquée, ce niveau se situe aux environs de la côte + 40 m NGF. Au nord de Bernay, l'axe s'incurve vers le NO, et une nouvelle cuvette s'amorce au droit de Piencourt.

#### *[Avéré] – Synclinal de Saint-Germain-en-Campagne*

Cette ondulation synclinale, peu marquée, est située à l'extrémité ouest de la zone d'étude. Elle est caractérisée par un simple sillon d'axe globalement E-O, qui s'atténue vers l'ouest. A l'est, cette structure rejoint la cuvette synclinale de Bernay, formée par l'axe synclinal de Piencourt – Bernay - Verneuil-sur-Avre.

#### *[Supposé] – Flexure orientée N130°E entre Combon et Ormes*

Cet accident présumé, de type flexure, est signalé par l'auteur de la carte géologique de Beaumont-le-Roger, d'après des anomalies topographiques observées entre Combon et Ormes. La surface des plateaux situés au nord-est de cet accident serait affaissée de 15 m.

### *[Supposé] – Anticlinal faillé de Pierrelaye – Tilleul-Othon – Bouquelon*

Cette petite structure antiforme présumée est signalée par l'auteur de la carte géologique de Beaumont-le-Roger, à l'extrémité nord-est du secteur d'étude. Il s'agirait d'une déformation assez large de direction moyenne N150°E, visible au nord-est de Beaumont-le-Roger, où les points élevés du plateau sont alignés depuis l'est du domaine de Pierrelaye, en passant immédiatement à l'est du Tilleul-Othon et de Bouquelon. Ce secteur, où la surface des plateaux paraît déformée, pourrait correspondre au rejeu récent d'un petit anticlinal faillé.

Cette structure coïncide avec un petit dôme anticlinal visible sur la carte des isohypses du toit du Cénomanien, où le passage Cénomanien-Turonien se situe à la côte + 110 m NGF.

A ces structures relativement bien détaillées dans la littérature s'ajoutent d'autres structures plicatives, moins bien documentées, qui se présentent sous la forme d'axes de déformation de la surface des plateaux ou d'anomalies piézométriques, et qui pourraient correspondre à des déformations anticlinales. Nous retiendrons principalement :

- Contre l'accident NE-SO qui va de la Bonneville-sur-Iton à la haute vallée de la Lême (limite orientale de la zone d'étude) : localisation de petites déformations anticlinales à l'origine de déformations du plateau probablement liées à un rejeu Quaternaire (déformation de la surface des plateaux) et pourraient être interprétées par une compression des terrains profonds ;

- La présence d'un dôme piézométrique situé très près de la vallée de la Risle, à l'est de Beaumont-le-Roger, visible sur la carte piézométrique du département de l'Eure de 2004 (*Arbonnier et al., 2004*), qui présente une position particulière qui pourrait s'expliquer par la présence de structures tectoniques (anticlinal possible, ou faille).

### 1.5.2. Les structures cassantes : failles

Les failles sont à l'origine de contacts anormaux entre des formations géologiques aux faciès différents, avec des rejets parfois non négligeables, ce qui peut avoir des conséquences sur les dynamiques hydrogéologiques, et notamment la formation de réseaux karstiques.

### *[Avéré] – Faille de Merlerault (extrémité nord-est) et les linéaments associés*

Cette faille concerne l'extrémité sud-est de la zone d'étude. Orientée N60°E à N70°E, passant à une orientation N110°E via un jeu de failles N20°E, elle présente un rejet de l'ordre d'une cinquantaine de mètres, voire le double à Rai (extrémité sud de la zone d'étude) où des décalages de 100 m sont constatés pour le toit de la glauconie, entre le sondage 02143X0042 et ceux de la vallée de la Risle. Notons qu'entre Planches et Rai, le tracé sub-rectiligne de la Risle ne correspond à aucun accident connu. Il est cependant plausible que l'altération karstique, probablement à l'origine de cette vallée, ait été canalisée par un couloir de fracturation associé à une faille de faible rejet dans la craie.

Enfin, dans la vallée de la Risle, certains linéaments parallèles à la faille de Merlerault pourraient être la conséquence de mouvements cénozoïques, qui pourraient correspondre à des accidents de faible rejet, impossibles à déceler avec les conditions locales d'affleurement.

### *[Avéré] – Faille de Courtomer – Moulins-la-Marche (extrémité nord-est)*

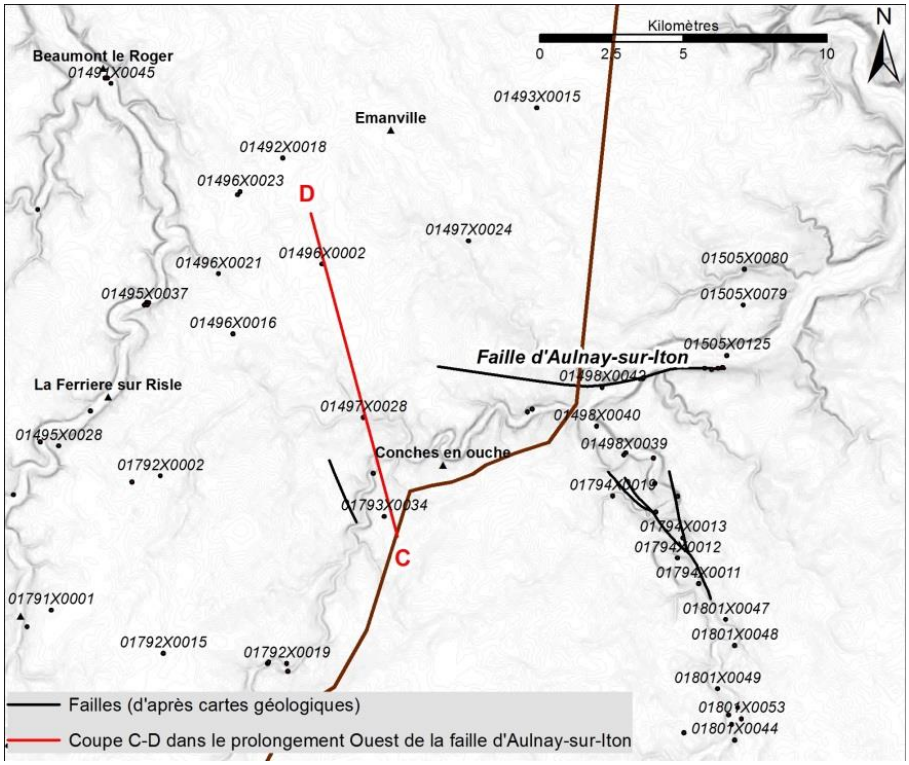
Cette faille concerne l'extrémité sud de la zone d'étude. Elle a été mise en évidence au cours du levé de la carte géologique de l'Aigle. Il s'agit d'une faille inverse, à pendage nord de 70° environ, qui présente un rejet variant de 40 m à 130 m vers Courtomer (Orne). Cette faille se prolonge vers le nord-est en rive gauche de l'Iton, où, au nord de Bennefoi elle est attestée par un décalage des assises du Turonien inférieur (*Ménillet et al., 1998*).

### *[Avéré] – Faille d'Aulnay-sur-Iton (ou de Bonneville-sur-Iton) et son prolongement probable vers l'ouest (faille de Colombier)*

Cette faille, signalée sur la carte géologique de Beaumont-le-Roger, concerne la partie orientale de la zone d'étude (secteur de Conches-en-Ouche). Il s'agit d'une faille orientée Est-Ouest, presque exclusivement masquée par les formations superficielles. Elle met en contact les formations du Cénomanien avec les formations de la base du Sénonien (Coniacien-Santonien), situées au nord de la faille. Elle présenterait donc un rejet de l'ordre de 50 à 70-80 m (*Kuntz, 1981, Artis et al., 1971*), soit l'équivalent de l'épaisseur du Turonien.

Il n'est pas exclu que cette faille se prolonge vers l'Ouest, en conservant sa direction sensiblement Est-Ouest, ce qui pourrait expliquer le coude brusque de la Risle au SE de Noyer-en-Ouche (peut être lié au passage de cette faille). Notons d'ailleurs, dans la notice de la carte géologique de Bernay, une information relative à une faille orientée ONO-ESE au nord-est de Broglie, près du village du Colombier, d'après un net alignement de poches de sables stampiens et d'entonnoirs d'absorption. Cet accident, dont le sens du rejet n'est pas connu, se situe dans le prolongement de la faille reconnue à la Bonneville-sur-Iton (faille d'Aulnay-sur-Iton) (cf. position de la faille du Colombier et de la faille d'Aulnay sur l'Illustration 11).

Enfin, la corrélation des logs géologiques validés dans le prolongement ouest de cette faille met en évidence des anomalies dans l'altitude du toit du Turonien, ce qui pourrait se traduire par la présence d'une faille (Illustration 12) :



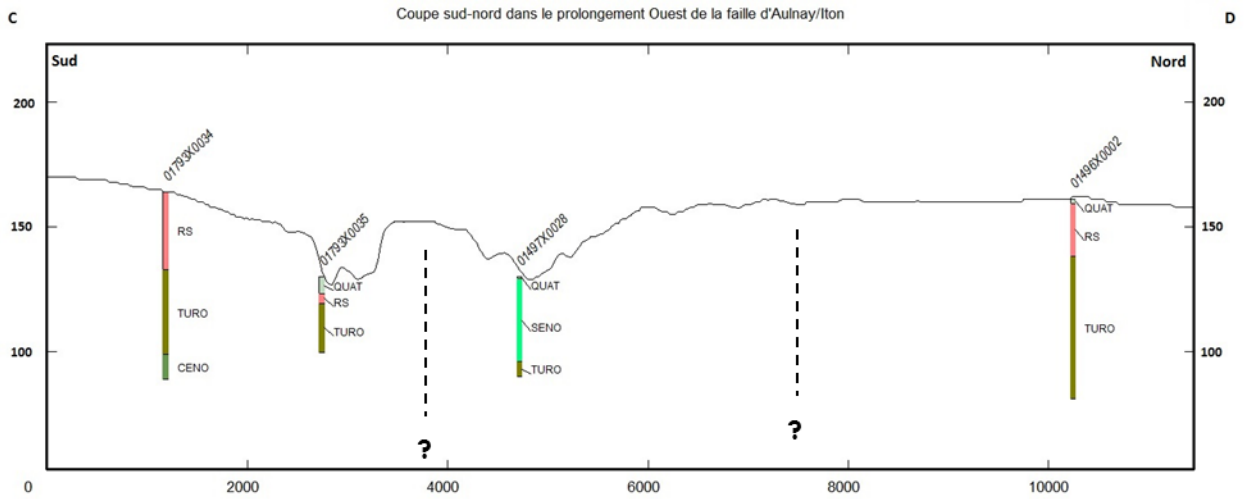




*Illustration 12 : Corrélation des logs géologiques validés 01793X0034, 01793X0035, 01497X0028 et 01496X0002 le long d'une coupe sud-nord dans le prolongement ouest de la faille d'Aulnay-sur-Iton*

## *[Avéré] – Failles de la Charentonne*

Ces quatre failles sont mentionnées sur la carte géologique de Bernay. Elles sont situées à Broglie, Bernay ainsi qu'à l'est de Bernay. Elles correspondent à des failles de faibles rejets, orientées NNO-SSE, décelées au cours du levé des formations superficielles par des alignements singuliers à la surface des plateaux (effondrements, poches de sable etc.), et confirmées par l'étude de la microfaune, notamment les biozones du Turonien. Pour trois de ces failles, ce sont les compartiments orientaux qui sont affaissés. Pour la faille située à l'est de la vallée de la Charentonne, c'est le compartiment oriental qui est relevé.

### *[Supposé] – Failles du Sec-Iton et faille de Conche*

Ce sont des failles probables signalées sur la carte géologique de Breteuil-sur-Iton par des indices nombreux et rapprochés dans les formations superficielles, et ce malgré l'absence de données dans le substratum crayeux. Leurs orientations varient de N140 à N170 pour le réseau de failles du Sec-Iton et de N150 à N160 pour la faille située à l'ouest de Conches (*Kuntz et al, 1982*).

### *[Supposé] – Failles de Nassandres*

Sur la carte géologique de Beaumont-le-Roger, une faille supposée a été tracée avec une direction NO-SE au Petit-Nassandres (Illustration 11). Elle passerait à la source Saint-Eloi, et son tracé individualiserait un panneau nord-est où le toit du Cénomanien a été reconnu vers +95 m et +93 m au-dessus de Saint-Brice, tandis que vers cette même côte on retrouve le Turonien moyen dans un forage carotté plus à l'ouest. Entre ces deux données distantes d'environ 600 m, il y a donc une anomalie compte tenu de l'épaisseur du Turonien inférieur (+ 20 m à Beaumont) et des pendages régionaux très faibles.

Cette épaisseur de Turonien a été prise en compte pour justifier la présence d'une faille tracée à Nassandres, à la limite septentrionale de la zone d'étude. Au nord-est de cet accident supposé, on observe le passage Turonien inférieur – Turonien moyen dans une carrière au SO de Goupillères entre les côtes +92 m et +95 m, tandis que le toit du Cénomanien est proche de cette côte au sud-ouest de l'accident (+95 à +93 m à Saint-Brice et +87 m à Beaumontel). Le rejet serait donc de l'ordre d'une vingtaine de mètres.

### *[Supposé] – Faille de Grosley-sur-Risle*

En forêt de Beaumont, sur la carte géologique de Beaumont-le-Roger, une faille probable orientée N150°E a été tracée à l'ouest de Grosley-sur-Risle, d'après un alignement remarquable de gisements de sables stampiens. Cet accident, dont le rejet demeure inconnu au niveau du Crétacé sans affleurements de craie, sert probablement de drain à une circulation souterraine de la Risle. L'extrémité nord-ouest de cette faille supposée se situe à proximité des sources de l'Abyme, dans la vallée de la Bave. Un lien entre cette structure et cette source n'est donc pas à exclure.

### *[Supposé] – Faille de Barre-en-Ouche à Rugles*

Sur la carte géologique de Rugles, quelques données de forage paraissent confirmer la présence d'un accident souligné en surface par des alignements divers (poches de sables tertiaires, effondrements, entonnoirs d'absorption). Il s'agit d'une faille orientée N170°E, tracée depuis la Barre-en-Ouche jusqu'à Rugles et au-delà vers le sud. Cet accident passerait près du Saptel et serait mis en évidence par des décalages visibles dans le Cénomanien et le Turonien. Les décalages des couches seraient de 45 m et plus de 49,5 m, avec un abaissement du panneau situé à l'est de la faille supposée. Bien que le rejet semble moindre, il s'agit probablement de la faille supposée mise en évidence en aval de Rugles sur la coupe géologique longitudinale à la vallée de la Risle (Illustration 16), entre les forages BSS 01795X0031 et 01795X0025. D'autre part, une source est mentionnée à proximité de cette structure supposée ce qui pourrait traduire un rôle hydrogéologique notable.

Notons également, dans les terrains crétacés situés près de Rugles, les décalages observés paraissent être anormaux et justifieraient la présence d'une faille, avec un rejet mal connu. Pour

ce cas, et à l'instar de nombreuses failles supposées, seules des investigations géophysiques ou la réalisation de forages permettraient de confirmer leurs existences.

### *[Supposé] – Faille du hameau des Petites Londes à Faverolles-la-Campagne*

Sur la carte géologique de Beaumont-le-Roger, une déformation nette entre le hameau des Petites Londes jusqu'à Faverolles-la-Campagne, puis le Breuil-Poignard pourrait être assimilée à une faille orientée N150°E, à l'origine d'une surélévation d'une dizaine de mètres du plateau oriental.

### *[Supposé] – Faille de Tremblay-Omonville*

Au sud du Neubourg, sur la commune de Tremblay-Omonville, l'auteur de la notice de la carte géologique de Beaumont-le-Roger signale des anomalies dans les résultats d'essais de pompage effectués sur les forages 01493X0008 et 01493X0012, situés en plateau et séparés d'une cinquantaine de mètres. Ces résultats, très différents, pourraient s'expliquer par une fissuration prononcée de la craie à proximité d'une faille ce qui aurait permis d'améliorer la circulation de l'eau.

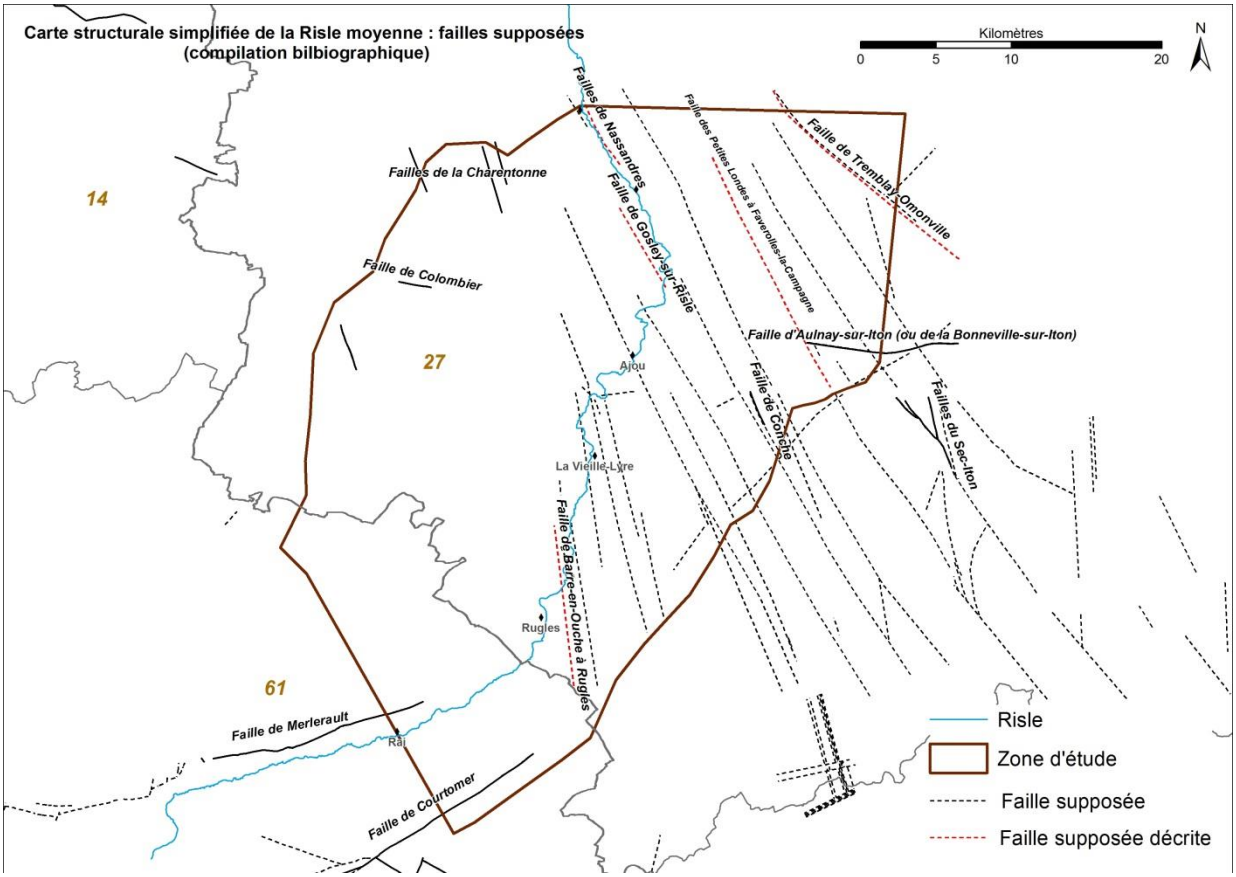



*Illustration 13 : Compilation des structures cassantes supposées mentionnées dans la bibliographie (en rouge les structures supposées décrites dans ce rapport)*

## 1.6. EXPLOITATION ET CORRELATIONS DES DONNEES A L'ECHELLE DE LA ZONE D'ETUDE

L'objectif de ce chapitre est de préciser, dans la mesure du possible, la géométrie des formations géologiques qui constituent les 50 premiers mètres du sous-bassement du bassin-versant de la Risle moyenne, ainsi que de vérifier l'existence de quelques structures tectoniques supposées, décrites dans le chapitre précédent (1.5). Pour cela, des corrélations ont été réalisées d'après les données d'affleurements (cartes géologiques) et des données de sondage (issues de l'analyse de la banque du sous-sol du BRGM).

Le découpage lithostratigraphique de la craie présenté en début de chapitre (Illustration 3) s'avère très utile pour décrire, d'un point de vue lithologique, les différents faciès crayeux rencontrés dans le sous-bassement de la Risle moyenne. Toutefois, l'ensemble des cartes géologiques au 1/50.000, ainsi que la grande majorité des forages, ont été interprétés selon un découpage biostratigraphique, basé sur un inventaire des fossiles. Il n'est donc pas possible, sans nouvelles données de terrain ou par la réinterprétation d'anciens forages disposant d'échantillons, de réaliser des corrélations géologiques basées sur la lithostratigraphie. Pour les faciès crayeux, les corrélations proposées dans ce chapitre seront donc établies sur le découpage stratigraphique « classique » Cénomanien – Turonien – Coniacien.

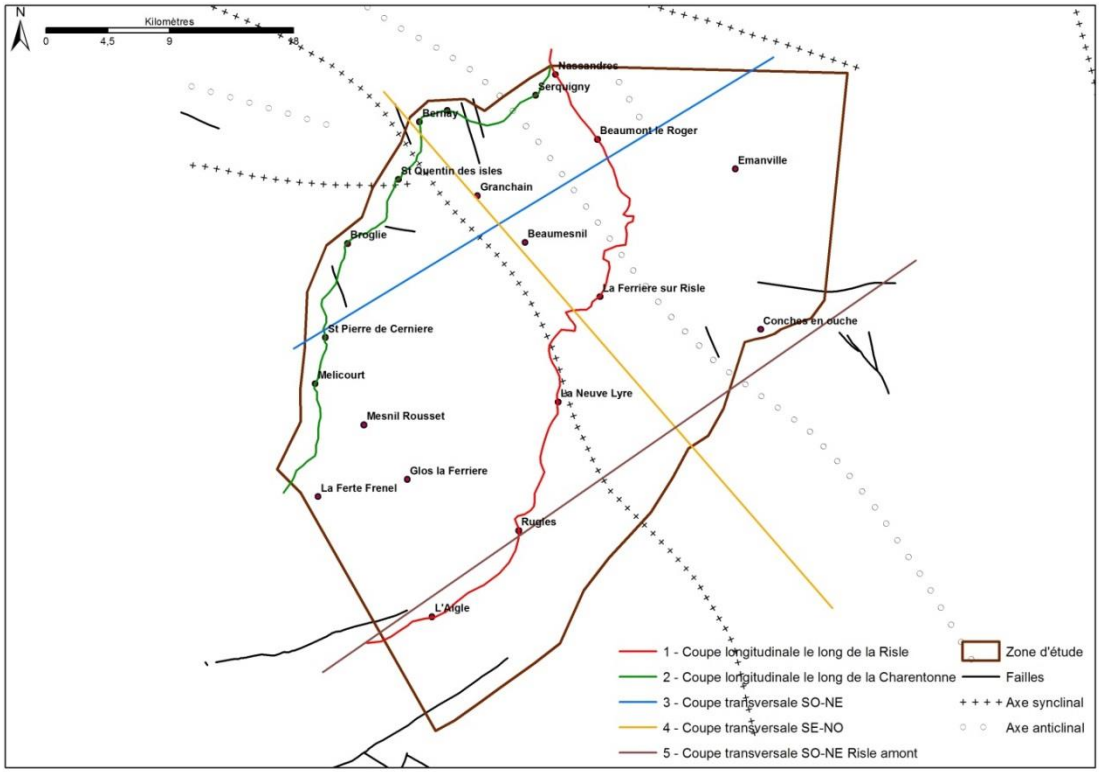



*Illustration 14 : Localisation des coupes géologiques réalisées dans le bassin versant de la Risle moyenne*

- ***Coupe n°1*** : coupe longitudinale le long de la Risle entre Nassandres et Rai ;
- ***Coupe n°2*** : coupe longitudinale le long de la Charentonne entre la Fêrté-Fresnel et Nassandres ;
- ***Coupe n°3*** : coupe SO-NE transversale à la vallée de la Risle, entre Saint-Pierre-de-Cernière et Le Neubourg (secteur aval) ;

- ***Coupe n°4*** : coupe SE-NO transversale à la vallée de la Risle, entre Breteuil et Bernay (vallée de l'Iton – vallée de la Charentonne) ;
- ***Coupe n°5*** : coupe SO-NE transversale à la vallée de la Risle, entre L'Aigle et Conches-en-Ouche (secteur amont) ;

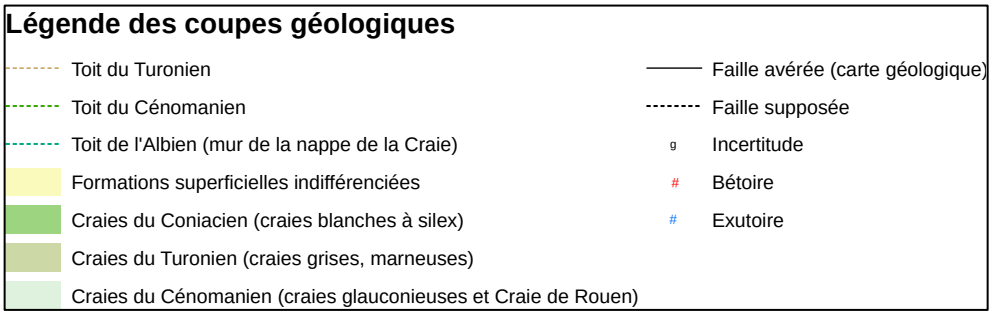
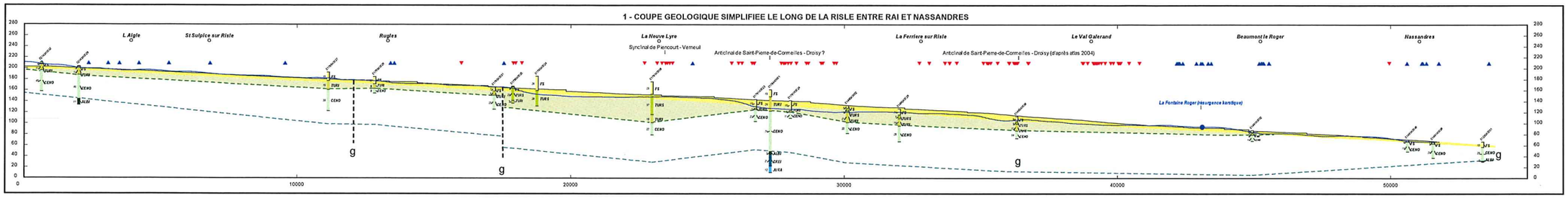
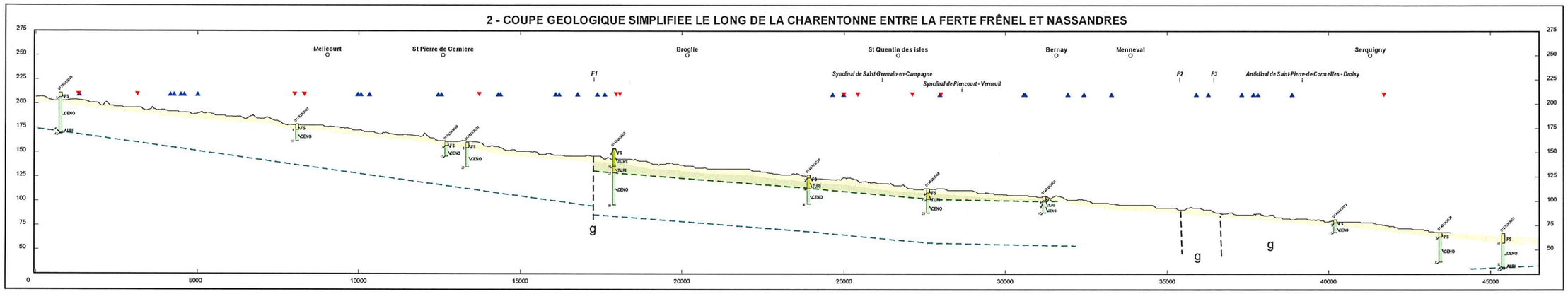
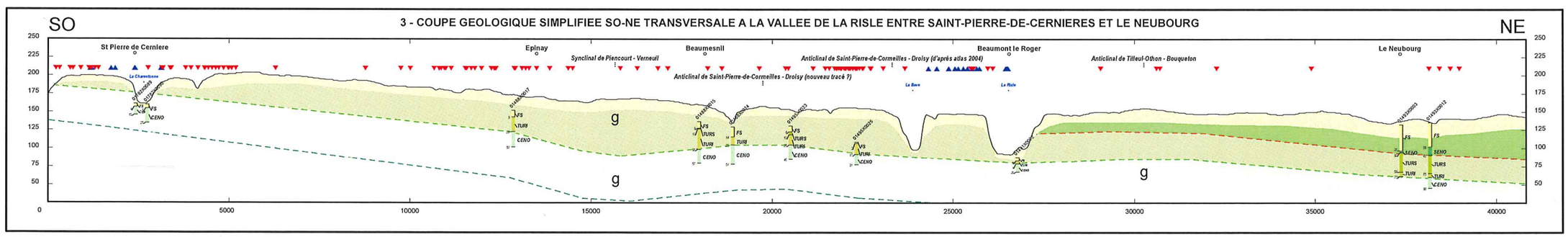


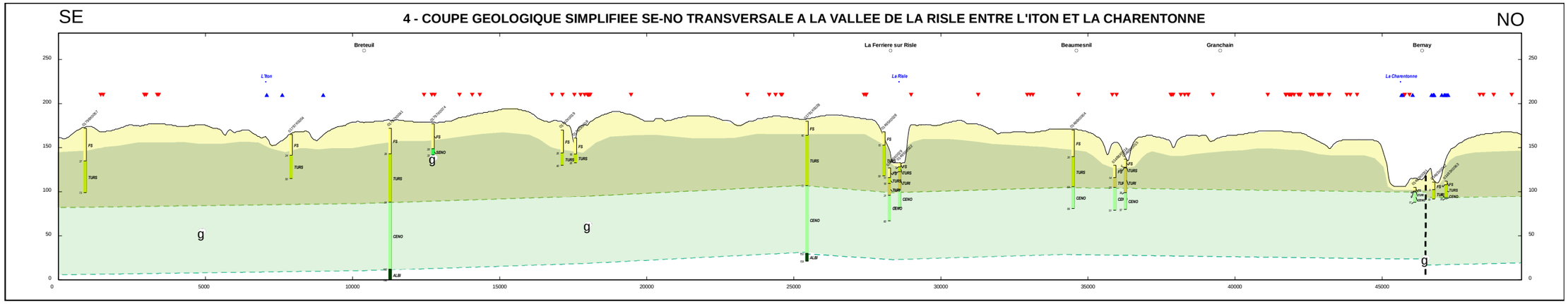

*Illustration 15 : Légende des coupes géologiques*

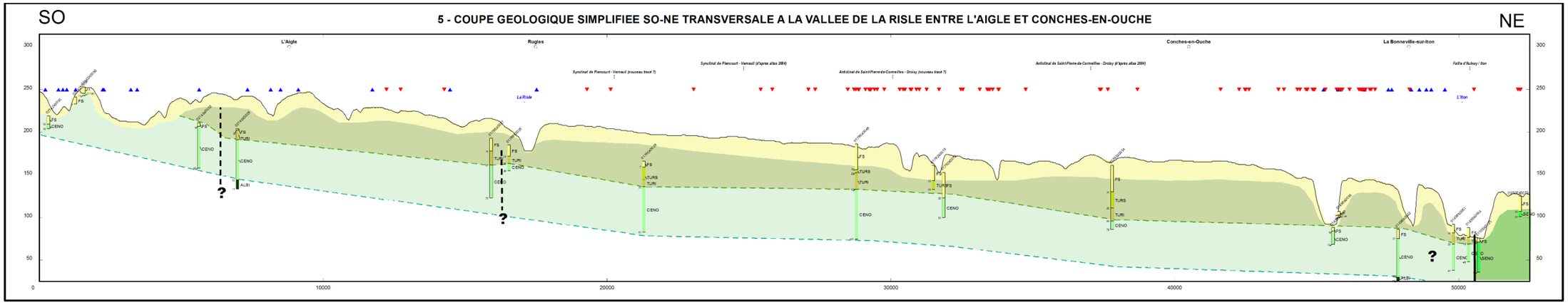
Pour une meilleure lisibilité, les coupes n°1, 2 et 3 sont présentées en grand format en Annexe 3 de ce rapport (hors-texte).


1 - COUPE GEOLOGIQUE SIMPLIFIEE LE LONG DE LA RISLE ENTRE RAI ET NASSANDRES
L Aigle
St Sulpice sur Risle
Rugles
La Neuve Lyre
Syncinal de Piencourt - Verneuil
Anticinal de Saint-Pierre-de-Cormeilles - Droisy ?
La Ferrière sur Risle
Anticinal de Saint-Pierre-de-Cormeilles - Droisy (d'après atlas 2004)
Le Val Galerand
Beaumont le Roger
Nassandres
La Fontaine Roger (résurgence karstique)
g
0
10000
20000
30000
40000
50000


2 - COUPE GEOLOGIQUE SIMPLIFIEE LE LONG DE LA CHARENTONNE ENTRE LA FERTE FRÊNEL ET NASSANDRES
Melicourt
St Pierre de Cernière
Broglie
St Quentin des isles
Bernay
Menneval
Serquigny
F1
F2
F3
Synclinal de Saint-Germain-en-Campagne
Synclinal de Piencourt - Verneuil
Anticinal de Saint-Pierre-de-Cormeilles - Droisy
g
0
5000
10000
15000
20000
25000
30000
35000
40000
45000


SO
3 - COUPE GEOLOGIQUE SIMPLIFIEE SO-NE TRANSVERSALE A LA VALLEE DE LA RISLE ENTRE SAINT-PIERRE-DE-CERNIERES ET LE NEUBOURG
NE
St Pierre de Cernière
Epinay
Beaumesnil
Beaumont le Roger
Le Neubourg
Synclinal de Piencourt - Verneuil
Anticinal de Saint-Pierre-de-Cormeilles - Droisy (d'après atlas 2004)
Anticinal de Tilleul-Othon - Bouqueton
Anticinal de Saint-Pierre-de-Cormeilles - Droisy (nouveau tracé ?)
La Charentonne
La Bave
La Risle
g
0
5000
10000
15000
20000
25000
30000
35000
40000


SE
4 - COUPE GEOLOGIQUE SIMPLIFIEE SE-NO TRANSVERSALE A LA VALLEE DE LA RISLE ENTRE L'ITON ET LA CHARENTONNE
NO
Breteuil
La Ferriere sur Risle
Beaumesnil
Granchain
Bernay
L'Iton
La Risle
La Charentonne
FS
TURS
CENO
ALBI
g


SO
5 - COUPE GEOLOGIQUE SIMPLIFIEE SO-NE TRANSVERSALE A LA VALLEE DE LA RISLE ENTRE L'AIGLE ET CONCHES-EN-OUCHE
NE
L'Aigle
Rugles
Conches-en-Ouche
La Bonneville-sur-Iton
Synclinal de Plancoupt - Verneuil (d'après atlas 2004)
Synclinal de Plancoupt - Verneuil (nouveau tracé ?)
Anticlinal de Saint-Pierre-de-Cormelles - Droisy (nouveau tracé ?)
Anticlinal de Saint-Pierre-de-Cormelles - Droisy (d'après atlas 2004)
Faille d'Aulnay / Iton
La Risle
L'Iton
FS
TURS
TURI
CENO
ALBI
?

### 1.6.1. Coupe n°1 – longitudinale à la vallée de la Risle

D'un point de vue stratigraphique, cette coupe nous montre que la Risle coule sur les craies turoniennes sur la majeure partie de son tracé, entre l'Aigle et Beaumont-le-Roger. Vers Beaumont, les couches turoniennes se biseautent, et à l'aval la Risle coule donc sur les craies cénomaniennes. La corrélation de cette coupe géologique et de la surface piézométrique est intéressante, puisque l'on constate que les zones de décrochement et de reconnexion de la nappe sont liées à la structure géologique :

- En aval de la faille supposée de la Barre-en-Ouche à Rugles où apparaissent les craies du Turonien moyen et supérieur. Cette baisse de la surface piézométrique est probablement liée à l'apparition de ces craies. C'est aussi à partir de cette faille que se retrouvent la plupart des bétoires de vallées ;

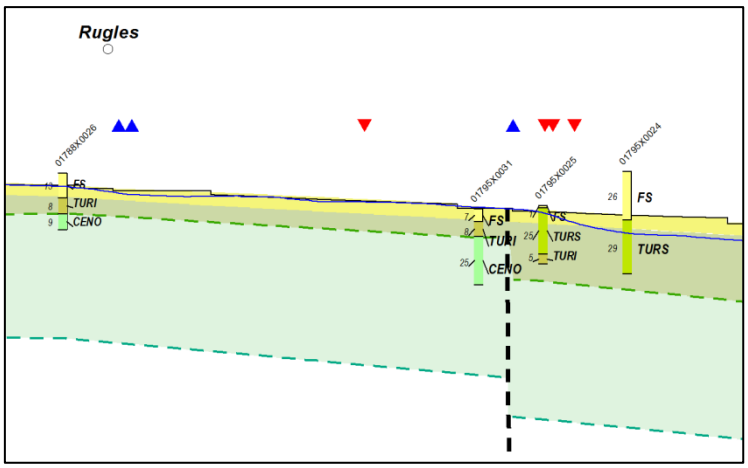



*Illustration 16 : Décrochement de la nappe en lien avec une faille en aval de Rugles – la surface bleue correspond au niveau piézométrique*

- Au niveau d'un axe anticlinal (probablement l'axe anticlinal de Saint-Pierre-de-Cormeilles – Droisy, dont le tracé semble différent de ce qui est proposé dans l'atlas hydrogéologique de l'Eure). Cette baisse du niveau piézométrique pourrait être liée aux fissures d'extrados que l'on retrouve classiquement dans l'axe des anticlinaux ;

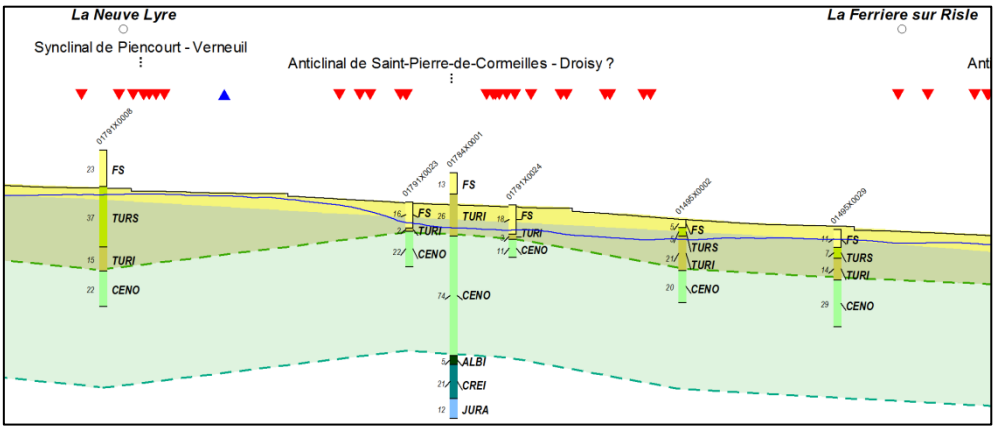



*Illustration 17 : Décrochement de la nappe au droit de l'anticlinal de Saint-Pierre-de-Cormeilles – Droisy (tracé de l'axe modifié d'après la corrélation des logs géologiques validés de la BSS) – la surface bleue correspond au niveau piézométrique*

- Les résurgences de Beaumont-le-Roger sont localisées au niveau de la terminaison en biseau du Turonien et pourrait donc s'expliquer par une variation des caractéristiques des craies turoniennes et cénomaniennes. Cette observation souligne l'hypothèse de la présence de deux aquifères (Turonien et Cénomanien) partiellement individualisés, aux caractéristiques hydrogéologiques différentes ;

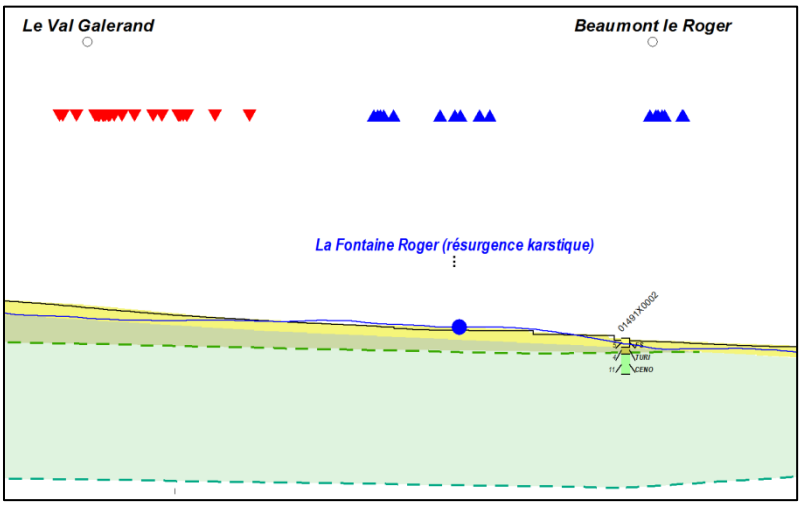



*Illustration 18 : Points d'émergence de la nappe au niveau du biseautage de la craie turonienne vers Beaumont-le-Roger*

Enfin, d'un point de vue structural, cette coupe permet de situer plus précisément l'axe anticlinal de Saint-Pierre-de-Cormeilles – Droisy, mentionné dans l'atlas hydrogéologique de l'Eure en 2004. D'après la coupe, dans la vallée de la Risle, cet axe serait situé plus en amont que son tracé initial. Cette hypothèse est concordante avec le décrochement de la nappe, probablement lié aux fissures d'extension qui affectent l'extrados des plis anticlinaux.

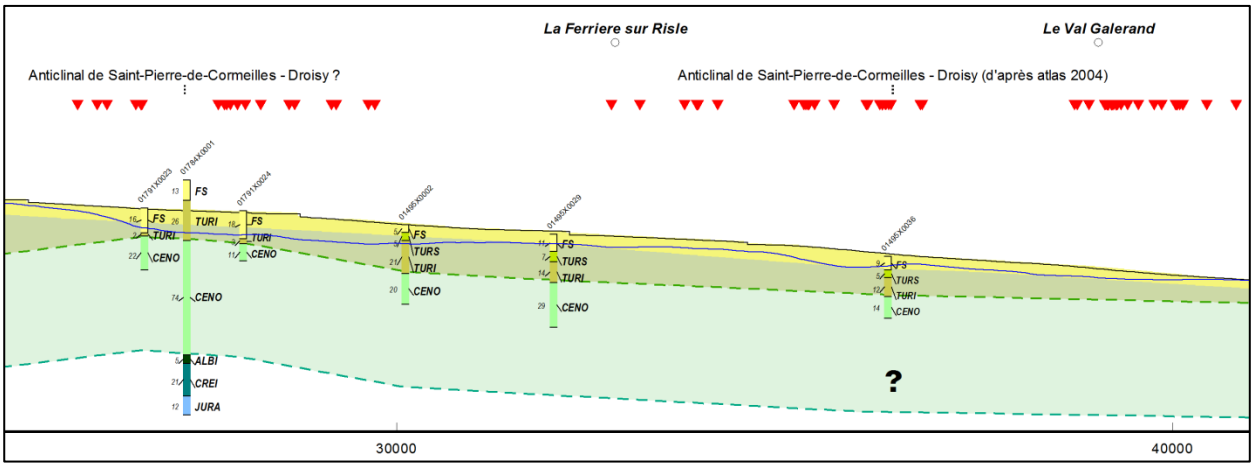



*Illustration 19 : Précision du tracé de l'axe anticlinal de Saint-Pierre-de-Cormeilles – Droisy*

### 1.6.2. Coupe n°2 – longitudinale à la vallée de la Charentonne

Cette coupe permet d'observer que la Charentonne coule sur des craies cénomaniennes jusqu'en amont de Broglie puis sur les craies du Turonien inférieur. Le contact est anormal et se fait au niveau de l'une des failles de la Charentonne (nommée F1 sur la coupe). Notons que ce secteur faillé est marqué par la présence de quelques sources.

Le Turonien se biseaute aux environs de Bernay, éventuellement par l'intermédiaire de l'anticlinal de Saint-Pierre-de-Cormeilles – Droisy, dont la position de l'axe n'a pas pu être affinée faute de données. Le biseau du Turonien est également marqué par l'apparition de nombreuses sources et inversement par la disparition des entonnoirs d'absorption qui laisse suggérer que la craie cénomanienne est moins karstifiée que la craie turonienne (déjà observé sur la coupe 1).

### 1.6.3. Coupe n°3 – transversale à la zone d'étude (SO-NE, secteur « aval »)

Cette coupe orientée SE-NO met clairement en évidence le pendage général vers le NE des formations crayeuses, avec l'apparition successive sous les formations superficielles du Cénomanien, du Turonien puis du Coniacien sous le plateau du Neubourg. Cette structure relativement calme est marquée par le synclinal de Piencourt-Verneuil, pour lequel les données de forage ne sont pas suffisamment denses pour préciser son tracé, et par l'anticlinal de Saint-Pierre-de-Cormeilles – Droisy, dont le tracé semble situé plus en amont que ce qui est mentionné dans l'atlas hydrogéologique de l'Eure.

### 1.6.4. Coupe n°4 – transversale à la zone d'étude (SE-NO)

Cette coupe SE-NO est parallèle aux principales structures tectoniques de la région, ce qui explique la relative monotonie des formations crayeuses. Notons toutefois la présence d'une faille de faible rejet dans la vallée de la Charentonne qui induit un léger décalage du toit du Cénomanien ainsi qu'un léger bombement synforme au droit de la vallée de la Risle.

### 1.6.5. Coupe n°5 – transversale à la zone d'étude (SO-NE, secteur « amont »)

A l'instar de la coupe n°3, cette coupe SE-NO met en évidence le pendage des couches vers le NE. En amont de l'Aigle, nous notons une anomalie dans le toit du Turonien, qui pourrait potentiellement s'expliquer par la présence d'une faille (satellite de la faille de Merlerault ?). En amont de Rugles, une petite anomalie dans le toit du Cénomanien pourrait également s'expliquer par une faille de faible rejet. Cette coupe permet également de préciser le tracé des axes plicatifs mentionnés dans l'atlas hydrogéologique de 2004. D'après ces coupes, les axes seraient situés à plusieurs kilomètres en amont de leur tracé initial. Enfin, cette coupe met clairement en évidence la faille d'Aulnay-sur-Iton dans la vallée de l'Iton, qui induit un contact anormal entre les craies cénomaniennes à l'ouest et les craies coniaciennes à l'est.

Les hypothèses et les remarques susmentionnées sont issues de l'interprétation des coupes géologiques réalisées d'après la corrélation de logs géologiques validés issus de la BSS. Compte tenu de la similarité de certains faciès crayeux, particulièrement difficiles à distinguer en forage, il n'est pas exclu que certaines anomalies correspondent à des artefacts liés à des erreurs d'interprétation de l'altitude du toit de certaines formations crayeuses. C'est pourquoi il n'est pas possible de valider précisément le tracé de certaines failles supposées ou des axes plicatifs sans l'acquisition de données complémentaires (géophysique, nouveaux forages).

# 2. Karstification

## 2.1. LE PHENOMENE DE KARSTIFICATION

### 2.1.1. Mise en place du karst de la craie : fracturation de la craie, facteur altimétrique et niveau de base

L'état de fracturation des formations crayeuses du Crétacé supérieur varie principalement selon leur lithofaciès et selon leur position géomorphologique. Classiquement, deux familles de fractures affectent les formations crayeuses :

- Les fractures liées aux déformations de la masse crayeuse induite par la tectonique régionale. Cette fracturation présente une orientation globalement similaire (ou associée) aux accidents régionaux et/ou locaux.

- Les fractures liées aux contraintes de décompression du massif crayeux (fissuration de détente). Ces fractures sont induites par « l'appel au vide » que subit les formations crayeuses lors du creusement des vallées et se répartissent donc préférentiellement en bordure des plateaux. Cette fracturation présente globalement une orientation pseudo-parallèle à la vallée. Notons également que des fissures de détentes peuvent se manifester à la surface du plateau ou en fond de vallée (sèche ou humide), par érosion (*Rodet, 1991*). Sous les plateaux, la craie apparaît de moins en moins fissurée avec la profondeur et de plus en plus continue (*Calba et al., 1979*).

Cette fracturation du massif crayeux joue un rôle prépondérant dans la mise en place des karsts puisque les processus d'écoulements souterrains (à l'origine de la dissolution de la craie et de la formation des karsts) se feront préférentiellement au niveau de secteurs où la craie est fracturée. Ainsi, les fractures de détentes (ou de décompression) favoriseront une karstification localisée en bordure du massif ou dans la partie superficielle de la craie (sous les plateaux ou les vallées), tandis que la karstification qui affecte le cœur d'un massif sera plutôt à mettre en relation avec son évolution tectonique (*Rodet, 1991*).

Toutefois, la fracturation de la craie ne constitue pas le seul élément à prendre en compte pour expliquer la présence de karsts. Le facteur altimétrique (*Rodet, 1981*) doit également être pris en considération car il permet de créer la dénivellation nécessaire aux processus de drainages par la fissuration, à l'origine du karst. Ce facteur est clairement mis en évidence sur les falaises littorales du Pays de Caux où les phénomènes karstiques sont les mieux représentés. La présence d'un grand vide morphologique (vallées, falaises) est un facteur favorable au développement du karst (*Rodet, 1981*).

Le dernier facteur indispensable pour la mise en place de drains karstiques dans la craie (notamment des drains horizontaux) est la présence d'un niveau de base (*Rodet, 1981*). Ce niveau de base est la plupart du temps représenté par le toit de la nappe de la craie (surface piézométrique), mais peut être localement associé à un niveau stratigraphique imperméable, tel un hardground ou un lit de silex. Le niveau de base n'est pas statique, et son évolution au cours du temps a induit la formation de conduits karstiques étagés. Par ailleurs, lorsque le niveau de base (toit de la nappe) est déconnecté de la rivière (cas des vallées suspendues), alors on observe une karstification intense. L'exemple de référence est le cas du Sec-Iton, dans la vallée de l'Iton.

### 2.1.2. Organisation spatiale des conduits karstiques

D'après Rodet (*Rodet, 1981*), les karsts de la craie sont des karsts de concentration et de restitution, c'est-à-dire qu'ils se forment par érosion régressive à partir des émergences situées dans la zone où la surface piézométrique rencontre la surface topographique (les sédiments de recouvrement de la craie étant un facteur limitant pour l'établissement de karsts d'introduction, plus rarement représentés en Haute-Normandie, hormis au niveau d'accidents tectoniques majeurs).

La géométrie classique d'un karst de concentration décrite par Rodet et reconnue dans les conduits explorés (notamment le réseau karstique de Caumont et du Thuit (27)) est la suivante :

- La zone d'émergence présente une tendance au deltaïsme[2] (ceci s'explique notamment par les variations du niveau de base (= surface piézométrique) ;
- La zone de collecteur (zone centrale), constituée d'un drain de grande dimension ;
- Le secteur amont est constitué d'un chevelu de drains de plus en plus petits, rarement pénétrables par l'Homme. Certains ne dépassent pas quelques centimètres de diamètre.

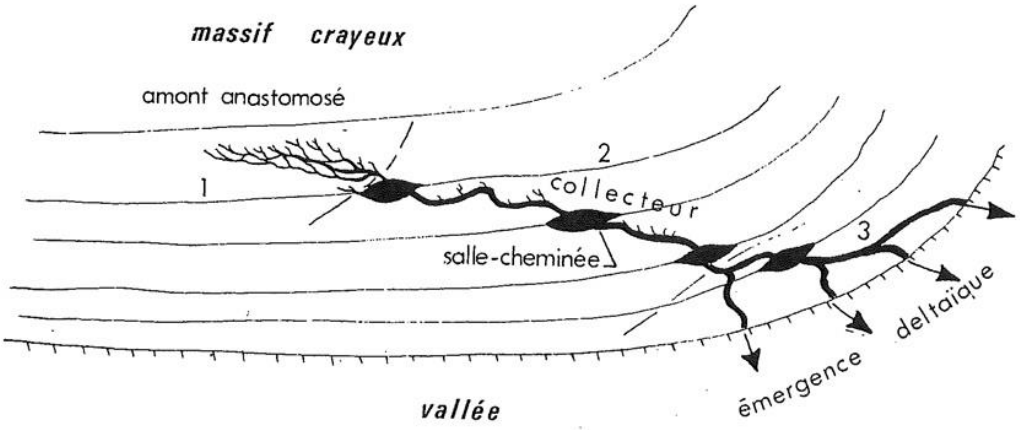



*Illustration 20 : Organisation spatiale d'un réseau karstique de concentration dans la craie (Calba et al., 1979)*

### 2.1.3. Susceptibilité des faciès crayeux à la karstification

La répartition de la fracturation, alliée aux caractères intrinsèques des formations (porosité, perméabilité), influe sur les dynamiques hydrogéologiques. Dans la craie, il est nécessaire que la fissuration soit réduite à des fractures ordonnées pour donner lieu à un écoulement karstique. Si un réseau de fissure est trop développé et selon un mode anarchique, il sera favorable à l'établissement d'un aquifère de fentes (*Rodet, 1975*).

En Haute-Normandie, le karst de la craie est principalement établi dans les faciès du Cénomanien supérieur, dans les assises peu marneuses du Turonien et dans les craies du Sénonien, qui présentent un comportement homogène en grand, favorable au drainage karstique (*Rodet, 1981*). A l'échelle régionale, ces faciès crayeux présentent un comportement relativement homogène

[2] Emergence constituée de plusieurs conduits dont la géométrie est analogue à une embouchure de fleuve en delta

face à la karstification (*Rodet, 1991*). Cependant, localement, un contraste entre deux niveaux crayeux de perméabilité différente (exemple du contact entre une craie perméable sus-jacente à une craie argileuse, moins perméable ou un banc de silex imperméable ou encore un niveau induré de type « hardground ») peut induire la mise en place de drainages karstiques dont le niveau peu imperméable constituera le mur (niveau de base).

Notons que quelques réseaux karstiques sont également connus dans les faciès du Cénomanien inférieur (craies glauconieuses) mais leur nature plus sableuse et la fracturation « *anarchique* » ne favorise pas la formation de grands réseaux karstiques, les vides formés s'éboulent naturellement ou sont colmatés par les insolubles. Cet étage difficilement karstifiable est donc plus propice à la formation d'une nappe *sensu stricto* (*Rodet, 1975* et *Rodet, 1991*). Toutefois, dans le Perche, des cavités karstiques ont été reconnues dans les craies du Cénomanien inférieur et moyen. Ces cavités naturelles entièrement remplies d'éléments argileux y sont toujours associées à une fracturation verticale à subverticale, et parfois sur un joint de stratification, mais aucune ne se développe en pleine roche sans une diaclase directrice (*Rodet, 2003*).

| ***Etage géologique*** | ***Faciès*** | ***Porosité*** | ***k (milidarcy)*** ***(Laignel, 2003)*** | ***%$CaCO_3$*** | ***Etat de fissuration*** ***(Rodet, 1975)*** | ***Susceptibilité à la karstification*** | ***Type de porosité*** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Sénonien | Craie blanche à silex | 30-40 % | 1,1 – 6,5 | 94 - 97 % | Fissuration en maille serrée, de l'ordre du décimètre | Forte à très forte | Karstique Fissurale Matricielle |
| | | | | 93 - 98 % | | | |
| | | | | 87 - 98 % | | | |
| Turonien | Craie marneuse | 25-50% | 0,1 – 4,1 | 85 - 97% | Fissuration cassante et bien marquée sur le bord des vallées | | |
| Cénomanien supérieur | Craie de Rouen | 15-40% | 0,1 – 13,1 | 70 - 95 % | | | |
| Cénomanien inférieur | Craie glauconieuse | | | 70 % | Très fissuré, fissuration anarchique | Médiocre | |

*Tableau 1 : Tableau récapitulatif des caractéristiques des étages géologiques vis-à-vis de la fracturation et de la karstogenèse (sources diverses)*

### 2.1.4. Répartition des entonnoirs d'absorption sur la zone d'étude

Le long de la ligne d'eau de la Risle, la grande majorité des entonnoirs d'absorption recensés se situent dans les secteurs où la rivière est déconnectée de la nappe. La différence qui existe entre la ligne d'eau et le niveau de base (surface piézométrique) favorise les phénomènes de karstification, et donc potentiellement l'ouverture d'exo-karsts.

L'illustration suivante permet de situer la position des bétoires et des indices de bétoires recensées à ce jour dans la BD Bétoire (Illustration 21) sur l'écorché des formations mésozoïques (*modifié d'après Quesnel, 1996*). Il en ressort que la plupart des entonnoirs d'absorption se situent sur les craies turoniennes, largement représentées dans la zone d'étude (Illustration 21 et coupe géologique n°1 de l'Illustration 14). Moins représenté à l'affleurement, le Cénomanien est également concerné par des indices de bétoires, notamment en amont de la vallée de la Charentonne (cf. coupe géologique n°2).

Il conviendra de garder en mémoire que l'observation des bétoires, et donc leur recensement, est fonction de la couverture forestière de la région car les observations sont plus difficiles en milieu forestier.

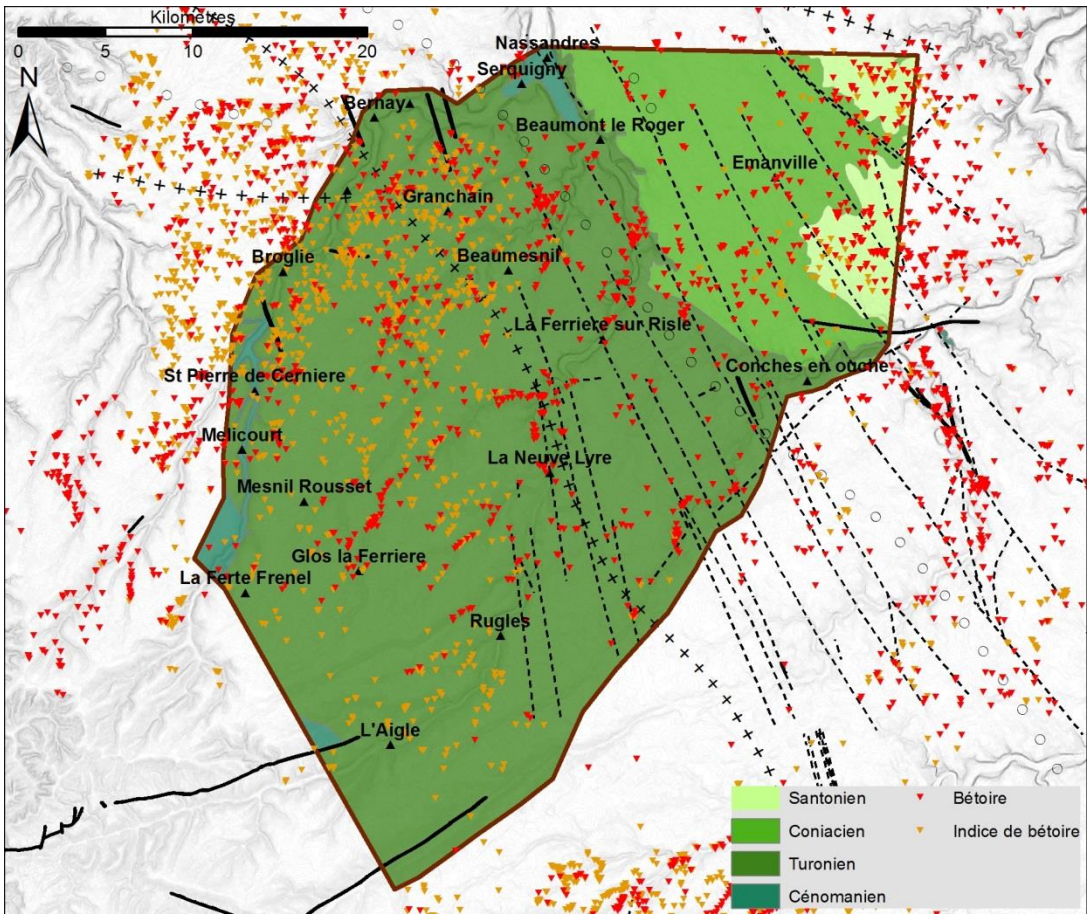



*Illustration 21 : Répartition des bétoires et des indices de bétoires sur l'écorché géologique de la zone d'étude (modifié d'après Quesnel, 1996)*

## 2.2. DONNEES SPELEOLOGIQUES / DONNEES DE FORAGE

### 2.2.1. Données spéléologiques

Dans le cadre de l'observatoire de la Risle, le comité départemental de spéléologie de l'Eure (CDS27) a effectué des reconnaissances sur des puits à grand diamètre susceptibles de rencontrer du karst. L'objectif étant, dans la mesure du possible, d'identifier la présence éventuelle de conduits karstiques et de zones de fracturation et le cas échéant, les caractériser. Pour cela, 164 points ont été visités, dont 29 mesures à la sonde thermo-conductive, 21 passages caméra, 15 explorations dont 9 plongées et 3 topographies souterraines. Le compte rendu complet des investigations réalisées est disponible en Annexe 2.

Malgré la mise en place de moyens humains et matériels importants, peu d'indices karstiques notables ont pu être repérés et seuls quelques micro-karsts et fissures ont pu être observés. On retiendra les points suivants :

- *Les Heaumes* (indice BSS 01791X0027, fiche CDS27 disponible en Annexe 2) : dépression de surface communiquant vraisemblablement avec une « trémie » proche du fond, une suspicion de sigmoïde et de la fissuration ;

- *Puits de Châtel-la-Lune* (indice BSS 01495X0020, fiche CDS27 disponible Annexe 2) : beau regard sur la stratification et une ouverture centimétrique d'origine naturelle dans la zone noyée. La turbidité de l'eau dans le puits n'a pas permis d'effectuer de relevés détaillés sur la nature et les dimensions de ce vide ;

- *Puits de l'ancien centre avicole sur la commune de Champignolles* (indice BSS 01791X0003, fiche CDS27 disponible en Annexe 2) : beau regard sur la stratification, la présence de sigmoïdes et la présence de Niphargus dans l'une des galeries artificielle inondée ;

- *Le puits de Champignolles (indice BSS 01791X0004, fiche CDS disponible en annexe) :* phénomènes karstiques aperçus dans la partie exondée. Le manque d'oxygène dans le puits n'a pas permis d'effectuer les relevés détaillés. La partie inondée a été très intéressante et ce sont plus de 30 m de galeries artificielles qui ont été relevées. Présence de Niphargus ;

- *Le puits de l'Aumône* (indice BSS 01784X0024, fiche CDS disponible en annexe) : phénomènes karstiques intéressants dans la partie exondée. Près du niveau maximum atteint par l'eau, une galerie de belle section dont l'entrée est maçonnée a été découverte. Son origine naturelle ou artificielle n'est pas connue. L'exploration a été réalisée avec le pompage en fonctionnement puis en arrêt avec prise de mesures de vitesse de descente et de montée du niveau d'eau. D'après les spéléologues, les vitesses mesurées sont assez surprenantes et ne correspondent pas aux schémas classiques.

### 2.2.2. Données de forage / analyse de la BSS

En complément de ces observations spéléologiques, l'analyse des sondages de la BSS disposant d'une coupe géologique a permis de repérer les ouvrages ayant rencontré des anomalies potentiellement liées à des karsts. En effet, les coupes techniques des forages donnent par exemple des informations relatives aux chutes d'outils ou à la perte des fluides d'injection, caractéristiques de la foration d'un vide souterrain potentiellement karstique. Les coupes géologiques quant à elles donnent des informations sur le faciès rencontré en forage, et notamment la présence de craie très fissurée, de poches argilo-sableuses dans la craie etc., signatures de conduits karstiques. Une requête par mots-clés dans la BSS ainsi que la consultation des dossiers papier de la BSS sur tout le secteur d'étude a donc permis dans un premier temps de localiser les forages ayant rencontré un vide a priori karstique, puis de corréler ces indices de vides avec la stratigraphie (Illustration 22). Il en ressort que la majorité des anomalies rencontrées en forage se situe sur un substratum de craies turoniennes.

Il conviendra de garder en mémoire que la région Haute-Normandie présente une densité de vides souterrains anthropiques conséquente, ce qui signifie que tous les vides ou anomalies rencontrés en forage ne correspondent pas systématiquement à un endo-karst, notamment lorsqu'ils sont situés en plateau.

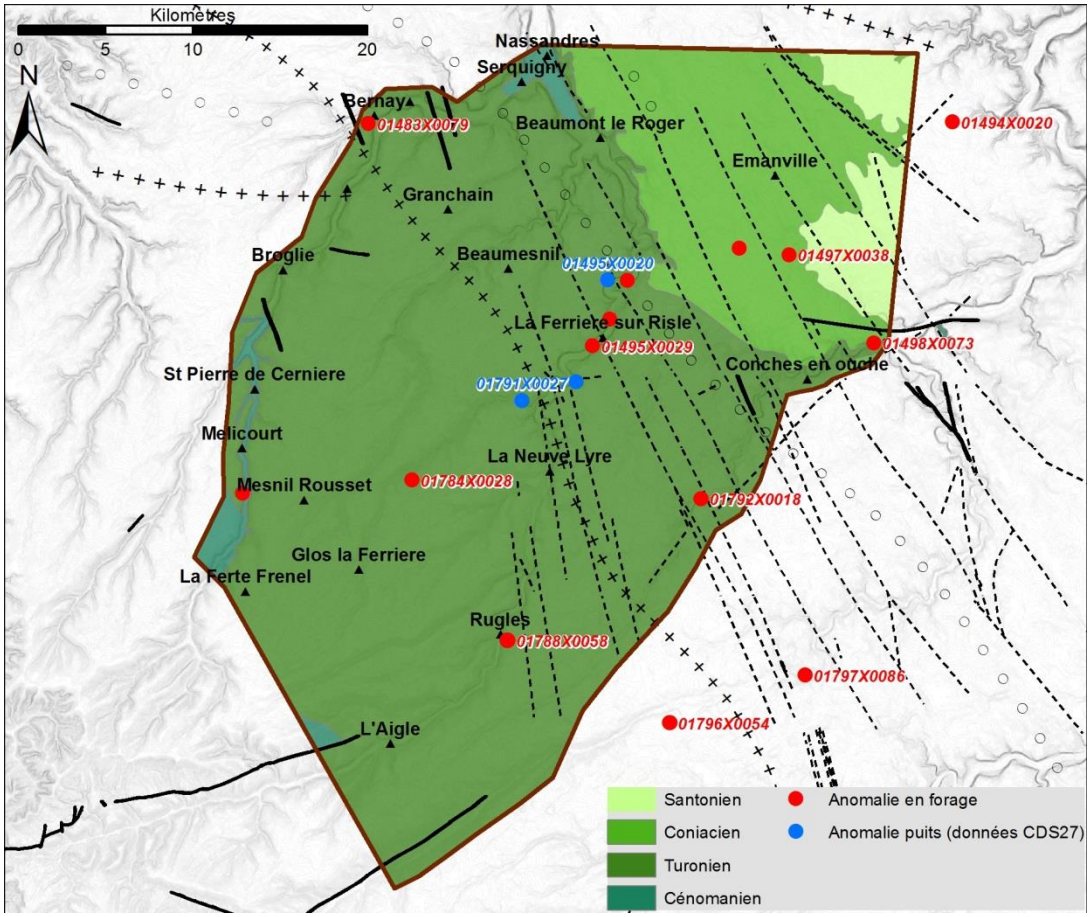



*Illustration 22 : Localisation des anomalies rencontrées en forage sur l'écorché des formations mésozoïques (d'après Quesnel, 1996)*

L'un des ouvrages de référence est le forage d'Ajou, situé dans la vallée de la Risle (indice BSS 01495X0029, qui a recoupé un vide important dans la craie entre 16,5 m et 17,5 m de profondeur, soit dans les craies turoniennes. Cette cavité est assurément d'origine karstique puisque située sous le niveau d'eau. Ce site a fait l'objet de prospections géophysiques par le BRGM (*De la Quérière et Mathieu*, 1993) et par l'université de Rouen (*Niepceron*, 2013).

Plus précisément, il a été réalisé une corrélation des logs géologiques disponibles dans la vallée de la Risle entre Champignolles et la résurgence de Grosley-sur-Risle, afin d'avoir un aperçu en coupe des différentes anomalies repérées en forage, et leur situation vis-à-vis du contact craie – formations superficielles. Cette coupe, présentée en Illustration 23, renseigne sur :

- Un étagement des drains karstiques, avec par exemple deux niveaux identifiés à des altitudes différentes entre le site de la bétoire et le pré de la Forge ;
- Des variabilités dans les dimensions des conduits, avec des conduits parfois métriques (cas du forage d'Ajou – sondage 01495X0029) ;
- Au niveau du site de la bétoire, les drains sont situés au-dessus ou à la limite de la surface piézométrique et au contact (ou à proximité) craie – formations superficielles ;
- Les indices karstiques sont aussi bien situés dans la zone saturée que dans la zone non saturée.

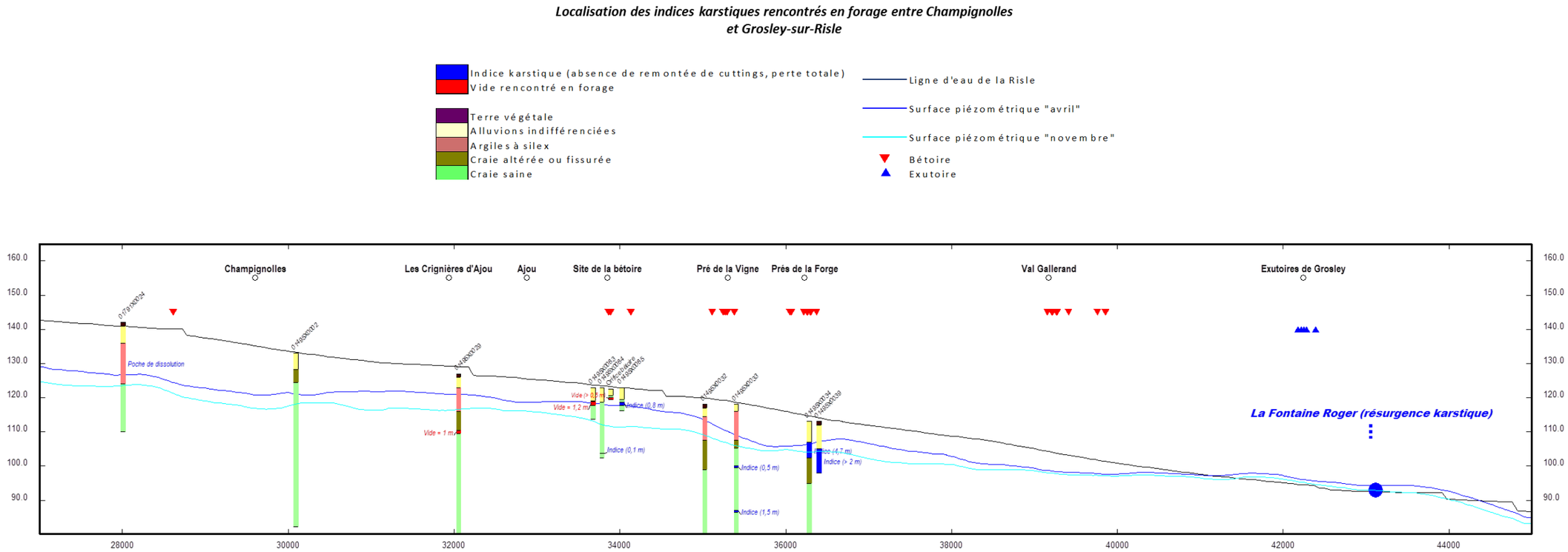



*Illustration 23 : Localisation des forages de la BSS présentant une anomalie karstique entre Champignolles et les exutoires de Grosley-sur-Risle et relation avec la surface piézométrique et la limite craie - FS*

## 2.3. DONNEES GEOPHYSIQUES

Des investigations géophysiques ont été menées par l'université de Rouen entre Rugles et Beaumont-le-Roger pour tenter de localiser des cavités karstiques dans certains secteurs clés de la vallée de la Risle. Ces secteurs sont :

- la zone de décrochement de la nappe au niveau du lieu-dit « Les Petits Bottereaux » à proxmité d'Aubenay ;
- le forage d'Ajou ;
- secteur de la pisciculture de Grosley-sur-Risle ;
- la bétoire de la Houssaye ouverture le 28 juillet 2012 ;
- le secteur de Val Gallerand, concerné par l'ouverture d'une bétoire en 2005.

Pour cette tâche, l'université de Rouen a couplé deux méthodes géophysiques : la *tomographie de résistivité électrique* (ERT), basée sur la mesure de différence de potentiel électrique entre des électrodes et *l'électromagnétique basse fréquence* (EM-34), qui repose sur la mesure d'une conductivité apparente du sous-sol par l'analyse des modifications d'un champ électromagnétique.

La localisation de l'ensemble des profils géophysiques réalisés par l'université et l'ensemble des résultats sont disponibles en annexe de ce rapport. Nous ne citerons ici que les résultats les plus probants.

Globalement, les campagnes géophysiques ont permis de situer sur l'ensemble des profils un toit de la craie situé entre 4 et 8 mètres de profondeur. Cette craie est recouverte par des alluvions plus ou moins grossières. La géométrie du proche sous-sol semble donc relativement homogène entre Rugles et Beaumont-le-Roger. D'un point de vue des réseaux karstiques, les résultats les plus probants concernent (*Niepceron*, 2013) :

- le site du forage d'Ajou, où la craie apparaît particulièrement altérée, ce qui est en corrélation avec la présence d'une cavité karstique métrique connue sur ce forage. Pour rappel, ce secteur avait déjà fait l'objet d'investigations géophysiques (*De la Quérière et Mathieu*, 1993). Cette étude avaient permis de localiser des zones de craie compacte et plus altérée, mais le karst n'avait pas été repéré par lui-même mais par un encaissant très résistant. Ces résultats sont confirmés par l'étude de l'université de Rouen – Illustration 24 ;

- la perte de la Houssaye où les profils géophysiques ont mis en évidence une altération plus prononcée de la craie en rive gauche de la Risle (sur la rive où s'est produite l'ouverture de la bétoire en 2012). L'altération plus avancée de la craie à cet endroit pourrait donc expliquer cet évènement. D'autre part, les formes circulaires de faibles résistivités (assimilables à des zones de craies altérées) observées sur le profil longitudinal en rive gauche font penser à des conduits karstiques - Illustration 25 ;

- la résurgence de Groley-sur-Risle où les mesures géophysiques montrent un gradient de résistivité qui augmente d'aval en amont, qui pourrait s'expliquer par la remontée de la nappe à cet endroit - Illustration 26.

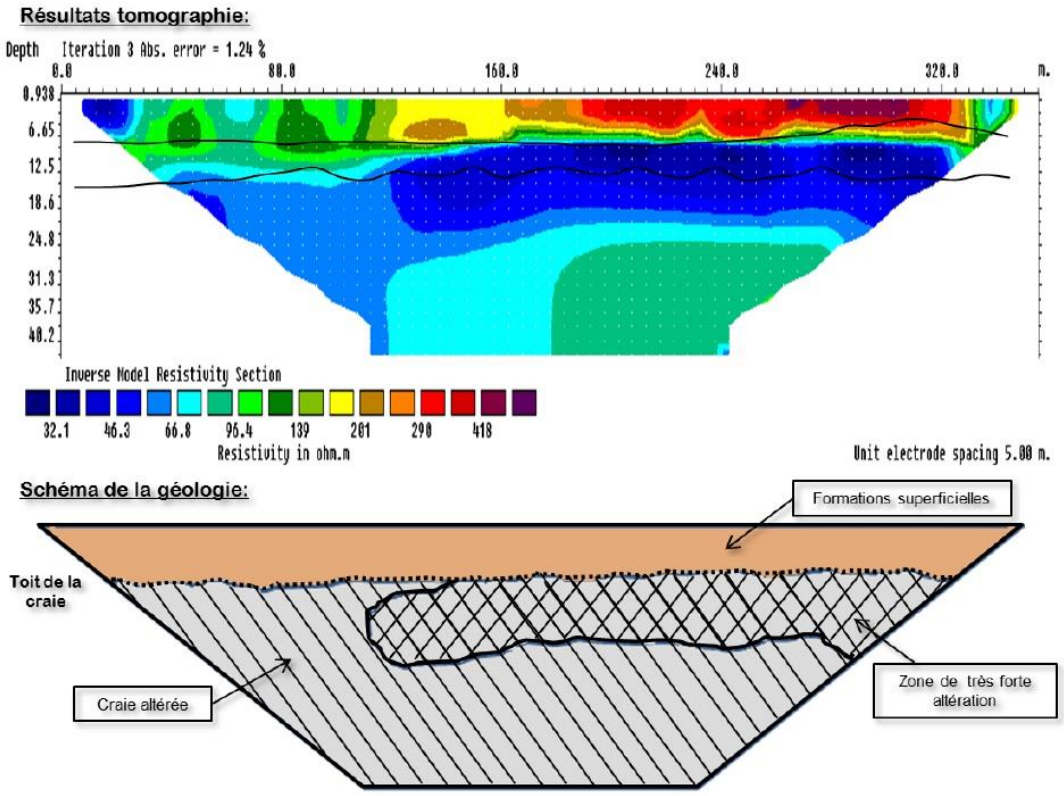



*Illustration 24 : Coupe géoélectrique interprétée sur le site d'Ajou (d'après Niepceron, 2013)*

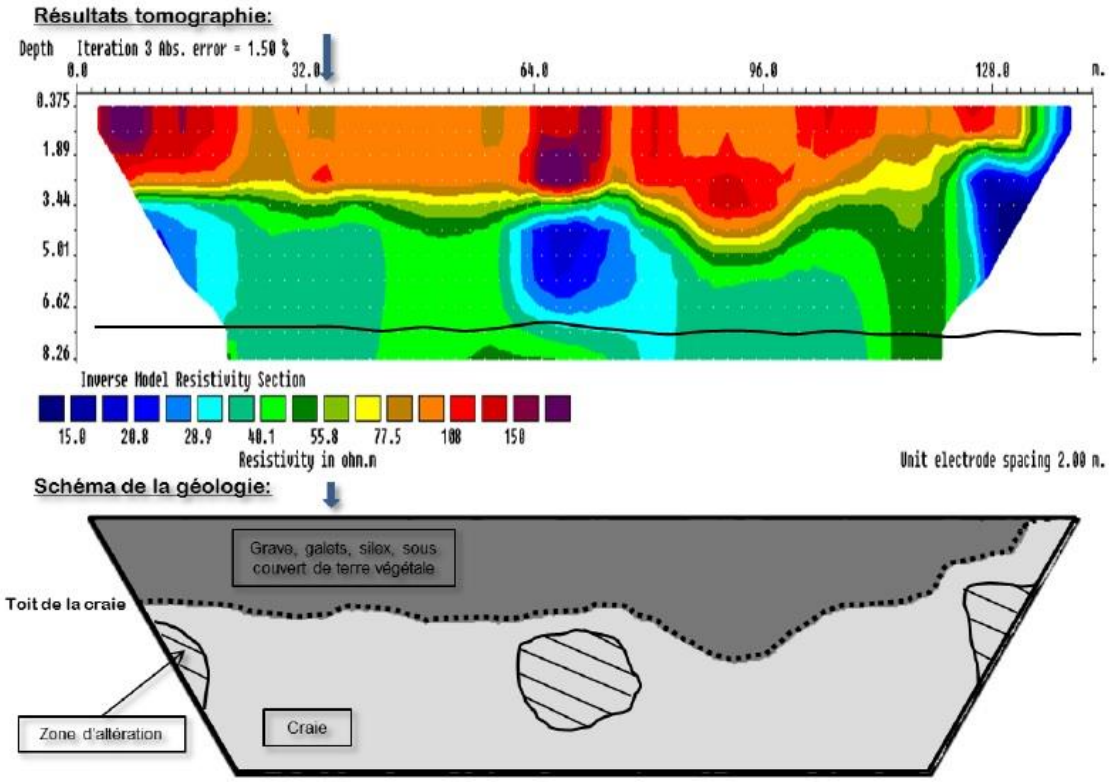



*Illustration 25 : Coupe géoélectrique interprétée en rive gauche de la Risle à La Houssaye (d'après Niepceron, 2013)*

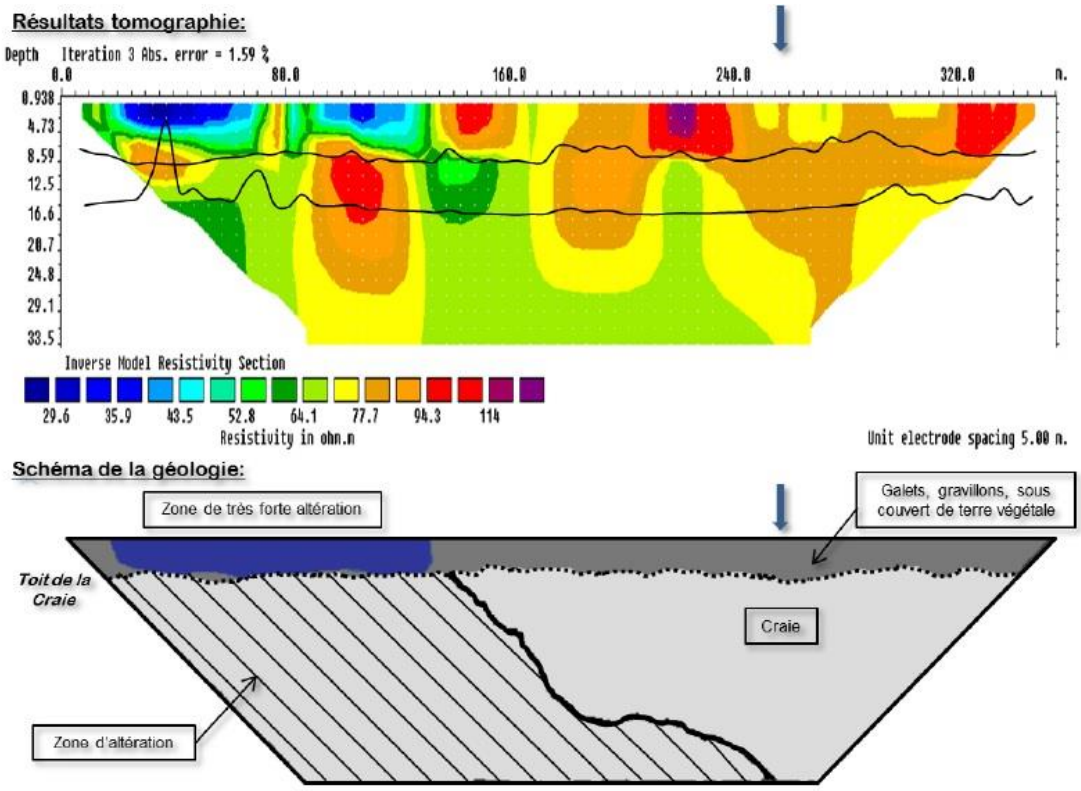



*Illustration 26 : Coupe géoélectrique interprétée sur le site de Grosley-sur-Risle (d'après Niepceron, 2013)*

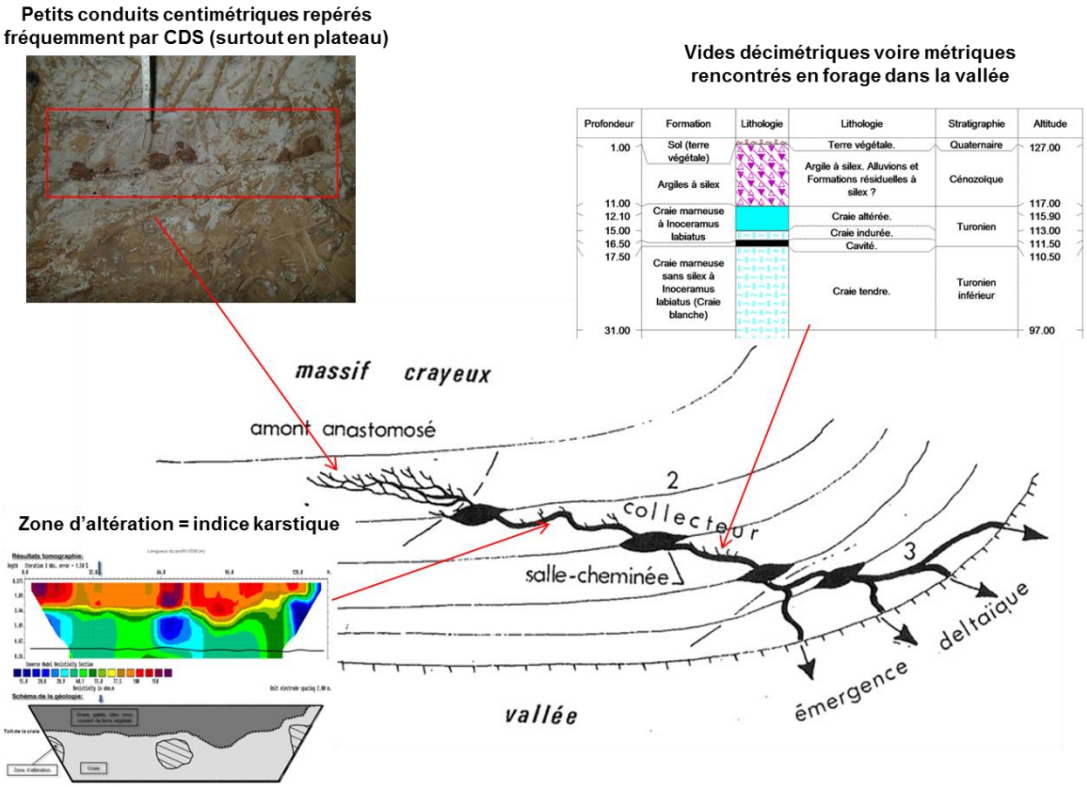



*Illustration 27 : Synthèse des observations qui tendent à confirmer l'hypothèse de la géométrie des réseaux karstiques proposé dans la littérature*

# 3. Conclusion

Le bassin versant de la Risle moyenne se situe sur la marge ouest du Bassin de Paris, bassin intracratonique formant une large cuvette sédimentaire composée pour l'essentiel, en Haute-Normandie, de terrains secondaires jurassiques et crétacés. La Risle a creusé son cours dans la puissante série crayeuse du Crétacé supérieur (Cénomanien – Turonien – Sénonien), qui repose sur les terrains terrigènes du Crétacé inférieur (Aptien – Albien), caractérisés pour l'Aptien par les faciès sableux des Sables ferrugineux, puis pour l'Albien par l'ensemble Poudingue Ferrugineux – Gault – Gaize. Vers le sud-ouest, dans le Pays d'Auge et le Pays d'Ouche, les formations albiennes se condensent sous les faciès de la Glauconie de Base. L'ensemble de ces dépôts crétacés reposent en discordance sur les terrains jurassiques, caractérisés par des formations kimméridgiennes essentiellement argileuses, et sont recouverts par un manteau plus ou moins épais de formations superficielles, représentées notamment par les résidus de décalcification de la craie et les dépôts éoliens en plateau (Formation Résiduelle à silex et Limons des Plateaux), et par le complexe alluvionnaire en vallée.

D'un point de vue hydrogéologique, cette pile stratigraphique présente des variations lithologiques qui induisent des comportements hydrogéologiques très différents d'une formation à l'autre. Dans ce domaine, les faciès du Gault de l'Albien sont très intéressants puisque leur granulométrie très fine, d'argile massive, les rend imperméables. Sur l'ensemble du secteur d'étude, les argiles albiennes constituent donc d'une part le mur de la puissante nappe de la Craie, contenue dans les gaizes sus-jacentes et la pile crayeuse du Crétacé supérieur, et d'autre part le toit de l'aquifère captif albo-aptien, hébergé par les formations sableuses aptiennes et dans une moindre mesure, au sein du Poudingue ferrugineux albien.

La nappe de la Craie apparaît donc comme l'aquifère principal de la zone d'étude. Sa géométrie et ses dynamiques d'écoulement (matricielles, fissurales et karstiques) sont intimement liées aux géométries du substratum crayeux. A l'échelle régionale, le secteur apparaît comme un monoclinal à faible pendage vers l'est (vers le centre du Bassin de Paris), mais est affecté à l'échelle locale par une série de structures tectoniques cassantes (failles) ou plicatives (axes synclinaux ou anticlinaux, flexures). La corrélation des logs géologiques disponibles dans la Banque du Sous-Sol, le long de cinq transects à travers le bassin versant de la Risle moyenne, a permis d'améliorer les connaissances sur la géométrie des terrains crétacés, de visualiser certaines structures supposées dans la littérature, et d'évaluer les relations qui peuvent exister entre ces structures et les variations du niveau piézométrique, particulièrement dans les zones de décrochement de la nappe.

Enfin, la synthèse des données sur les phénomènes de karstiques complétée par des données spéléologiques et géophysiques inédites, a permis d'améliorer et de confirmer les interprétations existantes sur la géométrie des réseaux karstiques qui peuvent être à l'origine de l'ouverture de bétoires en surface.

# 4. Bibliographie

**ARBONNIER G., EQUILBEY E., HANOT F., MARDHEL V., POINTET T., QUESNEL F., ROBELIN C., SCHOMBURGK S., TOURLIERE** B. (2004) – Atlas hydrogéologique numérique de l'Eure. Volet cartographie de l'aquifère de la craie. Rapport BRGM/RP-52989-FR, 90 p., 38 fig., 2 tabl., 1 ann.

**BASSOMPIERRE P.** (1971) – Carte géologique de la France au 1/50.000, feuille d'Elbeuf (n°123) et notice explicative. Ed. BRGM

**BURGEAP** (1969) – Etude hydrogéologique du bassin de la Risle

**CALBA F., CHARRIERE G., CONRAD G., LEFEBVRE D., RODET J.** (1979) – Relations entre le développement du karst de la craie, la dynamique et la qualité des eaux souterraines du Pays de Caux. Bull. trim. Soc. Géol. Normandie et Amis Muséum Havre, t. LXVI, fasc 4, 1979, 4e trim.

**CETE** (1982) – Vallée de la Risle (Eure). Ressources en granulats. Bilan technico-économique. Laboratoire régional de Rouen. Centre d'études techniques de l'équipement. PV = 1389/0

**CHARBONNEYRE P., BALTASSAT J. M.** (1993) – Reconnaissance au RMT-VLF appliquée à la localisation d'un karst dans la craie à Bernay (Eure). Rapport BRGM/RR-37341-FR.

**DE LA QUERIERE P., MATHIEU F.** (1993) – Reconnaissance des milieux karstiques et poreux en pays crayeux pour l'implantation des forages d'alimentation en eau potable. Rapport BRGM/RP-37653-FR.

**DEWOLF Y., KUNTZ G** (1980) – Présomptions de rejeux plio-quaternaires ou quaternaires, d'anciens accidents en Basse-Normandie, du Perche à la vallée de la Seine. Analyse des phénomènes de sub-surface, repérés lors du levé des cartes géologiques et géomorphologiques au 1/50.000e. Extrait bull. inf. géol. Bass. Paris. Vol. 17, N°4, p. 15-19)

**EBERENTZ P.** (1982) – Etablissement de la coupe géologique prévisionnelle du forage Schlumberger à Pont-Audemer ? Note BRGM NT-82-HNO-014

**JARDANI A.** (2007) – Nouvelles approches géophysiques pour l'identification des dolines et des cavités souterraines dans un contexte karstique.

**JUIGNET P.** (1971) – Carte géologique de la France au 1/50.000, feuille de Brionne (n°122) et notice explicative. Ed. BRGM

**JUIGNET P.** (1974) – La transgression crétacée sur la bordure orientale du Massif Armoricain. Aptien, Albien, Cénomanien de Normandie et du Maile. Le stratotype du Cénomanien. Thèse

**JUIGNET P.** (1988) – La craie de Normandie – prédispositions au karst. Karst et Quaternaire de la Basse-Seine », Colloque du 14 mai 1988, Thème 2, Actes du Museum de Rouen, p. 39-52, 14 p. 16 fig.

**JUIGNET P.** (1991) – Les craies du littoral du Pays de Caux. Extrait bull. inf. géol. Bass. Paris. Vol. 28, N°1, p. 46-58

**KUNTZ G**. (1981) – Carte géologique de la France au 1/50.000, feuille de Beaumont-le-Roger (n°149) et notice explicative. Ed. BRGM

**KUNTZ G**. (1982) – Carte géologique de la France au 1/50.000, feuille de Breteuil-sur-Iton (n°179) et notice explicative. Ed. BRGM

**KUNTZ G.** (1983) – Liste des échantillons (A) et des documents (B) de G. Kuntz conservés au SGR/HNO du BRGM - NT-83-HNO-018

**KUNTZ G.** (1984) – Carte géologique de la France au 1/50.000, feuille de Bernay (n°148) et notice explicative. Ed. BRGM

**KUNTZ G., RIOULT M.** (1986) – Carte géologique de la France au 1/50.000, feuille de Rugles (n°178) et notice explicative. Ed. BRGM

**KUNTZ G., MONCIARDINI C.** (1981) – Le crétacé supérieur des feuilles à 1/50.000 Neufchâtel et Beaumont-le-Roger. Bull. Inf. Ass. Géol. Bas. Paris, vol. 18, n°4, p. 53-57

**LAIGNEL B.** (1997) – Les altérites à silex de l'Ouest du Bassin de Paris. Caractérisation lithologique, genèse et utilisation potentielle comme granulats. Thèse. 219 p.

**LASSEUR E**. (2008) – La Craie du Bassin de Paris (Cénomanien-Campanien, Crétacé supérieur). Sédimentologie de faciès, stratigraphie séquentielle et géométrie 3D. Thèse de l'université de Rennes 1. 410 p.

**MAILLARY. J.C., DE LA QUERIERE P.** (1970) – Données géologiques et hydrogéologiques acquises à la date du 15/03/1970 sur le territoire des feuilles topographique au 1/50.000 BOLBEC (n°75) et PONT-AUDEMER (n°98) (Seine-Maritime et Eure) - 70-SGN-242-PNO ;

**MENILLET F.** (1999) – Carte géologique de la France au 1/50.000, feuille de l'Aigle (n°214) et notice explicative. Ed. BRGM

**NIEPCERON F.** (2013) – Prospections géophysiques sur le cours moyen de la Risle. Mémoire de stage de master 2. Univ. Rouen. 63 p.

**PANEL R.** (1980) – Contexte hydrogéologique du site de l'usine UGINE-ACIER à Rugles (Eure) : étude documentaire - 80-SGN-493-EAU ;

**QUESNEL F.** (1997) – Cartographie numérique en géologie de surface. Application aux altérites à silex de l'ouest du Bassin de Paris. Thèse. 430 p.

**RODET J.** (1975) – Le karst de la craie en Haute-Normandie. Mémoire de maitrise, géographie physique, Rouen, 216 p. in Spéléodrack

**RODET J.** (1978) – Approche du karst de la craie du Bassin de Paris. Actes 6$^{e}$ Congrès suisse de Spéléologie.

**RODET J.** (1978) – Caractéristique du karst crayeux en Haute-Normandie. Colloque régional : Hydrogéologie du Bassin de Paris. Documents du B.R.G.M., n°1, p.513-522

**RODET J.** (1981) – Contribution à l'étude du karst de la craie : l'exemple normand et quelques comparaisons. Thèse de 3$^{ème}$ cycle, Institut géographie, 427 p

**RODET J.** (1983) – Karst et littoral du Bec de Caux (Seine Maritime, Normandie, France). Karstologia n°2 – pp. 23-32 ;

**RODET J.** (1985) – Le développement du karst dans la craie de Normandie et ses conséquences sur la protection des eaux souterraines (Normandie, France). Annales de la Société Géologique de Belgique, T. 108, pp. 33-41 ;

**RODET J.** (2003) – Karst et Craie en Normandie : une approche géographique. Journées AFK Metting Introduction

**SOGREAH** (1999) – Recherche d'eau dans la région de Rugles : définition des sites potentiels de recherche et études d'interprétation hydrogéologiques. Phase 1 : définition de l'état des lieux et proposition de zones de recherche potentielles. Rapport 100739.R1.

**VALDES D.** (2005) – Variabilité spatiale du fonctionnement hydrogéologique de l'aquifère karstique de la craie (Département de l'Eure, France). Thèse de l'université de Rouen.

**VOGT J., VAGNERON J.M** (1980) – Région de Rugles (Eure) : sismicité, cadre tectonique et implications pratiques (Bibliothèque centrale - 80-SGN-503-GEG

**VIALLEFOND L.** (1967) – Carte géologique de la France au 1/50.000, feuille de Pont-Audemer (n°98) et notice explicative. Ed. BRGM

**WAZI N.** (1988) – Le crétacé du Roumois (vallée de l'Oison) et le tertiaire quaternaire des régions voisines de la basse vallée de la Seine (Haute-Normandie). Stratigraphie et tectonique. Thèse de l'université de Rouen-Haute-Normandie. 552 p. + annexes

**WAZI N., LEBOULANGER T., SAIGNES G., TOMAT A.** (1988) – Relations structurales entre fracturation et karstification. Un exemple de collaboration entre géologues et spéléologues. Actes Muséum de Rouen, 1, p. 53-60

**WAZI N., JUIGNET P., GIRARD J., MOCIARDINI C.** (1991) – Révision de la série crétacée de la vallée de l'Oison et analyse structural de l'accident de Saint-Didier-des-Bois (Roumois, Haute-Normandie). Bull. Inf. Géol. Bass. Paris. Vol. 28, N°4, p. 15-24.

# Annexe 1

# Synthèse des descriptions des formations superficielles issues des notices des cartes géologiques n°148, 149, 178, 179 et 214

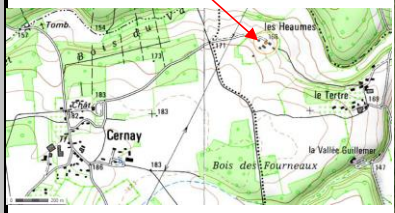
| | | n°178 - Rugles | | n°149 - Beaumont-le-Roger | | n°179 - Breuteil-sur-Iton | | n°148 - Bernay | | n°214 - L'Aigle | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Description | ep. | Description | ep. | Description | ep. | Description | ep. | Description | ep. |
| **e** | Sables tertiaires (âges divers) | Sables stampiens (= Sables de Fontainebleau), piégés dans des poches karstiques : sables fins à moyens | 5 -10 m (20 m max) | Bartonien : sables verts argileux, très localement entre RS et sables stampiens, piégés dans des karsts | très variable | Stampien : sables fins à très fins piégés dans effondrements karstiques. Présence de bancs de grès en place au sommet (Iton) | 6 - 7 m | Stampien : sables fins, parfois grésifiés, conservés en poches d'origine karstique, souvent à proximité de tracés de failles | ? | ABSENTS OU NON DECRITS | |
| | | | | Stampien : sables fins piégés dans des poches karstiques (= sables de Fontainebleau) | 5 - 10 m | | | | | | |
| **C** | Colluvions (diverses) | Mis en place sous l'action du ruissellement et de la solifluxion, composées d'éléments fins ou grossiers (limons, sables, glauconie, silex etc.) | 3 - 5 m | Matériaux fins ou grossiers, mis en place sur les versants et vallons secs par le ruissellement et la solifluxion | très variable | Mises en place par ruissellement et solifluxion : très caillouteuses (nombreux fragments de silex gélivés) dans une matrice tantôt limoneuse, tantôt argileuse ou argilo-sableuse | qq dcm à plusieurs mètres | Mises en place par ruissellement et solifluxion : granulo variable : fin (limons et sables) à grossier (silex, chailles, frgts craie), brassées sur les pentes | Très variable dans le détail (> 5 m ds vallons) | Colluvions de bas de versant : limons et limons sableux à passées caillouteuses | 0,5 - 1 m |
| **LP** | Complexe des limons des plateaux | Dépôts éoliens limoneux | 1 - 5 m | Principalement des dépôts éoliens : argileux voire très argileux lorsqu'ils sont altérés (vieux limons), passées très sableuses, parfois débris de silex | 3 -4 m | Limons éoliens, argileux, parfois très sableux | < 5 m | Dépôts éoliens très fins, et niveaux altérés et parfois remaniés | 5 - 7 m (max) | Lœss "récents" : altérés et décalcifiés, silts argileux | 0,5 - 2 m |
| | | | | | | | | | | Lœss anciens : très argileux, ocres, altérés et décalcifiés | 0 - 1 m |
| **B-LPs** | Biefs et limons à silex | Biefs : matrice de limons argileux ou argilo-sableux et de nombreux silex fragmentés, disséminés ou disposés en lits : partie supérieur de la RS | 0,5 - 1 m | Biefs : silex fragmentés dans une matrice argilo-sableuse : remaniement très locaux des RS | 0,5 - 1 m | Biefs : partie supérieure des RS, silex fragmentés dans une matrice argilo-sableuse, souvenr remaniée par le ruissellement et la solifluxion | < 1 m | Biefs : issus du remaniement superficiel des RS. Silex fragmentés dans une matrice de limons très argileux, parfois sableux | 0,5 à plusieurs m | Limons à silex : silex gélifractés emballés dans une matrice silto-argileuse | 1 m (moyenne) |
| | | Limons à silex : anciens limons altérés, remaniés, à silex fragmentés | > 1 m | Limons à silex : silex fragmentés (moins présents que dans les biefs) dans une matrice limoneuse souvent très argileux | > 1 m | Limons à silex : limons anciens, très argileux, riches en fragments de silex, dispersés ou disposés en lits irréguliers. | > 1 m | Limons à silex : limons anciens, altérés, plus ou moins remaniés et chargés en fragments de silex | | | |
| **RS** | Formations à silex | Solifluée sur les versants dans une large mesure : silex et chailles corrodés, généralement non fragmentés emballés dans une matrice argileuse | 15 - 30 m | Solifluée sur les pentes dans une large mesure : silex inclus dans une matrice argilo-sableuse ou argileuse. | 10 -20 m (moyenne) | Silex inclus dans une matrice argileuse ou argilo-sableuse, la plupart du temps solifluée sur les pentes | 15 - 20 m (30 - 40 m max) | Sur les plateaux crayeux et sur les versants (solifluée) : silex inclus dans une matrice argilo-sableuse ou argileuse | 10 m (moyenne) | Nombreux silex emballés dans un matériau argileux ou argilo-sableux, souvent solifluée sur les versants | variable |
| **A** | Altérites de craie (feuille de l'Aigle) | NON DECRITS | | NON DECRITS | | NON DECRITS | | NON DECRITS | | Altérites de craie indiff. = faciès évolue entre alt craie céno et turo | > 5 m |
| | | | | | | | | | | Altérites de craie turo = argiles silteuses grises à verdâtre, faciès homogène | > 5 m |
| | | | | | | | | | | Altérites de craie céno = argiles silteuses ou finement sableuses vertes à ocres | > 5 m |
| **Fy-z** | Alluvions actuelles et récentes | Terre brune à éléments de silex, limon tourbeux, argile gris blanchâtre à petits silex et niveau basal irrégulier d'argile brune à galets de silex | 1,5 - 1,8 m (Risle) | Alluvions fines, limono-sableuses, parfois un peu tourbeuses | 1 - 2,5 m | Alluvions fines, limoneuse ou sableuse, à graviers et silex | 1 - 3 m | Alluvions plus fines, faciès de tourbe et de limons argileux | 0,5 - 1,5 m (Charentonne) | Dépôts tourbeux de fonds de vallée : tourbe | 1,5 m (Risle) |
| | | | | | | | | | | Alluvions limoneuses et limono-sableuse faiblement argileuses | 1,5 m |
| **F** | Alluvions anciennes | Basse terrasse : alluvions grossières (cailloutis), exploitées dans la Risle | 2 - 3,5 m | Basse terrasse : alluv grossières : cailloutis de silex, graviers de silex et sables | 2 - 3 m | Alluvions de niveaux mal déterminés : cailloutis de silex patinés grossiers accompagnés parfois d'une matrice argilo-sableuse | 1 - 5 m | Alluvions anciennes de bas niveau : cailloutis grossiers de silex et de chailles | ? | Alluvions grossières constituées presque exclusivement de silex | 3 - 4 m (Risle) |
| | | Hautes et moyennes terrasses : cailloutis grossiers de silex, fragmentés ou sub-émoussés | qq dcm à plusieurs mètres | | | | | Alluvions anciennes de niveau mal déterminé : cailloutis grossiers | | | |
| | | | | Alluvions de niveaux mal déterminés : cailloutis de silex, grossiers fragmentés, +/- usés | 3 m (Risle) | | | Alluvions anciennes de fond de vallée : grossières (cailloutis et graviers) | 1 - 4 m | | |

# Annexe 2

# Fiches CDS27 des ouvrages explorés avec une anomalie

**désignation / localisation**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Département : | **Eure** | Commune : | **La vieille Lyre** | Nature | **Puits** |
| Indice BSS : | **01791x0027** | Identifiant CDS27 : | **Puits des Heaumes** | | |
| Adresse ou lieudit : | Les Heaumes | | | | |
| Accès : | Maison au bout du chemin, le puits se trouve sous une plaque de béton au ras du sol ds la prairie située à l'ouest de la maison. | | | | |
| Conditions d'accès : | Demander au gestionnaire des biens | | | | |



| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Clichés : | | | | Crédit photos : | EM |
| Carte IGN : | | Origine des informations : | | | |

| WGS 84 (Lon, Lat) | | Lambert 93 (m) | | Lambert II (m) | | Lambert I (km) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| E 0,721403 | N 48,943771 | | | | | 481,703 | 1 139,422 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mode d'obtention : | GPS terrain ❑ | Fond Géoportail ❑ | Autres: | | | Précision (m) | |
| Altitude au sol (m NGF) : | | Précision : | | | Ecart p/ coord. BSS (m) | | |

**contacts**

DONNEES CONFIDENTIELLES

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Propriétaire :** | M Labelle | | **Corresponda** | M Gaugis (gestionnaire des terres) | |
| Adresse : | | | Statut : | | |
| | | | Adresse : | | |
| Téléphone : | 0 | 06 | Téléphone : | 0 | 06 71 26 71 81 |
| courriel : | | | courriel : | gerard.fr@nordnet.fr | |
| Remarques : | | | Remarques : | | |

**spéléo**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Accessibilité à l'intérieur : | | | |
| Equipement spéléo conseillé : | Chèvre, périmètre de sécurité pour empêcher l'accés aux vaches. | | |
| Equipe(s) de reconnaissance : | Alain Boulier, Eric Maurey, Thierry Leboulanger. | Date : | 29/04/2014 |
| | | Date : | |
| Equipe(s) d'exploration | Eric Maurey, Frédéric Gost, Théo Lepetit, Thierry Leboulanger | Date : | 11/11/14 |
| | Eric Maurey, Frédéric Gost, Marc Fournier | Date : | 09/07/15 |

Références bibliographiques

Commentaires

**Description technique**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Hauteur de margelle hors sol (m) : | | Nature du repère (origine des mesures) : | Plaque de béton au ras du sol | | | | |
| | | Hauteur du repère p/sol (m) : | 0,00 m | | | | |
| Eléments concernés : | | Profondeurs par rapport | | | Inspections caméra | | |
| | | Au repère | Au sol (t.n.) | Vérifié ? | Dates | Prof | Remarques |
| Profondeur totale de l'ouvrage (m) : | | 44,08 m | 44,08 m | Oui | | | |
| Ø de l'ouvrage (m) : 0,80 m | de : | 0,00 m | 0,00 m | Oui | | | |
| | à : | 44,08 m | 44,08 m | Non | | | |
| Ø de l'ouvrage (m) : | de : | | N.D. | | | | |
| | à : | | N.D. | | | | |
| Fin de l'appareillage à : | | 27,70 m | 27,70 m | Oui | Nature : | | |
| Remarques sur le lanternage ou les barbacanes : | à : | 18,89 m | 18,89 m | Terrain visible : | Silex | | |
| | à : | 20,79 m | 20,79 m | Terrain visible : | Terre argileuse | | |
| | à : | 26,57 m | 26,57 m | Terrain visible : | Silex | | |
| Style de creusement du puits : | de : | | N.D. | Description : | | | |
| | à : | | N.D. | | | | |
| | de : | | N.D. | Description : | | | |
| | à : | | N.D. | | | | |
| Galeries ou chambres, sol à : | | 32,00 m | 32,00 m | Topographiées? | oui ❑ | non ☒ | rem |
| Dimensions : | Elargissement karstifié | | | | | | |
| Galeries ou chambres, sol à : | | | N.D. | Topographiées? | oui ❑ | non ❑ | rem |
| Dimensions : | | | | | | | |

**Hydrologie**

| Dates : | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 29/04/2014 | Niveau du plan d'eau | 41,36 m | 41,36 m | Plongée possible ? | oui ☒ non ❑ |
| | Hauteur colonne d'eau | 2,72 m | | Plongée nécessaire ? | oui ☒ non ❑ |
| 11/11/2014 | Niveau du plan d'eau | 35,10 m | 35,10 m | Conditions de plongée : | |
| | Hauteur colonne d'eau | 8,98 m | | | |
| 09/07/2015 | Niveau du plan d'eau | 41,89 m | 41,89 m | | |
| | Hauteur colonne d'eau | 2,19 m | | | |
| | Niveau du plan d'eau | | N.D. | | |
| | Hauteur colonne d'eau | N.D. | | | |
| Niveau maximum historique atteint | | | N.D. | | |
| | | N.D. | | | |

| Equipe(s) de plongeurs | Frédéric Gost, Marc Fournier, Eric Maurey | Date : 09/07/15 |
|---|---|---|
| | | Date : |

**Circulation d'eau détectée**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Méthode : | test au KMnO4 ❑ | autre | | | | Remarques : |
| Profondeur : | | N.D. | Direction et sens | | | |
| Vitesse : | | Section | | Débit : | | |
| Température : | | Conductivité : | | | | |

**Profil thermo-conductivimétrique**

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Date : | 29/04/2014 | à | 41,50 m | 41,5 | Température : | 10,12 °C | Conductivité : | |
| | | à | 44,00 m | 44 | Température : | 10,18 °C | Conductivité : | |
| | | à | | N.D. | Température : | | Conductivité : | |
| Date : | 09/07/2015 | à | 41,89 m | 41,89 | Température : | 10,62 °C | Conductivité : | 603,00 µS |
| | | à | 42,50 m | 42,5 | Température : | 10,56 °C | Conductivité : | 611,00 µS |
| | | à | 44,00 m | 44 | Température : | 10,56 °C | Conductivité : | 608,00 µS |
| Date : | | à | | N.D. | Température : | | Conductivité : | |
| | | à | | N.D. | Température : | | Conductivité : | |
| | | à | | N.D. | Température : | | Conductivité : | |
| Date : | | à | | N.D. | Température : | | Conductivité : | |
| | | à | | N.D. | Température : | | Conductivité : | |
| | | à | | N.D. | Température : | | Conductivité : | |

**Karstification**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Profondeur | 35,05 | 35,05 | Dimensions du vide | Toit à 35,05m et plancher à 36,54 |
| Description / remarques: | Elargissement profond de 0,5m se situant à 205Gd E le bord est à 45° craie désagrégée et enduite d'argile. Remplissage important avec blocs de craie décimétriques instables et présence de terre. (dans la direction d'une dépression en surface) | | | |
| Profondeur | 33,1 | 33,1 | Dimensions du vide | |
| Description / remarques: | supposition de sigmoïde se situant à 305Gd. | | | |
| Profondeur | 32 | 32 | Dimensions du vide | |
| Description / remarques: | Présence d'un élargissement karstifié | | | |
| Profondeur | | N.D. | Dimensions du vide | |
| Description / remarques | | | | |

**Stratigraphie et paramtres structuraux**

| Fissuration / fracturation de la craie | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Profondeur | | N.D. | Orientation | | Densité | | Ouverture |
| Profondeur | | N.D. | Orientation | | Densité | | Ouverture |
| Profondeur | | N.D. | Orientation | | Densité | | Ouverture |
| Profondeur | | N.D. | Orientation | | Densité | | Ouverture |
| Profondeur | | N.D. | Orientation | | Densité | | Ouverture |
| Profondeur | | N.D. | Orientation | | Densité | | Ouverture |

| Pendage | | Remarques: |
|---|---|---|

| Repères stratigraphiques | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Profondeur | | N.D. | Nature | | Remarques |
| Profondeur | | N.D. | Nature | | |
| Profondeur | | N.D. | Nature | | |
| Profondeur | | N.D. | Nature | | |
| Profondeur | | N.D. | Nature | | |
| Profondeur | | N.D. | Nature | | |

**Notes**

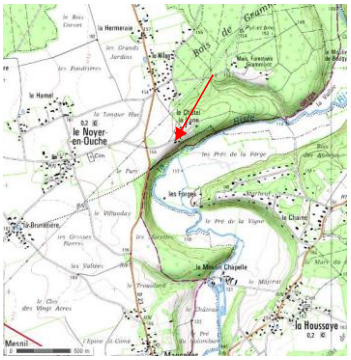
**Modifs**

| Date | Auteur | Indice | Date | Auteur | Indice |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 0 | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

Comité Départemental de Spéléologie de l'Eure CDS27

**désignation / localisation**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Département : | **Eure** | Commune : | **27444, le Noyer-en-Ouche** | Nature | **Puits** |
| Indice BSS : | **01495X0020** | Identifiant CDS27 : | **Puits du Châtel la Lune** | | |
| Adresse ou lieudit : | le Châtel la Lune, Rue de la Risle | | | | |
| Accès : | dans la cour au Nord de l'habitation | | | | |
| Conditions d'accès : | | | | | |



| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Clichés : | 0CB0089 | 0CB0090 | 0CB0091 | 0CB0092 | | | Crédit photos | |
| Carte IGN : | | Origine des informations : | | | | | | |
| WGS 84 (Lon, Lat) | | | Lambert 93 (m) | | Lambert II (m) | | Lambert I (km) | |
| E 0,785884 | N 49,007220 | | | | | | 486,572 | 1 146,378 |
| Mode d'obtention : | GPS terrain ❑ | | Fond Géoportail ☒ | | Autres: | | Précision (m) | ± 5 |
| Altitude au sol (m NGF) : | 152 m | | Précision : | EPD (IGN 1/25000) | | | Ecart p/ coord. BSS (m) | |

**contacts**

DONNEES CONFIDENTIELLES

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Propriétaire :** | M Mme Zighem-Garoche | **Corresponda** | |
| Adresse : | Rue de Risle, Le Châtel la Lune, 27444 Le Noyer en Ouche | Statut : | |
| | | Adresse : | |
| Téléphone : | 02 32 58 02 44 / 06 | Téléphone : | 0 / 06 |
| courriel : | | courriel : | |
| Remarques : | | Remarques : | |

**spéléo**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Accessibilité à l'intérieur : | | | |
| Equipement spéléo conseillé : | | | |
| Equipe(s) de reconnaissance : | TH Leboulanger, R Lhérithier | Date : | 28/10/2012 |
| | C Boutet, Th Leboulanger, Th Lepetit. | Date : | 25/05/13 |
| Equipe(s) d'exploration | A. Tisserand, F Gost, E. Maurey, T Leboulanger | Date : | 25/03/15 |
| | | Date : | |

Références bibliographiques

Commentaires

Beaucoup de formes karstiques au ras de l'eau (43,81m au 25/03/2015)

**Description technique**

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Hauteur de margelle hors sol (m) : | 0,65 | Nature du repère (origine des mesures) : | sommet de margelle | | | | | |
| | | Hauteur du repère p/sol (m) : | 0,65 m | | | | | |
| Eléments concernés : | | | Profondeurs par rapport | | | Inspections caméra | | |
| | | | Au repère | Au sol (t.n.) | Vérifié ? | Dates | Prof | Remarques |
| Profondeur totale de l'ouvrage (m) : | | | 49,00 m | 48,35 m | oui | 28/10/12 | | Voir tableau caméra |
| Ø de l'ouvrage (m) : | 1,00 m | de : | 0,00 m | -0,65 m | | | | |
| | | à : | | N.D. | | | | |
| Ø de l'ouvrage (m) : | | de : | | N.D. | | | | |
| | | à : | | N.D. | | | | |
| Fin de l'appareillage à : | | | 35,20 m | 34,55 m | Oui | Nature : | Béton | |
| Remarques sur le lanternage ou les barbacanes : | | à : | | N.D. | | | | |
| | | à : | | N.D. | | | | |
| | | à : | | N.D. | | | | |
| Style de creusement du puits : | | de : | | N.D. | Description : | | | |
| | | à : | | N.D. | | | | |
| | | de : | | N.D. | Description : | | | |
| | | à : | | N.D. | | | | |
| Galeries ou chambres, sol à : | | | | N.D. | Topographiées? | oui ❑ | non ❑ | rem |
| Dimensions : | | | | | | | | |
| Galeries ou chambres, sol à : | | | | N.D. | Topographiées? | oui ❑ | non ❑ | rem |
| Dimensions : | | | | | | | | |

**Hydrologie**

| Dates : | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 28/10/2012 | Niveau du plan d'eau | | N.D. | Plongée possible ? | oui ❑ | non ❑ |
| | Hauteur colonne d'eau | N.D. | | Plongée nécessaire ? | oui ❑ | non ❑ |
| 25/03/2015 | Niveau du plan d'eau | 43,81 m | 43,16 m | Conditions de plongée : | | |
| | Hauteur colonne d'eau | 5,19 m | | | | |
| | Niveau du plan d'eau | | N.D. | | | |
| | Hauteur colonne d'eau | N.D. | | | | |
| | Niveau du plan d'eau | | N.D. | | | |
| | Hauteur colonne d'eau | N.D. | | | | |
| Niveau maximum historique atteint | | 39,50 m | 38,85 m | | | |
| | | 9,50 m | | | | |

| Equipe(s) de plongeurs | A Tisserand | Date : |
|---|---|---|
| | | Date : |

| Circulation d'eau détectée | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Méthode : | test au KMnO4 ❑ | autre | | | | Remarques : |
| Profondeur : | | N.D. | Direction et sens | | | |
| Vitesse : | | Section | | Débit : | | |
| Température : | | Conductivité : | | | | |

**Profil thermo-conductivimétrique**

| Date : | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | à | | N.D. | Température : | | Conductivité : | |
| | à | | N.D. | Température : | | Conductivité : | |
| | à | | N.D. | Température : | | Conductivité : | |
| Date : 25/03/2015 | à | 43,86 m | 43,21 | Température : | 11,12 °C | Conductivité : | 552,00 µS |
| | à | 44,30 m | 43,65 | Température : | 11,12 °C | Conductivité : | 522,00 µS |
| | à | 48,80 m | 48,15 | Température : | 11,12 °C | Conductivité : | 556,00 µS |
| Date : | à | | N.D. | Température : | | Conductivité : | |
| | à | | N.D. | Température : | | Conductivité : | |
| | à | | N.D. | Température : | | Conductivité : | |
| Date : | à | | N.D. | Température : | | Conductivité : | |
| | à | | N.D. | Température : | | Conductivité : | |
| | à | | N.D. | Température : | | Conductivité : | |

**Karstification**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Profondeur | 49 | 48,35 | Dimensions du vide | 50x50 |
| Description / remarques | Trou naturel remontant lègérement. Repéré à taton. La longueur totale n'a pas pu être mesurée. | | | |
| Profondeur | | N.D. | Dimensions du vide | |
| Description / remarques | | | | |
| Profondeur | | N.D. | Dimensions du vide | |
| Description / remarques | | | | |
| Profondeur | | N.D. | Dimensions du vide | |
| Description / remarques | | | | |

**Stratigraphie et paramtres structuraux**

| Fissuration / fracturation de la craie | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Profondeur | | N.D. | Orientation | | Densité | | Ouverture |
| Profondeur | | N.D. | Orientation | | Densité | | Ouverture |
| Profondeur | | N.D. | Orientation | | Densité | | Ouverture |
| Profondeur | | N.D. | Orientation | | Densité | | Ouverture |
| Profondeur | | N.D. | Orientation | | Densité | | Ouverture |
| Profondeur | | N.D. | Orientation | | Densité | | Ouverture |

| Pendage | | Remarques: | |
|---|---|---|---|

| Repères stratigraphiques | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Profondeur | 36,1 | 35,45 | Nature | Lit de rognons de silex ep 15Cm long 20 à 40Cm |
| Profondeur | 36,9 | 36,25 | Nature | Gros banc de silex |
| Profondeur | 36,75 | 36,1 | Nature | Lit de silex et trous avec limon |
| Profondeur | 37,7 | 37,05 | Nature | Lit de gros silex (Voir photos) |
| Profondeur | 37,84 | 37,19 | Nature | Fissuration (voir photos) |
| Profondeur | 38,4 | 37,75 | Nature | Interbanc (voir photos) |
| Profondeur | 38,6 | 37,95 | Nature | Fisuration (voir photos) |
| Profondeur | 39,24 | 38,59 | Nature | Fissuration avec argile |
| Profondeur | 39,83 | 39,18 | Nature | Petit karst décimlétrique |
| Profondeur | 40,1 | 39,45 | Nature | Banc de silex |
| Profondeur | 41,3 | 40,65 | Nature | Fissuration verticale |
| Profondeur | 41,4 | 40,75 | Nature | Grosse fissure avec dépôt d'argile stratifié |
| Profondeur | 41,9 | 41,25 | Nature | Banc de silex avec fissurat° et dépôt d'argile |
| Profondeur | | N.D. | Nature | |

**Notes**

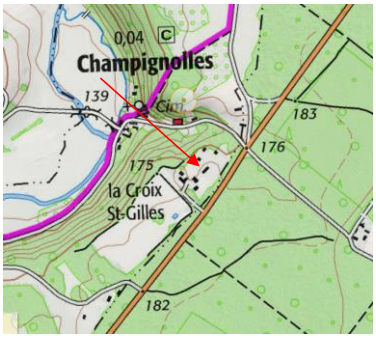
**Modifs**

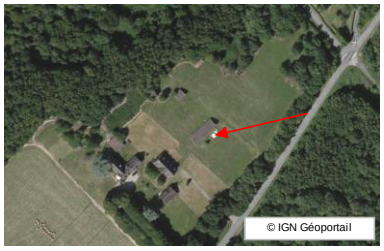
| Date | Auteur | Indice | Date | Auteur | Indice |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 0 | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

Comité Départemental de Spéléologie de l'Eure CDS27

**désignation / localisation**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Département : | **27 Eure** | Commune : | **Champignolles** | Nature | **Puits** |
| Indice BSS : | **1791X0003** | Identifiant CDS27 : | **Ancien centre avicole** | | |
| Adresse ou lieudit : | Champignolles La croix saint Gilles | | | | |
| Accès : | | | | | |
| Conditions d'accès : | Propriété privée | | | | |



| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Clichés : | | | | | | Crédit photos : | |
| Carte IGN : | | Origine des informations : | | | | | |
| WGS 84 (Lon, Lat) | | Lambert 93 (m) | | Lambert II (m) | | Lambert I (km) | |
| E 0,763720 | N 48,953600 | | | | | 484,825 | 140,450 |
| Mode d'obtention : | GPS terrain ❑ | Fond Géoportail ☒ | Autres: | | | Précision (m) | ± 5 |
| Altitude au sol (m NGF) : | 180 m | Précision : EPD | | | | Ecart p/ coord. BSS (m) | |

**contacts**

DONNEES CONFIDENTIELLES

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Propriétaire :** | M. Derouall Didier | | **Corresponda** | | |
| Adresse : | | | Statut : | | |
| | | | Adresse : | | |
| Téléphone : | 0 | 06 77 31 05 20 | Téléphone : | 0 | 06 |
| courriel : | derouallediddier@gmail.com | | courriel : | | |
| Remarques : | | | Remarques : | | |

**spéléo**

| | | |
|---|---|---|
| Accessibilité à l'intérieur : | | |
| Equipement spéléo conseillé : | | |
| Equipe(s) de reconnaissance : | | Date : |
| | | Date : |
| Equipe(s) d'exploration | | Date : |
| | | Date : |

Références bibliographiques

Commentaires

**Description technique**

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Hauteur de margelle hors sol (m) : | 0,00 | Nature du repère (origine des mesures) : | Dalle béton | | | | | |
| | | Hauteur du repère p/sol (m) : | 0,00 m | | | | | |
| Eléments concernés : | | Profondeurs par rapport | | | Inspections caméra | | | |
| | | Au repère | Au sol (t.n.) | Vérifié ? | Dates | Prof | Remarques | |
| Profondeur totale de l'ouvrage (m) : | | 54,50 m | 54,50 m | Oui | | | | |
| Ø de l'ouvrage (m) : | de : | | N.D. | | | | | |
| | à : | | N.D. | | | | | |
| Ø de l'ouvrage (m) : | de : | | N.D. | | | | | |
| | à : | | N.D. | | | | | |
| Fin de l'appareillage à : | | 27,90 m | 27,90 m | Oui | Nature : | Buses ciment | | |
| Remarques sur le lanternage ou les barbacanes : | à : | | N.D. | | | | | |
| | à : | | N.D. | | | | | |
| | à : | | N.D. | | | | | |
| Style de creusement du puits : | de : | | N.D. | Description : | | | | |
| | à : | | N.D. | | | | | |
| | de : | | N.D. | Description : | | | | |
| | à : | | N.D. | | | | | |
| Galeries ou chambres, sol à : | | | N.D. | Topographiées? | oui ❑ | non ❑ | rem | |
| Dimensions : | | | | | | | | |
| Galeries ou chambres, sol à : | | | N.D. | Topographiées? | oui ❑ | non ❑ | rem | |
| Dimensions : | | | | | | | | |

**Hydrologie**

| Dates : | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 25/03/2015 | Niveau du plan d'eau | 44,84 m | 44,84 m | Plongée possible ? | oui ❑ | non ❑ |
| | Hauteur colonne d'eau | 9,66 m | | Plongée nécessaire ? | oui ❑ | non ❑ |
| | Niveau du plan d'eau | | N.D. | Conditions de plongée : | | |
| | Hauteur colonne d'eau | N.D. | | | | |
| | Niveau du plan d'eau | | N.D. | | | |
| | Hauteur colonne d'eau | N.D. | | | | |
| | Niveau du plan d'eau | | N.D. | | | |
| | Hauteur colonne d'eau | N.D. | | | | |
| Niveau maximum historique atteint | | | N.D. | | | |
| | | N.D. | | | | |

| Equipe(s) de plongeurs | | Date : |
|---|---|---|
| | | Date : |

| Circulation d'eau détectée | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Méthode : | test au KMnO4 ❑ | autre | | | | Remarques : |
| Profondeur : | | N.D. | Direction et sens | | | |
| Vitesse : | | Section | | Débit : | | |
| Température : | | Conductivité : | | | | |

| Profil thermo-conductivimétrique | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Date : | 25/03/2015 | à | 44,90 m | 44,9 | Température : | 11,31 °C | Conductivité : | 514,00 µS |
| | | à | | N.D. | Température : | | Conductivité : | |
| | | à | | N.D. | Température : | | Conductivité : | |
| Date : | | à | | N.D. | Température : | | Conductivité : | |
| | | à | | N.D. | Température : | | Conductivité : | |
| | | à | | N.D. | Température : | | Conductivité : | |
| Date : | | à | | N.D. | Température : | | Conductivité : | |
| | | à | | N.D. | Température : | | Conductivité : | |
| | | à | | N.D. | Température : | | Conductivité : | |
| Date : | | à | | N.D. | Température : | | Conductivité : | |
| | | à | | N.D. | Température : | | Conductivité : | |
| | | à | | N.D. | Température : | | Conductivité : | |

**Karstification**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Profondeur | | N.D. | Dimensions du vide |
| Description / remarques | | | |
| Profondeur | | N.D. | Dimensions du vide |
| Description / remarques | | | |
| Profondeur | | N.D. | Dimensions du vide |
| Description / remarques | | | |
| Profondeur | | N.D. | Dimensions du vide |
| Description / remarques | | | |

**Stratigraphie et paramtres structuraux**

| Fissuration / fracturation de la craie | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Profondeur | | N.D. | Orientation | | Densité | | Ouverture |
| Profondeur | | N.D. | Orientation | | Densité | | Ouverture |
| Profondeur | | N.D. | Orientation | | Densité | | Ouverture |
| Profondeur | | N.D. | Orientation | | Densité | | Ouverture |
| Profondeur | | N.D. | Orientation | | Densité | | Ouverture |
| Profondeur | | N.D. | Orientation | | Densité | | Ouverture |

| Pendage | | Remarques: |
|---|---|---|

| Repères stratigraphiques | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Profondeur | 25,95 | 25,95 | Nature | craie massive sans silex | Remarques | |
| Profondeur | 27,9 | 27,9 | Nature | Silex noirs | Voir la feuille *'Photos d'explo'* pour plus d'infos. | |
| Profondeur | 28,36 | 28,36 | Nature | Craie sans silex | | |
| Profondeur | 29,2 | 29,2 | Nature | Banc discontinu de gros silex | | |
| Profondeur | 29,9 | 29,9 | Nature | Banc discontinu de petits silex | | |
| Profondeur | 32,56 | 32,56 | Nature | Banc de silex discontinu | | |
| Profondeur | 33,5 | 33,5 | Nature | Banc de silex presque continu | | |
| Profondeur | 36,37 | 36,37 | Nature | Rognons de silex | | |
| Profondeur | 39,9 | 39,9 | Nature | Sigmoïde | | |
| Profondeur | 40,6 | 40,6 | Nature | Décollement et Sigmoïde | | |
| Profondeur | | N.D. | Nature | | | |

**Notes**

**Manque d'oxygène à partir de -25m avec un taux qui baisse au fur et à mesure de la descente. Les photos illustrant les repères stratigraphiques n'ont donc pas pu être faites. Une ventilation forcée est à prévoir pour une nouvelle exploration.**

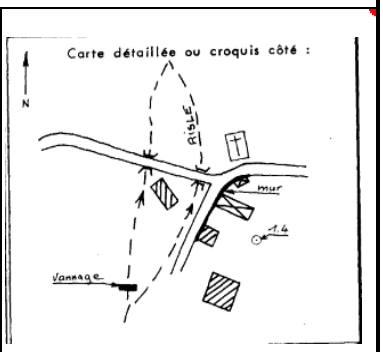
**Modifs**

| Date | Auteur | Indice | Date | Auteur | Indice |
|---|---|---|---|---|---|
| | EM | 0 | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

Comité Départemental de Spéléologie de l'Eure CDS27

**désignation / localisation**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Département : | **Eure 27** | Commune : | **Champignolles** | Nature : | **Puits** |
| Indice BSS : | **1791x0004** | Identifiant CDS 27 : | **Puits de Champignolles** | | |
| Adresse/lieudit : | 7 Rue de l'église, 27330 Champignolles | | | | |
| Accès : | | | | | |
| Conditions d'accès : | Contacter le propriétaire le soir. Contact lors de la prospection avec le père du propriétaire qui est une personne très rétissante à l'accés au puits. | | | | |




| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Carte IGN : | | Origine des informations : | BRGM | | | |
| WGS 84 (Lon, Lat) | | Lambert 93 (m) | | Lambert I (km) | | |
| | | 484,55 | 140,95 | | | |
| Mode d'obtent° : | ❑ GPS terrain | ❑ Carte IGN | ❑ Autres : | | Précision (m) : | |
| Altitude au sol (m) : | | Précision : | | Ecart / à Coord. BSS (m) | | |

**contacts**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | DONNEES CONFIDENTIELLES | | | |
| **Propriétaire :** | Poulain Gérard | | **Correspondant** | |
| Adresse : | 7, Rue de l'église<br>27330 Champignolles | | Statut<br>Adresse : | |
| Téléphone : | 02 32 36 68 83 | 02 32 30 68 83 | Téléphone : | |
| e-mail : | | | e-mail : | |
| Remarques | | | Remarques | |

**spéléo**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Accessibilité à l'intérieur : | | | |
| Equipement spéléo conseillé : | | | |
| Equipe de reconnaissance : | Eric Maurey, Marc Fournier, Thierry Leboulanger | Date : | 05/03/2014 |
| Equipe(s) d'exploration : | | Date : | |
| | | Date : | |

| Références bibliographiques |
|---|
| |

| Commentaires |
|---|
| Aucun accés au puits autorisé lors de la prospection. Le puits sert pour l'adduction en eau potable de la propriété et se trouble quelquefois en période de hautes eaux. |

**Description technique**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Hauteur de la margelle hors sol (m) | | Nature du repère (origine des mesures) : | |
| | | Hauteur de ce repère par rapport au sol | 0,06 m |

| Eléments concernés: | | | Profondeurs par rapport : Au repère | Au sol | Vérifié? |
|---|---|---|---|---|---|
| Profond. totale de l'ouvrage : | | | 22,0 m | 21,9 m | |
| Ø de l'ouvrage (m) : | 0,8 m | à | 0,0 m | | non |
| Ø de l'ouvrage (m) : | | à | | | |
| Ø de l'ouvrage (m) : | | à | | | |
| Ø Au fond (m) : | | à | | | |
| Profondeur appareillage : | | | | | |

| Remarques sur le Lanternage ou les barbacanes : | | | |
|---|---|---|---|
| | | Terrain : | |
| | | Terrain : | |
| | | Terrain : | |
| | | Terrain : | |

| Style de creusement du puits : | | | |
|---|---|---|---|
| de | | | |
| à | | | |
| de | | | |
| à | | | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Galeries ou chambres, sol à: | | Topographiées ? | ❑ Oui | Non ❑ | Remarques : |
| Galeries ou chambres, sol à: | | Topographiées ? | ❑ Oui | Non ❑ | Remarques : |
| Galeries ou chambres, sol à: | | Topographiées ? | ❑ Oui | Non ❑ | Remarques : |

**hydrologie**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Niveau de l'eau | | Plongée possible : | ❑ Oui | Non ❑ |
| Niveau max atteint | | Plongée nécessaire: | ❑ Oui | Non ❑ |
| Hauteur d'eau | | Conditions de plongée : | | |
| Equipe(s) de plongeurs : | | | Date : | |
| | | | Date : | |

**Circulation d'eau détectée (test au $KMnO_4$)**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Profondeur | | Vitesse : | | Débit : | |
| Section : | | Température : | | Conductivité : | |
| Remarques | | Direction et sens : | | | |

**Karstification**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Profondeur | | Dimensions du vide | |
| Description / remarques | | | |
| Profondeur | | Dimensions du vide | |
| Description / remarques | | | |
| Profondeur | | Dimensions du vide | |
| Description / remarques | | | |
| Profondeur | | Dimensions du vide | |
| Description / remarques | | | |

**Fissuration de la craie**

**Fissuration / fracturation de la craie**

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Profondeur | | | Orientation | | Densité | | Ouverture | |
| Profondeur | | | Orientation | | Densité | | Ouverture | |
| Profondeur | | | Orientation | | Densité | | Ouverture | |
| Profondeur | | | Orientation | | Densité | | Ouverture | |
| Profondeur | | | Orientation | | Densité | | Ouverture | |

**Repères stratigraphiques**

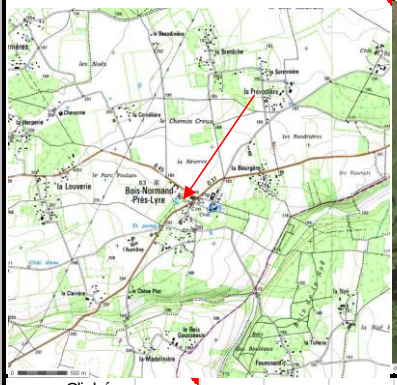
| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Profondeur | | | Nature | | Remarques |
| Profondeur | | | Nature | | |
| Profondeur | | | Nature | | |
| Profondeur | | | Nature | | |
| Pendage | | | | | |

**Modifs**

| Date | Auteur | Indice | Date | Auteur | Indice |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

**désignation / localisation**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Département : | **27 Eure** | Commune : | **27075, Bois-Normand-près-Lyre** | Nature | **Puits** |
| Indice BSS : | **01784x0024** | Identifiant CDS27 : | **Puits de l'Aumône** | | |
| Adresse ou lieudit : | 2, Route de la Haye | | | | |
| Accès : | Par la RD 45 (Route de la Haye), dans le parc, à gauche (Est) du château | | | | |
| Conditions d'accès : | Demander l'autorisation au propriétaire. | | | | |



| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Clichés : | | | | | | Crédit photos | Th. L, E.M |
| Carte IGN : | 1814 E | Origine des informations : | BSS | | | | |
| WGS 84 (Lon, Lat) | | Lambert 93 (m) | | Lambert II (m) | | Lambert I (km) | |
| E 0,695388 | N 48,898902 | | | | | 479,691 | 1 134,476 |
| Mode d'obtention : | GPS terrain ❑ | Fond Géoportail ☒ | Autres: | | | Précision (m) | ± 5 |
| Altitude au sol (m NGF) : | 199 m | Précision : | | | Ecart p/ coord. BSS (m) | 4 | |

**contacts**

DONNEES CONFIDENTIELLES

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Propriétaire :** | Mr et Mme YGREC | | **Corresponda** | | |
| Adresse : | 2, Route de la Haye, 27330, Bois-Normand-près-Lyre | | Statut : | | |
| | | | Adresse : | | |
| Téléphone : | 0 | 06 32 90 20 98 | Téléphone : | 0 | 06 |
| courriel : | ygrec.theodora@w anadoo.fr | | courriel : | | |
| Remarques : | | | Remarques : | | |

**spéléo**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Accessibilité à l'intérieur : | Abri fragile | | |
| Equipement spéléo conseillé : | Chèvre ou poutre pour mettre en travers du puits. Impossible de s'ammarrer sur la structure en bois. | | |
| Equipe(s) de reconnaissance : | F. Gost, M. Leboulanger, Th. Leboulanger (piézo) | Date : | 08/05/2013 |
| | M. Leboulanger, Th. Leboulanger, E. Maurey (piézo + profil non fiable) | Date : | 17/05/2014 |
| | F. Gost, Th. Leboulanger, E. Maurey (piézo + profil (non fiable?) + inspection caméra) | Date : | 18/02/2015 |
| Equipe(s) d'exploration | F. Gost, Th. Leboulanger, T Lepetit, E. Maurey | Date : | 25/04/2015 |
| | | Date : | |

Références bibliographiques

Commentaires

Tête de puits nettoyée 24/02/2015 pour exploration intégrale ultérieure. Relevé de pompage effectué lors de l'exploration du 25/04/2015. Graphique dans le dossier docs sources/relevés de terrain. Présence d'une entrée de cavité maçonnée.

**Description technique**

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Hauteur de margelle hors sol (m) : | 0,40 | Nature du repère (origine des mesures) : | Margelle Sud | | | | | |
| | | Hauteur du repère p/sol (m) : | 0,40 m | | | | | |
| Eléments concernés : | | | Profondeurs par rapport | | | Inspections caméra | | |
| | | | Au repère | Au sol (t.n.) | Vérifié ? | Dates | Prof | Remarques |
| Profondeur totale de l'ouvrage (m) : | | | 35,40 m | 35,00 m | Oui | | | |
| Ø de l'ouvrage (m) : | 1,36 m | de : | 23,00 m | 22,60 m | Oui | | | |
| | | à : | | N.D. | | | | |
| Ø de l'ouvrage (m) : | | de : | | N.D. | | | | |
| | | à : | | N.D. | | | | |
| Fin de l'appareillage à : | | | 19,00 m | 18,60 m | Caméra | Nature : | Silex maçonnés | |
| Remarques sur le lanternage ou les barbacanes : | | à : | | N.D. | | | | |
| | | à : | | N.D. | | | | |
| | | à : | | N.D. | | | | |
| Style de creusement du puits : | | de : | | N.D. | Description : | | | |
| | | à : | | N.D. | | | | |
| | | de : | | N.D. | Description : | | | |
| | | à : | | N.D. | | | | |
| Galeries ou chambres, sol à : | | | | N.D. | Topographiées? | oui ❑ | non ❑ | rem |
| Dimensions : | | | | | | | | |
| Galeries ou chambres, sol à : | | | | N.D. | Topographiées? | oui ❑ | non ❑ | rem |
| Dimensions : | | | | | | | | |

**Hydrologie**

| Dates : | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 17/05/2014 | Niveau du plan d'eau | 27,70 m | 27,30 m | Plongée possible ? | oui ☒ non ❑ |
| | Hauteur colonne d'eau | 7,70 m | | Plongée nécessaire ? | oui ☒ non ❑ |
| 24/02/2015 | Niveau du plan d'eau | 26,56 m | 26,16 m | Conditions de plongée : | |
| | Hauteur colonne d'eau | 8,84 m | | | |
| | Niveau du plan d'eau | | N.D. | | |
| | Hauteur colonne d'eau | N.D. | | | |
| | Niveau du plan d'eau | | N.D. | | |
| | Hauteur colonne d'eau | N.D. | | | |
| Niveau maximum historique atteint | | | N.D. | | |
| | | N.D. | | | |

| Equipe(s) de plongeurs | | Date : |
|---|---|---|
| | | Date : |

| Circulation d'eau détectée | | | | | | Remarques : |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Méthode : | test au KMnO4 ❑ | | autre | | | |
| Profondeur : | | N.D. | Direction et sens | | | |
| Vitesse : | | Section | | Débit : | | |
| Température : | | | Conductivité : | | | |

**Profil thermo-conductivimétrique**

| Date : | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | à | | N.D. | Température : | | Conductivité : |
| | à | | N.D. | Température : | | Conductivité : |
| | à | | N.D. | Température : | | Conductivité : |
| Date : | à | | N.D. | Température : | | Conductivité : |
| | à | | N.D. | Température : | | Conductivité : |
| | à | | N.D. | Température : | | Conductivité : |
| Date : | à | | N.D. | Température : | | Conductivité : |
| | à | | N.D. | Température : | | Conductivité : |
| | à | | N.D. | Température : | | Conductivité : |
| Date : | à | | N.D. | Température : | | Conductivité : |
| | à | | N.D. | Température : | | Conductivité : |
| | à | | N.D. | Température : | | Conductivité : |

**Karstification**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Profondeur | | N.D. | Dimensions du vide | |
| Description / remarques | | | | |
| Profondeur | | N.D. | Dimensions du vide | |
| Description / remarques | | | | |
| Profondeur | | N.D. | Dimensions du vide | |
| Description / remarques | | | | |
| Profondeur | | N.D. | Dimensions du vide | |
| Description / remarques | | | | |

**Stratigraphie et paramètres structuraux**

| Fissuration / fracturation de la craie | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Profondeur | | N.D. | Orientation | | Densité | | Ouverture |
| Profondeur | | N.D. | Orientation | | Densité | | Ouverture |
| Profondeur | | N.D. | Orientation | | Densité | | Ouverture |
| Profondeur | | N.D. | Orientation | | Densité | | Ouverture |
| Profondeur | | N.D. | Orientation | | Densité | | Ouverture |
| Profondeur | | N.D. | Orientation | | Densité | | Ouverture |

| Pendage | | Remarques: |
|---|---|---|

| Repères stratigraphiques | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Profondeur | | N.D. | Nature | | Remarques |
| Profondeur | | N.D. | Nature | | |
| Profondeur | | N.D. | Nature | | |
| Profondeur | | N.D. | Nature | | |
| Profondeur | | N.D. | Nature | | |
| Profondeur | | N.D. | Nature | | |

**Notes**

**Modifs**

| Date | Auteur | Indice | Date | Auteur | Indice |
|---|---|---|---|---|---|
| 26-févr | ThL | 0 | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

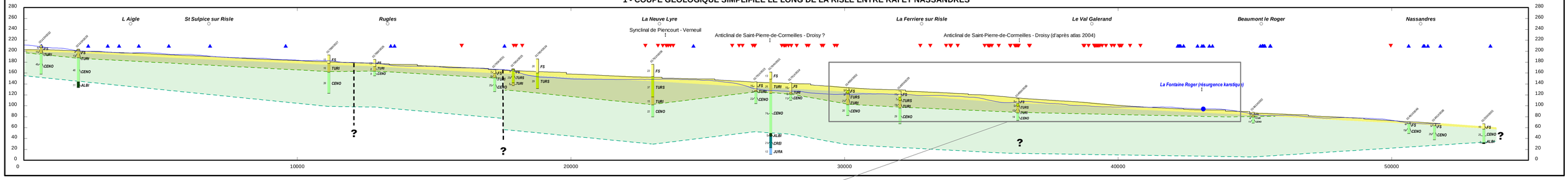
Comité Départemental de Spéléologie de l'Eure CDS27

# Annexe 3

# Coupes géologiques simplifiées du substratum crayeux (d'après l'analyse et la corrélation des logs géologiques validés disponibles en BSS) (hors-texte)

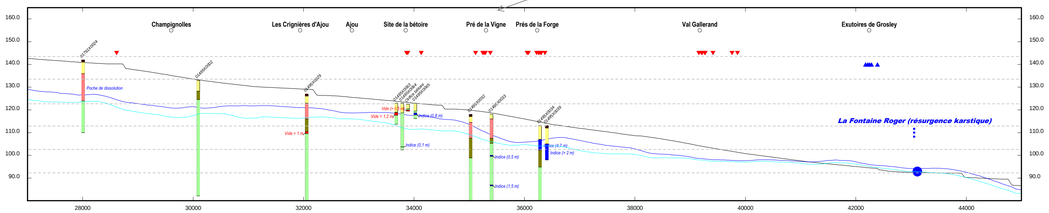
# *Coupes géologiques simplifiées du substratum crayeux (d'après l'analyse et la corrélation des logs géologiques validés disponibles en BSS)*

## 1 - COUPE GEOLOGIQUE SIMPLIFIEE LE LONG DE LA RISLE ENTRE RAI ET NASSANDRES

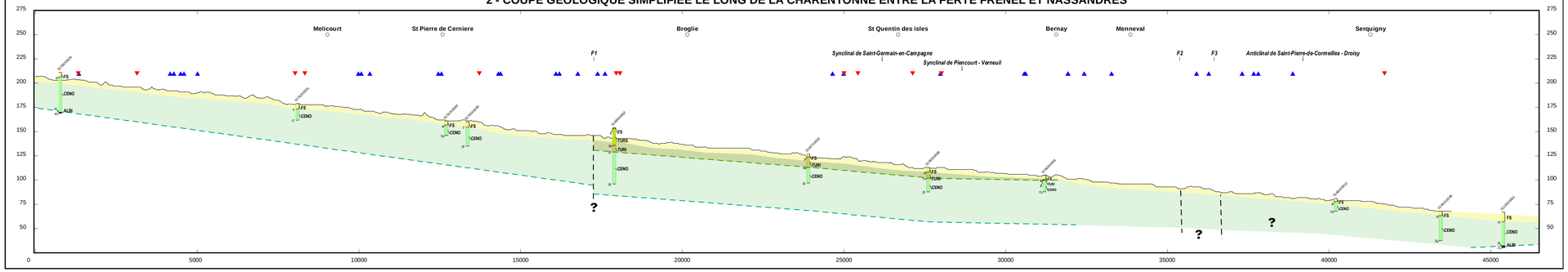



*Localisation des indices karstiques rencontrés en forage entre Champignolles et Grosley-sur-Risle*

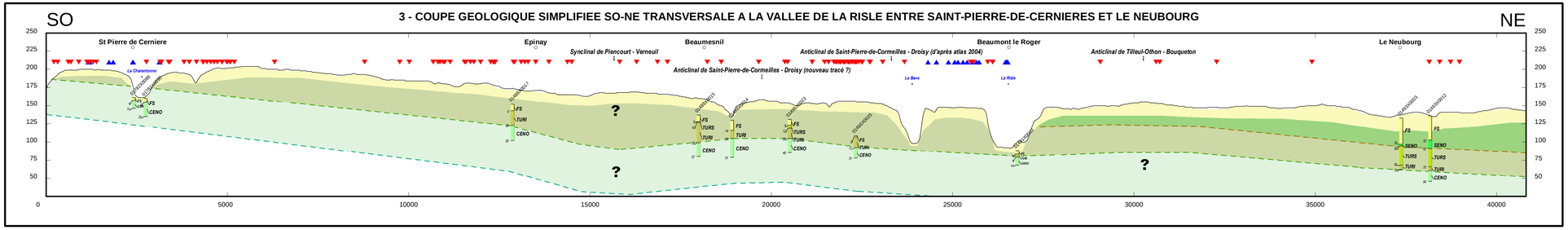
- Indice karstique (absence de remontée de cuttings, perte totale)
- Vide rencontré en forage
- Terre végétale
- Alluvions indifférenciées
- Argiles à silex
- Craie altérée ou fissurée
- Craie saine
- Ligne d'eau de la Risle
- Surface piézométrique "avril"
- Surface piézométrique "novembre"
- Bétoire
- Exutoire




## 2 - COUPE GEOLOGIQUE SIMPLIFIEE LE LONG DE LA CHARENTONNE ENTRE LA FERTE FRÊNEL ET NASSANDRES

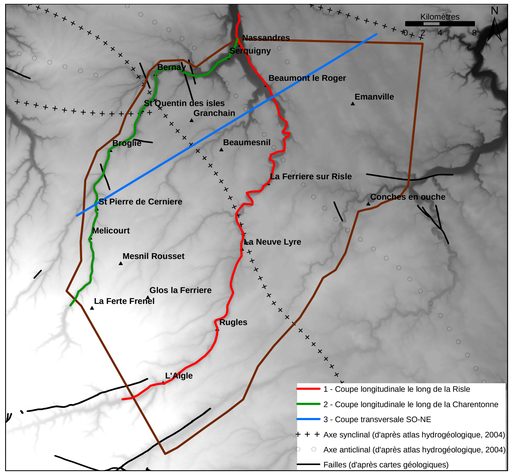



## 3 - COUPE GEOLOGIQUE SIMPLIFIEE SO-NE TRANSVERSALE A LA VALLEE DE LA RISLE ENTRE SAINT-PIERRE-DE-CERNIERES ET LE NEUBOURG




## Légende des coupes géologiques

- Toit du Turonien
- Toit du Cénomanien
- Toit de l'Albien (mur de la nappe de la Craie)
- Formations superficielles indifférenciées
- Craies du Coniacien (craies blanches à silex)
- Craies du Turonien (craies grises, marneuses)
- Craies du Cénomanien (craies glauconieuses et Craie de Rouen)
- Faille avérée (carte géologique)
- Faille supposée
- ? Incertitude
- Bétoire
- Exutoire



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

**Direction régionale Normandie**
Parc de la Vatinee
14, route d'Houppeville
76130 – Mont Saint Aignan – France
Tél. : 02 35 60 12 00