



---

# **SYNTHESE GEOLOGIQUE DE LA COMMUNE D'ETIVAL-LES-LE-MANS**

**GEOLOGIE, HISTOIRE GEOLOGIQUE, EVALUATION DES RISQUES NATURELS  
ET ESTIMATION DES RESSOURCES NATURELLES**

Jérémy BUREAU  
*Géologue*

---



## AVANT-PROPOS ET REMERCIEMENTS

Ce rapport sur la géologie de la commune d'Etival-Lès-Le-Mans est le cadeau de remerciement d'un nouvel arrivant dans la commune. Habitant du nouveau lotissement du Champs de la Croix depuis le 26 septembre 2013, je voulais offrir ma contribution à une commune dont le maire et son équipe nous ont fait un très bon accueil.

Ingénieur géologue de formation, une Licence à l'Université du Maine puis un Master à l'Université de Rennes 1, j'étais curieux de savoir exactement ce qui se cache dans le sous-sol Etivalois. Mes précédentes expériences au sein de laboratoires de recherches universitaires et du BRGM (Bureau de Recherches Géologiques et Minières), m'ont donné toutes les compétences pour mener à bien ce projet.

Volontairement adapté au grand public tout en restant précis et scientifique, ce rapport a plusieurs objectifs. D'une part, il s'agit d'informer la population sur l'histoire des paysages qu'elle observe chaque jour, sur ses ressources minérales, et sur les risques naturels qu'elle encoure. D'autre part, cette étude apportera des conseils avisés à la mairie, lui permettant de cibler au mieux les zones à risques en matière d'urbanisme et de voirie. Sans avoir les prétentions d'un rapport scientifique complet réalisé par un bureau d'étude officiel, cette étude donnera une information claire et complète à qui s'intéresse aux problématiques environnementales de la commune.

Avant de commencer, je tiens à remercier Emmanuel Franco et toute l'équipe municipale pour leur accueil chaleureux. Je voudrais aussi remercier ma conjointe pour son soutien et sa patience.

Etival-Lès-Le-Mans, le 23 juin 2014

Jérémy Bureau  
*Géologue*

Si vous souhaitez me contacter pour de plus amples informations :

[jeremy.bureau3@wanadoo.fr](mailto:jeremy.bureau3@wanadoo.fr)

Pour en savoir plus sur le Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM) et ses activités :

<http://www.brgm.fr/>

# SOMMAIRE

AVANT PROPOS ET REMERCIEMENTS .....	1
SOMMAIRE .....	2
INTRODUCTION .....	3
SYNTHESE GEOLOGIQUE DE LA COMMUNE D'ETIVAL-LES-LE-MANS .....	4
1) Géologie de la commune .....	4
2) Contexte et histoire géologique de la commune .....	8
EVALUATION DES RISQUES NATURELS .....	13
1) Risques sismiques .....	13
2) Mouvements de terrain et cavités .....	13
3) Aléas de retrait et gonflement d'argiles .....	14
4) Risques de débordement de nappes phréatiques et d'inondations .....	15
5) Risques volcaniques .....	18
ESTIMATION DES RESSOURCES NATURELLES .....	20
1) Matières minérales, métaux et pierres précieuses .....	20
2) Hydrocarbures (pétrole, gaz, charbon) .....	20
3) Matériaux de construction .....	21
4) Eau .....	21
CONCLUSION .....	22
ANNEXE .....	23
BIBLIOGRAPHIE ET REFERENCES CONSEILLEES .....	25

## INTRODUCTION

Dans le mot *géologie*, il y a « géo », la Terre, et « logie », l'étude. La géologie est donc la science qui étudie la Terre et son fonctionnement. Contrairement aux idées reçues, la géologie ne se limite pas à l'étude des minéraux et des fossiles. C'est une science moderne qui utilise l'informatique, la physique, la chimie, pour ne citer que les principaux domaines. Elle se décompose en plusieurs grandes spécialités, toutes dépendantes les unes des autres au sein du grand cycle géodynamique terrestre : volcanologie et magmatologie, sédimentologie et géomorphologie, tectonique, hydrogéologie, etc...

On peut alors se demander quels sont les intérêts d'étudier de tels phénomènes. Le premier est d'avoir une connaissance la plus complète possible de la planète qui héberge l'humanité. Rien n'est figé, la recherche dévoile chaque jour de nouvelles découvertes qui permettent de faire avancer nos connaissances. La recherche n'a pas pour unique but de développer le savoir, elle permet à notre industrie de s'améliorer et d'être plus performante. Sans géologues, pas de pétrole, pas de gaz, pas de charbon, pas de matières minérales, pas de métaux, pas d'eau potable ni pierres de construction. Le géologue intervient dans la prospection et la production de toutes ces ressources naturelles. Sans les apports de la géologie, l'humanité en serait encore à la Préhistoire. Les géologues interviennent aussi dans la prévention des risques naturels (séismes, éruptions volcaniques, raz de marée, inondations, glissements de terrain, etc). Les problématiques environnementales, les constructions et le patrimoine naturel sont d'autres domaines où les géologues ont un rôle important.

Le pétrole qui permet à nos véhicules de rouler et de fabriquer toutes sortes de plastiques est localisé grâce à l'étude des bassins sédimentaires. L'eau que nous buvons provient en grande partie des nappes d'eau souterraine que l'hydrogéologie dévoile. Les fondations de nos routes et de nos bâtiments sont déterminées par des études géotechniques. Notre électricité est en grande partie produite avec de l'uranium qui est extrait de veines rocheuses situées en périphérie de certains massifs granitiques. Le système GPS qui nous permet de naviguer avec facilité a été développé par des géophysiciens. Les composants électroniques de nos smartphones sont constitués de métaux rares exploités dans des mines. Autant d'exemples démontrant l'utilité de la géologie dans la vie de l'homme. Le rapport qui suit illustrera parfaitement ce fait indéniable.

Nous commencerons par une synthèse des connaissances sur la géologie de la commune d'Etival-Lès-Le-Mans et de son histoire géologique. Puis nous verrons son application concernant les risques et les ressources naturelles de la région.



# SYNTHESE GEOLOGIQUE DE LA COMMUNE D'ETIVAL-LES-LE-MANS

*Avant de commencer, il est vivement recommandé au lecteur de consulter l'**Echelle des temps géologiques** disponible en annexe afin de se familiariser avec le calendrier géologique, les noms des différentes époques et de leurs subdivisions. Un examen de l'**extrait de la carte géologique au 1/50000** de la commune réalisée par le BRGM (voir en annexe) est également conseillé afin de mieux comprendre la synthèse géologique qui suit.*

Qu'est ce qui se cache sous les pieds des Etivalois ? Dans quel contexte géologique régional évolue Etival ? Quelle est l'histoire géologique de notre commune ? Répondre à ces questions fondamentales est un préambule indispensable à notre étude car elle nous permettra de nous situer géologiquement.

## 1) Géologie de la commune : *Qu'y-a-t-il sous nos pieds ?*



**Figure 1 – Le grès roussard ou grès du Cénomanien (photos de Jérémy Bureau).**

*En haut à gauche : l'église d'Etival construite en grande partie avec des blocs de grès roussard. En haut à droite : un muret de la commune construit avec du grès roussard. En bas à gauche : Un affleurement naturel de grès roussard de la forêt située au Nord de la commune permettant au géologue d'étudier le sous-sol depuis la surface. En bas à droite : zoom sur un bloc de grès roussard ; on note les grains de sable et graviers blancs consolidés dans un ciment matriciel de couleur rouille riche en oxyde de fer.*

En se promenant dans les chemins Etivalois et en étudiant attentivement la carte géologique au 1/50000 de la commune (*Cartes 1 et 2 + carte en annexe*), on peut assez aisément décrire les premiers mètres de notre sous-sol. L'essentiel du sol Etivalois est composé de **sables et grès du Cénomanien moyen** (le grès étant un sable consolidé par un ciment naturel). Le Cénomanien moyen est une période géologique (voir l'échelle des temps géologiques en annexe) qui s'étend entre 98 et 96 millions d'années avant notre

ère (ou Ma pour million d'années avant notre ère). La quasi-totalité de notre sous-sol proche s'est formé à cette époque. En Sarthe ces roches sont plus connues sous le nom de "**grès roussard**", pierre emblématique de la région Mancelle. De couleur rouille, le ciment naturel qui lie les grains de sable du grès entre eux est riche en oxydes de fer qui lui confèrent cette teinte typique (*Figure 1*). Depuis l'Antiquité, le grès roussard est utilisé comme pierre de construction et il n'est pas rare de trouver des blocs dans les murs de nombreux bâtiments de la commune comme l'église qui en est un exemple criant.

Quelques mètres à peine sous cette couche de grès roussard, l'Orne Champenoise et les ruisseaux de la commune révèlent, par l'érosion qu'ils produisent, une couche sous-jacente constituée d'**argile ferrugineuse** légèrement plus ancienne. Elle est datée au **Cénomanién inférieur**, c'est à dire entre 100 et 98 Ma avant notre ère. Chimiquement parlant ce niveau argileux est très proche des sables et grès du Cénomanién moyen qui le recouvrent, la différence étant principalement due à la dureté de la roche et à la taille des grains qui sont beaucoup plus gros dans les sables et grès.

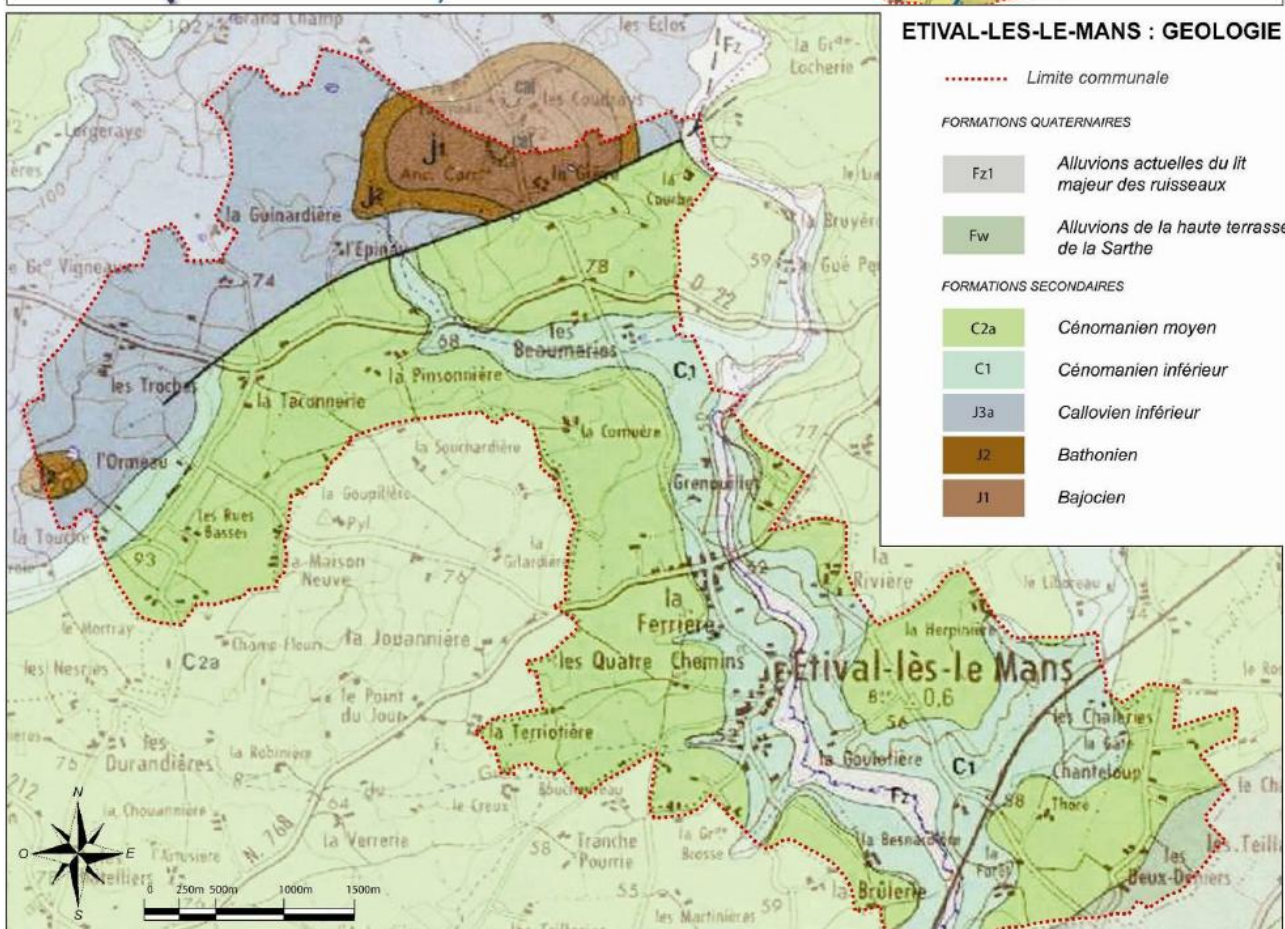
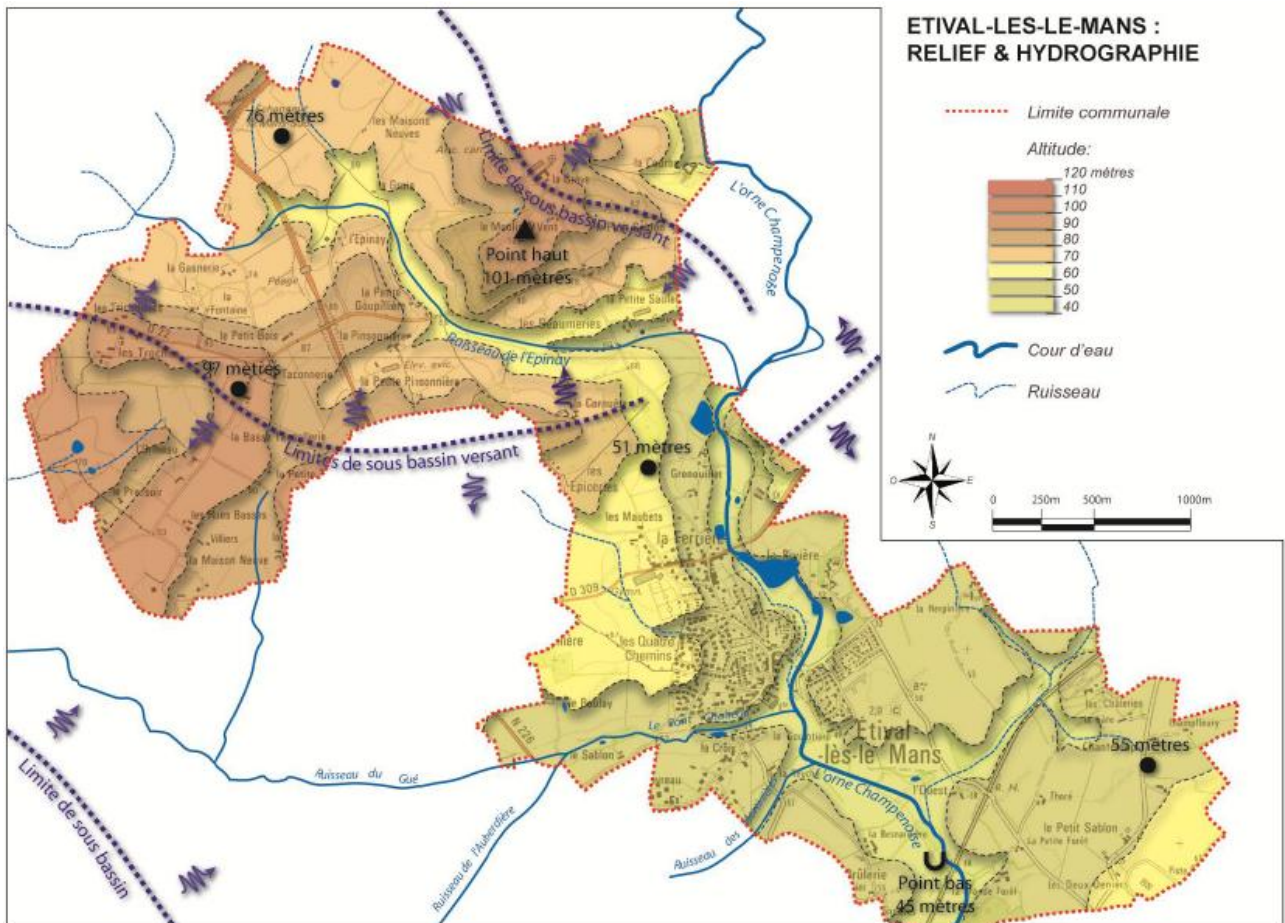
Au Nord du territoire de la commune, on peut observer des **calcaires** du Jurassique moyen, et plus exactement du **Bajocien, Bathonien et Callovien inférieur** (170 Ma à 165 Ma). Ils sont séparés du reste de la commune par une petite faille normale orientée Ouest-Sud-Ouest – Est-Nord-Est (*Cartes 1 et 2*). La partie Sud de la commune s'est affaissée le long de cette faille entre le Crétacé supérieur et la fin de l'ère tertiaire, suite à des mouvements tectoniques liés à la formation des Alpes.

Le lit de l'Orne Champenoise et des ruisseaux de la commune est couvert **d'alluvions récentes**, résidus rocheux issus de l'érosion produite par le ruissellement de l'eau. Il s'agit de vases et de sables drainés par le courant des cours d'eau. Ces alluvions ont une gamme d'âge comprise entre l'actuel et quelques milliers d'années, ce qui en fait un faciès très récent étant donné qu'elles suivent la dynamique de la rivière. Ces formations alluvionnaires sont négligeables du fait de leur faible épaisseur et de la surface très réduite qu'elles couvrent.

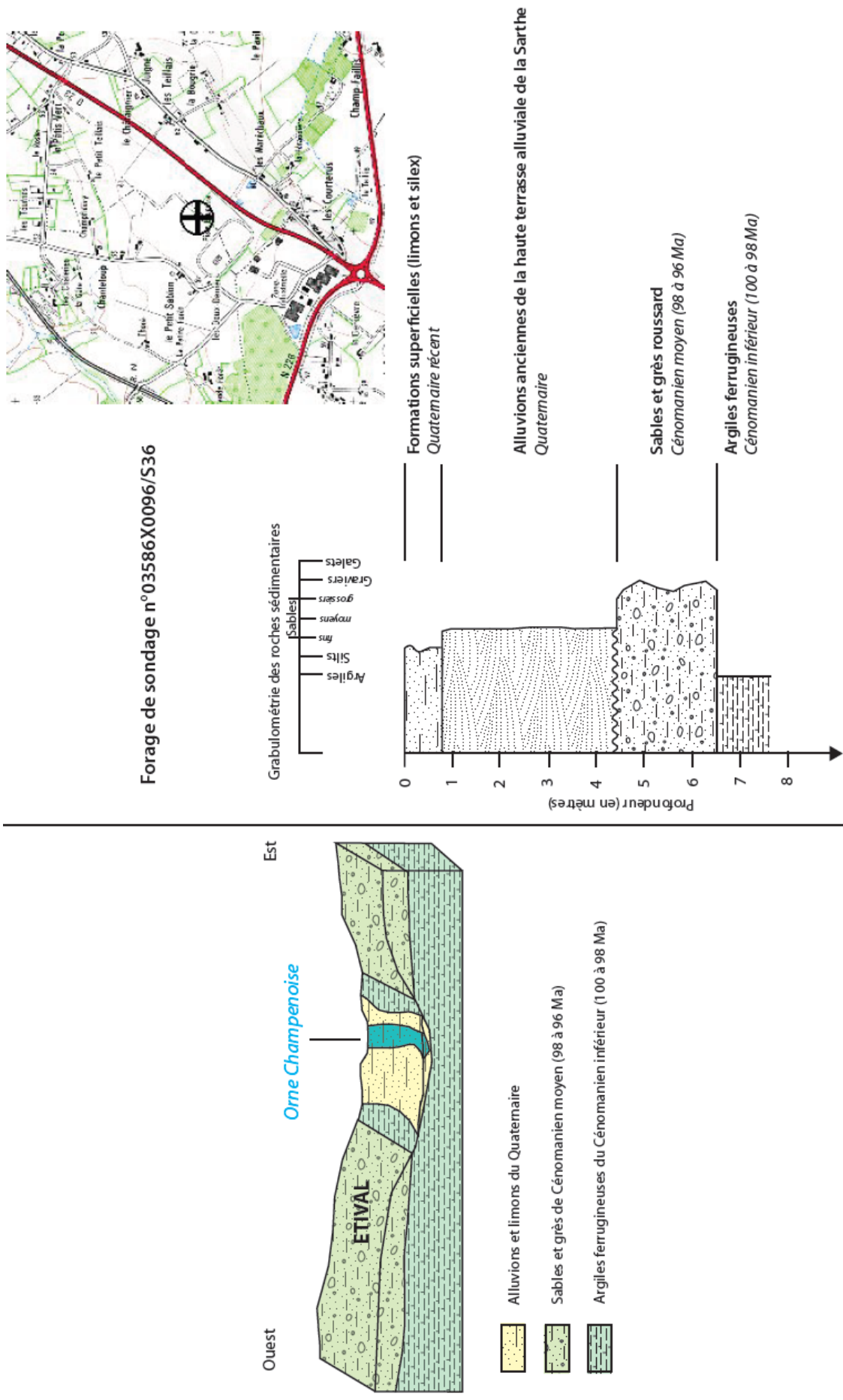
Les faciès rocheux du Jurassique moyen et Cénomanién constituent donc le substratum rocheux accessible pour l'homme (*Figure 2*). Ce substratum rocheux est recouvert par un **sol pédologique** : il s'agit tout simplement d'une pellicule de terre végétale naturelle d'une épaisseur de quelques centimètres à un mètre qui recouvre le substratum rocheux. Elle se forme par érosion et altération de la surface du sol et permet à la végétation de pousser.

Afin d'identifier les niveaux plus profonds de notre sous-sol, il est indispensable de passer par des moyens moins directs que l'observation sur le terrain ou les cartes. Pour ce faire, les forages seront nos meilleurs alliés. Le sous-sol français est percé par une myriade de forages ayant des fonctions variées : sondages, exploitation d'eau souterraine, exploitation pétrolière et gazière, stockage du CO<sub>2</sub>, géothermie, exploration industrielle ou scientifique, etc... Les forages atteignent des profondeurs allant de quelques mètres à 3498 mètres pour le plus profond foré en France (forage profond de Sancerre-Couy). Ils permettent d'accéder à la composition du sous-sol à l'endroit où ils ont été forés. Sur le territoire de la commune, un unique forage de sondage a été répertorié et décrit (forage n°03586X0096/S36). D'une profondeur de 7,5 mètres il permet de confirmer nos observations précédentes déduites des observations de terrain et de la carte géologique (*Figure 2*).





Cartes 1 et 2 – Topographie et géologie de la commune d'Etival-Lès-Le-Mans (d'après ARCHITOUR & Atelier ACT Urba).



**Figure 2 – Coupe géologique des premiers mètres du sous-sol Etivalois (accessibles pour l’homme)**

**et log géologique du forage de sondage n°03586X0096/S36**

<http://ficheinfoferre.brgm.fr/InfoferreFiche/ficheBss.action?id=03586X0096/S36>



Pour explorer notre sous-sol plus profondément que ce petit forage de sondage trop restrictif, il faut employer des moyens indirects. Le défi étant de réaliser une coupe géologique profonde passant par Etival, ou du moins à proximité de la commune. Afin de réaliser cette coupe, il suffit de corrélérer des forages plus profonds alignés entre eux. Une coupe géologique de la Sarthe orientée Nord-Ouest – Sud-Est a été réalisée par Pierre Juignet en 1998 sur la base de données de forages et de données géophysiques. Même si elle ne passe pas tout à fait par Etival, elle donne une idée du sous-sol Sarthois sur près de 200 mètres de profondeur. De cette coupe, on peut en déduire la constitution approximative du sous-sol Etivalois :

- De 0 à environ 1 mètre de profondeur : sol pédologique et/ou alluvions fluviales provenant de l'Orne Champenois et de la Sarthe, datés au Quaternaire (actuel à 12000 ans ou 12 Ka avant notre ère).
- D'environ 1 à environ 100 mètres de profondeur : roches sédimentaires silicoclastiques (issues de l'érosion de massifs rocheux : alternances de sables, argiles et grès) datées au Cénomaniens (100,5 Ma à 93,9 Ma avant notre ère).
- D'environ 100 à environ 200 mètres de profondeur : roches sédimentaires calcaires (issues de l'accumulation de coquilles d'organismes marins et/ou coralliens : calcaires massifs, marnes) dont l'âge des dépôts s'étend du Jurassique moyen (Dogger) à l'Oxfordien (début du Jurassique supérieur), soit entre 174,1 Ma et 157,3 Ma avant notre ère.
- D'environ 200 à environ 230 mètres de profondeur : sables (roches sédimentaires silicoclastiques) datés au Jurassique inférieur ou Lias (201,3 Ma à 174,1 Ma avant notre ère).
- A partir de 230 mètres de profondeur : socle rocheux Armoricaïn constitué de différentes roches plus ou moins métamorphisées (schistes, granites, gneiss, etc...) et daté à l'ère primaire ou Paléozoïque (420 Ma à 300 Ma avant notre ère).

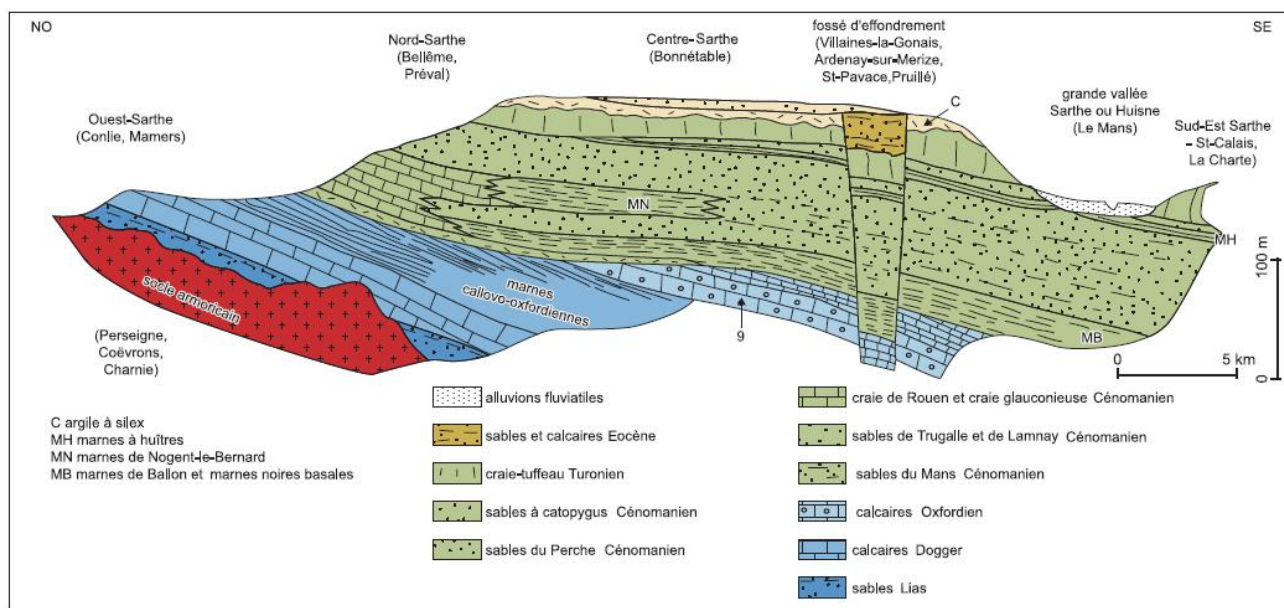


Figure 3 – Coupe géologique de la Sarthe (Juignet, 1998, in collectif BRGM 2006).

## 2) Contexte et histoire géologique de la commune : Quelles sont nos origines ?

Etival-Lès-Le-Mans se situe sur la marge Ouest du bassin de Paris. Du point de vue géologique, le bassin de Paris est un bassin sédimentaire intracontinental qui s'est formé entre 250 Ma et 2 Ma avant notre ère. En d'autres termes, durant cette longue période, le bassin de Paris a régulièrement été submergé puis émergé par des mers peu profondes qui ont déposé des couches de sédiments marins plus ou moins épaisses. Au centre du bassin, les dépôts sédimentaires atteignent plus de 2500m d'épaisseur,

autant d'archives rocheuses nous permettant de décrire son histoire à travers les temps géologiques (Figure 4). Sur les bordures de ce bassin, les dépôts sont de moins en moins épais. Le bassin de Paris est délimité par quatre grands ensembles structuraux :

- le Massif Armoricain à l'Ouest
- le Massif Central, le seuil du Poitou et le Jura au Sud
- le Rift Rhénan et les Ardennes à l'Est
- la Manche au Nord

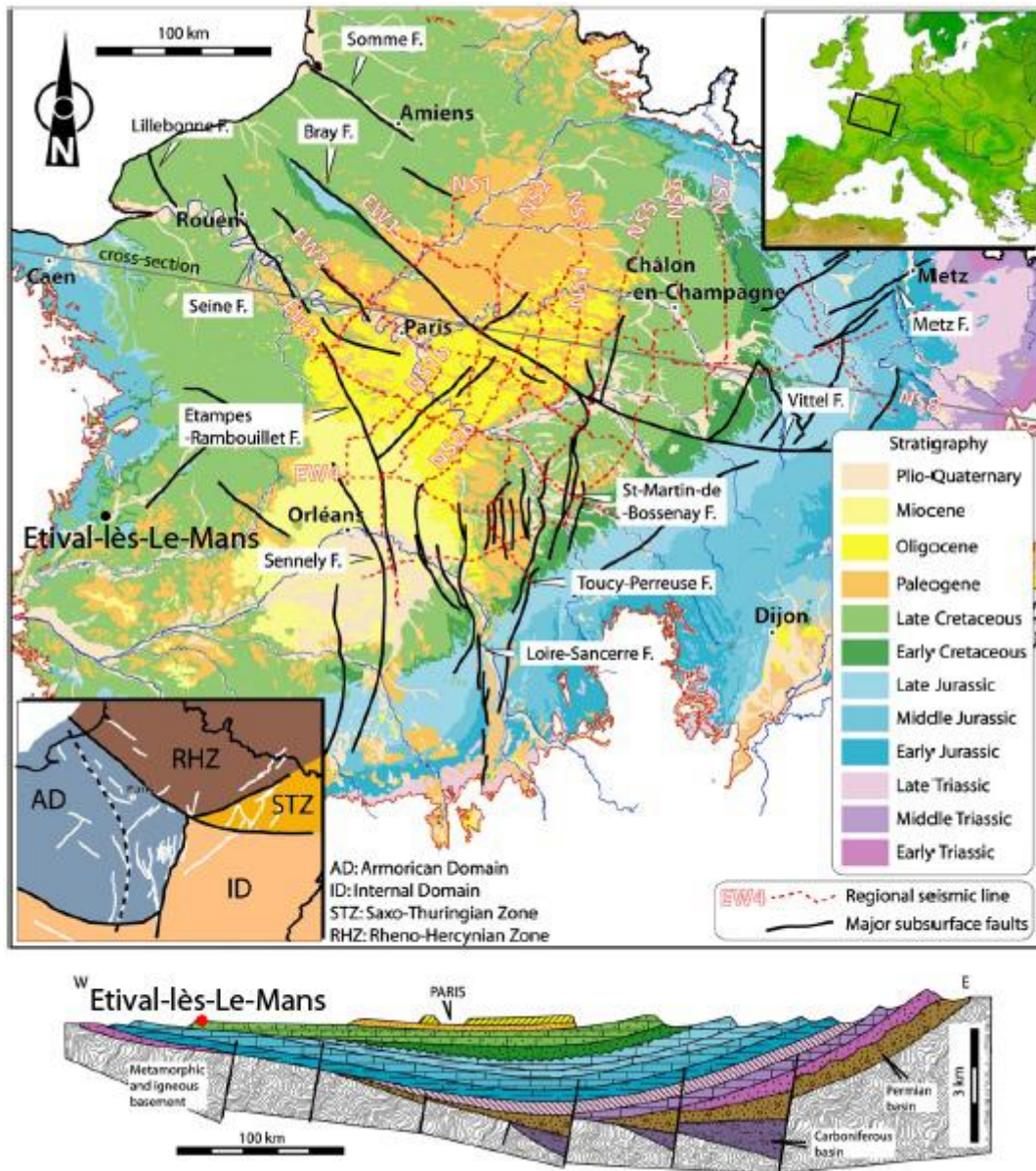


Figure 4 – Carte géologique et coupe géologique du bassin de Paris (d'après Beccaletto et al, 2011, modifié).

L'histoire géologique du bassin de Paris (Figure 5) s'intercale entre deux grands cycles orogéniques (cycles géologiques permettant l'édification de chaînes de montagnes) : le cycle Hercynien durant l'ère primaire (Paléozoïque : 541 Ma à 252 Ma) et le cycle Alpin de la fin de l'ère secondaire à l'ère tertiaire (Mésozoïque : 252 Ma à 66 Ma, et Cénozoïque : 66 Ma à 3 Ma). Le bassin de Paris se fonde au tout début de l'ère secondaire grâce à de nombreuses incursions marines qui vont déposer d'importantes couches de sédiments sur l'ancienne Chaîne Hercynienne (érodée à la fin de l'ère primaire). Voici un résumé condensé de cette grande histoire :

- **Fin du Paléozoïque (ère primaire, avant 252 Ma) :** l'Europe de l'Ouest est une vaste chaîne de montagnes, la Chaîne Hercynienne, dont on observe encore de nombreuses reliques sur le territoire français. Massif Armoricaïn, Massif Central, Ardennes, Vosges, Nord de la Corse, zones internes des Alpes et des Pyrénées sont autant de morceaux de cette ancienne chaîne de montagnes disparue suite à la forte érosion qu'elle a subi à la fin de l'ère primaire. Les matériaux issus de son érosion (argiles, sables, graviers et galets) s'accumulent au pied des reliefs restants et aux embouchures des vallées. Cette chaîne de montagne, autrefois aussi imposante que les Andes ou l'Himalaya, ressemble alors à une grande plaine qui va constituer le socle rocheux du futur bassin de Paris. Sur cette grande pénéplaine, les zones les plus creuses vont être comblées par l'afflux de sédiments issus de l'érosion et former ainsi de nombreux petits bassins au cours du Carbonifère et du Permien. Dans certains de ces petits bassins se forme du charbon (débris végétaux à l'état réduit et fossile), qui fera notamment la richesse des hommes du Nord et de Lorraine au XIX<sup>ème</sup> et au XX<sup>ème</sup> siècle. Notre commune et toute l'actuelle région du bassin de Paris se situait alors en climat chaud et humide de type intertropical.
- **Durant le Trias (252 Ma à 201 Ma) :** Une mer venue de l'Allemagne s'installe à l'Est de la France et dépose avec elle les premières strates sédimentaires du bassin. Le bassin de Paris vient de naître ! Cette invasion marine réactive l'érosion des derniers reliefs Hercyniens de l'Ouest, créant ainsi de vastes épandages de sables et graviers dans les plaines alluviales du pourtour de la mer Germanique. Plus tard ces premiers dépôts vont se transformer en grès roses caractéristiques des Vosges. Cette mer Germanique fera, au cours du Trias, plusieurs allers et retours dans la région Est de la France : sur la carte comme sur la coupe de la Figure 4, les roches du Trias (rose et violet) sont en effet uniquement réparties à l'Est du bassin. Par évaporation, cette mer va déposer des roches appelées « évaporites », typiques de cette période : couches de sel gemmes, d'anhydrite et de gypse, aujourd'hui exploitées par l'activité minière. La mer Germanique quitte définitivement la France et le bassin de Paris à la fin du Trias. Jusqu'à cette période, notre commune repose toujours sur le socle Hercynien encore découvert.
- **Durant le Jurassique inférieur (201 Ma à 174 Ma) :** Le niveau marin terrestre augmente et le socle Hercynien s'affaisse : il en résulte une grande transgression (montée du niveau marin) sur le bassin de Paris, et plus généralement dans le monde. Cette fois-ci, la mer arrive du Sud-Est : il s'agit de la mer Alpine (les Alpes n'étant pas encore formées à cette époque). Seul le Massif Armoricaïn et les Ardennes restent émergés. Sur la bordure Ouest du bassin de Paris, à la limite entre Massif Armoricaïn et bassin immergé, se développe des plages de sables issues de l'érosion de la côte. Etival était alors situé dans une zone côtière du Massif Armoricaïn. Plus au centre du bassin, se déposent des calcaires et des marnes, témoins d'un climat beaucoup plus chaud que l'actuel.
- **Durant le Jurassique moyen et supérieur (174 Ma à 145 Ma) :** L'ensemble du bassin est une grande plate-forme carbonatée, similaire aux Bahamas actuelles, sur laquelle se développent des calcaires et des récifs coralliens. Par endroits, des lagons émergent. Etival ressemblait en ce temps là à un paradis tropical digne des Caraïbes.
- **Durant le Crétacé (145 Ma à 66 Ma) :** Au Crétacé inférieur, la présence marine dans le bassin de Paris reste assez discrète et limitée. A partir du Cénomaniën, il y a 100 Ma, une importante transgression se reproduit. Cette fois, la mer vient du Nord-Est et dépose une couche de craie massive dans le bassin de Paris, qui s'étend aussi en Angleterre. Cette invasion marine est le fruit de l'affaissement progressif du bassin de Paris sous le poids de ses sédiments (qui atteignent 700 mètres d'épaisseur au centre à cette époque) et de l'augmentation du niveau marin global. Le Cénomaniën marque la plus grande invasion marine de l'histoire du bassin de Paris. Au niveau d'Etival, pas de craie, mais des sables et argiles issues de l'érosion côtière du Massif Armoricaïn. Rappelons que c'est à cette période que se sont formés nos grès roussards. A la fin du Crétacé, le niveau marin chute de 200 à 300 mètres, permettant au bassin d'être à nouveau émergé.





- **Durant le Cénozoïque (ère tertiaire, de 66 Ma à 3 Ma) :** La mer revient plus timidement du Nord et dépose avec elle des argiles et des sables. Le Sud du bassin est alimenté par l'érosion du Massif Central. A partir du Lutétien (il y a 45 Ma), le bassin de Paris fonctionne comme un golfe centré sur l'île de France et ouvert sur l'océan au Nord. Ce golfe voit de nombreux allers et retours de la mer. Se déposent alors : les calcaires du Lutétien servant de pierre de construction, puis les gypses de Montmartre, et les sables de Fontainebleau à l'Oligocène (il y a 30 Ma) qui marquent la dernière invasion marine du bassin de Paris. Après cela, le bassin de Paris devient continental. Durant l'Aquitaniens (il y a 20 Ma), un lac se forme au niveau de la Beauce et y dépose des calcaires. Plus tard, au Miocène (il y a 15 Ma), un bras de mer envahit la future Loire entre Nantes et Blois, et y dépose les fameux Faluns de Touraine, riches en fossiles. Du côté d'Etival, il ne se passe pas grand-chose depuis la fin de Cénomaniens il y a déjà 94 Ma.
- **Durant le Quaternaire (de 3 Ma à nos jours) :** Le climat actuel s'installe dans le bassin avec l'alternance de périodes glaciaires et interglaciaires. La sédimentation d'alluvions se met en place dans le lit des cours d'eau dont le tracé évolue sans cesse au gré de l'érosion et des récents aménagements humains.

### **Concept : Le rapport entre sédiments et paléoenvironnements**

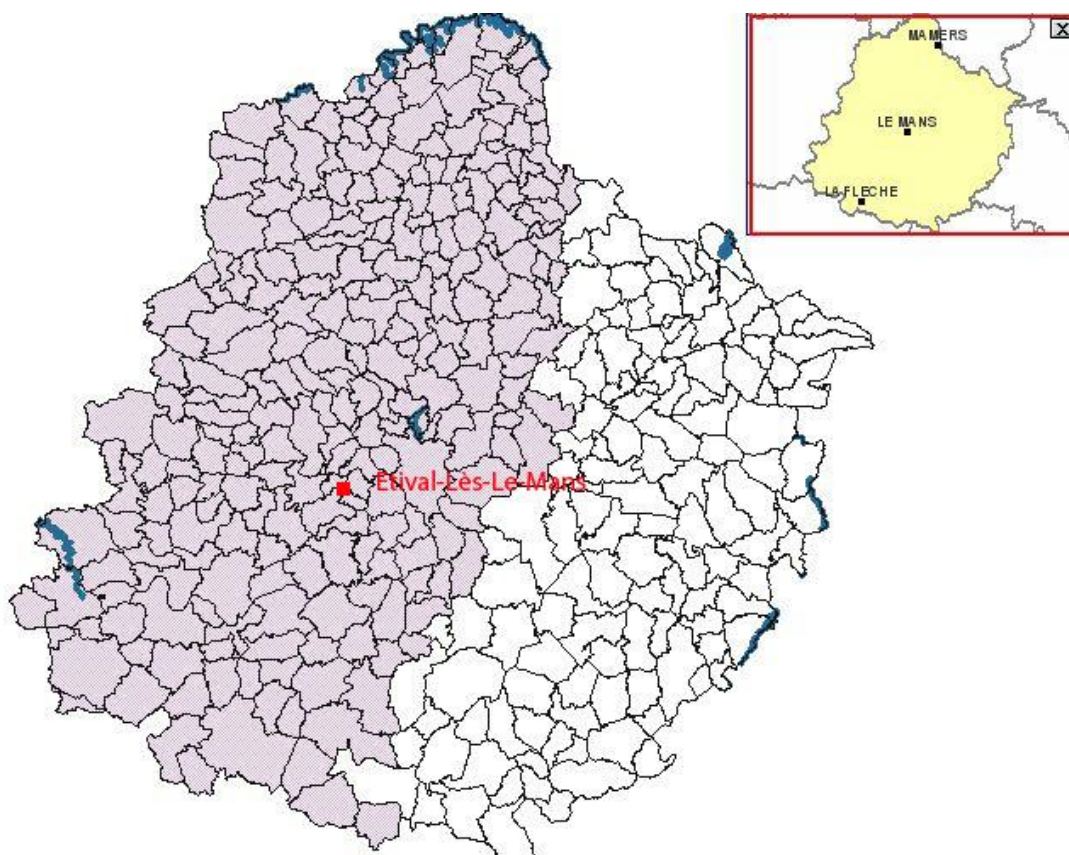
La nature des sédiments et leur géométrie renseigne les géologues sur les conditions environnementales et géographique d'une région à une époque donnée.

Par exemple :

- *Sables et graviers* se déposent dans des zones fluviales ou côtières. Leur richesse en oxydes de fer (et donc leur couleur rouge) sont souvent le signe d'émersion en climat chaud comme c'est le cas de nos grès roussards au Cénomaniens.
- Les *argiles* témoignent de zones calmes des grands fonds marins ou de littoraux isolés des courants marins.
- Les *calcaires récifaux* issus de l'accumulation de débris de coraux sont l'expression d'anciens hauts-fonds de mers chaudes.
- Les *marnes* proviennent de milieux marins relativement profonds mais toujours chauds.
- Les *éaporites* se forment dans des lagunes relativement isolées de l'océan ouvert et où l'évaporation est intense.

# EVALUATION DES RISQUES NATURELS DE LA COMMUNE

## 1) Risques sismiques



**Figure 6 – Carte des risques sismiques en Sarthe (source : <http://cartorisque.prim.net/>).**

*Les risques sismiques sont considérés comme nuls dans la moitié Ouest de la Sarthe (couleur blanche). Dans la moitié Est, le risque sismique devient faible du fait de sa proximité avec le Massif Armoricaïn encore sismiquement actif dans certains endroits (couleur mauve). Etival-Lès-Le-Mans se situe dans une zone d'aléa faible.*

Comme l'indique la carte (Figure 6), en Sarthe, le risque sismique est faible à nul. En effet, le département est situé dans une zone tectoniquement stable depuis plusieurs millions d'années. Aucun foyer sismique n'a été recensé en Sarthe depuis plusieurs décennies de surveillance sismique, même pour de faibles magnitudes. Seule sa proximité au Massif Armoricaïn apporte un risque qui reste très modéré. Les structures du Massif Armoricaïn sont encore sismiquement actives. Le dernier séisme majeur en date est survenu le 21 novembre 2013, à 9h53, à 10 kilomètres de Vannes, et était affecté d'une magnitude de 4,6 sur l'échelle de Richter. Le risque sismique principal à Etival est donc de ressentir de manière très atténuée par la distance, un séisme important qui se produirait au niveau du Massif Armoricaïn. Le risque sismique est donc négligeable pour la commune d'Etival-Lès-Le-Mans.

## 2) Mouvements de terrain et cavités

La constitution du sous-sol Etivalois (sables et grès principalement) ne permet pas la création de cavités naturelles qui risqueraient de s'effondrer avec le temps. Ce risque est surtout présent dans les régions dont le sous-sol est essentiellement constitué de calcaire, ce qui n'est pas le cas de la subsurface d'Etival.

Concernant les mouvements de terrain, le risque est également négligeable du fait de la composition du sous-sol et du relief très doux de la région. Les pentes ne sont pas assez franches pour



risquer d'être déstabilisées par une forte pluie ou par un séisme ressenti, et le sous-sol est assez compétent pour ne pas glisser sur des zones plus fragiles.

Aucun aléa de ce type n'a encore été observé sur la commune d'Etival et le risque que cela se produise dans l'avenir est négligeable dans l'état actuel du sous-sol.

### 3) Aléas de retrait et gonflement d'argiles

La structure minérale des argiles leur permet d'emmagasiner de grandes quantités d'eau. Suivant qu'une argile est hydratée ou non, son volume peut varier de plusieurs ordres de grandeurs. La montmorillonite, une argile verte, peut ainsi voir son volume multiplié par quatre lorsqu'elle passe de l'état déshydraté à l'état saturé en eau. Un sol argileux ou riche en argile peut donc se dilater ou se rétracter suivant des périodes humides ou des périodes de sécheresse : c'est ce que l'on appelle communément l'aléa de retrait gonflement des argiles. La prise en compte de cet aléa est très importante avant d'envisager tout projet de construction. Encore très récemment, de nombreux cas de bâtiments fissurés à cause de cet aléa ont été recensés en Sarthe où ce problème est assez répandu.

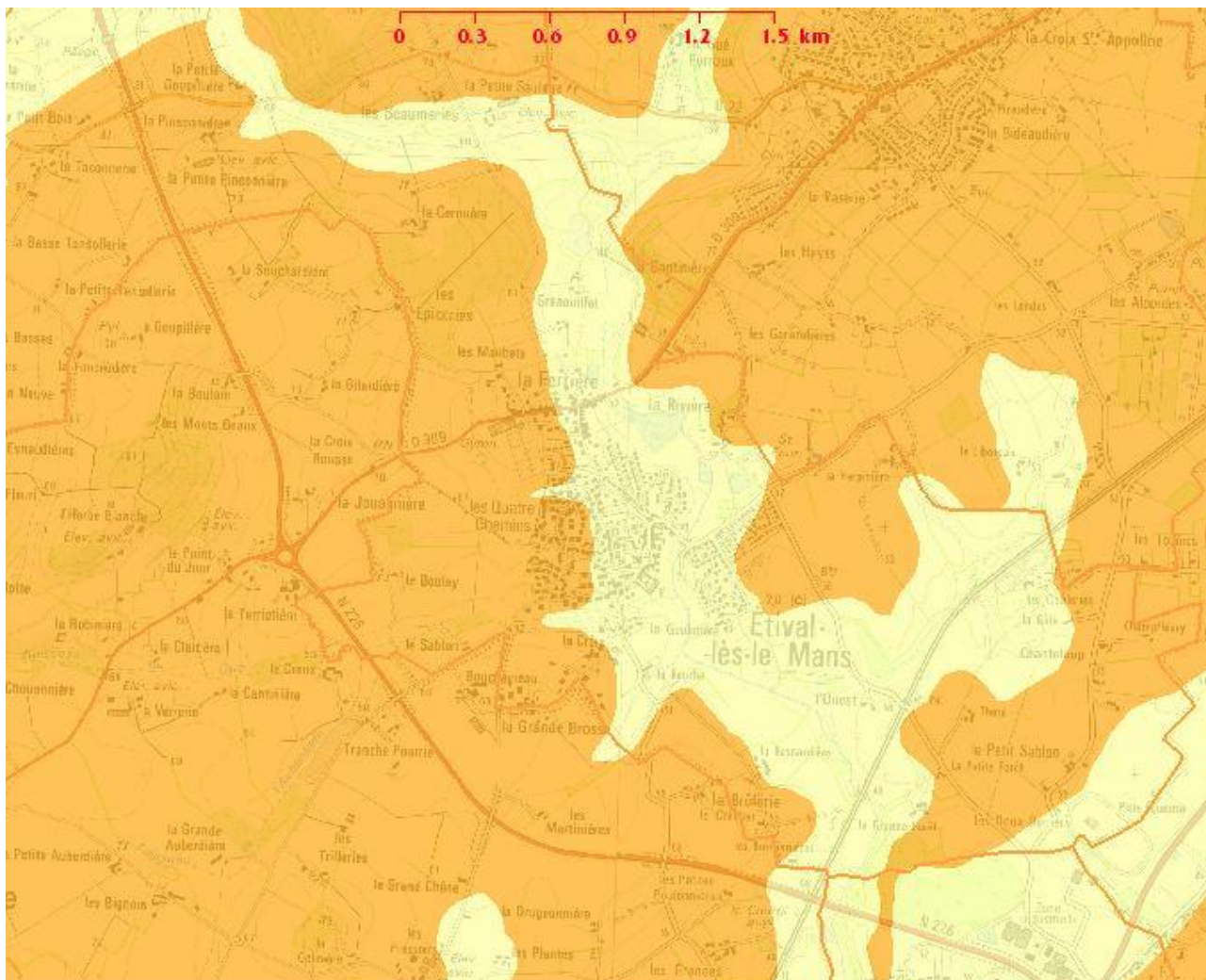


Figure 7 – Carte des aléas de retrait-gonflement d'argile centrée sur la commune d'Etival-Lès-Le-Mans (source : <http://www.argiles.fr>).

*En jaune pâle : risques faibles à nuls. En orange : risques moyens.*

A Etival, l'aléa de retrait et gonflement des argiles a été estimé par le BRGM (Bureau de Recherches Géologiques et Minières) à faible à moyen, comme le montre la carte ci-dessus (Figure 7). Les chenaux de l'Orne Champenoise drainent de larges zones autour d'eux et transportent plus loin en aval une grande

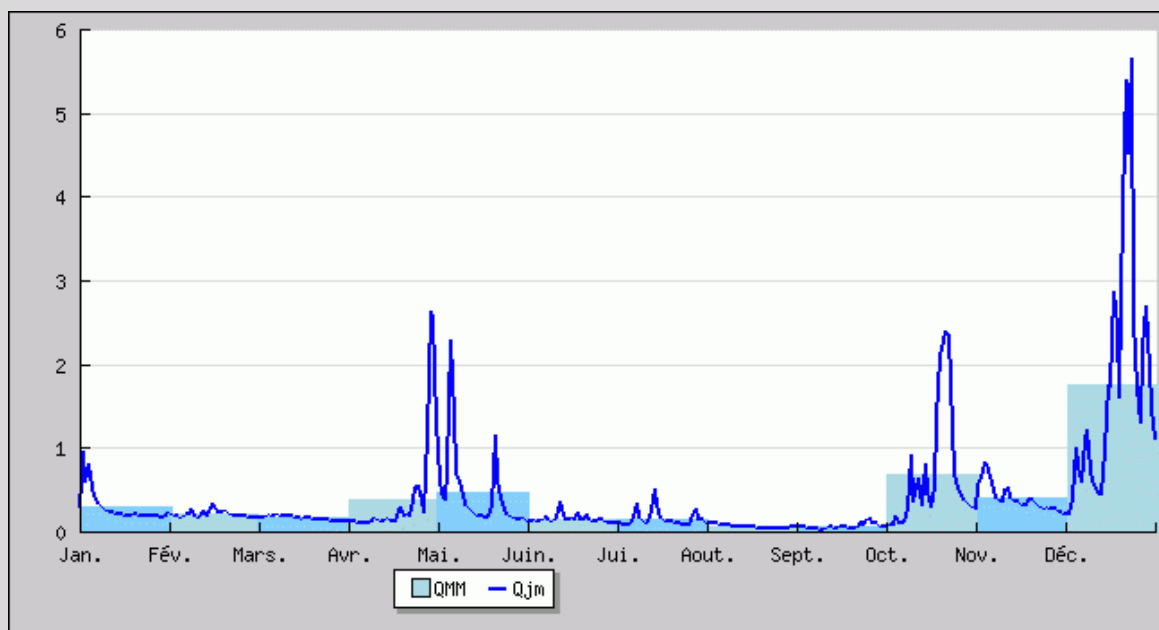
partie des particules argileuses du sol, réduisant ainsi fortement les risques liés aux argiles, qui deviennent faibles. Sur la carte, l'aléa faible circonscrit très bien le tracé du cours d'eau, et rend le sol Etivalois plus stable. Sur les reliefs environnant le cours d'eau, l'aléa devient moyen. Le sol y est effectivement plus argileux car moins bien drainé. Le sous-sol est principalement constitué de blocs plus ou moins grossiers (suivant la profondeur) de grès roussard logés dans une matrice sableuse à argileuse. Localement le taux d'argile dans le sol est relativement important, ce qui fait augmenter l'aléa. Cependant, les blocs de grès dispersés dans le sous-sol assurent une certaine stabilité au sol de cette zone à aléa moyen. Il faut noter que dans la commune d'Etival, la grande majorité des constructions et de l'urbanisme se concentre autour de l'Orne Champenoise, dans la zone d'aléa faible. Il n'a pas non plus été constaté de problèmes importants de fissuration des bâtiments. Etant donné que les problèmes de fissuration des bâtiments se produisent généralement en zone d'aléa fort, on peut raisonnablement estimer qu'Etival n'a pas à craindre ce type de risques naturels.

#### 4) Risques de débordement de nappe phréatique et d'inondation

##### Le point sur l'Orne Champenoise

L'Orne Champenoise prend sa source près de la commune de Coulans-Sur-Gée. Orientée du Nord vers le Sud, et d'une longueur totale d'environ 24 kilomètres, elle se jette dans la Sarthe au niveau de la commune de Roézé-Sur-Sarthe. Elle traverse ainsi le territoire de sept communes sarthoises, que sont dans l'ordre : Coulans-Sur-Gée, Chaufour-Notre-Dame, Fay, Pruillée-Le-Chétif, Saint-Georges-Du-Bois, Etival-Lès-Le-Mans, Voivres- Lès-Le-Mans, et enfin Roézé-Sur-Sarthe ; le bassin versant de l'Orne Champenoise couvre une superficie d'environ 59km<sup>2</sup> sur ces communes, soit un petit bassin versant !

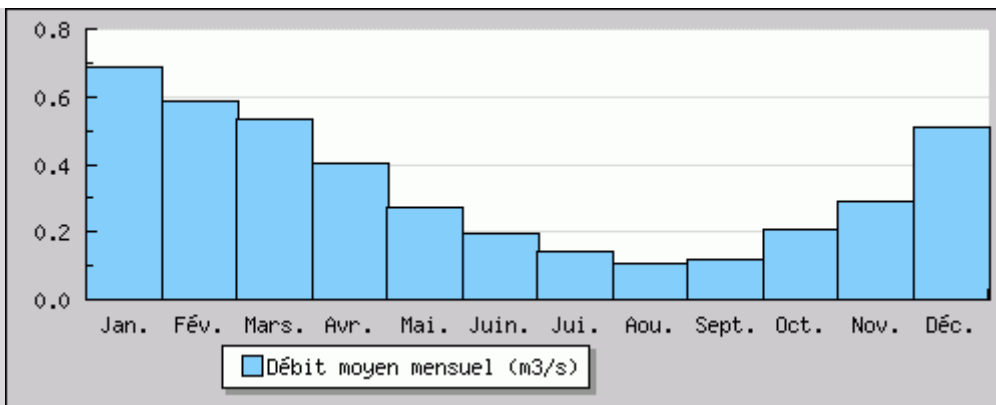
En moyenne, le débit de l'Orne Champenoise fluctue suivant les saisons entre 0,1 m<sup>3</sup>/s en été et 0,7 m<sup>3</sup>/s en hiver. Lors de l'étiage, le débit peut chuter à 0,018 m<sup>3</sup>/s soit seulement 18 litres d'eau toutes les secondes. Le plus gros débit journalier enregistré depuis 1984 a été relevé le 23 janvier 1995 et s'élevait à 7,45 m<sup>3</sup>/s. Cette valeur correspond à une crue exceptionnelle. La lame d'eau moyenne dans le lit de la rivière est d'environ 18 centimètres.



**Débits (en m<sup>3</sup>/s) journaliers de l'Orne Champenoise mesurés pour l'année 2012 (source : Banque Hydro).**

*En période d'été, le débit moyen reste bas malgré quelques pics ponctuels liés à de gros épisodes pluvieux. En période hivernale, le débit moyen augmente et l'on enregistre les pics les plus importants de l'année, en lien avec le climat humide de nos hivers.*





**Débits (en m<sup>3</sup>/s) moyens mensuels de l'Orne Champenoise calculés sur 30 ans (source : Banque Hydro).**  
 Le débit moyen s'étale entre 0,1 m<sup>3</sup>/s en été et 0,7 m<sup>3</sup>/s en hiver pour les 30 dernières années.



**Figure 8 – L'Orne Champenoise en crue le 13 février 2014 (photos de Jérémy Bureau)**

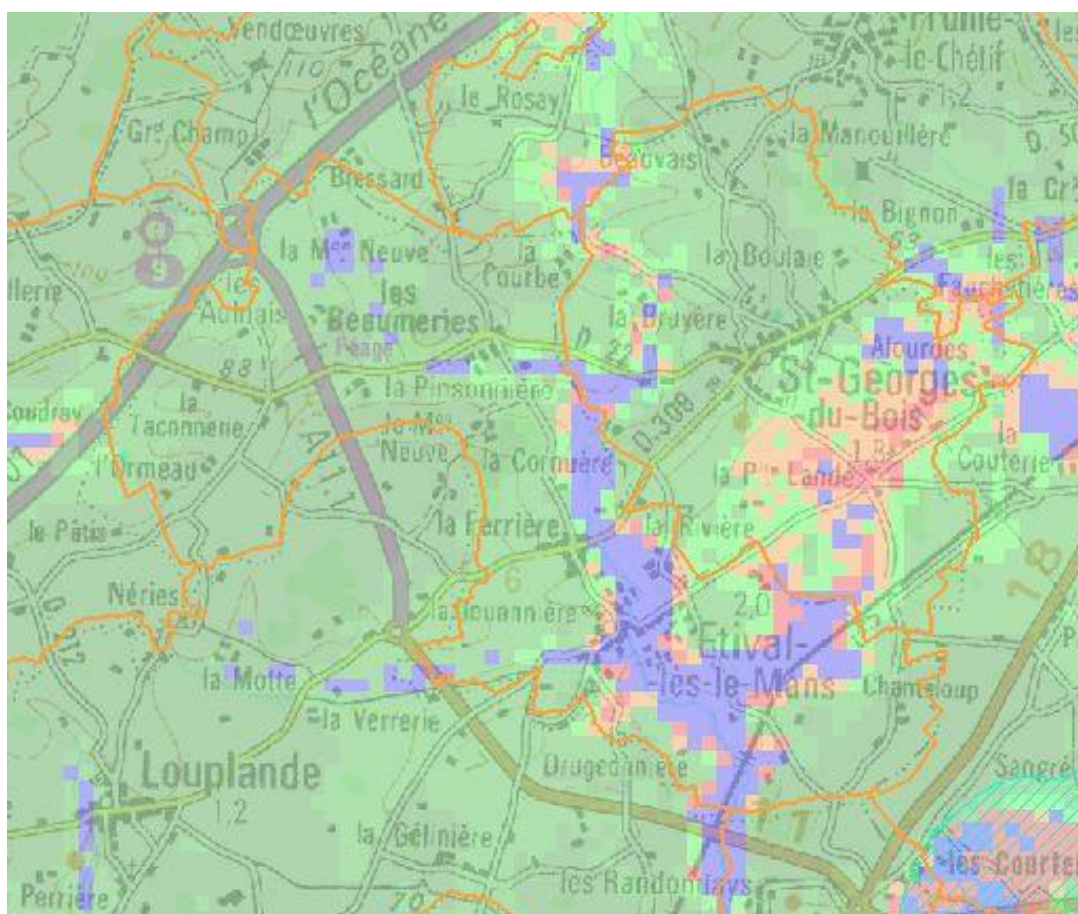
*En haut :* le champ situé en contrebas de la mairie d'Etival (sous deux vues différentes) et en grande partie inondé ; cette zone de prairie n'est heureusement pas constructible. *En bas à gauche :* l'Orne Champenoise débordant de son lit près du parc pour enfants en contrebas de la mairie. *En bas à droite :* l'Orne Champenoise est correctement canalisée dans les zones urbanisées et la topographie de son lit lui permet d'être bien chenalisée (voir Cartes 1 et 2), ce qui assure une bonne protection contre les inondations aux habitants.

Le bassin versant de l'Orne Champenoise est de taille très réduite (environ 59 km<sup>2</sup>). Cette caractéristique en fait un bassin très réactif avec des temps de réaction de l'ordre de quelques heures à quelques jours. Le régime de ce bassin est de type pluvial océanique, ce qui signifie qu'il répond principalement à des épisodes pluvieux. Le débit de l'Orne Champenoise est donc principalement commandé par les niveaux de précipitations. En cas de forte pluie prolongée, il faut s'attendre à voir le débit augmenter quelques heures après le début de la pluie (Figure 8). La prévision des crues ne pourra



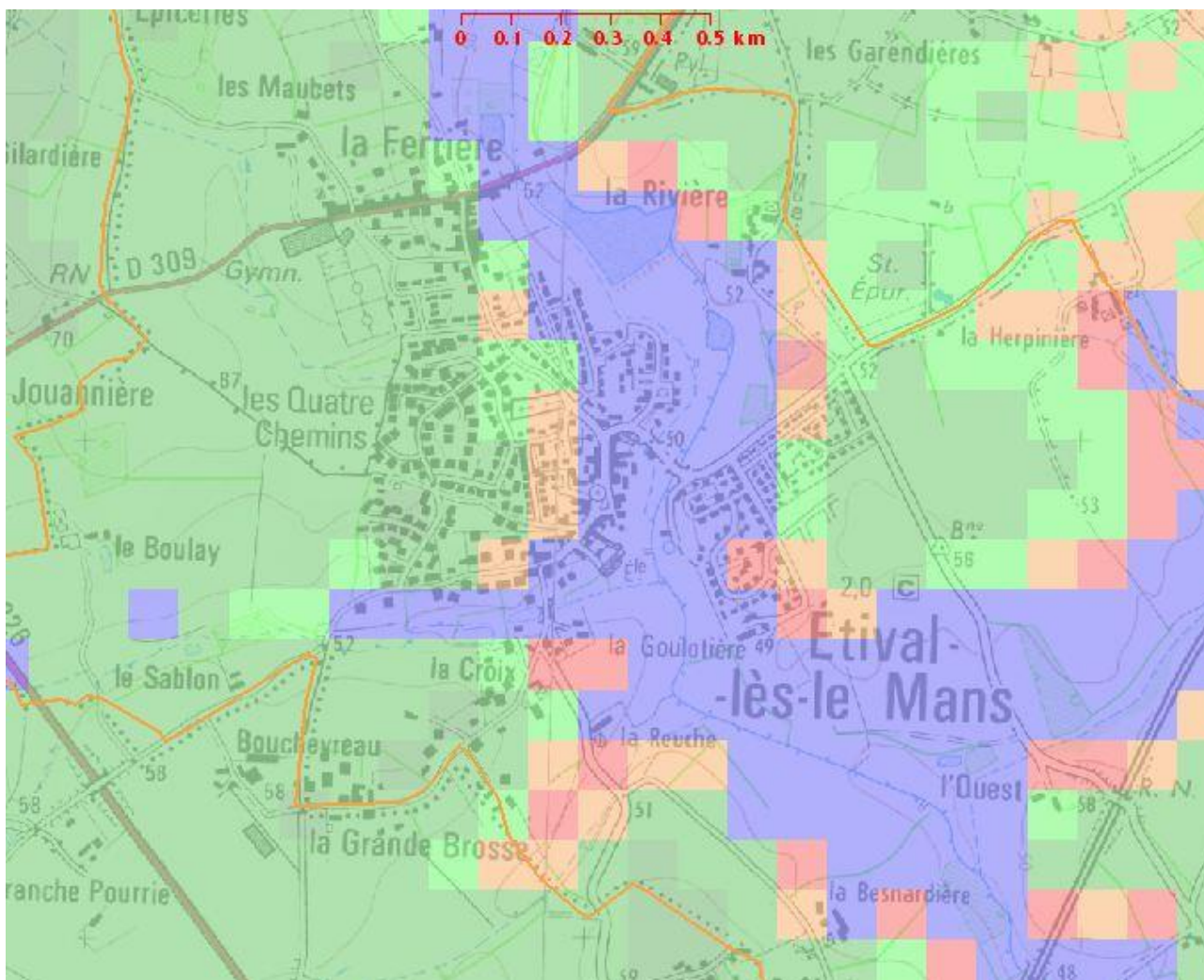
donc pas se faire au-delà de quelques heures d'avance. Cependant, l'Orne Champenoise reste un petit cours d'eau à faible débit. De plus, les berges de la rivière sont relativement élevées topographiquement (*Cartes 1 et 2*) et bien aménagées (1 à 2 mètres minimum tout le long du cours d'eau) comparé à la hauteur moyenne de la tranche d'eau (18cm en moyenne). Le risque d'inondation reste donc très restreint dans la zone urbanisée de la commune. Les zones les plus exposées sont principalement des parcelles agricoles dont les berges n'ont pas été suffisamment rehaussées pour limiter les risques. A Etival, des évènements de ce type ont été recensés entre le 25 et le 29 décembre 1999, et autour du 13 février 2014. Suite à une période très humide, des inondations modérées avait eu lieu au niveau de l'Orne Champenoise, entraînant quelques petites coulées de boue et mouvement de terrain au niveau de ses berges sans impacter pour autant d'habitations.

Il existe un autre type de risques liés aux inondations. Il s'agit des débordements de nappe phréatique. Dans ce cas, contrairement à une crue, les inondations ne sont pas directement provoquées par de fortes pluies et le ruissellement qui en résulte, mais plutôt par un trop plein de la nappe phréatique. Ce phénomène se produit à la suite d'un long épisode de recharge de la nappe phréatique. En effet, une nappe phréatique se comporte comme une éponge. Il ne faut surtout pas imaginer une grande cavité pleine d'eau ou des « veines d'eau » ! Une éponge peut absorber une certaine quantité d'eau dans sa porosité. Quand l'éponge est saturée, l'eau s'en écoule par gravité. Pour une nappe le comportement est similaire : le trop plein de la nappe s'évacuera par les zones topographiquement les plus basses dans le bassin versant. La carte ci-dessous (*Figure 9*) présente l'aléa de débordement de nappe sur la commune et ses environs. Comme on peut le constater sur la carte, le toit de la nappe est affleurant (bleu) au voisinage du cours de l'Orne Champenoise. La zone d'aléa de débordement de nappe se confond avec la zone d'aléa de crue comme on peut s'y attendre sur un petit bassin versant comme celui-ci.



**Figure 9 – Carte des aléas de remontée de nappe phréatique sur la commune d'Etival-Lès-Le-Mans (source : <http://www.inondationsnappes.fr>).**

*Vert foncé : sensibilité très faible. Vert : sensibilité faible. Orange : sensibilité moyenne. Rouge : sensibilité forte. Bleu : sensibilité très forte > la nappe phréatique est affleurante.*



**Figure 10 – Carte des aléas de remontée de nappe phréatique sur la zone urbanisée de la commune d’Etival-Lès-Le-Mans (source : <http://www.inondationsnappes.fr>).**

*Vert foncé : sensibilité très faible. Vert : sensibilité faible. Orange : sensibilité moyenne. Rouge : sensibilité forte. Bleu : sensibilité très forte > la nappe phréatique est affleurante.*

Un zoom sur le centre urbanisé de la commune (*Figure 10*) montre que la zone d’aléa maximal (bleu) concerne principalement les habitations situées à l’Est de la commune et à proximité de l’Orne Champenoise. Néanmoins, ce risque doit être relativisé par l’aménagement des berges de l’Orne Champenoise qui permet aux flux d’eau de se concentrer essentiellement dans le chenal de la rivière. Topographiquement, les habitations situées dans la zone à risque sont surélevées de quelques mètres par rapport au lit de la rivière, réduisant ainsi largement les risques (*Cartes 1 et 2*). Sont donc principalement concernés par les risques d’inondations partielles, les quelques champs qui bordent la zone urbanisée, et notamment la parcelle située en contrebas de la mairie (*Figure 8*). Le risque d’inondation est donc très modéré sur la commune. Il faudra cependant rester très vigilant concernant le niveau de la rivière et l’ampleur des épisodes pluvieux.

## 5) Risques volcaniques

Les derniers volcans ayant été actifs connus en Sarthe sont datés entre 530 Ma et 500 Ma avant notre ère (période Cambrienne), et localisés dans la région des Alpes Mancelles au Nord-Ouest du département. D’autres systèmes volcaniques, liés à la formation de la Chaîne Hercynienne, ont peut-être existé entre 360 Ma et 300 Ma avant notre ère. Mais s’ils ont existé, ces édifices volcaniques sont aujourd’hui recouverts par plus de 230 mètres de sédiments. Le volcanisme dans la région est donc éteint depuis au moins plus de 300 millions d’années. La situation géologique actuelle de la région, comme de la

France métropolitaine en général, n'est pas favorable à la reprise d'une telle activité. Dans notre pays, seuls les Auvergnats peuvent encore craindre une éventuelle reprise d'activité volcanique dans la Chaîne des Puys. Etival ne connaîtra donc pas de volcanisme avant plusieurs millions d'années au moins, lors du prochain grand cycle géologique qui affectera notre région.

Il existe cependant des risques indirects liés au volcanisme. En effet, un volcan en activité peut bouleverser le climat avec les cendres et les gaz qu'il rejette dans l'atmosphère. Ces cendres, si elles parviennent en grande quantité dans la haute atmosphère, peuvent créer un voile qui masque partiellement le rayonnement solaire. Par exemple, le 7 novembre 1991, l'éruption du Pinatubo avait produit suffisamment d'aérosols dans l'atmosphère pour réduire le rayonnement solaire de 1 à 5% suivant les régions du monde, entraînant une chute de la température moyenne allant de 0,1 à 1,5°C. Ces modifications des températures moyennes peuvent avoir une incidence sur la fréquence des événements climatiques extrêmes et sur la biodiversité, provoquant ainsi des crises humanitaires et alimentaires. La commune peut donc potentiellement être exposée à des bouleversements climatiques liés à une importante éruption dans le monde.



## ESTIMATION DES RESSOURCES NATURELLES DE LA COMMUNE

### 1) Matières minérales, métaux et pierres précieuses

En France, la majeure partie des gisements de ressources minérales (comprenant les métaux, les minéraux industriels et les pierres précieuses ou gemmes) est localisée dans le système Hercynien. La Chaîne Hercynienne traversait une grande partie de l'Europe et avait une envergure similaire à l'actuelle Chaîne Himalayenne. Aujourd'hui, cette chaîne a été fortement érodée et partiellement recouverte par des bassins sédimentaires plus récents tels que le bassin de Paris. Le contexte géologique et tectonique de la formation de cette chaîne de montagnes, ainsi que les nombreux événements magmatiques et volcaniques qui l'ont marqué ont été très favorables à la formation de gisements minéraux et métallifères. En France, de nos jours, de vastes reliques de cette chaîne, autrefois reliées entre elles et continues, sont encore bien visibles dans nos paysages, il s'agit de :

- Massif Armoricaïn
- Massif Central
- zones internes des Alpes
- zones internes des Pyrénées
- Vosges et Ardennes
- Nord de la Corse

En dehors de ces zones, les gisements français se résument à des dépôts sédimentaires localisés dans des bassins d'âge primaire et voisins aux structures Hercyniennes. Ces gisements sédimentaires se forment par érosion des structures Hercyniennes et transport par les rivières des matériaux issus de cette érosion vers des bassins où ils se concentrent ensuite. Si les rivières en question drainent des zones riches en minerai, elles peuvent transporter et concentrer plus loin ce minerai.

Même si Etival se situe dans un bassin sédimentaire voisin au Massif Armoricaïn, son histoire géologique n'a pas permis de concentrer des minéraux à valeur économique accessibles en proche surface. D'une manière générale, en Sarthe, on observe principalement des dépôts sédimentaires riches en fer, notamment dans les grès roussards, la roche typique de la région. Cependant, les concentrations en fer de ces dépôts ne les rendent pas rentables en matière de coûts d'exploitation. Durant la Préhistoire, nos ancêtres exploitaient ces oxydes de fer comme en attestent les scories métallurgiques que l'on retrouve un peu partout en Sarthe ; mais aujourd'hui ces oxydes n'ont plus de valeur comparé à des gisements beaucoup plus concentrés et plus imposants de part le monde. Pour espérer trouver des substances minérales de valeur dans la région Etivaloise, il faudrait creuser à travers les quelques 230 mètres de couverture sédimentaire pour atteindre le socle Hercynien qui renfermerait, sans certitudes, du minerai. Il s'agit là d'une pure spéculation qui, de toutes manières, ne serait pas rentable non plus. Etival et ses environs ne connaîtront donc sûrement jamais l'aventure minière.

### 2) Hydrocarbures (pétrole, gaz, charbon)

Les hydrocarbures (comprenant le pétrole, le gaz et le charbon) se forment toujours dans des environnements sédimentaires (bassins intracontinentaux ou océaniques). Leur formation naturelle est cependant assez complexe pour que les hydrocarbures soient qualifiés d'anomalies naturelles, synonyme de rareté. En effet, les sédiments doivent contenir une certaine quantité de matière organique (issue de la décomposition d'algues, de plantes ou d'animaux) pour pouvoir potentiellement produire ensuite des hydrocarbures. Il faut ensuite que cette matière organique soit enfouie, par l'accumulation de sédiments ou par des mouvements tectoniques, à une profondeur d'au moins 2 à 3 kilomètres pour atteindre les températures nécessaires à sa maturation en hydrocarbures. Il faut également que cet enfouissement naturel dure au moins plusieurs millions d'années pour que le phénomène de maturation puisse se réaliser

pleinement. Et même si ces conditions sont réunies, il faut que le sous-sol renferme des niveaux naturellement étanches (argile par exemple) pour permettre aux hydrocarbures formés de rester stockés en profondeur dans des réservoirs naturels plutôt que de s'échapper et de disparaître vers la surface.

A Etival, la couverture sédimentaire n'excède pas 230 mètres au dessus du socle Hercynien stérile en hydrocarbures. Une profondeur très insuffisante pour permettre la maturation d'éventuels hydrocarbures. Il n'existe d'ailleurs aucun gisement en Sarthe. Pour en trouver, il faut se rapprocher du centre du bassin de Paris, où de petites quantités existent et sont exploitées à des profondeurs d'environ 2000 mètres. Dans l'actualité, on parle beaucoup des huiles et des gaz de schiste. Il s'agit de roches profondes structurées en feuillets qui renferment des gouttelettes d'huile ou de gaz naturel. Pour être exploitées, ces huiles ou gaz nécessitent des techniques de mise en surpression (fracturation hydraulique) qui font actuellement polémique. Le problème des huiles et gaz de schiste ne se posera pas non plus à Etival puisque ce type de roches n'existe pas dans notre sous-sol.

### 3) Matériaux de construction

Sous le terme « matériaux de construction » sont réunis : les pierres de construction, le sable, les graviers, et les matériaux nécessaires à la production de béton et de ciment. Dans la région d'Etival comme dans une grande partie de l'Ouest Sarthois, le sous-sol proche est principalement constitué de formations sédimentaires datées au Cénomaniens. Ces formations géologiques sont essentiellement constituées de grès dans cette partie du bassin de Paris, et notamment de grès roussard, ou « grès du Maine » (son nom scientifique). Etant les principales roches solides accessibles à faible profondeur dans la région, on la retrouve dans de nombreuses constructions locales, qu'elles soient anciennes ou plus récentes. Dans la commune d'Etival par exemple, le grès roussard constitue l'essentiel des murs de l'église (*Figure 1*). De nombreuses fermes et maisons en sont également constituées. Le grès roussard s'observe aussi dans les murets de certaines propriétés. Enfin, on peut en trouver aisément en se promenant dans les chemins qui traversent et environnent la commune, sous forme de grosses pierres affleurant sur le sol (*Figure 1*).

Plus au Nord de la commune, les calcaires du Jurassique moyen ont longtemps été utilisés comme pierres de construction ainsi que dans la confection de la chaux. On retrouve d'ailleurs des blocs de ce calcaire dans les murs de certains édifices Etivalois, en complément des blocs de grès roussard. L'exploitation de ce calcaire, comme des grès roussards, a fait la prospérité de notre commune au XIX<sup>ème</sup> siècle.

### 4) Eau

Depuis 1958, la commune est alimentée en eau par le SIDERM (Syndicat Mixte pour l'Alimentation en Eau Potable de la région Mancelle). Ce syndicat regroupe 40 communes à qui elle assure l'accès à l'eau potable (le retraitement des eaux usées est assuré par Veolia). Depuis 1980, pour produire l'eau que nous buvons dans la région Mancelle, le SIDERM utilise cinq sources :

- Un captage d'eau directement dans l'Huisne qui représente 50% de la ressource.
- Quatre forages dans la nappe phréatique des sables du Cénomaniens qui représentent 50% de la ressource également : forage de Saint Pavace n°1, forage de Saint Pavace n°2, forage de Saint Mars D'Outillé et forage d'Yvré Le Polin.

En ce qui concerne Etival, l'eau potable vient intégralement du captage de l'Huisne. Nous buvons donc une eau de rivière retraitée par l'usine des eaux de l'Epau au Mans. L'Orne Champenoise n'aurait pas pu assurer notre alimentation en eau étant donné la faiblesse de son débit. Le SIDERM en a décidé autrement mais nous aurions tout aussi bien pu être alimentés par un des quatre forages dans la nappe phréatique des sables du Cénomaniens, nappe qui occupe une grande partie du sous-sol de la moitié Est de la Sarthe.

## CONCLUSION

Les fondations géologiques de la commune d'Etival naissent il y a plus de 420 Ma avec la formation de la Chaîne Hercynienne. Cette chaîne de montagnes imposante s'effondre et s'érode à la fin de l'ère primaire pour laisser place au bassin de Paris dont les formations sédimentaires vont s'accumuler au gré des invasions de la mer durant l'ère secondaire et l'ère tertiaire. Au niveau d'Etival, ces invasions marines se produisent durant le Jurassique avec le dépôt de calcaires et de marnes, et durant le Cénomaniens avec le dépôt d'argiles, de sables et des fameux grès roussards, pierre emblématique de la région Mancelle.

Cette histoire géologique ne nous a pas gâté en termes de ressources naturelles : en dehors de notre eau et de nos pierres de construction (calcaires du Jurassique moyen et grès du Cénomaniens), pas d'hydrocarbures ni de ressources minérales, et donc de matières premières de forte valeur. Cependant, notre contexte géologique régional nous assure une stabilité appréciable en termes de risques naturels. En dehors des caprices de la petite Orne Champenoise et de nos nappes phréatiques en cas de fortes précipitations, nous pouvons dormir sereins.





# CHARTRE STRATIGRAPHIQUE INTERNATIONALE

www.stratigraphy.org

International Commission on Stratigraphy



Ère	Système	Série	Étage	Âge (Ma)
Phanérozoïque	Cénozoïque	Holocène	Supérieur	présent
			Moyen	0,0117
			Inférieur	0,126
		Pliocène	Calabrien	0,781
			Gélasien	1,806
			Plaisancien	2,588
		Neogène	Zancéen	3,600
			Messinien	5,333
			Tortonien	7,246
			Serravallien	11,62
Miocène	Langhien	13,82		
	Burdigalien	15,97		
	Aquitanien	20,44		
Oligocène	Chattien	23,03		
	Rupélien	28,1		
	Priabonien	33,9		
Éocène	Bartonien	38,0		
	Lutétien	41,3		
Paléocène	Yprésien	47,8		
	Thanétien	56,0		
	Sélandien	59,2		
Supérieur	Danien	61,6		
	Maastrichtien	66,0		
	Campanien	72,1 ± 0,2		
Moyen	Santonien	83,6 ± 0,2		
	Coniacien	86,3 ± 0,5		
	Turonien	89,8 ± 0,3		
Inférieur	Cénomannien	93,9		
	Ablen	100,5		
	Aptien	~ 113,0		
Barrémien	Barrémien	~ 125,0		
	Hauteriviens	~ 129,4		
	Valanginiens	~ 132,9		
Berriasien	Berriasien	~ 135,8		
	Berriasien	~ 145,0		

Ère	Système	Série	Étage	Âge (Ma)
Phanérozoïque	Mésozoïque	Jurassique	Supérieur	152,1 ± 0,9
			Moyen	157,3 ± 1,0
			Inférieur	163,5 ± 1,0
		Trias	Opalinien	166,1 ± 1,2
			Bajocien	168,3 ± 1,3
			Aalenien	170,3 ± 1,4
		Permien	Toarcien	174,1 ± 1,0
			Phienbachien	182,7 ± 0,7
			Shinarumpien	190,8 ± 1,0
		Carbonifère	Hettangien	198,3 ± 0,3
Rhétien	201,3 ± 0,2			
Nordien	~ 208,5			
Permien	Carnien	~ 228		
	Leinien	~ 235		
	Anisien	~ 242		
Permien	Olenekien inférieur	247,2		
	Changhsingien	251,2		
	Wuchiapingien	252,2 ± 0,5		
Permien	Capitanien	254,2 ± 0,1		
	Worden	259,9 ± 0,4		
	Roaden	265,1 ± 0,4		
Permien	Kungurien	268,8 ± 0,5		
	Artinskien	272,3 ± 0,5		
	Sakmarien	278,3 ± 0,6		
Permien	Assélien	290,1 ± 0,1		
	Gzhélien	295,5 ± 0,4		
	Kasimovien	298,9 ± 0,2		
Permien	Moscovien	303,7 ± 0,1		
	Bashkirien	307,0 ± 0,1		
	Serpukhovien	315,2 ± 0,2		
Permien	Viseéen	323,2 ± 0,4		
	Tournaisien	330,9 ± 0,2		
	Tournaisien	346,7 ± 0,4		
Permien	Tournaisien	358,9 ± 0,4		

Ère	Système	Série	Étage	Âge (Ma)
Phanérozoïque	Paléozoïque	Dévonien	Supérieur	372,2 ± 1,8
			Moyen	382,7 ± 1,8
			Inférieur	387,7 ± 0,8
		Silurien	Pradol	393,3 ± 1,2
			Ludlow	407,6 ± 2,6
			Wenlock	410,8 ± 2,8
		Silurien	Lochkovien	419,2 ± 3,2
			Ludfordien	423,0 ± 2,3
			Gorstien	425,6 ± 0,9
		Silurien	Homérien	427,4 ± 0,5
Shinarumpien	430,5 ± 0,7			
Telychien	433,4 ± 0,8			
Ordovicien	Llandovery	436,5 ± 1,1		
	Rhuddanian	440,8 ± 1,2		
	Hirnantien	443,4 ± 1,5		
Ordovicien	Katien	445,2 ± 1,4		
	Sandbien	453,0 ± 0,7		
	Darriwilien	458,4 ± 0,9		
Ordovicien	Dapingien	467,3 ± 1,1		
	Flotien	470,0 ± 1,4		
	Trémadocien	477,7 ± 1,4		
Cambrien	Étage 10	485,4 ± 1,9		
	Jiangshaniens	~ 489,5		
	Pabien	~ 494		
Cambrien	Guzhangien	~ 497		
	Drumlien	~ 500,5		
	Étage 5	~ 504,5		
Cambrien	Étage 4	~ 509		
	Étage 3	~ 514		
	Étage 2	~ 521		
Cambrien	Fortunien	~ 529		
	Terreneuvien	~ 541,0 ± 1,0		

Ère	Système	Étage	Âge (Ma)
Phanérozoïque	Précambrien	Édiacarien	~ 635
		Néoproterozoïque	~ 850
		Mésoproterozoïque	~ 1000
		Paléoproterozoïque	~ 1200
		Archaéen	~ 1400
		Archaéen	~ 1600
		Archaéen	~ 1800
		Archaéen	~ 2050
		Archaéen	~ 2300
		Archaéen	~ 2500
Archaéen	~ 2800		
Hadéen	Hadéen	~ 3200	
	Hadéen	~ 3600	
Hadéen	Hadéen	~ 4000	
	Hadéen	~ 4600	

La définition de la limite inférieure de chaque unité formelle par un point précis dans la coupe d'un stratotype de limite global (GSSP-Global Boundary Stratotype Section and Point) est encore en cours, y compris celle des unités de l'Archaéen et du Protérozoïque, auparavant définie par des âges absolus (GSSP-Global Standard Stratigraphic Ages).

Les chartes et les informations plus détaillées sur les GSSP sont disponibles sur le site web de l'International Commission on Stratigraphy (ICS) [www.stratigraphy.org](http://www.stratigraphy.org).

Les âges numériques sont sujets à révision et ne définissent pas les unités du Phanérozoïque et de l'Édiacarien; seuls les GSSP le font. Pour les limites du Phanérozoïque qui ne sont pas de GSSP, les âges sont indiqués par des âges numériques approximatifs (±) en italique.

Les âges numériques de tous les systèmes à l'exception du Trias, Crétacé et Précambrien sont tirés du livre "A Geologic Time Scale 2012" par Gradstein et al. (2012), <http://www.elsevier.com/locate/9780444594155>, et du livre "The Geologic Time Scale 2012" par Gradstein et al. (2012), <http://www.elsevier.com/locate/9780444594155>, et du livre "The Geologic Time Scale 2012" par Gradstein et al. (2012), <http://www.elsevier.com/locate/9780444594155>.

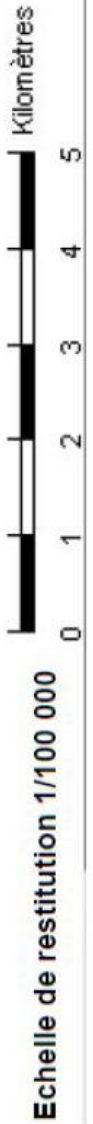
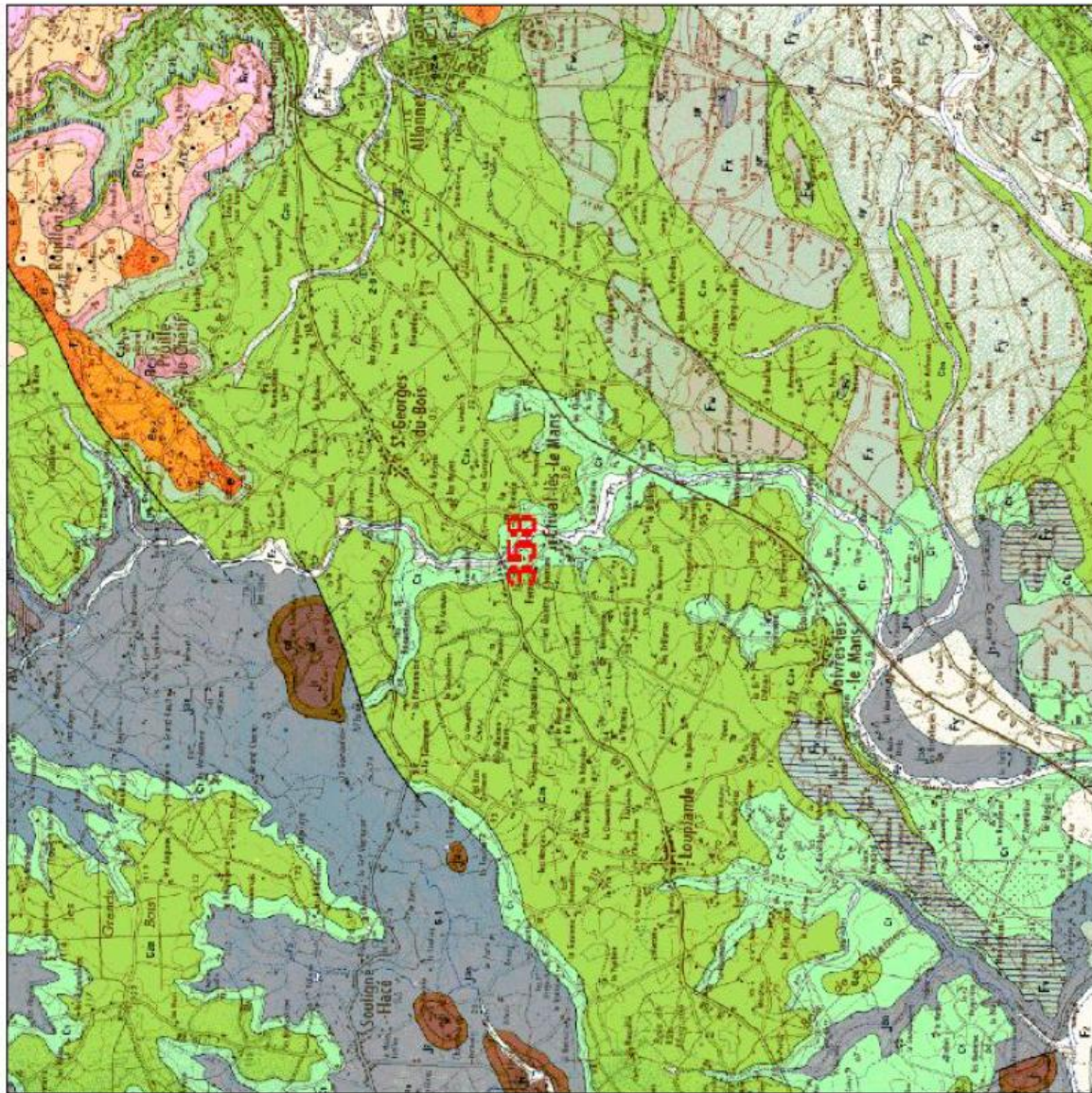
Les couleurs suivent l'usage de la Commission de la Carte Géologique du Monde (CCGM) <http://www.ccgw.org>.

Mar. 2012 © International Commission on Stratigraphy  
Conception & dessin : K.M. Cohen, S.Finey, P.L. Gibbard





Extrait de la carte géologique de la France au 1/50000 (BRGM)



## BIBLIOGRAPHIE ET REFERENCES CONSEILLEES

### ➤ Sites web, bases de données et systèmes d'informations géographiques en ligne

<http://www.argiles.fr/> - **Argiles** : Cartographie des aléas de retrait-gonflement des argiles (BRGM).

<http://www.hydro.eaufrance.fr/> - **Banque Hydro** : Synthèses hydrologiques des cours d'eau français (Services publics de l'Etat). > Voir la station M0525210 pour l'Orne Champenoise.

<http://www.bdcavite.net/> - **BD Cavités** : Données sur les cavités souterraines en France (BRGM).

<http://www.bdmvt.net/> - **BD Mouvements** : Données sur les mouvements et glissements de terrain en France (BRGM).

<http://cartorisque.prim.net/> - **CartoRisque** : Cartographie des risques sismiques et des aléas d'inondations (Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable).

<http://www.franceseisme.fr/> - **FranceSéismes** : Données et cartographies sur les séismes en France (BCSF).

<http://www.geoportail.gouv.fr/accueil> - **GéoPortail** : Système d'information géographique public en ligne (IGN).

<http://www.beph.net/> - **Guichet Hydrocarbures BEPH** : Données et cartographies des forages pétroliers en France (BRGM).

<http://infoterre.brgm.fr/> - **InfoTerre** : Système d'information géographique spécialisé en géologie (BRGM).

<http://www.inondationsnappes.fr/> - **Inondations Nappes** : Cartographie des aléas d'inondations et de remontées de nappes phréatiques en France (BRGM).

<http://www.siderm.org/> - **SIDERM** : Syndicat Mixte pour l'Alimentation en Eau Potable de la région Mancelle.

<http://sigminesfrance.brgm.fr/index.asp> - **SIG Mines France** : Système d'information géographique spécialisé dans les données minières en France (BRGM).

<http://www.sisfrance.net/> - **SisFrance** : Système d'information géographique spécialisé dans les séismes en France (BRGM).

### ➤ Bibliographie et références conseillées pour approfondir le sujet

*Les références en caractères gras sont recommandées aux passionnés de nature qui souhaiteraient en apprendre plus sur la géologie. Les références en caractères normaux requièrent des connaissances plus approfondies en géologie. Toutes ces références ont été utilisées afin de rédiger ce rapport : j'adresse donc un grand merci à tous leurs auteurs.*

ARCHITOUR & ATELIER ACT URBA (2011) – *Plan Local d'Urbanisme : Etival-Lès-Le-Mans (72)*. PDF téléchargeable sur le site de la commune : [http://www.etival-les-le-mans.com/?page\\_id=232](http://www.etival-les-le-mans.com/?page_id=232).

ARNDT N. & GANINO C. (2010) – *Ressources minérales*. Ed. Dunod, 192p.

BARDINTZEFF J.-M. (2011) – *Volcanologie, 4<sup>ème</sup> édition*. Ed. Dunod, 314p.



- BECCALETTO L., HANOT F., SERRANO O. & MARC S. (2011) - *Overview of the subsurface structural pattern of the Paris Basin (France): Insights from the reprocessing and interpretation of regional seismic lines.* Marine and Petroleum Geology n°28, p861-879.
- BEAUX J.-F., PLATEVOET B. & FOGELGESANG J.-F. (2012) – Atlas de pétrologie. Ed. Dunod, 144p.**
- BOILLOT G., HUCHON P. & LAGABRIELLE Y. (2013) – Introduction à la géologie : la dynamique de la Terre, 5<sup>ème</sup> édition. Ed. Dunod, 248p.**
- BONIN B. & MOYEN J.-F. (2011) – *Magmatisme et roches magmatiques, 3<sup>ème</sup> édition.* Ed. Dunod, 314p.
- BRGM (1994) – *Carte minière de la France métropolitaine à 1/1000000.* Ed. BRGM.
- BRGM (1995) – *Carte de la nappe des sables du Cénomaniens du bassin Loire-Bretagne : Piézométrie 1994.* Rapport du BRGM n°BRGM/RP-38582-FR.
- BRGM (2007) – *Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles en Sarthe.* Rapport du BRGM BRGM/RP-55777-FR.
- BRGM (2011) – *Inventaire départemental des mouvements de terrain de la Sarthe.* Rapport du BRGM BRGM/RP-59498-FR.
- BRGM (2013) – *Géor@pport sur les communes de Louplande, Etival-Lès-Le-Mans et Saint Georges du Bois.* Rapport du BRGM n°GEO-138262778551.
- BUREAU J. (2012) – *Sédimentologie et stratigraphie des dépôts permians du Sud-Ouest du bassin de Paris.* Mémoire de Master, Université de Rennes 1, 27p.
- CAMPY M. & MACAIRE J.-J. (2003) – *Géologie de la surface, 2<sup>ème</sup> édition.* Ed. Dunod, 446p.
- CHAMLEY H. & DECONINCK J.-F. (2011) – Bases de sédimentologie, 3<sup>ème</sup> édition. Ed. Dunod, 213p.**
- CHANTRAINE J., AUTRAN A. & CAVELIER C. (2003) – Carte géologique de la France au 1/1000000, édition révisée. Ed. BRGM.**
- COJAN I. & RENARD M. (2013) – *Sédimentologie, 3<sup>ème</sup> édition.* Ed. Dunod, 512p.
- DEBELMAS J., MASCLE G. & BASILE C. (2008) – *Les grandes structures géologiques, 5<sup>ème</sup> édition.* Ed. Dunod, 322p.
- DELMAS J., HOUEL P. & VIALLY R. (2002) – *Petroleum potential of the Paris basin.* Institut Français du Pétrole, Rapport Régional d'Évaluation Pétrolière, Exemplaire n°1, 134p.
- DERCOURT J. (2002) – *Géologie et géodynamique de la France, Outre-mer et européenne, 3e édition.* Ed. Dunod, 336p.
- ELMI S. & BABIN C. (2012) – Histoire de la Terre, 6<sup>ème</sup> édition. Ed. Dunod, 256p.**
- FOUCAULT A., RAOULT J.-F., CECCA F. & PLATEVOET B. (2014) – Dictionnaire de géologie, 8<sup>ème</sup> édition. Ed. Dunod, 416p.**
- GILLI E. (2011) – *Karstologie : karts, grottes et sources.* Ed. Dunod, 256p.

- GILLI E., MANGAN C. & MUDRY J. (2012) – *Hydrogéologie : objet, méthodes et applications*, 3<sup>ème</sup> édition. Ed. Dunod, 352p.
- INTERNATIONAL COMMISSION ON STRATIGRAPHY (2012) – *Charte Stratigraphique Internationale (version française)*. PDF téléchargeable sur [www.stratigraphy.org](http://www.stratigraphy.org).**
- LABORATOIRE REGIONAL D'ANGERS (1976) – *Rapport de sondage n°03586X0096/S36*. Document interne, 2p.
- MÉGNIEN C. (1980) – *Tectogénèse du bassin de Paris : Etapes de l'évolution du bassin de Paris*. Bulletin de la Société Géologique de France, (7), t. XXII, n°4, 669-680p.
- MEGNIEN F. et MEGNIEN C. (1980) – *Atlas géologique du bassin de Paris (3 tomes)*. Mémoires du BRGM n°101, 102 et 103.
- MERCIER F. (2013) – *Géomorphologie de la France*. Ed. Dunod, 320p.
- MERCIER J., VERGELY P. & MISSENERD Y. (2013) – *Tectonique*, 3<sup>ème</sup> édition. Ed. Dunod, 232p.
- MERZERAUD G. (2009) – *Stratigraphie séquentielle : histoire, principes et applications*. Ed. Vuibert, 152p.
- MEUNIER A. (2013) – *La naissance de la Terre : de sa formation à l'apparition de la vie*. Ed. Dunod, 254 p.**
- MICHEL F. (2008) – *Le tour de France d'un géologue*. Ed. BRGM Editions & Delachaux et Nieslé SA, 384p.**
- PERRODON A. & ZABEK J. (1990) – *Paris basin*. In: Interior cratonic basins, American Association of Petroleum Geologists, Memoir 51, 819p.
- PHILIP H., BOUSQUET J.-C. & MASSON F. (2007) – *Séismes et risques sismiques : approche sismotectonique*. Ed. Dunod, 340p.
- POMEROL C., LAGABRIELLE Y., RENARD M. & GUILLOT S. (2011) – *Eléments de géologie*, 14<sup>ème</sup> édition. Ed. Dunod, 944p.**
- REY J. & GALEOTTI S. (2008) – *Stratigraphy terminology and practice*. Ed. Technip, 165p.
- ROUX J.-C. (2006) – *Aquifères et eaux souterraines en France (2 tomes)*. Ed. BRGM Edition, 926p.
- SOREL D. & VERGELY P. (2010) – *Atlas d'initiation aux cartes et aux coupes géologiques*, 2ème édition. Ed. Dunod, 120p.**
- TORTOSA T. (2013) – *Principes de paléontologie*. Ed. Dunod, 330p.
- ZIEGLER P. A. (1990) – *Geological Atlas of Western and Central Europe*. Shell Internationale Petroleum Maatschappij B.V. and Geological Society of London, 295p.