

Document public



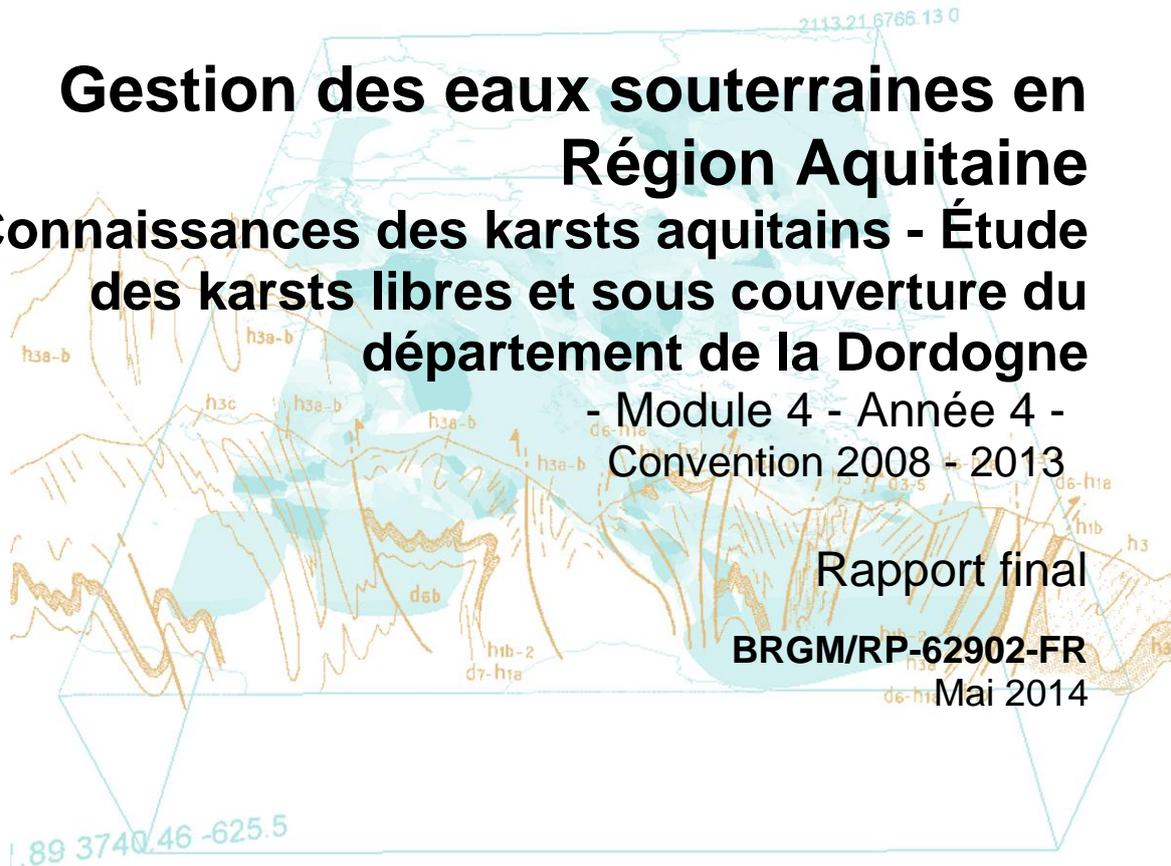
Gestion des eaux souterraines en Région Aquitaine Connaissances des karsts aquitains - Étude des karsts libres et sous couverture du département de la Dordogne

- Module 4 - Année 4 -
Convention 2008 - 2013

Rapport final

BRGM/RP-62902-FR

Mai 2014



Préfecture de la région Aquitaine
Secrétariat général pour les affaires régionales



Direction régionale
de l'Environnement,
de l'Aménagement
et du Logement

AQUITAINE

Conseil Général
de la
Dordogne



AGENCE DE L'EAU
ADOUR-GARONNE

ETABLISSEMENT PUBLIC DU MINISTÈRE
DU DÉVELOPPEMENT DURABLE

 **RÉGION
AQUITAINE**



Géosciences pour une Terre durable

brgm

Gestion des eaux souterraines en Région Aquitaine

Connaissances des karsts aquitains - Étude des karsts libres et sous couverture du département de la Dordogne

- Module 4 - Année 4 -
Convention 2008 - 2013

Rapport final

BRGM/RP-62902-FR
Mai 2014



Étude réalisée dans le cadre des opérations
de Service public du BRGM PSP12AQI20

O. Cabaret, T. Gutierrez, J. Perrin avec la collaboration de
J.B. Goubier, G. Lorette, R. Lastennet et S. Minvielle



Vérificateur :

Nom : V. BAILLY-COMTE

Date : 20/05/2014

Approbateur :

Nom : N. PEDRON

Directeur du BRGM Aquitaine par
intérim

Date : 26/05/2014

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

Mots-clés : Karst, Géologie, Hydrogéologie, Secondaire, Dordogne

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

Cabaret O., Gutierrez T., Perrin J. avec la collaboration de Goubier J.B., Lorette G., Lastennet R. et Minvielle S. (2014) - Connaissances des karsts aquitains - Étude des karsts libres et sous couverture du département de la Dordogne - Module 4 - Année 4. Rapport final. BRGM/RP-62902-FR, 131 p., 110 ill., 10 ann. sur 1 CD.

Synthèse

En Dordogne, les terrains carbonatés du Jurassique et du Crétacé répondent largement aux besoins pour l'alimentation en eau potable. Toutefois, la nature plus ou moins karstique des aquifères rend difficile la gestion des ressources en eau. Les gestionnaires sont en effet confrontés à la variabilité des débits et de la qualité des eaux, aux difficultés de protection liées notamment à l'identification des bassins d'alimentation et à la vulnérabilité vis-à-vis de pollutions.

Le travail présenté dans ce rapport est réalisé dans le cadre de l'année 4 du module 4 de la convention régionale « Gestion des Eaux souterraines en région Aquitaine » pour la période 2008-2013 concernant la connaissance générale des karsts aquitains. Il a pour objectif d'étudier plus spécifiquement les karsts libres et sous couverture du département de la Dordogne.

Cette étude est financée par le BRGM, le Conseil Régional Aquitaine, l'Agence de l'Eau Adour-Garonne, et le Conseil Général de la Dordogne.

L'objectif du projet est double. Il doit d'une part, répondre aux besoins de connaissances sur le fonctionnement général des aquifères carbonatés de Dordogne et d'autre part, mettre en place une méthodologie d'étude des systèmes karstiques qui puisse être transposable à d'autres aquifères carbonatés du Bassin aquitain et appropriable par les acteurs locaux. Pour cela, le projet s'articule autour de deux volets complémentaires. Le premier concerne l'histoire géologique et structurale de Dordogne qui permettra *in fine* d'identifier les périodes favorables à la karstification des réservoirs du Secondaire. Le second volet traite des aspects hydrogéologiques visant à comprendre le fonctionnement des systèmes karstiques.

Le rapport présente les avancées réalisées dans le travail de récupération et de capitalisation des données. Les points importants du **volet géologique** ont concerné l'inventaire des formes endokarstiques (niveaux karstifiés en profondeur) et exokarstiques (dolines), la réalisation de logs géologiques de référence, la compilation des cartes paléogéographiques disponibles dans la littérature à l'échelle de la région et la caractérisation des grands traits structuraux et l'évolution tectonique de la région.

Le **volet hydrogéologique** a permis la consolidation des données de sources par la réalisation de fiches d'identité pour chacune des 7 sources disposant de suivis piézométriques et/ou de débit, l'évaluation des possibilités de jaugeages pour trois de ces sources et la mise à jour des chroniques piézométriques de forages et des mesures physico-chimiques sur l'ensemble des ouvrages. En complément, l'analyse des gaz contenus dans les bulides a été réalisée.

Une analyse des données chimiques des points d'eau pour lesquels des concentrations médianes représentatives ont pu être calculées montre les résultats suivants :

- l'absence de marqueur chimique clair pour les différents aquifères carbonatés à l'exception des eaux du Lias (marqueur évaporitique),
- l'intérêt que pourraient représenter certains marqueurs, notamment ceux d'origine anthropique, dans l'étude du fonctionnement des aquifères carbonatés de Dordogne et de leur fonctionnalité karstique,
- l'identification de certains forages clairement influencés par des transits rapides d'eau superficielle (anomalie thermique, enrichissement en NO₃⁻, fortes variations temporelles des concentrations, etc.),

- l'apport de l'analyse de la $P_{CO_2_{sat}}$ à l'étude de la nature libre/captive des aquifères ou encore des vitesses de circulation,
- le rôle prépondérant qu'auraient les dolines sur les conditions d'infiltration, les temps de résidence dans l'aquifère et la signature chimique des eaux des sources,
- la configuration (unaire/binaire) des systèmes carbonatés karstiques.

L'ensemble de ces travaux a montré la nécessité de densifier encore davantage le réseau d'observation pour une meilleure représentativité des résultats à l'échelle de la Dordogne portant notamment sur une meilleure spatialisation des données hydrochimiques et une meilleure caractérisation des sources (débit, qualité, réservoir concerné, ...). Cette densification spatiale des données hydrogéologiques ne permettra pas à elle seule de proposer des interprétations d'ensemble intéressantes sans une connaissance géologique encore plus aboutie. Ainsi, la suite de cette étude devra mettre l'accent sur le développement du volet géologique avec d'une part une synthèse paléogéographique indispensable à l'identification des périodes géologiques propices à la karstification et d'autre part une poursuite de l'étude de la fracturation afin de déterminer les régimes de contraintes passées et les systèmes de fractures qui sont karstifiés. Le volet hydrogéologique consistera quant à lui à poursuivre la consolidation des données des sources. Celle-ci passera par la réalisation des courbes de tarages et la recherche d'autres données disponibles auprès des acteurs de l'eau du département. Au final, le couplage de ces données de résolution temporelle fine avec celles disponibles sur certains forages sera évalué en vue d'une analyse des fonctionnements des réservoirs. Ce volet sera complété par un inventaire et une caractérisation du débit et de la physico-chimie des sources permettant d'avoir une meilleure représentativité des analyses effectuées depuis deux ans. Un objectif de cet inventaire étant de disposer de davantage de mesures en étiage et hautes eaux.

Sommaire

1. Introduction	11
2. Rappel du contexte général et des objectifs	13
3. Volet géologique et structural	17
3.1. ASPECTS GEOMORPHOLOGIQUES : INVENTAIRE DES FORMES ENDO ET EXOKARSTIQUES & PALEOSURFACES	17
3.1.1. Inventaire des formes karstiques superficielles	17
3.1.2. Niveaux karstifiés en profondeur	23
3.1.3. Paléosurfaces	25
3.1.4. Conclusion et perspectives	27
3.2. ASPECTS GEOLOGIQUES SENSU STRICTO	28
3.2.1. Valorisation de la carte géologique homogénéisée	28
3.2.2. Logs et coupes de référence	31
3.2.3. Conclusion et perspectives	34
3.3. ASPECTS PALEO-ENVIRONNEMENTAUX : INVENTAIRE DES CARTES PALEOGEOGRAPHIQUES	36
3.4. ASPECTS STRUCTURAUX	38
3.4.1. Synthèse bibliographique sur le Bassin Nord-Aquitain	38
3.4.2. Campagne de mesures de fracturations	47
3.4.3. Conclusion et perspectives	88
4. Volet hydrogéologique.....	89
4.1. RAPPEL DES TRAVAUX PRECEDENTS.....	89
4.2. ANALYSE DES BULIDES	90
4.2.1. Caractéristiques de la source de Biars	90
4.2.2. Protocole de prélèvement de gaz.....	93
4.2.3. Résultats et perspectives	95
4.3. CONSOLIDATION DES DONNEES DE SOURCES	96
4.3.1. Sources du Toulon - 07588X0008 et 07588X009 (Fiche descriptive en Annexe 3)	97
4.3.2. Source de Ley Fonts - 08067X0008 (Fiche descriptive en Annexe 4)	97
4.3.3. Source de Falguyret – 08072X0009 (Fiche descriptive en Annexe 5)	97
4.3.4. Source des Moulineaux – 07823X0004 (Fiche descriptive en Annexe 6)	97
4.3.5. Source de la Glane – 07593X0004 (Fiche descriptive en Annexe 7).....	98
4.3.6. Source des Michauds – 07598X0003 (Fiche descriptive en Annexe 8)	98
4.3.7. Source de Fongauffier – 08314X0012 (Fiche descriptive en Annexe 9).....	98

4.4. ANALYSE STATISTIQUE DES DONNEES HYDROCHIMIQUES.....	101
4.4.1.Représentativité des observations et choix des paramètres.....	102
4.4.2.Analyse en Composantes Principales (ACP)	102
4.4.3.Diagrammes binaires	106
4.4.4.Analyse de la variabilité temporelle	107
4.4.5.Synthèse et conclusions préliminaires	108
4.5. ANALYSE DE LA SPATIALISATION DE LA $P_{CO_2_SAT}$ DES EAUX DES RESERVOIRS DU CRETACE	109
4.5.1.Les pressions partielles de dioxyde de carbone équilibrante et à saturation vis- à-vis de la calcite	109
4.5.2.Cartographie des $P_{CO_2_sat}$ selon les réservoirs	110
4.5.3.Conclusions et perspectives	112
5. Confrontation des données géologiques et hydrogéologiques.....	113
5.1. ROLE DES DOLINES DANS L'INFILTRATION DES EAUX VERS L'AQUIFERE KARSTIQUE	113
5.1.1.Morphologie des dolines et modalités de fonctionnement	113
5.1.2.Influence des dolines sur les émergences karstiques	117
5.2. TYPOLOGIE DES AQUIFERES KARSTIQUES DE DORDOGNE	119
6. Conclusion.....	123
7. Bibliographie	127

Liste des illustrations

Illustration 1 : Carte géologique schématique de la Dordogne (Cabaret et al., 2012)	13
Illustration 2 : Symbologie des dolines sur les cartes IGN au 1/25 000 ^{ème} : dépression (A) et cuvette (B)	18
Illustration 3 : Répartition spatiale des dolines en Dordogne (Lorette, 2013)	20
Illustration 4 : Carte de densité de dolines en Dordogne – quadrillage de 4 km ² (Lorette, 2013).....	21
Illustration 5 : Répartition des dolines et points d'altitudes par classes d'altitudes (modifié de Lorette, 2013).....	22
Illustration 6 : Densité de dolines par entité géologique (modifié de Lorette, 2013)	22
Illustration 7 : Exemples de cavités observables en forage par examen endoscopique (Diagraphie HydroAssistance).....	23
Illustration 8 : Répartition des forages présentant des conduits en fonction de la classe d'altitude (Lorette, 2013)	25
Illustration 9 : Carte des zones planes surélevés de la Dordogne	27
Illustration 10 : Carte des formations argileuses et argilo-sableuses affleurantes de la Dordogne	29

Illustration 11 : Carte des formations sableuses et sablo-argileuses affleurantes de la Dordogne	30
Illustration 12 : Carte de répartition des 53 sondages de référence en Dordogne	32
Illustration 13 : Tableau des 53 sondages de références en Dordogne	33
Illustration 14 : Carte des formations carbonatées affleurantes de la Dordogne	35
Illustration 15 : Tableau récapitulatif des sources bibliographiques disposant de cartes paléogéographiques réparties par période géologique.	37
Illustration 16 : Agencement possible des différents formations du paléozoïque aquitain (Le Pochat, 1984)	39
Illustration 17 : Structuration de la plateforme Nord-aquitaine (Platel, 1987)	41
Illustration 18 : Situation des éléments tectoniques majeurs de Charentes – Quercy (Astruc, 1988)	42
Illustration 19 : Chronologie des phases tectoniques du Quercy affectant la couverture (Bonijoly et Blés, 1983)	43
Illustration 20 : Carte géologique simplifiée de la Charente (Dandurand, 2011)	46
Illustration 21 : Conventions de mesures pour les structures planaires et linéaires	48
Illustration 22 : Inventaire des carrières souterraines en Dordogne (Vincent et al., 1999)	49
Illustration 23 : Projection d'un plan (source: Université Libre de Bruxelles)	50
Illustration 24 : Projection d'une ligne (source: Université Libre de Bruxelles)	51
Illustration 25 : Construction du canevas de Wulf par projection stéréographique du système de méridiens et de parallèles de l'hémisphère inférieur (source : Cours de tectonique, Rolin P. Université de Franche Comté, 1996).	51
Illustration 26 : Exemple de stéréogramme de Wulf et rosace associée	52
Illustration 27 : Cartographie des stations de mesures (Goubier, 2013).....	53
Illustration 28 : Tableau des stations de mesures de fractures (Goubier, 2013)	54
Illustration 29 : Carrière de Thiviers	55
Illustration 30 : Réseau de fracture	55
Illustration 31 : Stéréogramme et rosace de répartition du socle paléozoïque	56
Illustration 32 : Rosaces de répartition en fonction des paliers	56
Illustration 33 : Carrière de Condat-sur-Vézère.....	57
Illustration 34 : Stéréogramme et rosace de répartition de la carrière de Condat-sur-Vézère	57
Illustration 35 : Stéréogramme et rosace de répartition de la carrière de Terrasson-Lavilledieu	58
Illustration 36 : Stries horizontales dans le Bathonien	58
Illustration 37 : Stéréogramme et rosace de répartition du Bathonien	59
Illustration 38 : Carrière de Borrèze	59
Illustration 39 : Stéréogramme et rosace de répartition du Callovien	60
Illustration 40 : Grandes fractures et tectoglyphes dans le Callovien	60
Illustration 41 : Carrière de Cubjac.....	61
Illustration 42 : Stéréogramme et rosace de répartition de la carrière de Cubjac.....	61
Illustration 43 : Stéréogramme et rosace de répartition du Roc d'Albran.....	62
Illustration 44 : Stéréogramme et rosace de répartition de l'Oxfordien	63
Illustration 45 : Allas-les-Mines, affleurement 2.....	63

Illustration 46 : Stéréogramme et rosace de répartition des affleurements d'Allas-les-Mines	64
Illustration 47 :Variation de direction et d'inclinaison entre les bancs tendres et durs à Allas-les-Mines - Rosaces bancs tendres/bancs durs.....	64
Illustration 48 : Carrière souterraine	65
Illustration 49 : Carrière de Berbiguières, front principal	65
Illustration 50 : Stéréogramme et rosace de répartition de la carrière de Berbiguières.....	66
Illustration 51 : Stéréogramme et rosace de répartition du Kimméridgien	66
Illustration 52 : Carrière de Bouzic	67
Illustration 53 : Stéréogramme et rosace de répartition de la carrière de Bouzic	68
Illustration 54 : Fracture karstifiée,	68
Illustration 55 : Stéréogramme et rosace de répartition de Beaupuy Sud-Est.....	69
Illustration 56 : Carrière de Sainte-Croix-de-Mareuil.....	69
Illustration 57 : Stéréogramme et rosace de répartition de la carrière de Sainte-Croix-de-Mareuil.....	70
Illustration 58 : Conduit karstique carrière.....	71
Illustration 59 : Stéréogramme et rosace de répartition de Turonien.....	71
Illustration 60 : Carrière de Sarlat.....	72
Illustration 61 :Stéréogramme et rosace de répartition de la carrière de Sarlat.....	72
Illustration 62 : Entrée carrière souterraine	73
Illustration 63 : Stéréogramme et rosace de répartition des carrières des Badies	73
Illustration 64 : Stéréogramme et rosace de répartition de Coniacien	74
Illustration 65 : Carrière des" fours à chaux"	74
Illustration 66 : Faciès carrière de Lamonzie-Montastruc	75
Illustration 67 : Stéréogramme et rosace de répartition de la carrière de Lamonzie-Montastruc	76
Illustration 68 : Stéréogramme et rosace de répartition de la carrière de La Doux Ouest.....	76
Illustration 69 : Stéréogramme et rosace de répartition du Campanien.....	77
Illustration 70 : Affleurement de Montguyard.....	77
Illustration 71 : Stéréogramme et rosace de répartition de Montguyard	78
Illustration 72 : Carrière de Plaisance	78
Illustration 73 : Stéréogramme et rosace de répartition de la carrière de Plaisance	79
Illustration 74 : Carrière à ciel ouvert abandonnée, Soumensac	80
Illustration 75 : Stéréogramme et rosace de répartition de l'Aquitaniien (Soumensac).....	80
Illustration 76 : Rosaces de répartition de la fracturation des carrières de Condat-sur-Vézère et de Terrasson-Lavilledieu (Goubier, 2013)	81
Illustration 77 : Zones définies pour la mesure des directions de failles (Goubier, 2013)	82
Illustration 78 : Rosaces par zones des directions de failles cartographiques (Goubier, 2013)	83
Illustration 79 : Répartition spatiale et temporelle de la fracturation (Goubier, 2013).....	84
Illustration 80 : Répartition temporelle de la fracturation et contraintes que l'on suppose associées (Goubier, 2013).....	86
Illustration 81 : Sortie des eaux du bassin de la source de Biars (Minvielle et al., 2014a).....	91

Illustration 82 : Résultats des analyses physico-chimiques réalisées in-situ et des concentrations en carbone organique dissous (Minvielle et al., 2014a).	91
Illustration 83 : Résultats des analyses chimiques des ions majeurs [mg/L] (Minvielle et al., 2014a).	92
Illustration 84 : Valeurs des pressions partielles de CO ₂ équilibrante (P _{co₂_eq}), à saturation (P _{co₂_sat}) et de l'indice de saturation vis-à-vis de la calcite (I _{S_c}), pour les eaux de la source de Biars (Minvielle et al., 2014a)	92
Illustration 85 : Installation de la cloche au fond du bassin recevant les eaux de la source de Biars (Minvielle et al., 2014a).	93
Illustration 86 : Agrandissement de la vue sur la cloche (Minvielle et al., 2014a).	94
Illustration 87 : Résultats de l'analyse des gaz issus des bulles présentes dans les eaux de la source de Biars le 5 décembre 2013. L'incertitude liée aux mesures est de 3 % à l'exception de l'hélium et de l'hydrogène pour laquelle elle est de 5 % (Minvielle et al., 2014a).	94
Illustration 88 : Résultats des analyses physico-chimiques réalisées in-situ et de la concentration en carbone organique dissous (COD) le 4 décembre 2013 (Minvielle et al., 2014a).	95
Illustration 89 : Résultats des analyses chimiques des ions majeurs [mg/L] des eaux de la source de Biars le 4 décembre 2013 (Minvielle et al., 2014a).	95
Illustration 90 : Valeurs des pressions partielles de CO ₂ équilibrante (P _{co₂_eq}), à saturation (P _{co₂_sat}) et de l'indice de saturation vis-à-vis de la calcite (I _{S_c}), pour les eaux de la source de Biars le 4 décembre 2013 (Minvielle et al., 2014a).	95
Illustration 91 : Tableau synthétique des mesures de débits disponibles sur 7 sources de Dordogne (en vert : sources du Crétacé – en bleu : sources du Jurassique)	99
Illustration 92 : Courbes du niveau ou du débit des sources suivies en Dordogne depuis décembre 2009	100
Illustration 93 : ACP sur les 94 points d'eau retenus.	103
Illustration 94 : Résultat de l'ACP sur les 90 points d'eau (4 points anomaux de l'illustration 93 enlevés) et distinction arbitraire de huit groupes sur le plan factoriel. (Aquifères BACX = Bathonien-Calovo-Oxfordien ; BAJO = Bajocien ; CAMP = Campanien ; COST = Coniacien-Santonien ; TURO = Turonien)	104
Illustration 95 : Diagrammes binaires Ca ²⁺ -Mg ²⁺ , Ca ²⁺ -NO ₃ ⁻ , Na ⁺ -Si ²⁺ pour les 90 points d'eau retenus. Les cercles rouges indiquent les groupes définis par l'ACP (Illustration 94).	106
Illustration 96 : Coefficients de variation (CV) des cations Ca ²⁺ et Mg ²⁺ (graphe du haut) et des anions HCO ₃ ⁻ et NO ₃ ⁻ (graphe du bas) pour tous les points d'eau captant le Jurassique et qui ont été prélevés au moins 5 fois entre 1995 et 2013.	107
Illustration 97 : Coefficients de variation (CV) des cations Ca ²⁺ et Mg ²⁺ (graphe du haut) et des anions HCO ₃ ⁻ et NO ₃ ⁻ (graphe du bas) pour tous les points d'eau captant le Crétacé et qui ont été prélevés au moins 5 fois entre 1995 et 2013.	108
Illustration 98 : Valeurs minimales, maximales et des étendues des pressions partielles de CO ₂ à saturation (P _{co₂_sat}) des points représentant les réservoirs Turonien, Coniacien-Santonien et Campanien de Dordogne (Minvielle et al., 2014b)	111
Illustration 99 : Répartition spatiale des P _{co₂_sat} (à gauche) et des températures (à droite) des eaux du réservoir représentant l'ensemble du Campanien (modifié de Minvielle et al., 2014b)	111
Illustration 100 : Répartition spatiale des P _{co₂_sat} (à gauche) et des températures (à droite) des eaux du réservoir représentant l'ensemble du Coniacien-Santonien modifié de Minvielle et al., 2014b)	112
Illustration 101 : Classification des différents types de dolines se développant en contexte de roches solubles (modifié de Waltham et Fookes, 2003).	114

Illustration 102 : Fonctionnement d'une doline (modifié de Williams, 1983)	115
Illustration 103 : Dolines observées sur le terrain (A-Doline en cupule ; B-Doline en cuvette ; C - Doline en entonnoir ; D - Doline asymétrique).....	116
Illustration 104 : Sources retenues pour évaluer l'influence des dolines sur leur signature chimique	117
Illustration 105 : Comparaison des variations de concentration en Mg^{2+} pour des sources dont le bassin d'alimentation présente ou non des dolines (Lorette, 2013)	118
Illustration 106 : Comparaison des variations de concentration en NO_3^- pour les sources possédant ou non des dolines.....	118
Illustration 107 : Répartition des formes karstiques superficielles (nombre et densité) selon la géologie (Lorette, 2013).....	119
Illustration 108 : Répartition des sources, dolines, gouffres et pertes sur le département de Dordogne depuis la BDCavités (Lorette, 2013).....	120
Illustration 109 : Configuration des aquifères karstiques (Marsaud, 1997)	121
Illustration 110 : Tableau synthétique des travaux réalisés au cours des 2 premières années du module.	123

Liste des annexes - Annexes fournies sur le CD joint

Annexe 1 : Logs des 53 sondages de référence de Dordogne	133
Annexe 2 : Tableaux des mesures de fracturation	193
Annexe 3 : Fiche descriptive de la source du Toulon	207
Annexe 4 : Fiche descriptive de la source de Ley Fonts	213
Annexe 5 : Fiche descriptive de la source de Falgueyret	219
Annexe 6 : Fiche descriptive de la source des Moulineaux	225
Annexe 7 : Fiche descriptive de la source de la Glane	229
Annexe 8 : Fiche descriptive de la source des Michauds	237
Annexe 9 : Fiche descriptive de la source de Fongauffier	243
Annexe 10 : Liste des 94 points utilisés pour l'analyse statistique des données hydrochimiques	249

1. Introduction

Dans le cadre de la convention régionale « Gestion des Eaux souterraines en région Aquitaine » signée entre le BRGM, la Région Aquitaine et l'Etat pour la période 2008-2013 avec le soutien financier de l'Agence de l'Eau Adour-Garonne, de l'Europe (fonds FEDER) et des conseils généraux des départements de la Gironde, de la Dordogne et du Lot-et-Garonne, le BRGM a entrepris des actions de recherche et de mise en valeur des ressources en eaux souterraines. Sur la période 2012-2013 (année 4 de la convention), le programme a porté sur les 7 modules suivants :

- **Module 1** : Actualisation et développement du Modèle Nord-Aquitain (MONA) de gestion des systèmes aquifères ;
- **Module 2** : Piézométrie des systèmes aquifères : outils de cartographie et optimisation des réseaux de surveillance ;
- **Module 3** : Valorisation et communication des connaissances hydrogéologiques en Aquitaine ;
- **Module 4** : Connaissances des karsts aquitains : Etude des karsts libres et sous couverture du département de la Dordogne ;
- **Module 5** : Système d'information pour la gestion des eaux souterraines (SIGES) ;
- **Module 6** : Reconnaissance des potentialités aquifères du Plio-Quaternaire des Landes de Gascogne et du Médoc en relation avec les SAGE (Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux) ;
- **Module 7** : Impact du changement climatique sur les eaux souterraines en Aquitaine.

Le présent document est relatif au module 4 et plus particulièrement aux résultats obtenus lors de la deuxième année d'investigation (année 4 de la convention).

Cette étude s'inscrit dans le cadre des actions de Service Public du BRGM (fiche 11EAK25). Elle a été cofinancée par l'Agence de l'Eau Adour-Garonne (à hauteur de 46,5 %), le BRGM (28,14 %), le Conseil Régional (17 %) et le Conseil général de la Dordogne (8,36 %)

Après le rappel du contexte, des objectifs et des avancées réalisées au cours de la première année d'investigation de ce module 4, les résultats obtenus lors de cette deuxième année sont développés selon deux axes :

- le premier traite des aspects géologiques et structuraux qui ont pour vocation de synthétiser l'histoire géologique à la fois sédimentaire et structurale de la Dordogne et permettre d'identifier les périodes favorables à la karstification des réservoirs du Secondaire,
- le second se concentre sur les aspects hydrogéologiques. Il s'attache à comprendre le fonctionnement général des réservoirs du Jurassique et du Crétacé et plus précisément le comportement des systèmes karstiques.

2. Rappel du contexte général et des objectifs

La Dordogne se situe sur la bordure Nord du Bassin aquitain et quatre grandes zones géologiques sont identifiées à l’affleurement (Illustration 1) :

- Le SW du département (Eymet, Bergerac et Mussidan) est composé essentiellement de molasses tertiaires : sables et argiles à intercalations de niveaux de calcaires lacustres (figuré jaune et orange) ;
- La région centrale du département (Sarlat, Périgueux, Brantome, Ribérac) est composée principalement par la série carbonatée du Crétacé supérieur ;
- Une bande au NE du département (Nontron, Thiviers, Terrasson) et un petit secteur au Sud de Domme sont composés de carbonates jurassiques ;
- La bordure septentrionale (au Nord de Thiviers et Terrasson) est constituée par le Permo-Trias et le socle paléozoïque.

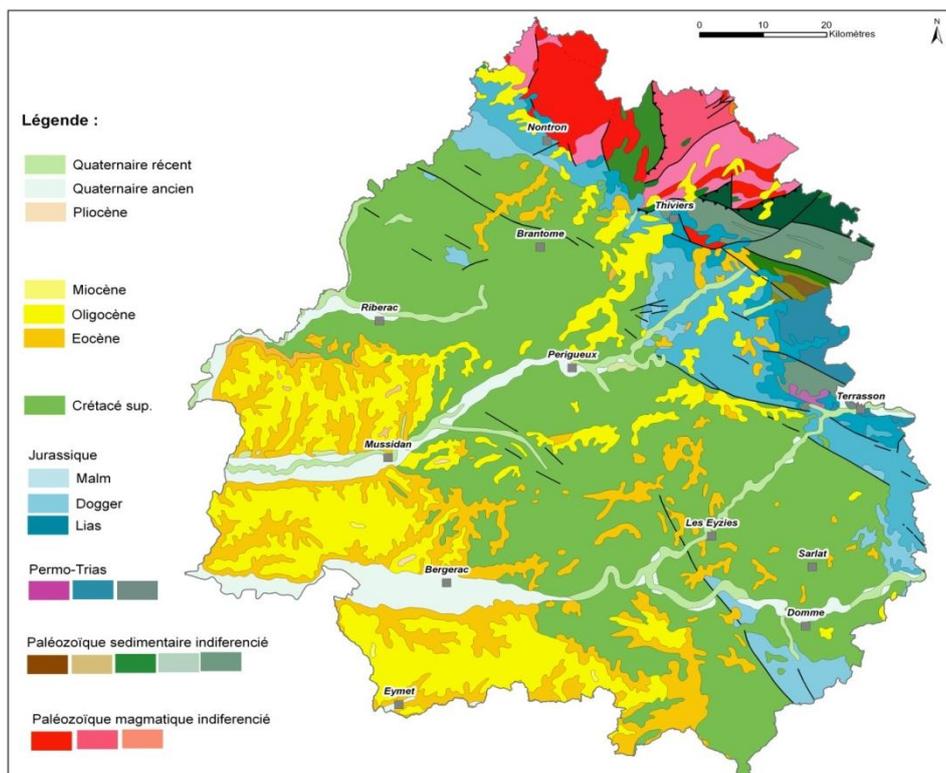


Illustration 1 : Carte géologique schématique de la Dordogne (Cabaret et al., 2012)

Du point de vue tectonique, la Dordogne se caractérise par des pendages régionaux de couches orientés NE-SW de quelques degrés vers le SW. Le bassin est découpé en failles normales E-W (N110°E à N150°E). Ces failles ont partiellement joué en inverse et pourraient être héritées de fractures plus anciennes dites hercyniennes (âge paléozoïque) comme le sont les failles d’orientation N-S a priori décrochantes orientées N10°E et N170°E.

L’ensemble sédimentaire est constitué d’un épais bloc carbonaté depuis le Pliensbachien (Lias) jusqu’au Maastrichtien (Crétacé terminal), séparé par quelques niveaux argileux d’épaisseurs généralement faibles. Il en résulte ainsi un ensemble aquifère multicouche séparé par plusieurs épontes. Cette série est affectée de failles dont les rejets, même modestes (de l’ordre de 30 à

40 m), peuvent mettre en contact différents aquifères. Hydrogéologiquement, ces réservoirs présentent des caractéristiques communes :

- Du point de vue piézométrique, il a été mis en évidence que les aquifères du Secondaire en Dordogne montrent une stabilité des niveaux et des variations saisonnières cycliques de la piézométrie sur la plupart des ouvrages. En effet, la proximité des affleurements induit une forte sensibilité des nappes vis-à-vis de la recharge (Platel et al., 2010) ;

- Du point de vue qualitatif, les eaux du Crétacé montrent un faciès chimique bicarbonaté calcique. Leur chimisme ne semble a priori pas dépendant de leur position géographique ni de l'aquifère capté (Turonien, Coniacien ou Santonien) ni de la profondeur des forages. Les eaux du Jurassique sont également bicarbonatées calciques mais plus l'aquifère s'approfondit (vers le Lot-et-Garonne), plus la teneur en sulfates des eaux augmente. Ainsi, la répartition des faciès chimiques des eaux semble suivre une évolution qui globalement correspond au sens d'écoulement des eaux (Platel et al., 2008) ;

- Ponctuellement, certains ouvrages montrent des dépassements de normes de potabilité pour le fer et le fluor qui sont d'origine naturelle (Mauroux et al., 2003). Concernant les problèmes de turbidité, ceux-ci sont généralement liés à la karstification importante des réservoirs du Secondaire. Les transferts rapides d'eau depuis la surface à travers les conduits karstiques s'accompagnent parfois d'une charge en matières en suspension élevée laquelle est souvent accentuée lors d'épisodes pluvieux. De plus, des problèmes microbiologiques et phytosanitaires peuvent survenir occasionnellement sur certains ouvrages.

Les réservoirs du Secondaire, de par leur importance (69 % des prélèvements ont ainsi lieu dans le Crétacé), constituent une ressource stratégique pour le département de la Dordogne. Toutefois les eaux souterraines qui les constituent montrent une certaine fragilité, liée principalement au caractère karstique et fracturé des formations carbonatées qui permettent des infiltrations d'eau rapides et en quantité depuis la surface vers les parties profondes et/ou favorisent des drainances verticales. Il résulte de ce caractère karstique des difficultés pour la gestion des ressources en eau qui sont liées à :

- La variabilité temporelle des débits et des signatures chimiques,
- La vulnérabilité vis-à-vis des pollutions,
- Des anomalies thermiques (remontées d'eaux chaudes en surface) ou températures anormalement froides en profondeur,
- Des difficultés d'identification des bassins d'alimentation...

Ce projet propose d'améliorer l'état des connaissances de ces aquifères carbonatés et de préciser les modalités de fonctionnement des réservoirs liées pour certains à leur niveau de karstification. Les objectifs sont doubles :

○ **Répondre aux besoins de connaissances sur le fonctionnement général des aquifères carbonatés de Dordogne**, et notamment les systèmes karstiques en s'intéressant à la fois au karst profond et celui de surface mais également à la paléo-hydrogéologie qui « permet de comprendre les phénomènes tant hydrauliques que géochimiques actuels » (Schoeller, 1971)

○ **Mettre en place une méthodologie d'étude des systèmes karstiques qui puisse être transposable à d'autres aquifères carbonatés du bassin aquitain et appropriable par les acteurs locaux** en vue de définir des orientations de gestion. Ce second point a notamment pour volonté de comprendre à court terme certains phénomènes liés au karst (turbidité, anomalies thermiques, ...) en vue de la protection de certains captages.

Au sein des aquifères carbonatés du Jurassique et du Crétacé en Dordogne, des fonctionnements et des typologies diverses sont présentes. L'ensemble n'étant pas spécifiquement que karstique, l'identification des différents modes de fonctionnement est nécessaire. De plus, les problématiques liées à la gestion des eaux souterraines étant nombreuses, aussi bien en surface qu'en profondeur, elles imposent de mettre en œuvre une approche pluridisciplinaire pour comprendre les fonctionnements de ces systèmes complexes.

Deux volets complémentaires sont traités au cours de cette étude :

- Le premier concerne les aspects géologiques et structuraux qui visent à identifier les périodes géologiques favorables à la mise en place des réseaux karstiques en étudiant les différents facteurs qui en sont responsables (la nature de la roche, le climat, la végétation, les variations du niveau marin, la tectonique, les paléo-reliefs, ...)
- Le second traite de la caractérisation des aquifères du point de vue hydrodynamique et hydrochimique permettant d'identifier et répertorier toutes les informations obtenues en surface ou en forage et d'essayer de corréler les informations recueillies afin de caractériser le fonctionnement des aquifères carbonatés.

La suite du rapport dresse pour chaque volet un bilan des avancées réalisées au cours de cette seconde année puis propose une première mise en confrontation des données en vue d'identifier le comportement des aquifères carbonatés.

3. Volet géologique et structural

Le volet géologique a pour objectif la synthèse de l'histoire géologique et structurale de la Dordogne, préalable nécessaire à l'identification des périodes favorables à la karstification des réservoirs du Secondaire. Le développement de ce volet se décompose selon cinq aspects complémentaires tels qu'introduits dans le rapport RP-61681-FR (1^{ère} année de l'étude - (Cabaret et al., 2012) :

- Aspects géomorphologiques,
- Aspects géologiques sensu stricto,
- Aspects paléo-environnementaux,
- Aspects structuraux,
- Aspects de karstologie physique.

Durant cette 2^{ème} année, quatre aspects ont été poursuivis (seul celui concernant la karstologie physique n'a pas été traité).

3.1. ASPECTS GEOMORPHOLOGIQUES : INVENTAIRE DES FORMES ENDO ET EXOKARSTIQUES & PALEOSURFACES

L'analyse de la morphologie karstique, à la fois endo et exokarstique, permet notamment d'identifier des niveaux géologiques et/ou des secteurs géographiques karstifiés. L'inventaire et la caractérisation de ces formes karstiques, aussi bien en surface qu'en profondeur, est un préalable obligatoire à la compréhension du fonctionnement des systèmes karstiques et à l'évaluation des épisodes de karstification. Par ailleurs, la définition des paléosurfaces permet d'identifier les périodes de stabilité du niveau de base où une pénéplaine s'est formée. Le façonnement d'une telle surface correspond à une longue durée géologique, de quelques millions à plusieurs dizaines de millions d'années. Suivre l'évolution des formes d'aplanissement d'époques différentes dans l'espace permet de retracer l'histoire géologique et de marquer les événements fondamentaux d'une région (Dörfliger et al., 2010).

3.1.1. Inventaire des formes karstiques superficielles

La compréhension du fonctionnement des aquifères karstiques requiert notamment l'identification des processus d'infiltration depuis la surface vers la nappe. Dans ces processus, le rôle joué par les formes superficielles peut être déterminant. En effet, elles peuvent constituer des chemins d'infiltration préférentiels vers la nappe et avoir ainsi une incidence à la fois sur la quantité et la qualité des eaux souterraines mais aussi sur les vitesses de transfert depuis la surface (Valois et al., 2011). Parmi ces formes exokarstiques classiques, nous recensons les pertes, avens, gouffres, sources ou encore les dolines. Ces dernières ont fait l'objet d'un inventaire spécifique (Lorette, 2013).

La base de données réalisée s'est appuyée dans un premier temps sur la Base de Données cavités (BD Cavités) qui depuis 1981 recueille, analyse et restitue des informations de base nécessaires à la connaissance et à l'étude préalable des phénomènes liés à la présence de cavités souterraines (<http://www.bdcavite.net>). Après un tri de cette base, les éléments issus de la BSS et de la BD Cavités confidentielles (données privées) ont été ajoutés. Au final, 7566 cavités sont recensées en Dordogne, parmi lesquelles on compte 917 dolines, 467 gouffres,

208 pertes ou encore 1467 sources. Dans un second temps, de nouvelles données relatives aux dolines ont été bancarisées. Celles-ci sont issues de :

- cartes IGN au 1/25 000. Le balayage de l'ensemble du département permet de rechercher les dépressions identifiées sur les cartes. Ces dépressions sont symbolisées soit par forme circulaire au sein de laquelle une flèche montre son centre soit par un cercle dessiné en pointillés bleus (Illustration 2). Cette dernière symbologie décrit des cuvettes. En contexte karstique, l'hypothèse est faite que toutes les dépressions correspondent à des dolines ;
- cartes géologiques ;
- orthophotos (ou photographies aériennes) ;
- 78 rapports de bureaux d'études, pour la plupart récupérés auprès de la société S.H.E (Sol-Hydro-Environnement) et du Conseil Général de Dordogne, et dans lesquels des recensements de dolines peuvent être effectués notamment dans le cadre de l'établissement de périmètres de protection des sources ou des captages ;
- thèses régionales : Peu de travaux de recherches traitent des systèmes karstiques de Dordogne, les systèmes carbonatés karstiques aquitains étant davantage étudiés dans les Causses de Quercy. Ainsi, les thèses concernant le département de la Dordogne ne se focalisent pas sur la globalité du karst mais davantage sur des secteurs plus limités (à l'échelle d'un site (Lascaux) ou de plusieurs captages) ;

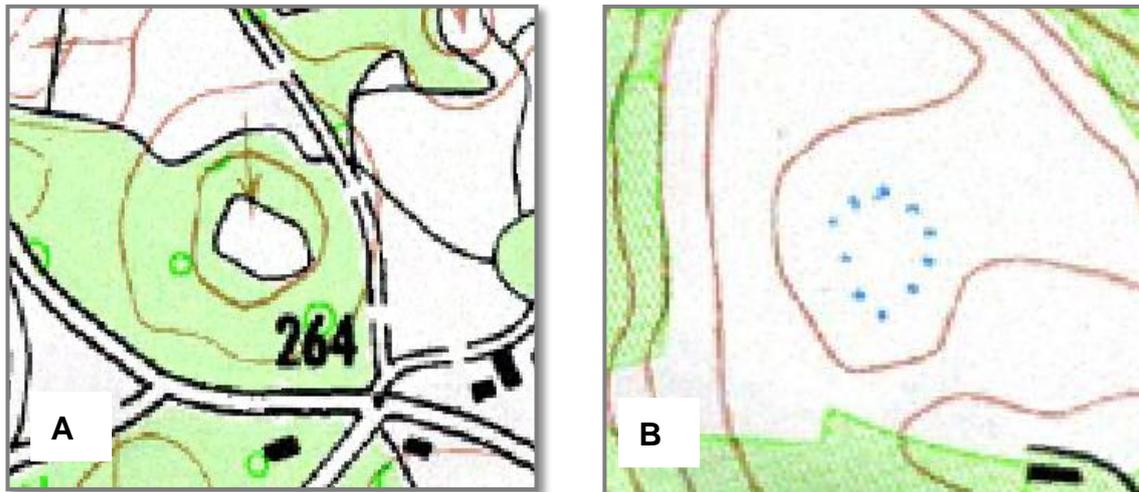


Illustration 2 : Symbologie des dolines sur les cartes IGN au 1/25 000^{ème} : dépression (A) et cuvette (B)

Au total, 470 dolines non référencées dans la BD Cavités ont pu être ajoutées pour constituer au final une base de données regroupant 1387 dolines. On gardera à l'esprit que l'inventaire réalisé repose essentiellement sur l'analyse de cartes dont la résolution ne permet pas de représenter l'ensemble des dolines existantes. En effet, un complément de terrain sur plusieurs secteurs de Dordogne a permis de confirmer que plusieurs dolines d'environ 5 m de large ne sont pas identifiées sur les cartes. De plus, il est impossible, sans un important travail de terrain, de caractériser plus précisément ces dolines en termes de dimensions, notamment de profondeur, et de remplissage. Enfin, le couvert végétal rend peu visible les dolines sur les photos aériennes mais aussi sur le terrain. Il apparaît dès lors qu'un certain nombre de dolines reste à répertorier. Cependant, il n'existe à l'heure actuelle, aucune base en Dordogne ni même en Aquitaine plus complète et précise que celle réalisée au cours de cette année.

La carte de répartition des dolines obtenue à l'issue du travail d'inventaire (Illustration 3) utilise la symbologie officielle décrite par le groupe de surveillance et de cartographie de l'Union Internationale de Spéléologie (IUS, 2013). Elle montre une répartition assez hétérogène des dolines sur le territoire qui est confirmée par la carte de densité des dolines (Illustration 4) selon un maillage de 4 km². Ces cartes permettent de réaliser les observations suivantes :

- dans les terrains jurassiques, les dolines se concentrent essentiellement à l'ouest des Causses de Quercy (bordure Est du département) et au nord-est à proximité du socle ;
- le Crétacé est affecté de dolines principalement au centre du département entre les rives droites de la Dordogne et de l'Isle ;
- les formations cénozoïques montrent très peu de dolines. Le karst étant sous couverture, les formes ne sont pas visibles depuis la surface. Les dolines présentes cependant au sud et au sud-ouest du département sont le témoin du karst creusé dans les calcaires lacustres de l'Oligocène.

Par la suite, un couplage des données sur les formes superficielles avec le Modèle Numérique de Terrain (MNT) au pas 50m est effectué afin de mettre en évidence l'existence possible de positionnement de ces dolines à des altitudes préférentielles. L'histogramme de répartition réalisé (Illustration 5) montre que les altitudes moyennes de Dordogne se situent entre 50 et 250 m NGF environ et que les dolines sont distribuées suivant des altitudes légèrement plus importantes, entre 150 et 300 m NGF. Cette distribution provient de deux origines :

- les dolines se trouvant dans le Jurassique se situent en bordure du Massif Central où les altitudes sont plus élevées par rapport à la moyenne départementale,
- les dolines se trouvent préférentiellement sur les hauts plateaux.

Par la suite, les dolines se sont vu attribuer l'étage géologique qu'elles affectent par recoupement avec la carte géologique harmonisée. Si en termes de quantité, le nombre de dolines dans le Crétacé et le Jurassique est relativement semblable, de l'ordre de 650, en termes de densité (Illustration 6), le Jurassique est beaucoup plus affecté par les dolines que le Crétacé (0.68 dolines par km² dans le Jurassique contre 0.17 dolines par km² dans le Crétacé) du fait d'une surface du Crétacé à l'affleurement beaucoup plus important.

Des pistes de compréhension du fonctionnement des aquifères karstiques de Dordogne à partir de ces données seront amorcées lors de la confrontation des données géologiques avec les données hydrogéologiques (Chapitre 5).

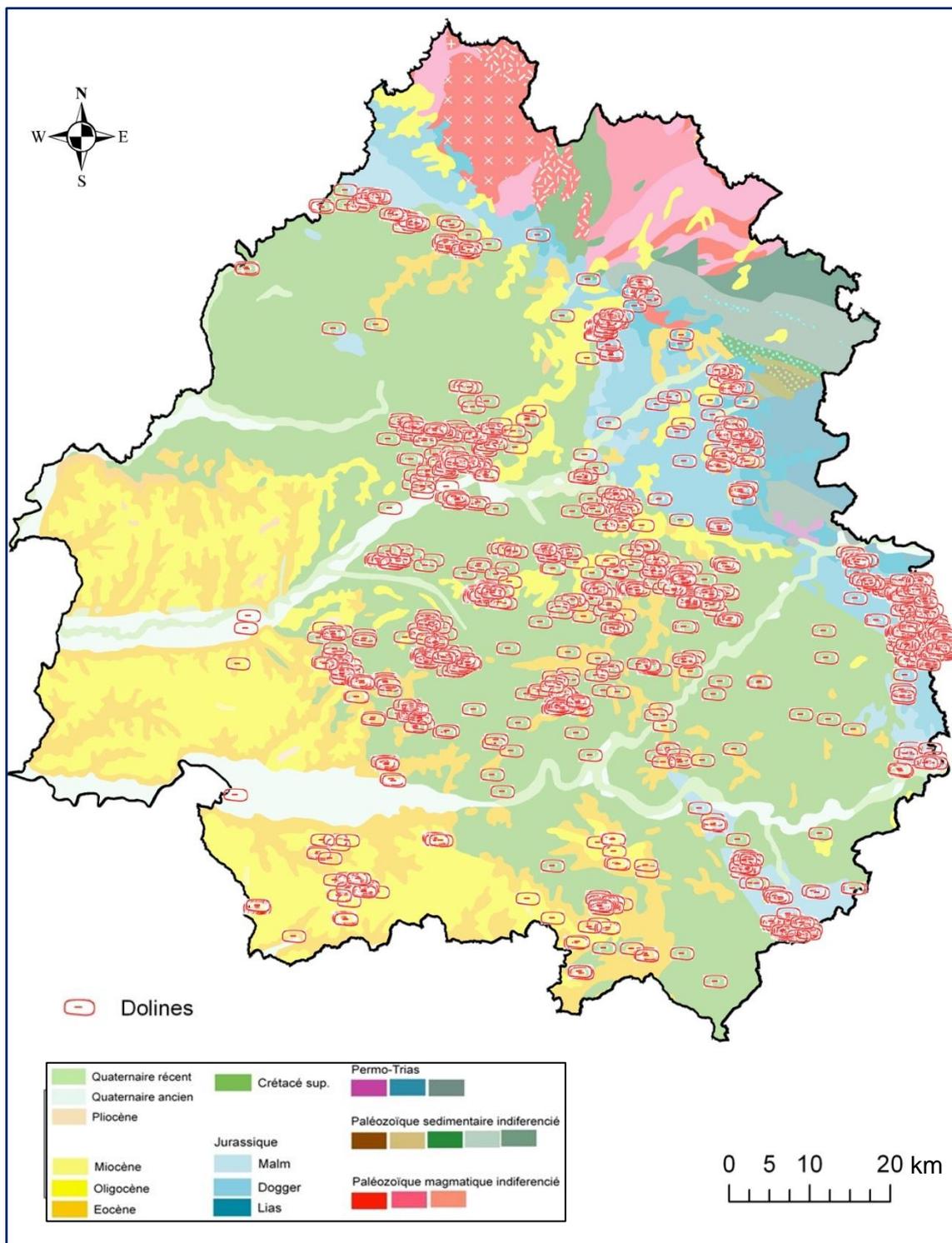


Illustration 3 : Répartition spatiale des dolines en Dordogne (Lorette, 2013)

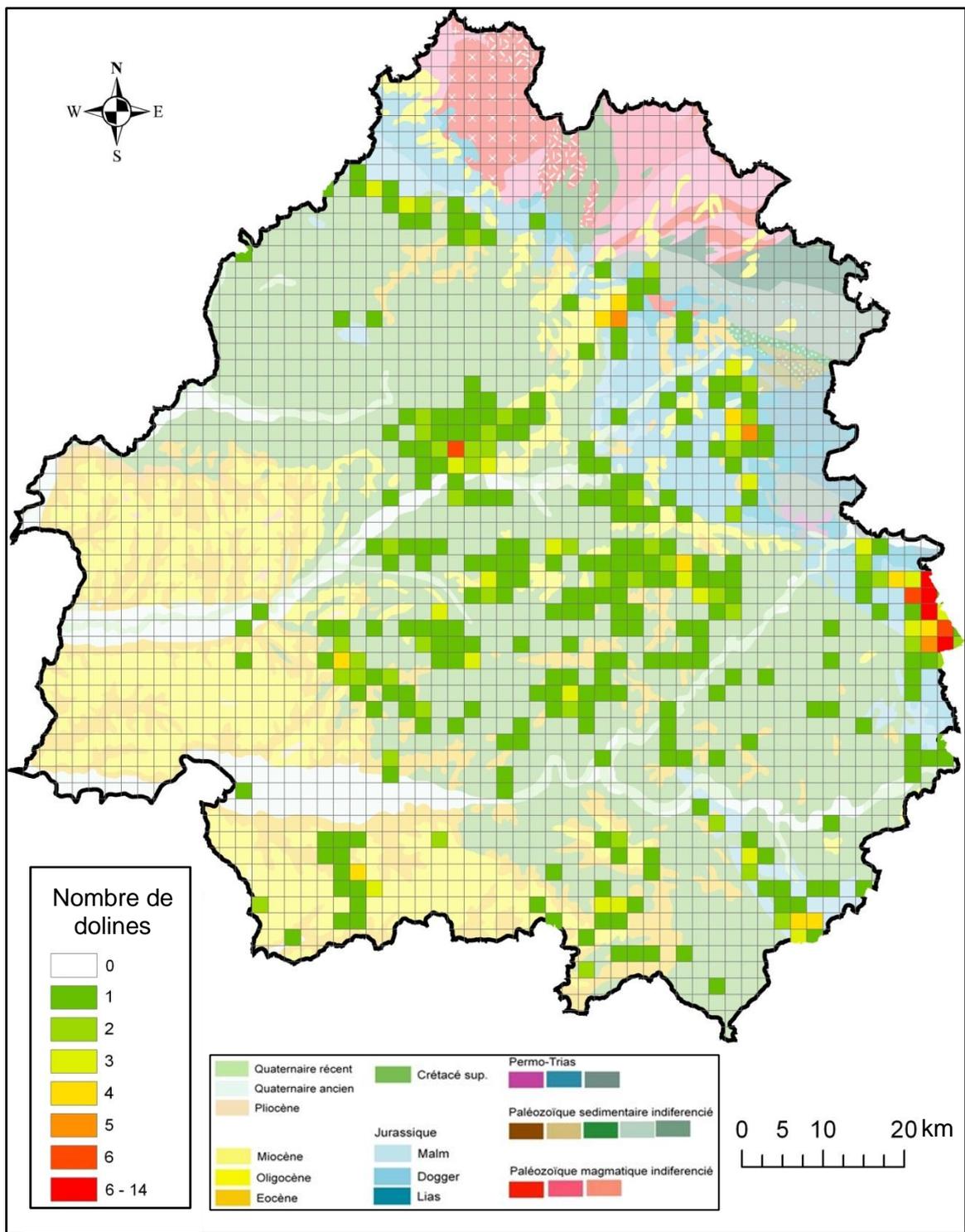


Illustration 4 : Carte de densité de dolines en Dordogne – quadrillage de 4 km² (Lorette, 2013)

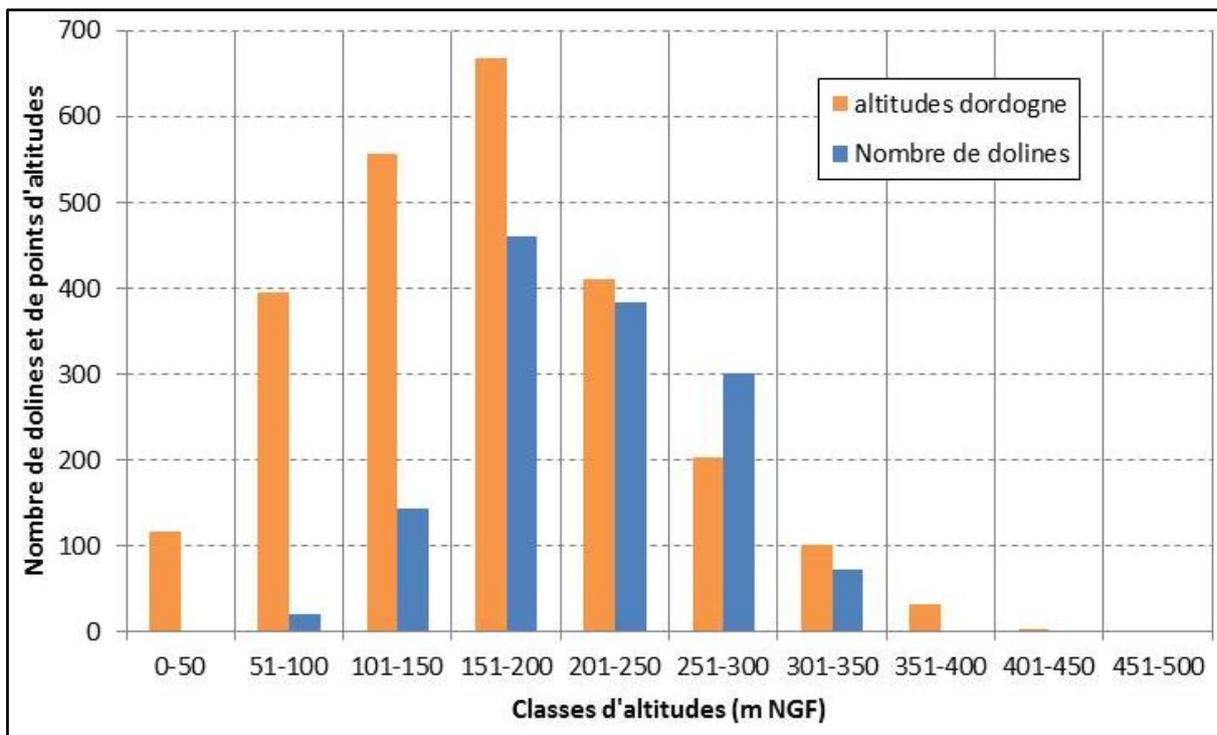


Illustration 5 : Répartition des dolines et points d'altitudes par classes d'altitudes (modifié de Lorette, 2013)

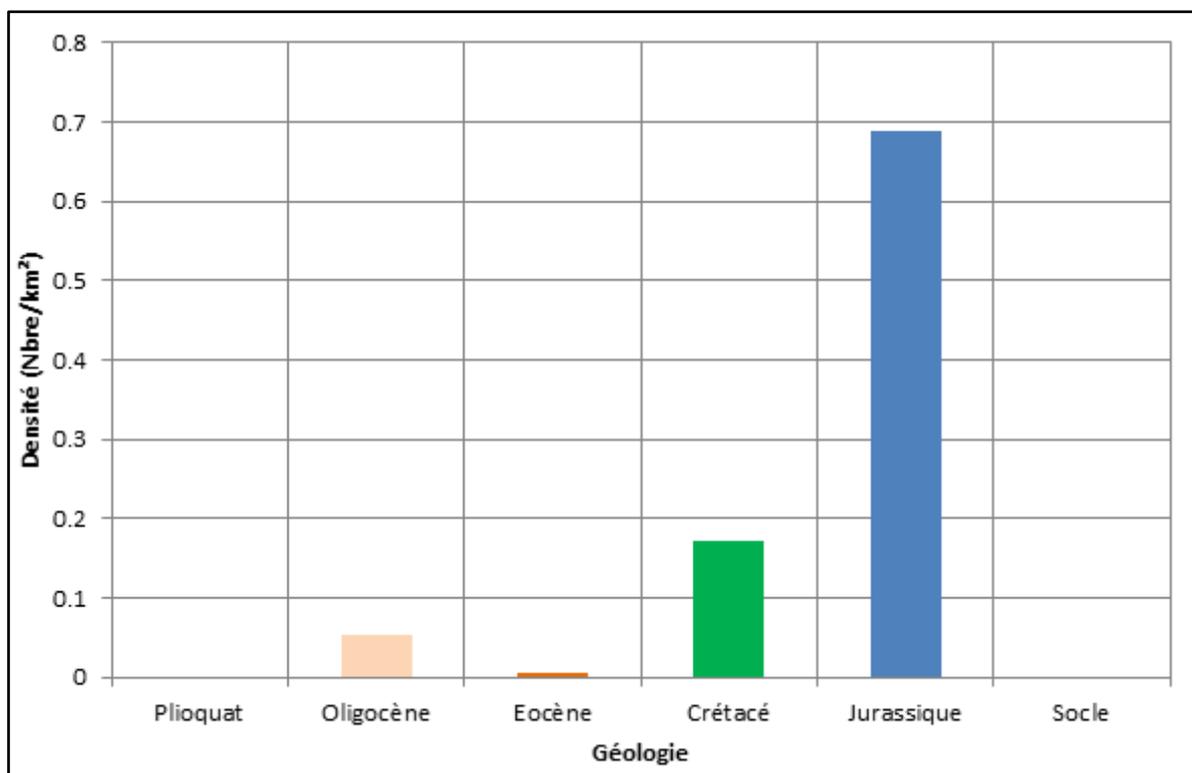


Illustration 6 : Densité de dolines par entité géologique (modifié de Lorette, 2013)

3.1.2. Niveaux karstifiés en profondeur

En profondeur, la présence de fractures élargies ou cavités a un rôle prépondérant dans les écoulements au sein des réservoirs. Ces indices de karstification observables en forage à de grandes profondeurs posent également la question des conditions de leur mise en place (Illustration 7). Ainsi, l'étude de ces formes, liées notamment à la variation des niveaux de base ou à une dissolution de la roche en profondeur, renseigne sur l'histoire de la karstification de la région et permet de mieux connaître la répartition des réservoirs karstifiés. Le travail réalisé au cours de cette année vise à faire la synthèse pour la première fois à l'échelle de la Dordogne de la répartition spatiale (latérale et verticale) des conduits karstifiés et des caractéristiques des arrivées d'eau.

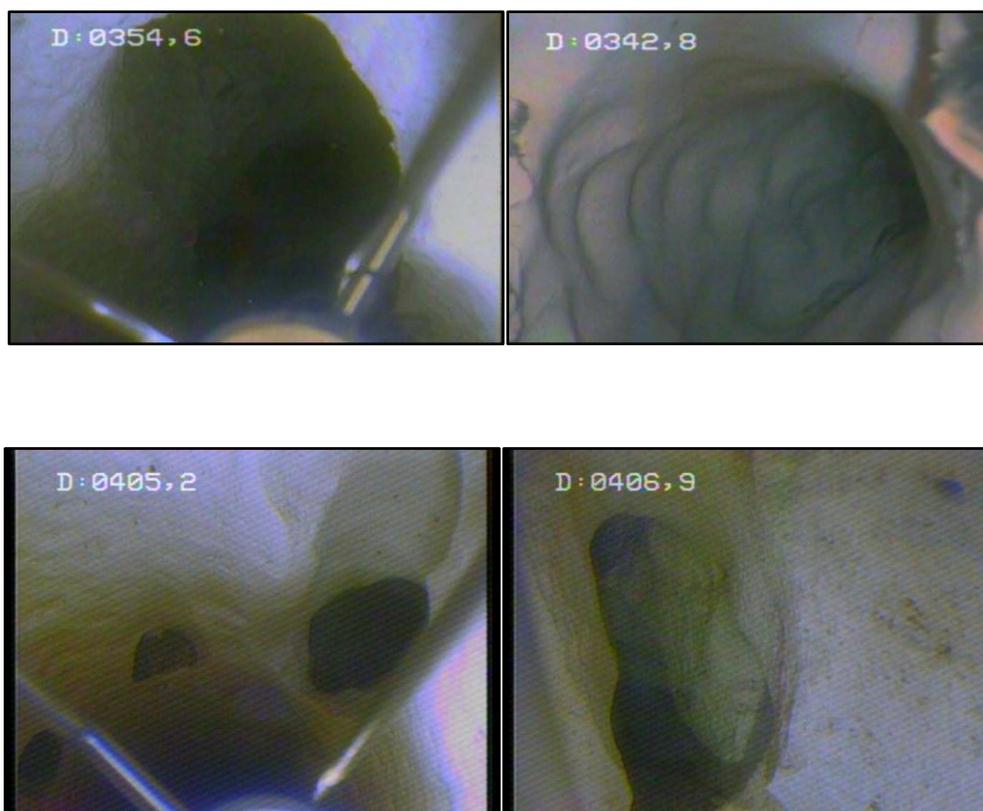


Illustration 7 : Exemples de cavités observables en forage par examen endoscopique (Diagraphie HydroAssistance)

A partir de la Banque de données du Sous-Sol (BSS), les coupes lithologiques de 463 ouvrages ont été repris afin d'identifier pour chacun :

- La profondeur de chaque arrivée d'eau,
- Le débit de chaque arrivée d'eau,
- L'étage géologique de chaque arrivée d'eau,
- La profondeur de chaque conduit karstifié,
- L'étage géologique de chaque conduit karstifié.

Un indice de confiance est proposé sur chaque observation réalisée. Celui-ci a pour but de préciser la source d'information et donc sa précision. En effet, on accordera moins de crédit à une coupe levée par une personne non qualifiée ou dont la qualification en géologie n'est pas connue qu'à celle qui a été validée par un géologue expert et/ou reçu l'appui d'outils spécifiques (caméra, diagraphies au micro-moulinet, ...).

En complément, le bureau d'étude S.H.E. (Sol-Hydro-Environnement) a fourni une quinzaine de rapports liés à des forages de Dordogne pour lesquels des diagraphies, et notamment celles au micro-moulinet, ont permis d'identifier le flux et/ou le débit au sein de la colonne captante de l'ouvrage d'exploitation concerné.

Cet exercice doit cependant être pris avec précautions. D'une part, la comparaison des coupes géologiques prises dans la BSS et les diagraphies récupérées pour un même ouvrage a montré que les données BSS pouvaient s'avérer parfois incomplètes. En effet, les logs disponibles dans la BSS ne montrent parfois pas toutes les arrivées d'eau et/ou les niveaux karstifiés, contrairement aux diagraphies. Les données BSS sont souvent anciennes (années 1950-1960) et les renseignements sur le forage parfois insuffisants. Les interprétations réalisées sur la seule base des coupes géologiques issues de la BSS doivent donc être prises avec toute la mesure nécessaire car elles ne peuvent s'affranchir de l'appui diagraphique et notamment de l'examen endoscopique. D'autre part, l'exercice réalisé a consisté à assimiler une fissure ou une arrivée d'eau à la présence de karstification. Ce raccourci peut cependant être réalisé en première approche car nous sommes en présence de systèmes carbonatés à karstification avérée et les observations par examens endoscopiques montrent que dans la majorité des cas, les arrivées d'eau sont liées à des conduits karstiques. Ainsi, seul l'appui de l'outil caméra, voire l'utilisation de paramètres physico-chimiques, peut permettre d'évaluer la nature karstifiée ou non du réservoir.

La répartition des conduits karstiques (indépendamment des arrivées d'eau) en Dordogne (Illustration 8) démontre la présence de réseaux à très grandes profondeurs, au-delà de - 250 m NGF. Le forage de Vergt notamment (07828X0040/F) présente un conduit à - 845 m NGF (970 m de profondeur). Ce forage est également caractérisé par l'arrivée d'eau froide conduisant à une chute de la température de l'eau de 1,8°C à 670 m de profondeur. Cette anomalie thermique témoigne de circulations rapides des eaux souterraines au sein du réseau développé à cette profondeur.

L'inventaire, pour la première fois en Dordogne, de ces formes karstiques en profondeur démontre la complexité de l'organisation du karst et du fonctionnement auquel il est associé. Il pose également la question de l'origine de cette karstification profonde au regard de conditions dynamiques relativement « calmes » qu'a connu le bassin aquitain en comparaison du contexte structural plus complexe du Languedoc par exemple (extension oligo-aquitaine et crise messinienne).

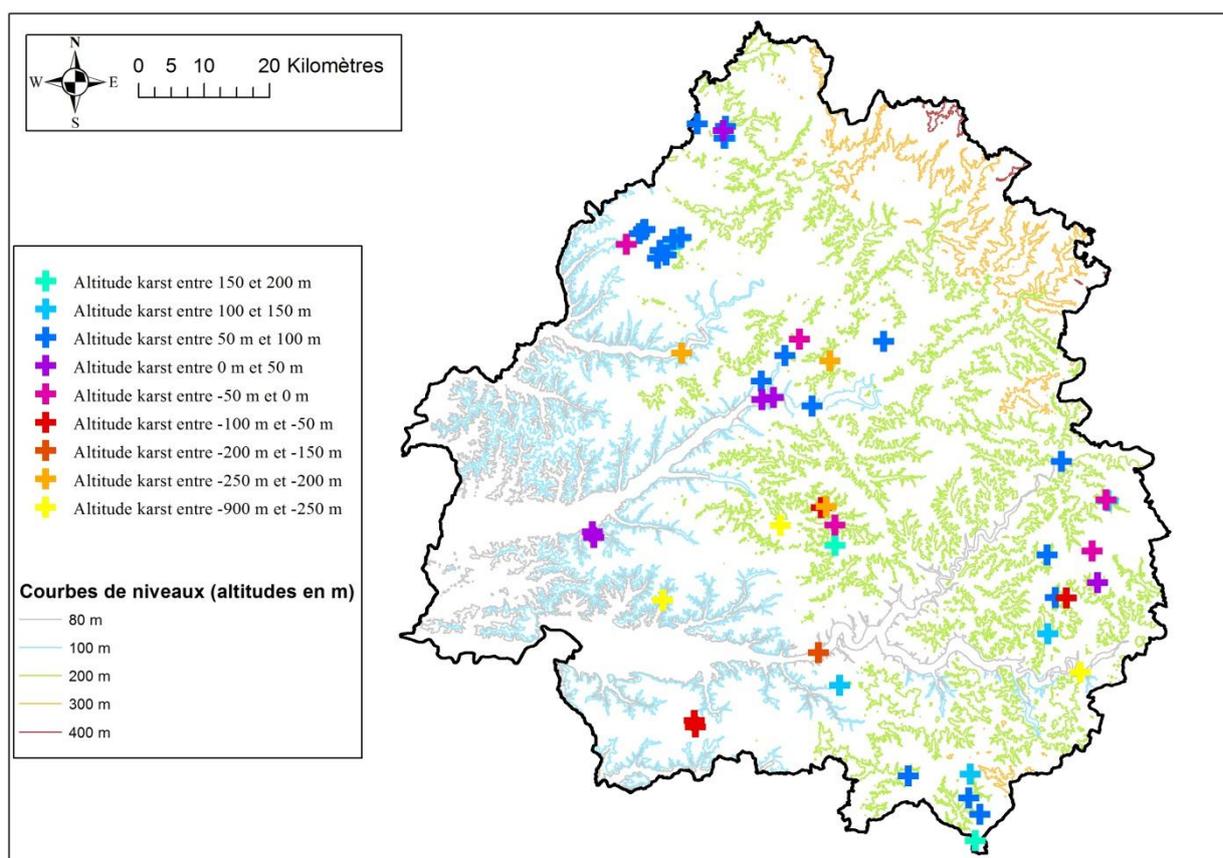


Illustration 8 : Répartition des forages présentant des conduits en fonction de la classe d'altitude
(Lorette, 2013)

3.1.3. Paléosurfaces

L'identification des paléosurfaces s'est appuyée sur une méthodologie par traitement SIG et décrite dans le rapport RP-58237-FR (Dorfliger et al., 2010). Une topographie (« MNT ») avec un maillage d'échantillonnage de 50 m maximum est nécessaire. Sur la Dordogne nous disposons d'une maille de 25 m.

Les étapes sont les suivantes : On réalise tout d'abord, sous SIG, une carte des pentes puis celles-ci sont regroupées (seules les classes 1-3 % et 3-5 % sont conservées). Les polygones sont ensuite classés par tranches d'altitudes et enfin on supprime les fonds de vallées (surfaces planes actuelles). Deux méthodes sont utilisées selon la taille de la vallée :

- Il faut croiser les lignes du réseau hydrographique avec les polygones de pentes ; les polygones qui recoupent un cours d'eau sont supprimés.
- Dans les grandes vallées (Garonne, Dordogne, Isle, Dronne, ...), le tracé du cours d'eau ne permet pas de supprimer tous les polygones correspondant à la surface actuelle. Un contour de la vallée est alors effectué (lit majeur par exemple) puis le traitement de croisement et de suppression des éléments d'intersection est reproduit comme avec le linéaire des cours d'eaux.

Cette méthode a comme avantage de pouvoir facilement et rapidement mettre en évidence la (ou les) principale(s) zone(s) plane(s). Toutefois en Dordogne le résultat ne laisse pas apparaître des secteurs privilégiés (Illustration 9).

Pour aller plus loin, il apparaît nécessaire de poursuivre sur 3 points :

- Approche plus naturaliste sur le terrain pour identifier directement les paléosurfaces. Ceci permettra d'identifier les secteurs et niveaux intensément karstifiés, de connaître les zones d'infiltration du système karstique ou encore de donner des indications sur les variations du niveau de base,
- Log synthétique des faciès et des principales discontinuités et période d'émersions. Ceci permettra de définir les horizons intensément karstifiés, d'identifier les arrêts de sédimentation qui sont des éléments de compréhension sur la géométrie des épontes et des aquifères (et leur variations possibles de propriétés hydrodynamiques) et d'étayer le contexte paléogéographique pour une meilleure compréhension géologique générale,
- Synthèse structurale exhaustive qui permettra de connaître l'orientation des drains majeurs (lorsque les fractures majeures sont orientées suivant le gradient) et d'étudier les décalages majeurs entre les compartiments et les isolements ou mise en contact des aquifères.

L'ensemble de ces points s'appuie sur des éléments déjà à disposition et collectés notamment dans le cadre de cette étude. Ils seront traités au fur et à mesure des besoins.

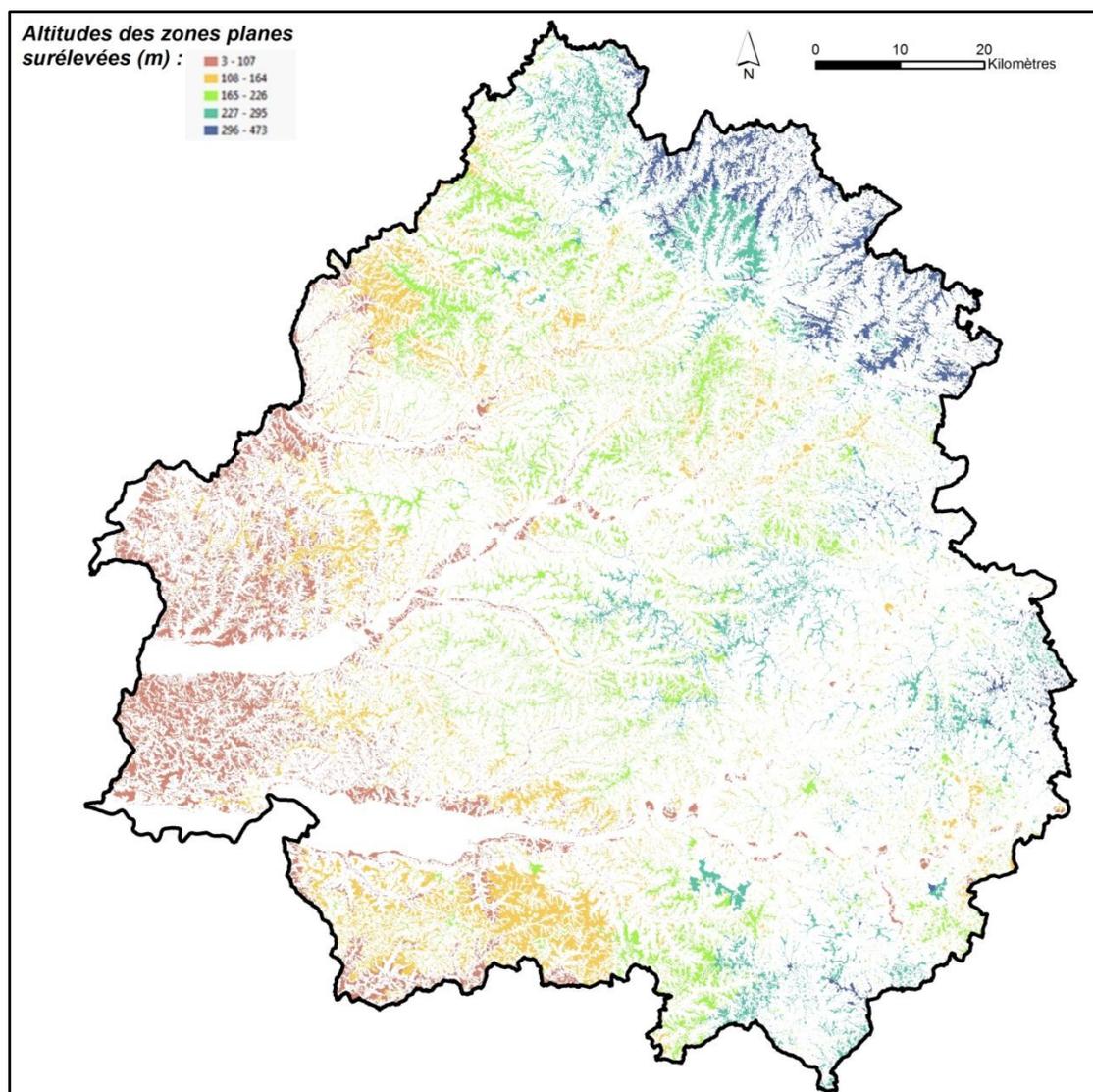


Illustration 9 : Carte des zones planes surélevées de la Dordogne

3.1.4. Conclusion et perspectives

Les éléments de morphologie récupérés permettent à ce jour de disposer de données importantes pour une future compréhension du fonctionnement des systèmes karstiques en surface et en profondeur. Des corrélations avec les données hydrogéologiques seront proposées dans le chapitre 5.

La poursuite des travaux pourrait être envisagée par :

- L'appui des spéléologues pour dans l'identification des conduits karstiques en profondeur et des cavités du département afin de disposer d'un inventaire des formes karstiques la plus exhaustive possible ;
- La réalisation de cartes de répartition spatiale des niveaux karstifiés en profondeur par unité réservoir qui pourrait permettre d'identifier les volumes karstifiés ;
- La connaissance des anomalies de température en profondeur et notamment préciser, par l'appui diagraphique, les arrivées d'eaux chaude et froide.

3.2. ASPECTS GEOLOGIQUES SENSU STRICTO

Ce volet a pour vocation de disposer de l'information géologique de base. Celle-ci nécessite la mise à disposition d'une carte géologique avec une description précise et la réalisation de logs régionaux. Ce volet doit permettre d'une part d'évaluer les zones de recouvrement du karst par des couches « acides » (sables) ou imperméables (argiles, marnes, altérites) et préciser les bordures des karsts (terrains cristallophylliens) et, d'autre part, de mettre en évidence les passages latéraux de faciès qui influencent notamment les écoulements souterrains (apparition de niveaux imperméables, épaissement de séries ...).

3.2.1. Valorisation de la carte géologique homogénéisée

L'homogénéisation des cartes géologiques obtenue du travail de l'année 1 permet de rendre compte de la cartographie de la couverture. Celle-ci est de deux types :

- argileuse à argilo-sableuse (Illustration 10) : elle constitue les terrains imperméables qui provoque un écoulement superficiel des pluies par ruissellement avant une infiltration sur les bordures aval des formations. Ces recouvrements argileux à argilo-sableux concernent l'ensemble du territoire de Dordogne à l'exception des formations de socle et de celles du Jurassique qui occupent une bande étroite en contact avec le socle au nord-est du territoire. Ils sont représentés par :
 - les altérites et colluvions argileux,
 - Les alluvions argileuses récentes,
 - Les molasses et argiles fluviatiles tertiaires,
 - Les marnes et calcaire argileux du Crétacé sup.,
 - Les marnes du Lias et marno-calcaire du Malm (Jurassique).

- sableuse à sablo-argileuse (Illustration 11) : elle constitue des terrains perméables et semi-perméables qui permettent une infiltration des pluies dans le karst. Selon le temps de contact, une acidification accrue peut être provoquée. Ces couvertures sont :
 - Les terrasses alluviales représentées par des graviers et galets avec une matrice sableuse parfois argileuse,
 - Les dépôts fluviatiles du Tertiaire sont discordants sur le Crétacé et le Jurassique sur tout le département et largement représentés dans le SW du département. Au SW, le bassin est plus subsidant et a permis de les conserver,
 - Des faciès très localisés du Crétacé sup. : Le Cénomaniens qui présente pour partie des sables (Formation de Quinsac). Le Turonien supérieur et le Coniacien inf. en renferment aussi mais très localement. Ils ne sont pas, pour cette raison, représentés sur la carte,
 - Le Lias renferme des dépôts sableux et gréseux importants, notamment la base du Lias (Formation de La Madelaine).

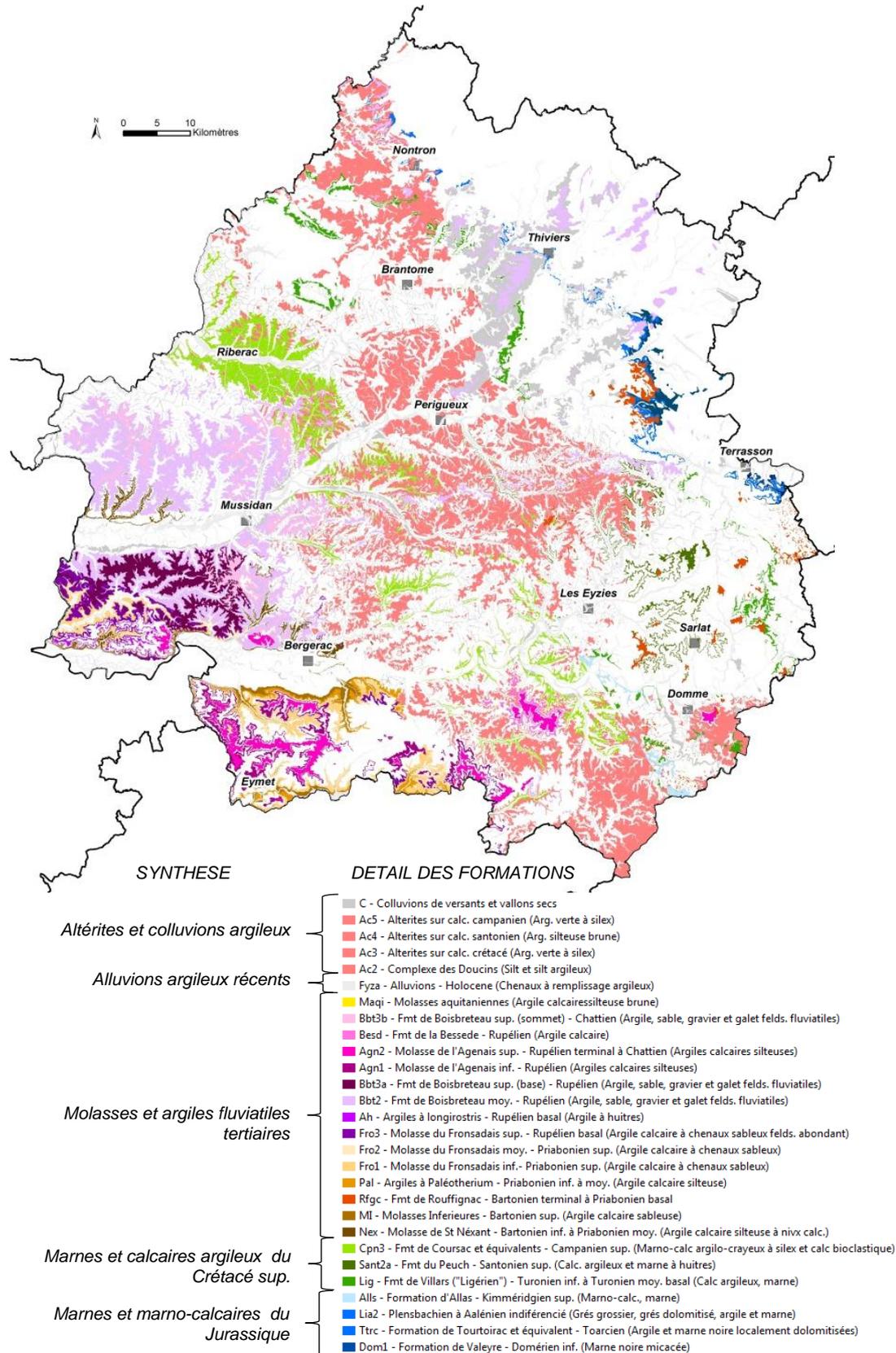


Illustration 10 : Carte des formations argileuses et argilo-sableuses affleurantes de la Dordogne

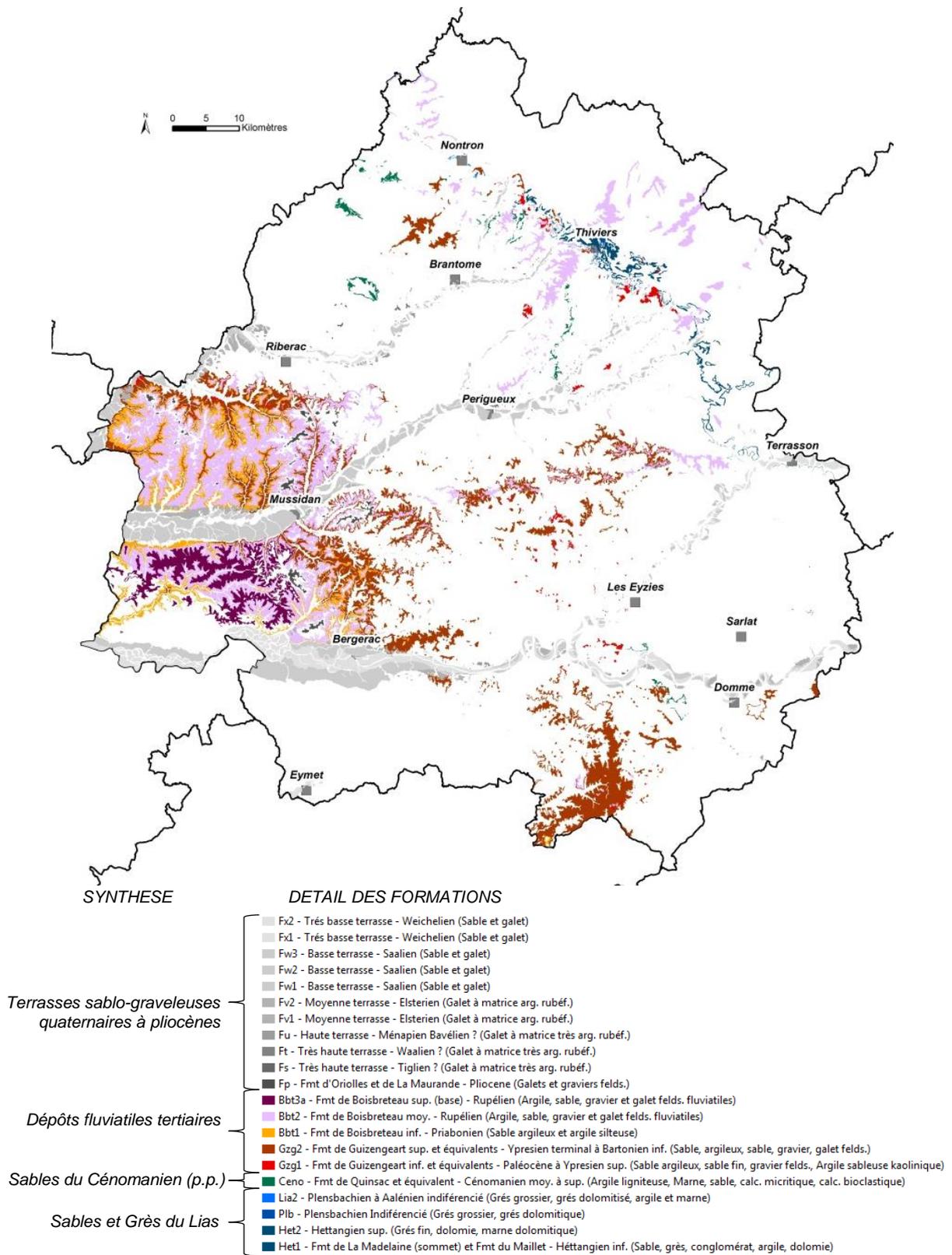


Illustration 11 : Carte des formations sableuses et sablo-argileuses affleurantes de la Dordogne

3.2.2. Logs et coupes de référence

En complément, l'établissement de logs régionaux servant de référence a été effectué. Ces sondages ont fait l'objet d'une validation et ont été intégrés dans la base nationale qui alimentera par ailleurs le Référentiel Géologique de la France (RGF). Des lexiques et un éditeur de log créés pour l'occasion permettent de compléter les données RGF par des données personnalisables sur les passes et les discontinuités géologiques.

Ces logs de référence ont été retenus de manière à obtenir 1 à 5 sondages par carte géologique couvrant la Dordogne. Ils ont été choisis selon les critères suivant :

- La profondeur : les sondages profonds sont privilégiés (+ de 1000 m), couplés avec des sondages de 200-300 m afin de préciser les 300 premiers mètres souvent négligés dans les forages profonds,
- La qualité de la description du sondage,
- La présence de documents associés (diagraphies, datations, ...).

Au total, 53 sondages ont été retenus (Illustration 12, Illustration 13 et Annexe 1).

Indice_BSS	Prof.	Commune	Lieu_Dit	X_WGS84	Y_WGS84	Date_Sond
07107X0014	93,6	JAVERLHAC	LE BUISSON	0,54355	45,57667	27/01/1976
07116X0207	64	MIALET	MONTECHABROULET	0,87747	45,60078	30/04/1990
07338X0015	313	NANTEUIL-AURIAC	MOULIN DE GALY	0,31504	45,39400	03/07/1985
07338X0016	229	VENDOIRE	CHEZ DAGOT	0,29890	45,41712	25/07/1985
07341X0010	635	SAINTE-CROIX-DE-MAREUIL	LA PINASSIERE	0,40725	45,46939	08/03/1990
07355X0004	96	SAINT-PIERRE-DE-COLE	DU BOURG	0,79577	45,37488	12/12/1985
07355X0005	68	SAINT-PIERRE-DE-COLE	VALLEE DE LA COLE	0,78233	45,37137	30/12/1984
07356X0022	69	LEMPZOURS	LES RENAUDIÉS - P 81 PIÈCE B	0,81728	45,36154	10/12/2010
07357X0004	122,5	EYZERAC	LA CROIX DE GIRIL	0,90231	45,37750	09/07/1987
07357X0005	180	VAUNAC	LAS COMBAS	0,89833	45,36809	30/10/1989
07361X0003	85,3	JUMILHAC-LE-GRAND	NORD-FOUILLOU	1,07897	45,53344	01/09/1980
07574X0014	350	ALLEMANS	LES BORDES	0,31392	45,30903	18/08/1987
07575X0025	84	PARCOUL	AU FAGNARD	0,04617	45,19652	31/12/1987
07576X0026	450	SAINT-AULAYE	SINSAC - PARC. ZC 23	0,13842	45,21117	
07578X0035	53	SIORAC-DE-RIBERAC	LES FEYTAUDS	0,32509	45,18908	01/10/1981
07578X0040	372	VILLETUREIX	PRAIRIE DE BONAFON	0,35314	45,25917	04/09/2002
07581X0009	192	VERTEILLAC	Verteillac - La Bertaille	0,38048	45,35471	01/01/1985
07582X0007	1097	CHAPDEUIL	LTB1 - La Tour Blanche	0,46584	45,35161	01/01/1958
07591X0005	200	AGONAC	BORIE DES CAILLOUX	0,72380	45,27726	01/05/1986
07591X0008	430	EYVIRAT	LAPOMAREDE	0,72825	45,31422	31/12/1987
07595X0007	145	BOULAZAC	PERIGUEUX - ZONE INDUSTRIELLE	0,77217	45,18020	25/05/1968
07598X0004	66	TOURTOIRAC	LA ROUGERIE	1,07041	45,25059	13/01/1989
07598X0005	66	TOURTOIRAC	LA ROUGERIE	1,07464	45,24977	30/01/1989
07598X0006	72	CHOURGNAC	LA ROUGERIE	1,06772	45,24534	30/01/1989
07598X0007	120	TOURTOIRAC	LA ROUGERIE	1,06831	45,25354	30/10/1991
07598X0008	77	AJAT	BEAUZENS	1,04242	45,18037	22/06/1989
07598X0009	120	TOURTOIRAC	LA ROUGERIE	1,06828	45,25354	18/07/1991
07598X0016	24	TOURTOIRAC	LA ROUGERIE	1,07001	45,25985	11/01/1989
07816X0032	235	MONTPON-MENESTEROL	LE RUISSEAU NOIR	0,13718	45,00685	25/02/2005
07823X0007	357	GRIGNOLS	DOMAINE DES CHAUMES	0,55760	45,11628	31/12/1987
07833X0007	448	FOSSEMAGNE	LES CHAUFFOURS	0,97260	45,09201	05/06/1987
07835X0008	504	VERGT	CHAUPRADES	0,74304	45,02645	01/01/1976
07841X0019	344	BACHELLERIE(LA)	CHARNAILLAS	1,16547	45,11013	12/12/1995
07843X0011	340	TERRASSON-LAVILLEDIEU	VALLON DES BEYNATS	1,30033	45,10124	28/07/1988
07845X0013	290	SAINT-LEON-SUR-VEZERE	LA ROCHETTE PARC. AH N° 285	1,10504	45,00752	01/09/2007
08054X0003	2155	SAINT-GERY	SG1 - St Gery - La Vigneronnage	0,34828	44,98336	14/09/1958
08061X0036	62,8	GINESTET	LE BOURG	0,42772	44,91356	
08062X0019	564	MAURENS	STATION POMPAGE DE LADOUX	0,48219	44,92807	26/07/1989
08063X0014	291	SAINT-GEORGES	LES MAILLS	0,62536	44,92793	30/08/1988
08065X0025	273	LAMONZIE-SAINT-MARTIN	LA SIONIE	0,37987	44,82017	01/08/1985
08065X0029	646	LUNAS	LA VIGERIE	0,39305	44,90626	07/06/1999
08072X0011	703	SAINTE-ALVERE	LE FALGUEYRET	0,83525	44,92472	08/12/1989
08072X0020	516	PEZULS	LA RIVIERE NORD	0,80670	44,91202	08/10/1991
08082X0006	170	MARQUAY	LA CARRIERE	1,16936	44,92227	30/09/1988
08083X0027	243	SALIGNAC-EYVIGUES	LA PLANQUE	1,34443	44,98087	18/11/1986
08084X0008	483	SALIGNAC-EYVIGUES	PARC.59 - NORD DU BOUSQUAL	1,35565	44,96971	18/02/1992
08305X0050	146	EYMET	LE FRAYSSE - PARC. ZY 16	0,42212	44,66353	06/11/2012
08312X0022	378	SAINTE-CROIX		0,81735	44,75172	04/03/1988
08313X0002	90	BOUILLAC	ST-AVIT-DE-BESSEDE	0,91598	44,78264	01/07/1968
08315X0021	345	RAMPIEUX	BOUCHOU	0,78266	44,72044	30/07/1991
08316X0017	800	GAUGEAC	SEGALASSOU	0,88467	44,66938	30/10/2000
08318X0018	703	SAINT-CERNIN-DE-L'HERM	MAISON NEUVE - LA MOULINE	1,06728	44,64723	01/01/2001
08326X0001	2037	CAMPAGNAC-LES-QUERCY	CAMPAGNAC 1	1,19074	44,68629	01/07/1957

Illustration 13 : Tableau des 53 sondages de références en Dordogne

3.2.3. Conclusion et perspectives

Au terme de cet exercice, le croisement des informations issues de la carte géologique et des sondages de référence permet de révéler 3 ensembles carbonatés de manière synthétique (Illustration 14) :

- **Les calcaires lacustres de l'Eocène sup. à l'Aquitaniens dans le sud du département** (au sud de Bergerac) auxquels s'ajoute le calcaire à Astéries au sud-ouest (Ste Foy la Grande). Ces calcaires sont tendres et de faible épaisseur mais présentent localement une forte intensité de karstification connue dans le nord de l'Entre-Deux-Mers (département de la Gironde), dans le calcaire à astéries oligocène, et dans le Lot-et-Garonne au niveau des calcaires lacustres miocènes. Les intercalations argileuses sont nombreuses dans cette série.

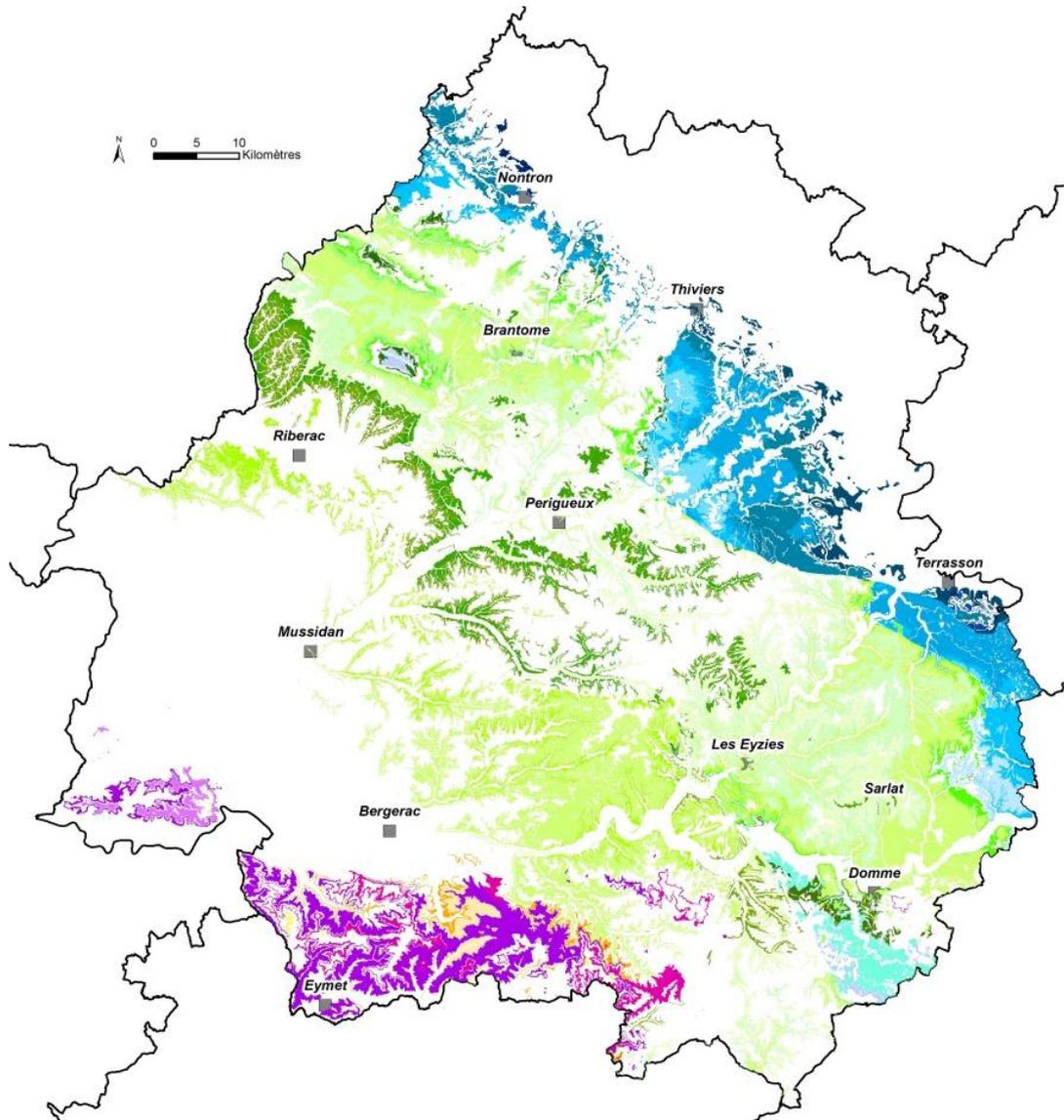
- **Les calcaires crétacés sup. forment une bande depuis le nord-ouest jusqu'au sud-est du département.** Ces calcaires se caractérisent par une succession de calcaires crayeux tendres où s'intercalent des calcaires plus durs formant des barres dans la morphologie (Coniacien sup. / Turonien sup.). Certains de ces niveaux calcaires sont karstifiés. Notons la présence locale de Jurassique dans les anticlinaux de La Tour Blanche, Ste Croix de Mareuil (au NW) et une bande le long de la faille de St Cyprien (au SE) qui affleurent au sein de cet ensemble crétacé. Les intercalations argileuses sont peu nombreuses et peu épaisses :

- Cénomaniens (très localement)
- Le Turonien inférieur : Formation de Villars
- Le Coniacien inférieur et une partie du Turonien sup. (à l'Est)
- La zone centrale du Santonien (localement) : Marnes à huitres
- La base du Campanien sup.

- **Les calcaires jurassiques (Dogger et Malm principalement) forment une bande du nord à l'est du département.** Ces calcaires massifs sont très karstifiés et présentent d'importantes manifestations karstiques telles que les dolines (chapitre 3.1 de ce rapport). Dans le Dogger et le Malm, il y a peu d'intercalations argileuses (un niveau au Kimméridgien inf. et localement au Dogger). Le Lias, en revanche, est majoritairement marneux avec des niveaux calcaires et/ou dolomitiques et la présence d'évaporites à la base du Lias.

Par ailleurs, l'examen des cartes de recouvrement révèle la grande variabilité de la nature et de la répartition de la couverture. Son rôle sur la karstification peut alors apparaître important.

Pour aller plus loin, la connaissance de l'évolution de la couverture avec le temps pourrait permettre de préciser les périodes de karstification. Ainsi, existe-t-il une couverture « fossile » en fonction des périodes d'émersion ? Cette couverture fossile n'est plus visible actuellement. Soit elle a été entièrement démantelée et se retrouve en lambeau piégé dans le karst ; soit elle affleure plus en aval, l'érosion ayant décapé une partie de la formation et fait reculer le contact couverture / carbonates.



CARBONATES TERTIAIRES ET CRETACES

CARBONATES DURS DU JURASSIQUE

Tertiaire	■ CBA - Calc. Blanc de l'Agenais - Aquitainien basal (Calc. lacustre)
	■ Mbzc - Calc. de Montbazillac - Rupélien (Calc. lacustre)
	■ Ast - Calc. à Astéries - Rupélien (Calc. bioclastique)
	■ Cast - Fmt de Castillon - Rupélien basal (Calcaire et marne lacustre)
	■ Isgc - Calc. d'Issigeac - Priabonien sup. (Calc. lacustre)
	■ Fmt des Ondes - Priabonien moy. (Calc. et marne lacustre)
	■ Maa - Fmt de Maurens (sommets) - Maastriclien inf. (Calc. tuffoide à Orbitoides)
	■ Cpn6 - Fmt de Maurens (base) - Campanien sup. (Calc. tuffoide à Orbitoides)
	■ Cpn5 - Fmt de Mussidan et équivalents - Campanien sup. (Calc. bioclastique à rudistes)
	■ Cpn4 - Fmt de Neuvic et équivalents - Campanien sup. (Calc. argilo-crayeux et calcaire bioclastique)
Crétacé sup.	■ Cpn2 - Fmt de Marsaguet et équivalents - Campanien inf. (Calc. crayeux à silex et calc. argileux)
	■ Cpn1 - Fmt d'Atur et équivalent - Campanien inf. (Calc. crayeux)
	■ Sant2 - Santonien sup. indifférencié (Calc. glauconieux crayeux à silex et calc. argileux)
	■ Sant1 - Fmt de Boussitrans et équivalent - Santonien inf. (Calc. crayeux et glauconieux, grés calc. sable)
	■ Con - Coniacien inf. (Calc. bioclastique, calc. gréseux, sable, marne, calca. crayeux glauconieux)
	■ ConB - Fmt du Boulou et équivalent - Conacien inf. (Calc. gréseux glauconieux, sable, marnes)
	■ BDM - Fmt de Bourg des Maisons et équivalents - Turonien sup. (Calc. à rudistes, Calc. gréseux, marne)
	■ Ang - Fmt d'Angouleme et équivalents - Turonien moy. (Calc. crayeux tendre à rudistes, calcarénite ocre)
	■ Dom - Fmt de Domme - Turonien inf. à moy. (Calc. crayeux)
	■ Ceno - Sables, marnes, calcaires

Malm	■ C21 - Fmt de Cazals et équivalents - Thithonien inf. terminal à Thithonien moy. (Micrite)
	■ Slvc - Fmt de Salviac et équivalent - Thithonien inf. (Micrite et dolomiticrite)
	■ Mrt1 - Fmt de La Martelle et de Cercles - Kim. terminal à Thithonien moy. (Dolomie et calc. dolomitique fin)
	■ Mrt1 - Fmt de Ste Croix de Mareuil - Kim. inf. à sup. (Calc. micritique à interbanc marneux)
	■ Kim - Kimméridgien indifférencié (Micrite)
	■ Ox2 - Oxfordien sommet (Calc. micritique et oolithique)
	■ Ox1 - Oxfordien base (Calc. micritique et oolithique)
	■ Cal1 - Callovien (Calc. micritique bioclastique et oolithique)
	■ Bat3 - Bathonien sup. (Calc. micritique et bioclastique)
	■ Bat2 - Bathonien inf. à moy. (Calc. micritique et bioclastique à mvs d'argile ligniteuse)
Dogger	■ Bat1 - Bathonien inf. (Calc. micritique en petit banc et marne ligniteuse)
	■ Baj3 - Bajocien sup. à Bathonien inf. (Calc. micritique oolithique et bioclastique)
	■ Baj2 - Bajocien moy. (Calc. micritique oolithique et bioclastique)
	■ Baj1 - Bajocien inf. (Calc. oolithique et bioclastique recristallisé)
	■ Aal - Aalénien (Calc. bioclastique roux)
	■ Lia2 - Plémsbachien à Aalénien indifférencié (Grés grossier, grés dolomitisé, argile et marne)
	■ Lia1 - Hettangien à Sinémurien indifférencié (Grés grossier, dolomie et calc. oolithique)
	■ Dom2 - Barre à Pecten - Domérien sup. (Calc. gréseux bioclastique roux)
	■ Cnx - Carnien (Calcaire gréseux fin)
	■ Sin2 - Sinémurien sup. (Calc. micritique et oolithique)
Lias	■ Sin1 - Hettangien terminal à Sinémurien (Calc. gravelleux et oolithique dolomitisés)
	■ Hst2 - Dom2 - Hettangien sup. à Domérien sup. (Calc. et marne dolomitiques, argile, calc. gréseux, cargneule)
	■ Hst2 - Sin1 - Fmt de Capdenac et de Planioles - Hettangien sup. à Sinémurien inf. (Calc., dolomie, cargneule)
	■ Hst2 - Sin1 - Fmt de Capdenac et de Planioles - Hettangien sup. à Sinémurien inf. (Calc., dolomie, cargneule)

Illustration 14 : Carte des formations carbonatées affleurantes de la Dordogne

3.3. ASPECTS PALEO-ENVIRONNEMENTAUX : INVENTAIRE DES CARTES PALEO GEOGRAPHIQUES

Les informations paléo-environnementales permettent d'établir des cartes paléogéographiques par étages afin d'identifier les périodes d'émersion, la variation d'altitude du niveau de base au cours du temps et donc, au final, le potentiel de karstification.

Le travail réalisé au cours de cette année a consisté à réaliser un premier inventaire des cartes paléogéographiques disponibles dans la littérature à l'échelle de la région et de les compiler afin de retracer l'histoire régionale aquitaine depuis le Mésozoïque. Le tableau récapitulatif (Illustration 15) permet de lister pour chaque période géologique la disponibilité des cartes paléogéographiques. Le BRGM, ELF-Re, ESSO Rep et SNPA, en 1974, avait élaboré un atlas géologique du Bassin d'Aquitaine permettant de disposer d'une première base de 26 planches. Plus tard, différentes synthèses ont permis de préciser la paléogéographie de certaines périodes. C'est notamment le cas pour l'Anté-Mésozoïque jusqu'au Jurassique (Curnelle et al., 1982), du Crétacé supérieur (Platel, 1987), du Paléocène et de l'Eocène [(Gély et al., 2000); (Dubreuilh, 1987)] et de l'Oligocène [(Gayet, 1985); (Dubreuilh, 1987)]. En complément, différentes études générales ou plus régionales permettent d'approfondir l'histoire géologique du Bassin aquitain et de préciser certaines cartes paléogéographiques notamment sur la bordure orientale du bassin [(Delfaud et al., 1980); (Astruc, 1988); (Marchet, 1991); (Clave, 2001); (Serrano, 2001); (Serrano et al., 2006); (Biteau et al., 2006); (Platel et al., 2008)].

Enfin, l'étude des périodes favorables à la karstification doit également s'appuyer sur l'analyse des variations eustatiques et climatiques d'une région. Certains ouvrages bibliographiques ont ainsi été retenus mais n'ont pas fait l'objet de synthèse [(Vail et al., 1977); (Haq et al., 1987); (Cubaynes et al., 1989); (Miller et al., 2005)].

Sur la base de cet inventaire, une légende commune des paléo-environnements devra être proposée puis les cartes seront digitalisées afin d'extraire une reconstitution fine et homogène de la paléogéographie de la région.

		Période géologique		Sources		
Tertiaire + Quaternaire	Néogène	Quaternaire				
		Pliocène				
		Miocène		BRGM, 1974		
	Paléogène	Oligocène	Sup 1b	Gayet, 1985	BRGM, 1974	Dubreuilh, 1987
			Sup 1a	Gayet, 1985		
			Inf. 2	Gayet, 1985		
			Inf. 1	Gayet, 1985 in Dubreuilh, 1987		
		Eocène	sup	Gély et Sztrakos, 2000	BRGM, 1974	Dubreuilh, 1987
			Moy	Gély et Sztrakos, 2000	BRGM, 1974	Dubreuilh, 1987
	Inf		Gély et Sztrakos, 2000	BRGM, 1974	Dubreuilh, 1987	
Paléocène	Thanétien	Gély et Sztrakos, 2000		BRGM, 1974		
	Danien	Gély et Sztrakos, 2000				
Secondaire	Crétacé	supérieur	Maastrichtien	Moy	BRGM, 1974	Platel, 1987
			Campanien	sup		Platel, 1987
				Inf		Platel, 1987
			Santonien	sup		Platel, 1987
				Inf		Platel, 1987
			Coniacien	sup		BRGM, 1974
		Moy		Platel, 1987	Curnelle et al., 1982	
		Turonien	sup	BRGM, 1974	Platel, 1987	
			Moy		Platel, 1987	
			Inf		Platel, 1987	
			Cénomaniens		sup	Platel, 1987
					Moy	Platel, 1987
					Inf	Platel, 1987
		inférieur	Albien		BRGM, 1974	Curnelle et al., 1982
	Aptien		Sup	BRGM, 1974		
			Inf	BRGM, 1974		
	Barrémien		BRGM, 1974			
	Néocomien		BRGM, 1974			
	Jurassique	Malm	Portlandien		BRGM, 1974	Curnelle et al., 1982
			Kimméridgien	sup		BRGM, 1974
				inf		
			Oxfordien	sup		
		inf				
		Dogger			BRGM, 1974	
Lias		sup	BRGM, 1974			
	Moy	BRGM, 1974				
	Inf	BRGM, 1974	Curnelle et al., 1982			
Trias	supérieur (Keuper)		BRGM, 1974	Curnelle et al., 1982 Curnelle et al., 1983		
	moyen (Muschelkalk)		BRGM, 1974			
	inférieur (Buntsandstein)		BRGM, 1974			
Anté-mésozoïque	Curnelle et al., 1982		Curnelle et al., 1982			

Illustration 15 : Tableau récapitulatif des sources bibliographiques disposant de cartes paléogéographiques réparties par période géologique.

3.4. ASPECTS STRUCTURAUX

Les aspects structuraux s'appuient sur la réalisation d'une carte tectonique répertoriant les fractures et les plis. Parmi les fractures, on distingue les failles (avec mouvement, souvent de grande ampleur) et les fractures (de longueur plus faible, sans mouvement). La connaissance de ces fractures est nécessaire à la compréhension des phénomènes karstiques puisqu'elles constituent souvent des drains naturels (mais pas systématiquement) et peuvent également mettre en contact deux aquifères lorsque le décalage est significatif. De même, les plis (et le pendage des couches afférent) peuvent influencer les écoulements surtout si des niveaux imperméables s'intercalent dans les séries, les écoulements s'orientant dans ce cas selon le pendage. En appui, une étude de la microtectonique permet de déterminer les orientations des fractures principales et les fractures drainantes.

Le travail réalisé cette année s'articule autour de trois axes :

- Synthèse bibliographique de la tectonique nord Aquitaine,
- Relevés de données de fractures,
- Présentation et analyses des résultats.

3.4.1. Synthèse bibliographique sur le Bassin Nord-Aquitain

a) Histoire tectonique générale

Le Pochat (1984) propose un possible agencement des différentes formations du Paléozoïque aquitain affecté par un nombre important de grandes failles avec quatre directions privilégiées (Illustration 16) :

- N150°E (direction hercynienne),
- N170°E,
- N50°E (direction varisque),
- N30°E.

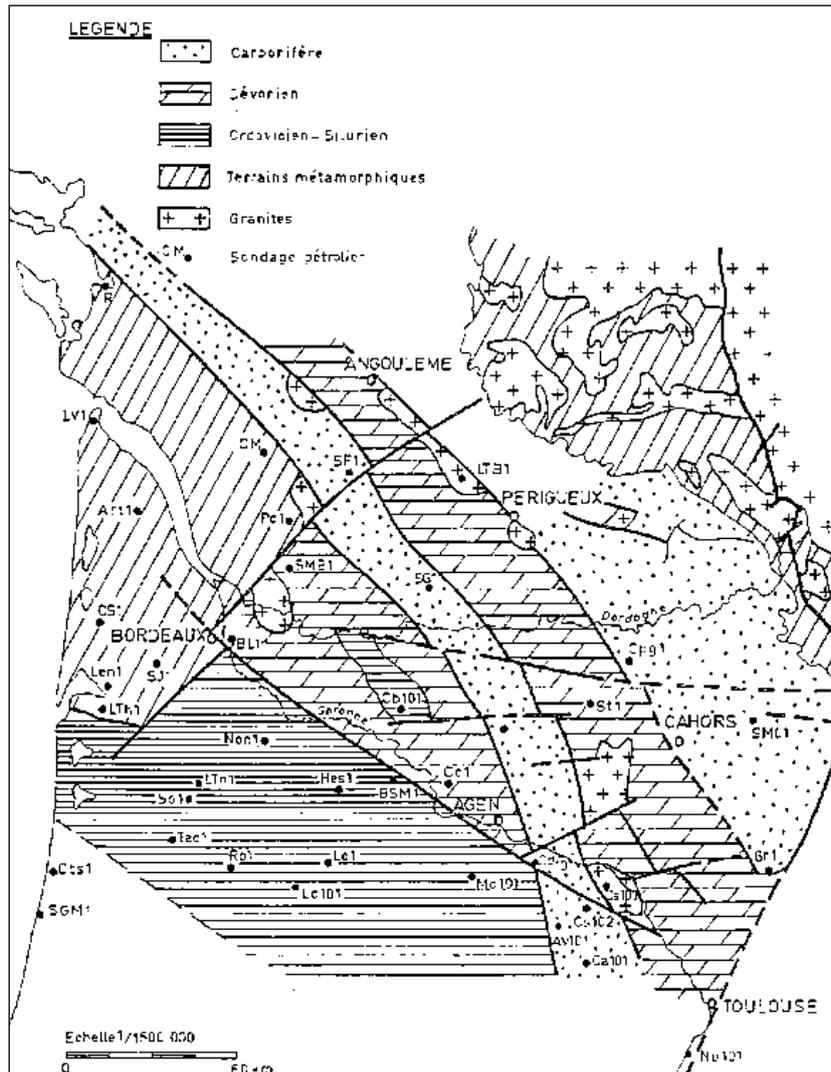


Illustration 16 : Agencement possible des différentes formations du paléozoïque aquitain (Le Pochat, 1984)

Le Mésozoïque est décrit par Rocher et al. (1998). La phase pyrénéenne (du Crétacé supérieur à l'Oligocène) se traduit par un serrage N20°E et des plissements N110°E de la couverture. Elle fait suite à l'épisode tectonique distensif du Mésozoïque. On observe à l'échelle régionale le rejeu décrochant compressif de failles N160°E et N40°E et la formation de plis d'axes N110°E.

Dans le sud du bassin, l'Oligocène se caractérise par une phase de déformation en compression due au rifting ouest européen (Gély et al., 2001). Ainsi, le Rupélien est affecté par de nouveaux plis qui structurent le sud du bassin d'Aquitaine. Ces déformations se traduisent par des plis en échelons le long de décrochements N45°E et N130°E (ex : anticlinal de Lussagnet, de Nogaro, ...).

Enfin, au Miocène, la flexure de la Douze orientée N20°E pourrait être le résultat du poinçonnement alpin qui aurait produit des ondulations lithosphériques, en relation avec un flambage de la plaque européenne (Gardère et al., 2002). La propagation de ces contraintes s'accompagnerait d'un réamorçage en extension des structures déjà préexistantes dans le Bassin aquitain.

b) La plateforme Nord aquitaine

D'après Platel (1987), les phases tectoniques les plus importantes ont lieu pendant la phase pyrénéenne à l'Eocène moyen et supérieur. Mais le début des déformations commence au Crétacé inférieur (marge passive et ouverture de l'Océan Atlantique) et au Crétacé supérieur (épisodes distensifs et compressifs). Ainsi, à partir du Jurassique, on assiste à une restructuration du Bassin aquitain en relation avec la phase de rifting de l'océan atlantique (du Jurassique supérieur à l'Aptien supérieur) et avec le début de l'accrétion océanique dans le golfe de Gascogne (à partir de l'Albien supérieur).

Platel (1987) décrit la structuration de la plateforme Nord aquitaine () :

La faille de Bordeaux est le dernier élément structural du rift du golfe de Gascogne (grande faille listrique concave vers le SW). Le jeu principal a lieu à la limite Turonien-Coniacien avec un rejeu important à l'Eocène inférieur et moyen. Cet accident est de moins en moins actif à partir de l'Eocène moyen et supposé inactif aujourd'hui.

Trois grandes rides anticlinales (Eocène et Oligocène) d'orientation NW-SE (direction armoricaine) structurent la plateforme et environ 40 anticlinaux structurent l'ensemble de la plateforme dont la majorité est d'orientation armoricaine (exemple : anticlinal de Jonzac, Chalais Saint Félix, Montmorau, Mareuil, Chapdeuil-La Tour Blanche, Périgueux, Saint-Cyprien). Un nombre non négligeable présente une direction orthogonale (N50°E).

La mise en place de cette tectonique de couverture a lieu du Crétacé inférieur jusqu'au paroxysme éocène. Elle se traduit par un jeu décrochant horizontal de grandes failles affectant le bâti hercynien et plissant la couverture par entrainement différentiel des blocs.

Les failles sont orientées généralement N115°E à N125°E (valeur moyenne de la famille de failles la plus répandue sur la plateforme) :

- Dans le NW, N135/145°E associés à des failles N50/65°E et N0°E.
- Dans le SE, N135/165°E associés à des failles N70/80°E et N115°E.

Souvent la fracturation est en lien direct avec les axes sinueux des plis.

Le paroxysme de structuration de la plateforme se produit à l'Eocène moyen et supérieur (phase pyrénéenne). Il se traduit par une compression N-S à N15°E, le rejeu polyphasé de grandes failles à composantes décrochantes généralement dextres et parfois par des fractures conjuguées de type Riedel.

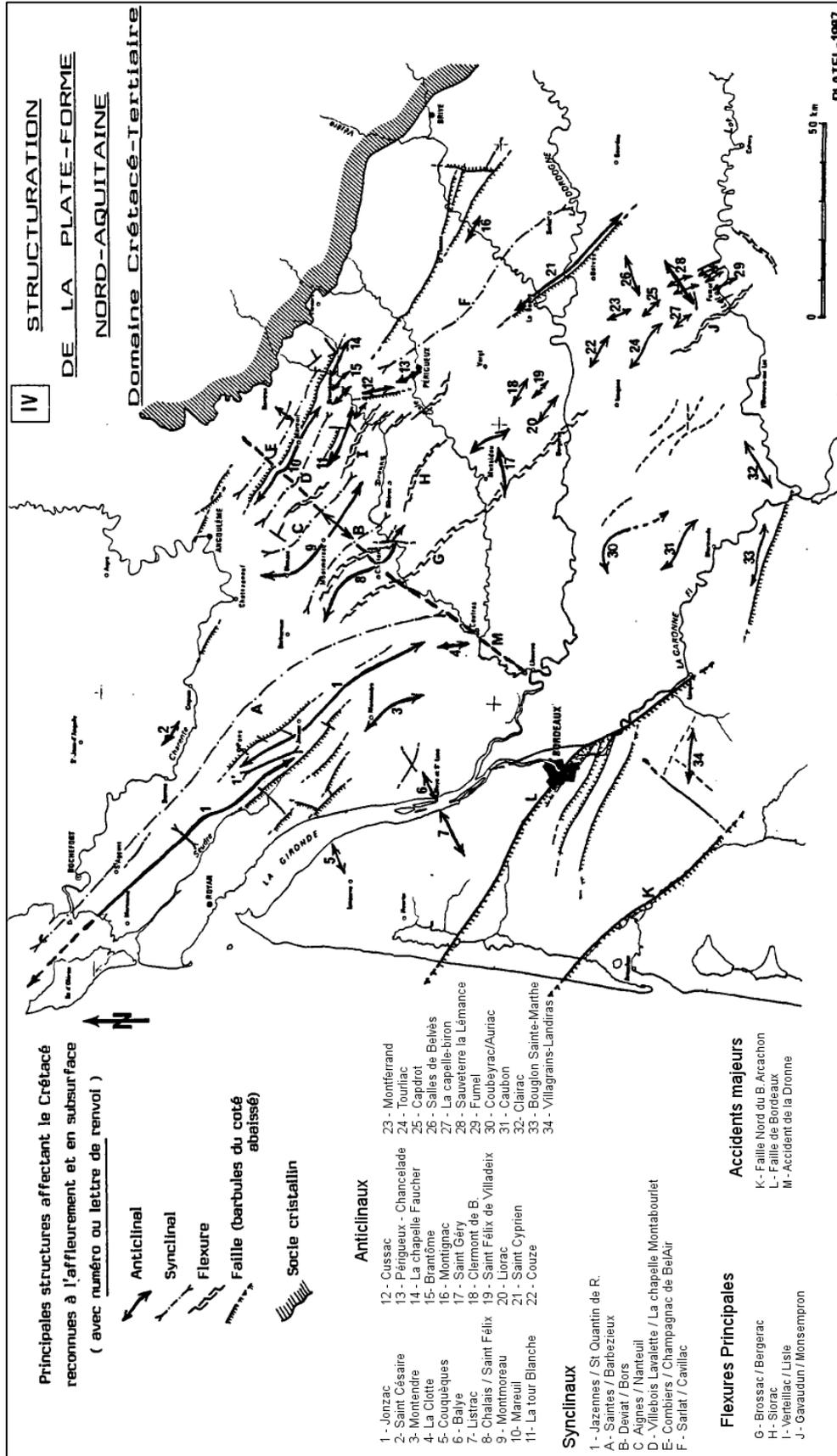


Illustration 17 : Structuration de la plateforme Nord-aquitaine (Platel, 1987)

• Le Quercy

Le bassin quercynois se caractérise par une structure en héli-graben bordée par des failles N20°E. Il est limité au S et SW par les linéaments ouest quercynois et au N et NE par les hauts fonds de la région de Figeac-Capdenac.

D'après Astruc (1988), la genèse des structures observées dans le Quercy est le résultat de l'orogénèse pyrénéenne et du rejeu d'accidents hercyniens.

Il distingue trois types d'unités structurales (Illustration 18) :

- Un couloir de déformation (étroite bande tectonisée orientées N140°E calquée sur les tectonolinéaments) ;
- Une zone intermédiaire subtabulaire et peu faillée ;
- Une structuration en cuvettes et dômes (rejeu décrochant dextre d'accident profond de direction armoricaine (N140°E) affectant le socle hercynien et jeu d'accident N20°E (direction Villefranche) réactivés en décrochement senestre, produisant un effet de coin des deux mouvements convergents).

Il définit également les éléments tectoniques majeurs de la région :

- Le synclinorium Charente/Quercy (fermeture périclinale SE) : structure orientée NW-SE (N135°E). Au NE de Gourdon, synclinal de Sarlat (N130°E) se surimpose au synclinorium ;
- La faille de Villefranche : de direction N20°E (contact socle cristallin et couverture sédimentaire) ;
- L'accident W quercynois : vaste couloir de déformation N140-160°E affectant les séries Jurassico-crétacées et prolongeant vers le SE le pli faillé de Cognac-Saint Cyprien-Cazols (N130-140°E) ;
- La faille de Condat-Meyssac : recoupe toutes les formations ante tertiaires et intervient dans l'extension Sud du bassin permien. Faille très sinueuse (N100-110°E), elle sépare le bassin permien de Brive du causse de Martel Jurassique.
- Le grand accident bordier armoricain : série de failles en relais au Nord de la vallée du Lot vers Brive, affectant les terrains paléo et mésozoïques. Failles décalées par des accidents N90-100°E (Padirac, Tachou, ...) et N20-40°E (Reyrvignes, Scapuuls, ...).

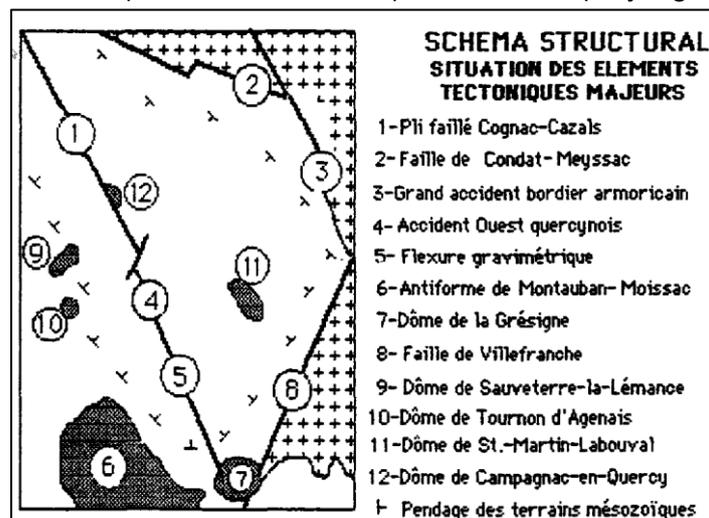


Illustration 18 : Situation des éléments tectoniques majeurs de Charentes – Quercy (Astruc, 1988)

⇒ L'analyse indirecte de la fracturation par Bonijoly (1980) (image satellites, photos aériennes et données cartographiques) met en avant une périodicité remarquable pour deux systèmes de fractures :

- E-W à périodicité 7km ;
- N-S à périodicité 4km.

Les directions majeures de la couverture mésozoïque sont de N175-10°E et N100-120°E ; et celles du socle de N-S et N160-135°E.

Bonijoly (1980) propose une succession des événements tectoniques affectant la région quercynoise du Mésozoïque au Cénozoïque (Illustration 19) :

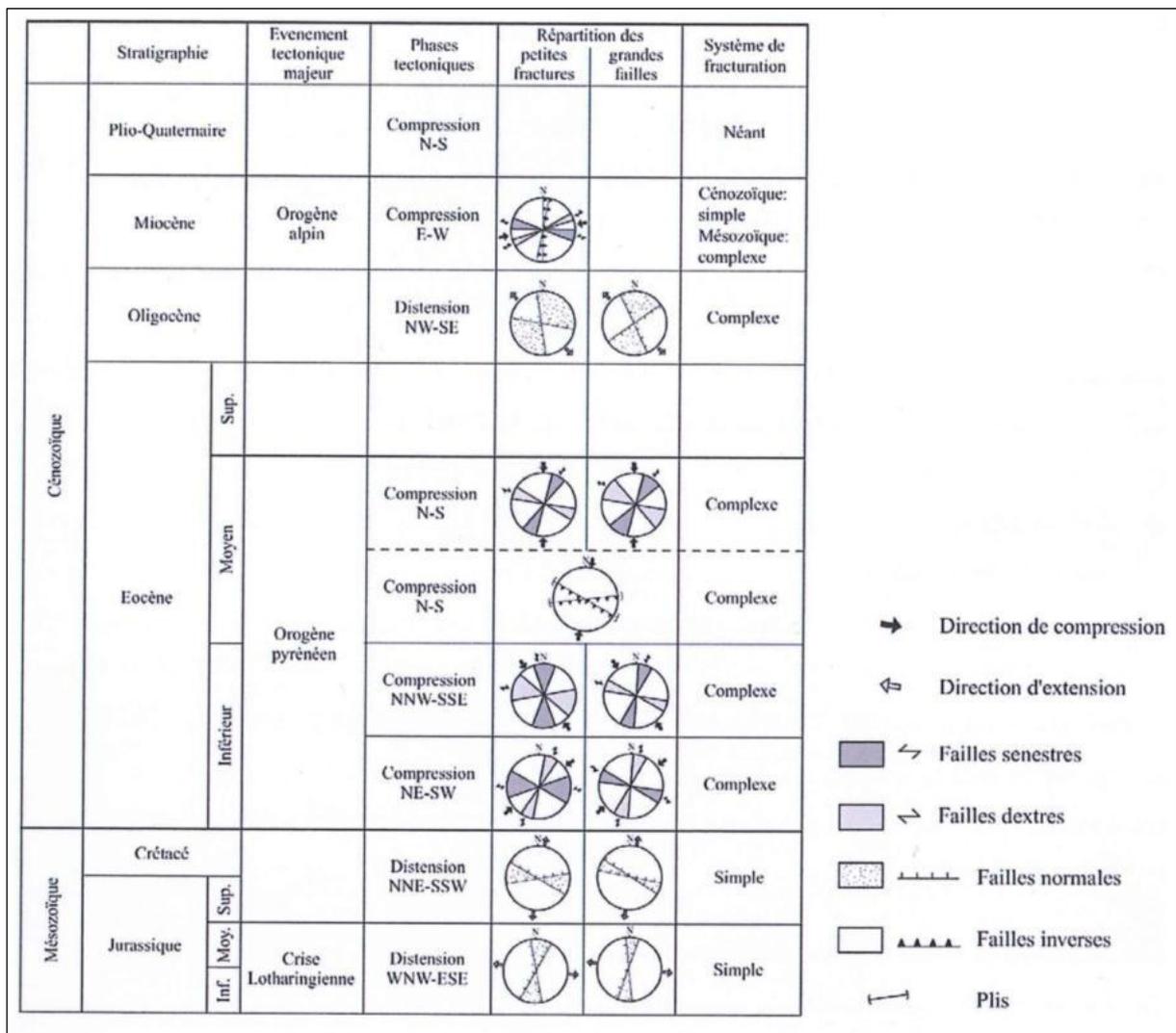


Illustration 19 : Chronologie des phases tectoniques du Quercy affectant la couverture (Bonijoly et Blés, 1983)

- Succession des distensions au Mésozoïque (failles normales).
 - Le Trias, peu compétant, présente une fracturation majeure N20°E et N120°E résultant probablement d'une distension NNE-SSE à N-S (N20°E à N00°E),
 - Au Lias, seules les failles N-S semblent apparaître à cette époque. On observe, au Lias, le passage d'une activité tectonique en distension N-S à NNE-SSW (N20°E à N00°E), à une distension E-W à WNW-ESE (N90°E à N110°E). Le rejou distensif des failles majeures au Toarcien inférieur (disposition en hémigraben) entraîne la formation de fractures ouvertes orientées N0°E à N20°E (Cubaynes et al., 1989),
 - Au Dogger, on observe des fractures à jeu normal d'orientation N-S. Le régime en distension E-W à WNW-ESE (N90°E à N110°E) persiste. On observe également la réactivation d'accidents hercyniens (N20°E, N110°E et N150-160°E) dus au rifting de l'atlantique et de la Téthys ligure (Cubaynes et al., 1989),
 - Pendant le Malm, apparaît une nouvelle phase de distension NNE-SSW à N-S (N20°E à N00°E) qui détruit progressivement les orientations paléogéographiques acquises durant le Jurassique inférieur et moyen. Le passage entre ces deux phases est situé entre la Callovien et l'Oxfordien.

- Succession de compression à la fin du Mésozoïque et début du Cénozoïque

La fin du Mésozoïque est marquée par un régime tectonique en compression contemporaine de l'orogénèse pyrénéenne et d'une surrection générale de la plateforme du Quercy. Cette compression complexe (effets différents en fonction de l'encaissant) se caractérise par la formation de failles de décrochement et plis E-W (N90°E).

Les terrains antérieurs à l'Eocène supérieur enregistrent 3 phases successives :

- Phase de compression NE-SW (N45°E) ;
- Phase de compression NNW-SSE (N160°E) ;
- Phase de compression N-S.

Leur intensité semble croissante bien que les deux premières soient plus visibles. Il en résulte une réorientation des contraintes sur les discontinuités apparues au Mésozoïque.

- Succession des phases durant la deuxième moitié du Cénozoïque.
 - L'Oligocène enregistre une distension NW-SE (N135°E) qui affecte tous les terrains de la plateforme du Quercy et qui est responsable de la structure actuelle de cette région. Il semblerait que l'Oligocène soit aussi accompagné d'une phase compressive dans le Sud du bassin d'Aquitaine (Gély et Sztrakos, 2001) qui n'est pas enregistrée dans le Quercy.
 - Post Oligocène : compression E-W « alpine », les effets sont très discrets dans le Quercy.
 - Post-Pliocène, compression N-S subactuelle.

Les terrains du Jurassique supérieur et du Crétacé enregistrent une seule direction de compression N-S. On observe également les dernières manifestations de la distension N-S à NNE-SSW (N20°E) acquise précédemment.

⇒ Pour conclure, Bonijoly (1980), confirmé par Astruc (1988), propose également une synthèse des déformations à l'échelle régionale complémentaire aux successions décrites précédemment :

- Jurassique inférieur et moyen : jeu de failles normales N20°E à N-S, le jeu actif de la faille de Villefranche n'est pas certain. Distension WNW-ESE (N110°E),
- Jurassique supérieur à Crétacé : failles normales N120°E. Distension NNE-SSW (N20°E),
- Crétacé supérieur à Eocène moyen : failles dextres et senestres, failles inverses et plis. Compression N-S,
- Oligocène : rejeu normal de failles (horst et graben). Distension NW-SE (N135°E).
- Miocène : compression E-W (N90°E),
- Plio-quadernaire : compression N-S.

• Les Charentes

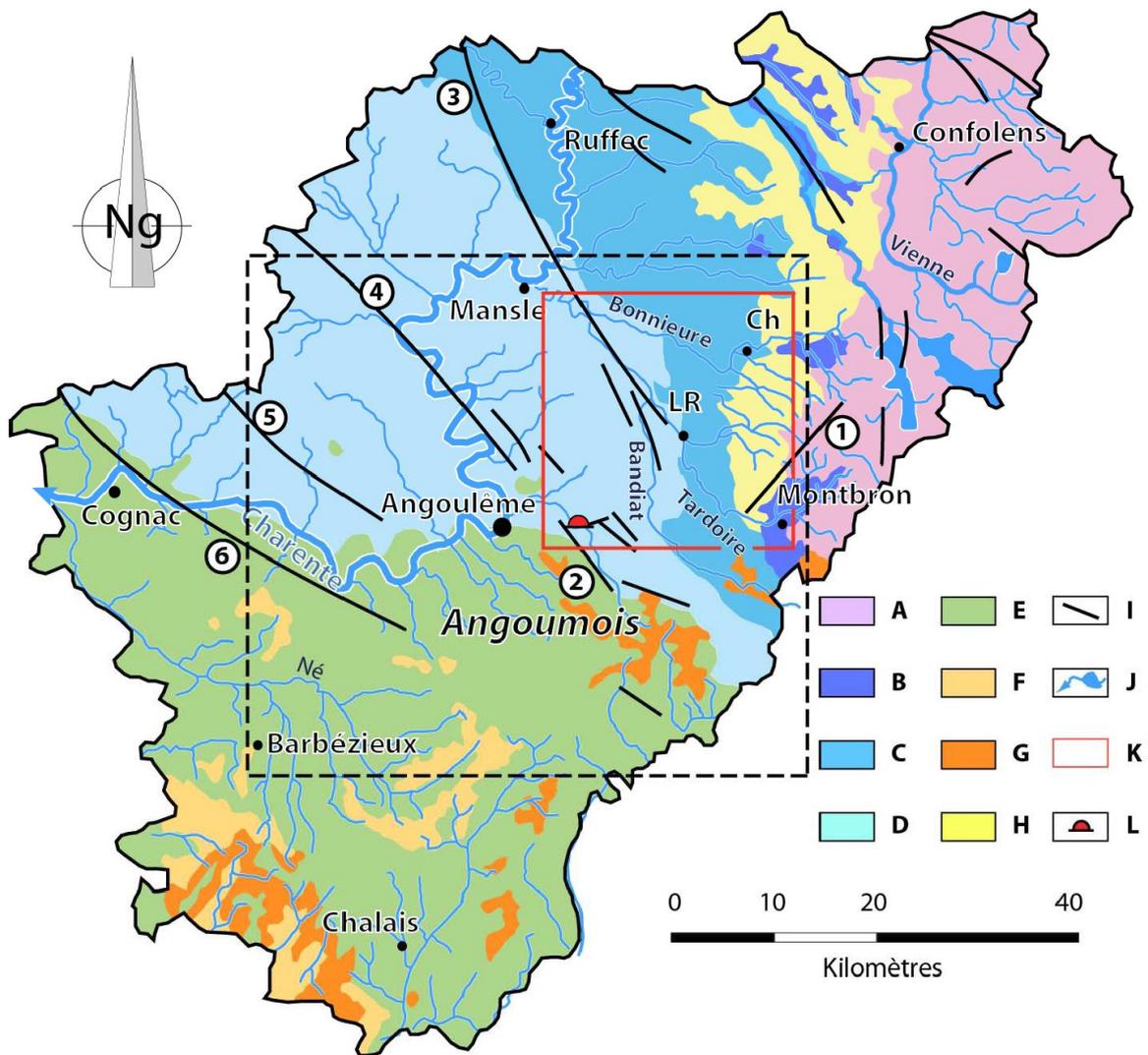
Dans la région de Médillac, Platel (1978) met en évidence un réseau de diaclases dans les faciès bioclastiques du Campanien, de direction principale N145°E et secondaire N60°E.

Dandurand (2011) décrit les accidents perturbant les séries sédimentaires de la région et leur inscription dans le socle cristallin profond (Illustration 20).

Ainsi, la déformation et la structuration des dépôts sédimentaires sont dus au jeu et rejeu des failles durant le Mésozoïque et surtout pendant les plissements pyrénéo-alpins au Cénozoïque. Cependant, peu d'expressions morphologiques sont visibles en surface.

La région de l'Est charentais est structurée par des blocs monoclinaux et des gradins de failles (demi-graben dissymétrique de faible ampleur et horst peu visibles dans la topographie). Ils sont limités par des failles normales et conformes NW-SE (N135°E) (sub-armoricaines) et des failles inverses et conformes NE-SW (N45°E).

- Les failles NW-SE (N135°E) marquent des mouvements en extension jusqu'au Crétacé. On peut ainsi observer deux failles majeures au Nord de la région d'Angoulême : la faille/flexure de Saint-Ciers qui affecte principalement les terrains du Jurassique et la faille de l'Echelle qui limite l'extension occidentale des terrains carbonatés Jurassique.
- Les failles NE-SW (N45°E) complexifient l'organisation tectonique de la région, elles sont plus ou moins perpendiculaires aux failles distensives. A certains endroits les réseaux de failles sont en relais ou en échelon. Exemple : faille d'Orgedeuil, faille inverse conforme ENE-WSW (N70°E).



Le rectangle en tiret noir délimite l'Angoumois ; le rectangle rouge correspond au bassin de la Touvre. A. Socle paléozoïque granitique et schisteux. B. Jurassique inférieur : calcaires dolomitiques, sables, marnes et argiles. C. Jurassique moyen : calcaires fins à silex. D. Jurassique supérieur : calcaires argileux détritiques et calcaires récifaux. E. Crétacé supérieur : calcaires graveleux et argileux. F. Éocène : sables argileux à galets. G. Oligocène-Miocène : sables argileux à galets. H. Pliocène-Pléistocène : argile sableuse à silex. I. Faille. J. Cours d'eau principaux. K. Karst de La Rochefoucauld. L. Émergences de la Touvre. 1. Faille d'Orgedeuil. 2. Faille de l'Échelle. 3. Faille de Saint-Ciers. 4. Faille d'Aulnay. 5. Faille de Matha. 6. Faille de Cognac. Ch = Chasseneuil. LR = La Rochefoucauld

Illustration 20 : Carte géologique simplifiée de la Charente (Dandurand, 2011)

Arthaud et Choukroune (1972) définissent également des trajectoires de raccourcissement majoritairement N-S et localement NE-SW ($N45^{\circ}E$) en Charentes compensé par un allongement E-W (déformation discontinue=décrochement).

Dans la description des ensembles carbonatés du Jurassique moyen et supérieur des cartes géologiques de Nontron et Thiviers, Barde et al. (1975) caractérisent les diaclases et failles du secteur.

Trois directions privilégiées de diaclases sont observables :

- N90°E à N150°E avec une fréquence majeure des N110-120°E, elles sont verticales avec inclinaison courante vers le Nord ou le Sud (40 à 70°)
- N170°E à N20°E (N-S), parfois inclinées
- N40°E à N80°E (N60°E), verticales

Et quatre directions de failles :

- N170°E à N20°E
- N140°E
- N110°E
- N60°E

D'après Désindes (2004), les déformations observées dans le district de Thiviers sont surtout exprimées entre l'Eocène inférieur et l'Oligocène (orogénèse pyrénéenne). Le jeu décrochant d'accidents régionaux de direction armoricaine NNE-SSW (N20°E) et NE-SW (N45°E) conjugués entraîne la formation des failles inverses N80°E et N120°E et des plis d'axe N80°E et N120°E. La dernière phase de compression pyrénéenne à l'Oligocène entraîne la réaction de structures antérieures (plis d'entraînement associés au décrochement N45°E et N130°E).

Au NE de la Dordogne, les terrains sédimentaires sont séparés du socle par un faisceau de failles normales N100-150°E à pendage S-SE. Elles sont recoupées par les failles normales N50-70°E d'un rejet rarement supérieur à 20 m.

Il décrit également la structuration du district de Thédillac (Lot) dont la tectonique générale est réglée par deux facteurs principaux : le jeu d'accidents hercyniens et la tectonique pyrénéenne. Le centre du secteur se caractérise par un couloir de failles normales N140-160°E. On observe également le prolongement de la faille de St Cyprien-Cazals (héritage du grand accident hercynien) qui est décalé par une faille décrochante dextre N20°E.

3.4.2. Campagne de mesures de fracturations

L'objectif de la campagne de terrain a été de recueillir un nombre conséquent de mesures de fractures et de tectoglyphes afin d'en réaliser une étude statistique à l'échelle de l'affleurement puis de les comparer aux structures d'ordre kilométrique. Ainsi, ces mesures doivent pouvoir renseigner la majorité des étages géologiques affleurant en Dordogne. La synthèse de ces données permettra d'avoir un aperçu chronologique et d'observer d'éventuelles variations dans la fracturation ayant affecté cette région.

a) Principes généraux

- **Méthodologie de mesure**

La collecte des données s'est effectuée à l'aide d'une boussole équipée d'un clinomètre permettant la prise de mesures d'angles :

- dans un plan horizontal par référence au Nord magnétique,
- dans un plan vertical par rapport à l'horizontale (clinomètre).

Ainsi, toute mesure de direction (« strike ») est faite par rapport au Nord sur le plan horizontal qui porte cette direction. Toute mesure de pendage (« angle of dip ») se fait par rapport à l'horizontale du plan vertical qui contient la direction de plus grande pente (Illustration 21).

Un plan de fracture est défini par la direction de son horizontale (génératrice du plan) et son pendage (qui est l'angle fait par la ligne de plus grande pente avec le plan horizontal). La direction est comptée par rapport au Nord de 0° à 180° dans le sens horaire. Pour le pendage, on indique la valeur angulaire du plongement de la ligne de plus grande pente puis sa direction par rapport au point cardinal le plus proche (Illustration 21) Par convention, les mesures s'effectuent en degrés.

Les tectoglyphes sont des microstructures, pour la plupart linéaires, présentes sur les miroirs de failles ou les plans de fractures. Ils sont dus au mouvement de la faille et permettent souvent de déterminer la direction et/ou le sens du déplacement. On distingue plusieurs types de tectoglyphes :

- des stries de friction, dont la direction indique celle du mouvement. On peut parfois les utiliser pour déterminer le sens du déplacement lorsqu'elles présentent des enduits de cristallisation (calcite ou quartz) développés dans les vides créés par le jeu de la faille,
- des stries stylolithiques en régime compressif,
- des traces d'arrachement variées : fentes et fractures secondaires, gradins dus à l'ablation de fragments,
- des microbrèches situées à l'avant et à l'abri des gradins de cristallisation.

Ainsi, pour les stries, on mesure les coordonnées du plan porteur, puis on mesure au rapporteur (clinomètre de la boussole) l'angle ou le « pitch » (qui est l'angle entre la ligne et l'horizontale du point) en prenant soin de noter la direction du plongement par rapport au point cardinal le plus proche. Lorsque celle-ci présente un sens de déplacement (enduit cristallin, gradins d'arrachement, ...), il est possible de donner le sens dextre ou senestre du mouvement.

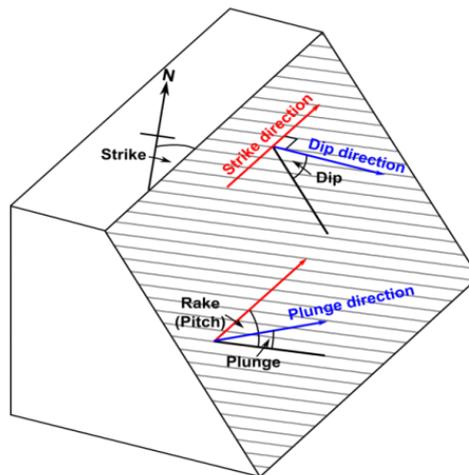


Illustration 21 : Conventions de mesures pour les structures planaires et linéaires

• **Protocole d'acquisition des mesures**

L'acquisition des mesures consiste à relever un maximum de plans de fractures et de tectoglyphes et ce de manière systématique sur des stations déjà sélectionnées lors d'un travail de préparation.

Dans un premier temps, il parut intéressant de réaliser les relevés en carrières souterraines car elles permettent l'observation de fractures en trois dimensions. Pour cela, nous disposons d'une base de donnée conséquente recensant les carrières souterraines abandonnées de Dordogne (Vincent et al., 1999). Cet inventaire comporte 211 carrières souterraines réparties sur l'ensemble du département (Illustration 22).

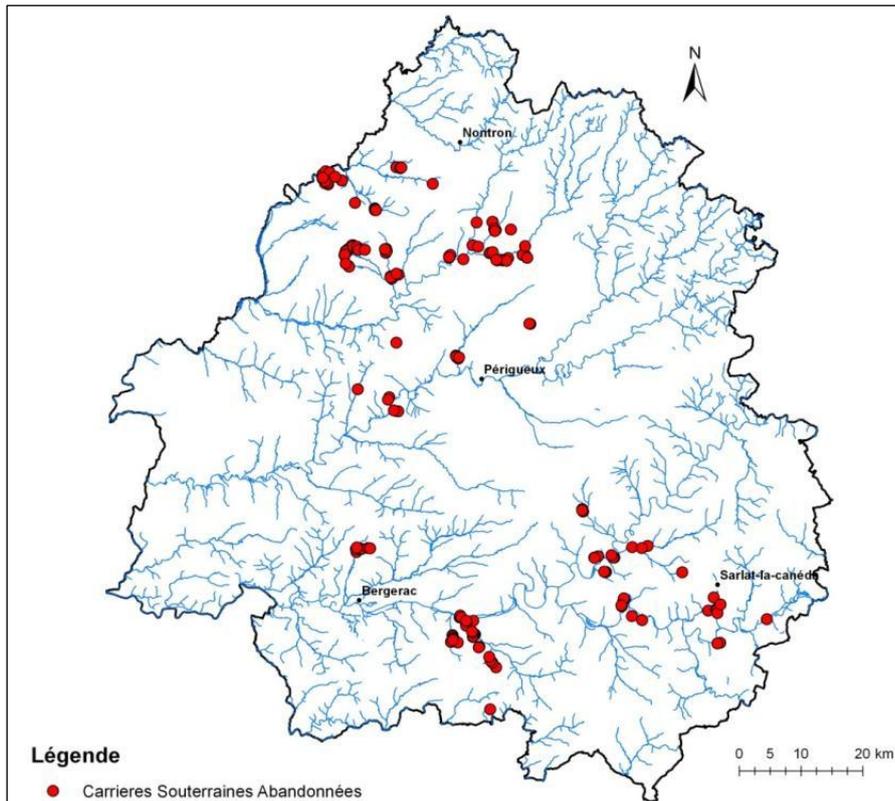


Illustration 22 : Inventaire des carrières souterraines en Dordogne (Vincent et al., 1999)

Rapidement, il s'avéra que les carrières souterraines présentaient des limites dans l'acquisition des données souhaitées. Elles permettent surtout un relevé qualitatif des fractures notamment karstifiées mais ne permettent pas de relever un nombre important de mesures utiles à une étude statistique car les fractures secondaires non karstifiées sont souvent peu marquées. Seule l'entrée de galeries décomprimées permettait de les observer localement au niveau du toit.

La visite des carrières souterraines permet néanmoins l'acquisition de données utiles à l'étude car les fractures karstifiées sont très bien conservées et observables en 3D. De plus, il est possible de les suivre sur des distances importantes en souterrain (quelques centaines de mètres parfois).

Les talus de route présentaient peu d'affleurements utiles car souvent très végétalisés et altérés. Aussi, une seconde approche fut mise en place avec l'acquisition de données en carrières à ciel ouvert. Celles-ci montrent des affleurements propres et continus favorisant la mesure systématique des plans de fractures le long des fronts d'exploitation. Elles permettent donc l'acquisition d'un nombre important de mesures (de 150 à 200 suivant les carrières) pour une étude statistique, tout en permettant l'observation des fractures karstifiées ainsi que les tectoglyphes de calcite sur les miroirs de failles non dissous par les pluies car fraîchement mis à jour.

Enfin, il fut également nécessaire de compléter ces mesures en carrière par des relevés sur des affleurements car certaines formations n'étaient pas exploitées en arrière. Or, pour cette étude, il est important de pouvoir acquérir des données sur la plus large échelle de temps possible. Ainsi, les zones présentant des affleurements potentiellement intéressants ont été repérées sur les cartes géologiques avant d'être visitées.

- **Représentation et synthèse des données acquises**

La représentation et la synthèse des données s'effectuent grâce au logiciel de tectonique "stréonet". Celui-ci permet de projeter les mesures sur un canevas de Wulf et d'obtenir des rosaces de directions. Le canevas de Wulf est basé sur le principe de la projection stéréographique (projection polaire d'une sphère sur un plan équatorial).

La projection stéréographique est une construction géométrique consistant à reporter sur un plan (2D), l'orientation d'objets situés dans l'espace (3D), indépendamment de leur situation d'origine (position géographique). Les objets utilisés en tectonique pourront la plupart du temps se rapporter à des droites (orientées ou non) ou à des plans. Cette projection est une transformation géométrique appelée inversion par laquelle une droite est représentée par un point et un plan par une ligne.

Le plan de projection sur lequel se font les reports est le plan équatorial d'une demi-sphère (par convention nous utiliserons l'hémisphère inférieure). Ce plan est en fait limité par un cercle appelé cercle fondamentale. C'est ce plan et les projections que l'on y portera qui s'appelle stéréogramme. Le cercle fondamentale est orienté par rapport au Nord et gradué en degrés (0 à 360). Le pôle zénithal est le pôle supérieur de la sphère entière et sera utilisé comme origine de la projection.

L'objet géométrique à projeter est amené par translation (sans modification de son orientation) jusqu'à devenir sécant avec le centre de l'hémisphère de référence.

- **Projection d'un plan** (Illustration 23) : Le plan P passant par le centre de l'hémisphère recoupe celle-ci selon un demi-cercle. En projetant chaque point de ce demi-cercle d'intersection, on obtient sur le stéréogramme une courbe appelée grand cercle et qui est la représentation stéréographique du plan P.

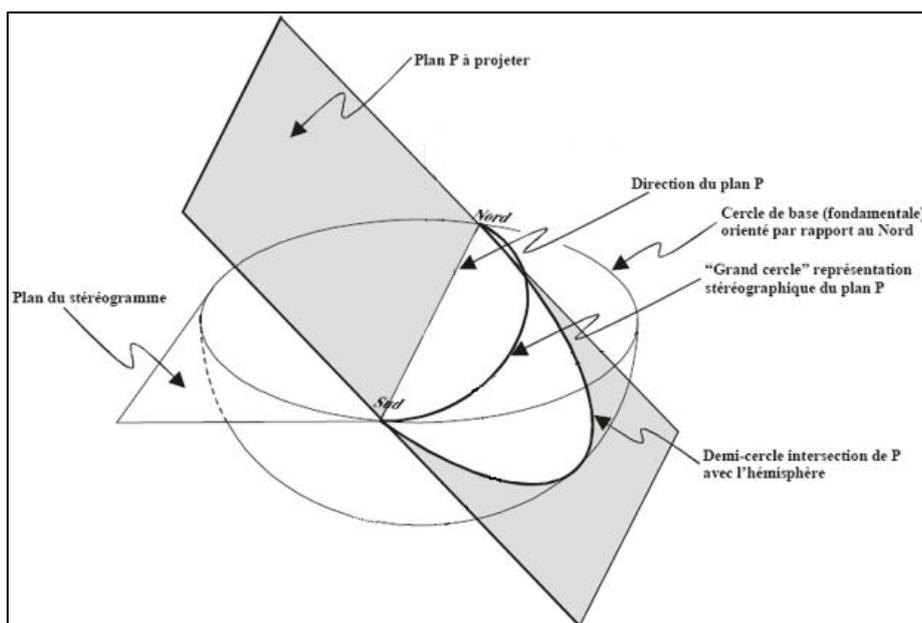


Illustration 23 : Projection d'un plan (source: Université Libre de Bruxelles)

- **Projection d'une droite** (Illustration 24: La droite D passant par le centre de l'hémisphère recoupe celle-ci au point L. A partir du pôle zénithal, la droite de projection passant par L recoupe à tour le plan équatorial (contour du stéréogramme) en L'. C'est ce point L' qui est la représentation stéréographique de la droite D.

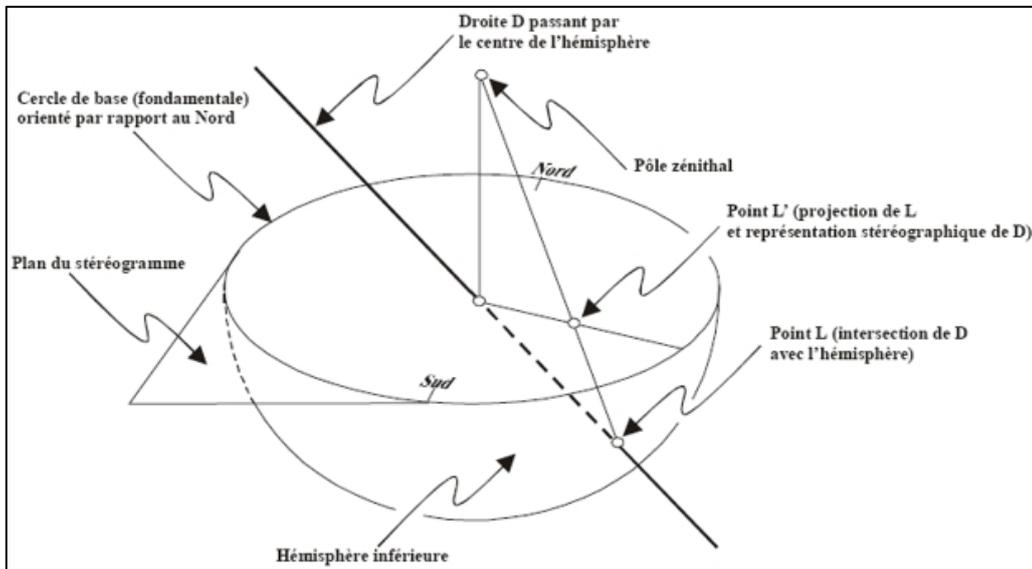


Illustration 24 : Projection d'une ligne (source: Université Libre de Bruxelles)

La construction du canevas consiste à projeter tous les points du réseau de coordonnées d'une sphère (ici en méridiens et parallèles par analogie au globe terrestre) sur un plan horizontal (plan fondamentale) à partir d'un point zénithal P, situé sur l'hémisphère opposé (Illustration 25). Le canevas de Wulf est un canevas dit méridien car les deux pôles sont situés sur le canevas.

Un canevas stéréographique présente donc des grands cercles (projections des méridiens) et des petits cercles (projections des parallèles). La projection de Wulf conserve les angles contrairement à celle de Schmidt qui conserve les aires.

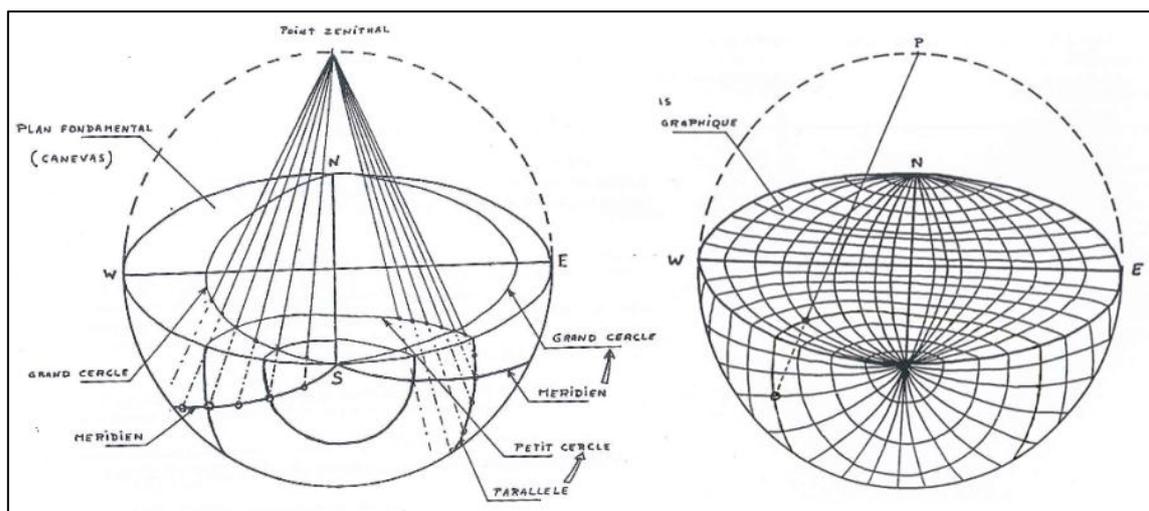


Illustration 25 : Construction du canevas de Wulf par projection stéréographique du système de méridiens et de parallèles de l'hémisphère inférieure (source : Cours de tectonique, Rolin P. Université de Franche Comté, 1996).

Le logiciel "stéréonet" permet d'obtenir un stéréogramme représentant les projections des plans et les pôles des plans. Les pôles des plans sont des points résultants de la projection stéréographique de la droite perpendiculaire au plan et passant par le centre de la sphère unitaire.

Le logiciel permet également d'obtenir une rosace des orientations et pendages de fractures en pourcentage du nombre total de données. C'est principalement ce type de données qui nous intéressent ici afin de caractériser les déformations à l'origine de ces orientations préférentielles.

L'exemple suivant (Illustration 26) présente un exemple de stéréogramme et de rosace réalisés à partir de données aléatoires. On peut aisément y observer les relations entre projection de plan et pôle de plan. La rosace démontre bien une orientation principale d'environ N110°E (trait orange sur la figure). Celle-ci présente également les directions préférentielles des pendages des plans. Ainsi, environ 11% des plans sont orientés environ N110°E et présentent un pendage vers l'Ouest et environ 34% (23+11) des plans ont une orientation d'environ N110°E et un pendage vers l'Est. A noter que les cercles concentriques sur le diagramme en rosace sont exprimés en pourcentage du nombre total de plans projetés.

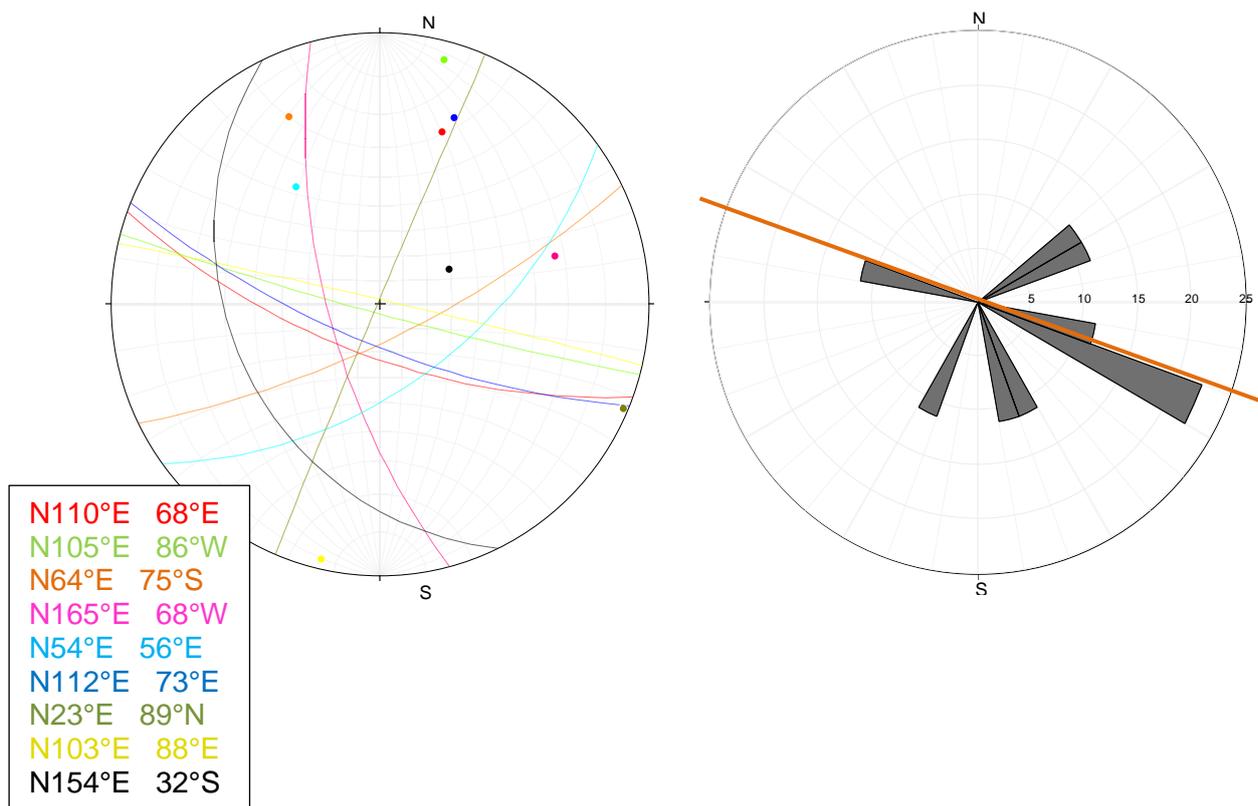


Illustration 26 : Exemple de stéréogramme de Wulff et rosace associée

Par la suite, pour une meilleure lisibilité des canevas, les projections des plans ne seront pas représentées, seuls les pôles des plans seront figurés.

b) Stations de mesures

Le recueil des nouvelles données a été réalisé sur 27 stations de mesures (Illustration 27 et Illustration 28) et a permis l'acquisition de plus de 2000 valeurs de plans de fractures répartis sur 13 étages géologiques différents. L'ensemble des tableaux de mesures est fourni en Annexe 2.

Les caractéristiques des stations ainsi que les premiers résultats sont présentés ci-après. Cette partie est organisée en fonction de l'âge des formations où ont été relevées les mesures.

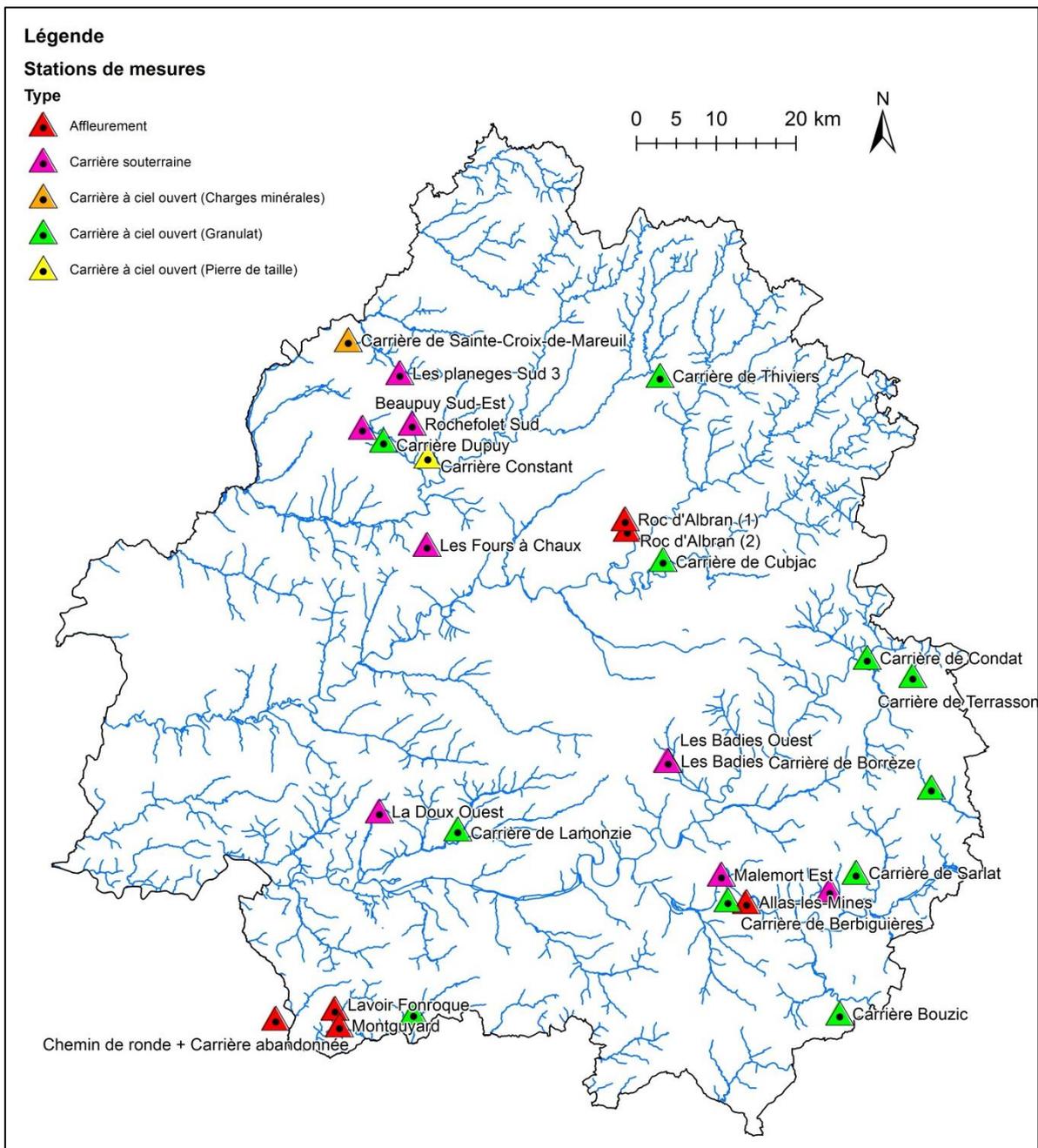


Illustration 27 : Cartographie des stations de mesures (Goubier, 2013)

Connaissances des karsts aquitains - Étude des karsts libres et sous couverture du département de la Dordogne -
Module 4 - Année 4

Communes	Station	Type	Exploitant	Age_Fm	Lithologie	Nb_mesures	X (L93)	Y (L93)
Soumensac	Chemin de ronde + Carrière abandonnée	Affleurement		Aquitanien	Calcaires lacustres (Calcaires Blancs de l'Agenais)	62	488 178	6 402 439
Condat-sur- Vézère	Carrière de Condat	Carrière à ciel ouvert (Granulat)	Société départementale des carrières (Eurovia)	Bathonien	Calcaires oolithiques, bioclastiques et micritiques	145	562 349	6 448 053
Terrasson- Lavilledieu	Carrière de Terrasson	Carrière à ciel ouvert (Granulat)	Société départementale des carrière (Eurovia)	Bathonien	Calcaires oolithiques, bioclastiques et micritiques	71	568 070	6 445 768
Borrèze	Carrière de Borrèze	Carrière à ciel ouvert (Granulat)	SARL Veyret Régis	Callovien	Calcaire micritique, bioclastique et oolithique ("Pierre de Borreze")	203	570 389	6 431 636
Thiviers	Carrière de Thiviers	Carrière à ciel ouvert (Granulat)	SAS Carrières de Thiviers	Cambrien	Sericitoshistes, Meta gawackes (quartzites), Meta tuf rhyolithiques à filons de dolerites importants	217	536 374	6 483 720
Maurens	La Doux Ouest	Carrière souterraine	Abandonnées	Campanien supérieur	Calcaires bioclastiques jaunes	35	501 180	6 428 634
Lamonzie- Montastruc	Carrière de Lamonzie	Carrière à ciel ouvert (Granulat)	Calcaires et diorites du Périgord (Eurovia+Thiviers)	Campanien supérieur	Calcaires bioclastiques jaunes	161	511 030	6 426 372
Sarlat	Carrière de Sarlat	Carrière à ciel ouvert (Granulat)	SAS Garrigou TP Carrières	Coniacien supérieur	Calcaires bioclastiques jaunes ("Pierre de Mauzens")	140	560 955	6 420 885
Mauzens-et- Miremont	Les Badies Ouest	Carrière souterraine	Abandonnée	Coniacien supérieur	Calcaires bioclastiques jaunes	11	537 321	6 435 040
Mauzens-et- Miremont	Les Badies	Carrière souterraine	Abandonnée	Coniacien supérieur	Calcaires bioclastiques jaunes	22	537 400	6 435 018
Saint-Cyprien	Malemort Est	Carrière souterraine	Abandonnée	Kimméridgien	Marnes indurées	6	544 071	6 420 644
Allas-les-Mines	Allas-les-Mines	Affleurement		Kimméridgien	Marno-Calcaires	48	547 211	6 417 174
Berbiguières	Carrière de Berbiguières	Carrière à ciel ouvert (Granulat)	SAS Cypriote	Kimméridgien	Calcaires oolithiques et micritiques gris	63	544 904	6 417 424
Sarliac-sur-l'Isle	Roc d'Albran (2)	Affleurement		Oxfordien	Calcaires oolithiques, bioclastiques et micritiques	22	532 268	6 464 236
Sorges	Roc d'Albran (1)	Affleurement		Oxfordien	Calcaires oolithiques, bioclastiques et micritiques	33	532 004	6 465 579
Cubjac	Carrière de Cubjac	Carrière à ciel ouvert (Granulat)	Société départementale des carrières (Eurovia)	Oxfordien	Calcaires oolithiques, bioclastiques et micritiques	226	536 766	6 460 435
Serres-et- Montguyard	Montguyard	Affleurement		Priabonien	Calcaires lacustres (Formation des Ondes)	35	496 170	6 401 573
Fonroque	Lavoir Fonroque	Affleurement		Rupélien basal	Calcaires lacustres (Formation de Castillon)	5	495 620	6 403 681
Plaisance	Carrière de Plaisance	Carrière à ciel ouvert (Granulat)	Calcaires et diorites du Périgord (Eurovia+Thiviers)	Rupélien basal	Calcaires lacustres (Formation de Castillon)	128	505 474	6 403 143
Mensignac	Les Fours à Chaux	Carrière souterraine	Abandonnée	Santonien	Calcaire crayeux gris	0	507 180	6 462 340
Vezac	La Combe de Lama Est	Carrière souterraine	Abandonnée	Santonien	Calcaire gréseux	5	557 655	6 418 673
Bouzac	Carrière Bouzac	Carrière à ciel ouvert (Granulat)	Abandonnée	Tithonien	Dolomicrite et calcaire micritique ("Pierre de Bouzac")	168	558 929	6 403 066
Paussac-et-Saint- Vivien	Carrière Constant	Carrière à ciel ouvert (Pierre de taille)	Constant et Fils	Turonien moyen	Calcaire bioclastiques jaune pale à rudistes	15	507 246	6 473 501
Sainte-Croix-de- Mareuil	Carrière de Sainte- Croix-de-Mareuil	Carrière à ciel ouvert (Charges minérales)	Charges Minérales du Périgord (Imerys)	Turonien moyen et supérieur	Calcaire crayeux blanc tendre et durs à rudistes	160	497 279	6 488 229
Vieux Mareuil	Les planeges Sud 3	Carrière souterraine	Abandonnée	Turonien moyen	Calcaire crayeux blanc tendre à rudistes	11	503 756	6 484 063
Leguillac-de- Cercles	Rochefolet Sud	Carrière souterraine	Abandonnée	Turonien moyen	Calcaire crayeux blanc tendre à rudistes	5	505 304	6 477 656
La Tour Blanche	Beaupuy Sud-Est	Carrière souterraine	Abandonnée	Turonien moyen	Calcaire crayeux blanc tendre à rudistes	37	499 066	6 477 159
Chapdeuil	Carrière Dupuy	Carrière à ciel ouvert (Granulat)	Dupuy et Fils	Tithonien	Dolomicrite et calcaire micritique ("Pierre de Bouzac")	5	501 732	6 475 531

Illustration 28 : Tableau des stations de mesures de fractures (Goubier, 2013)

- **Socle paléozoïque**

► Carrière de Thiviers

La carrière de Thiviers (Illustration 29) est la seule station du socle paléozoïque.

Elle est exploitée par la société des "Carrières de Thiviers" pour la production de granulats concassés siliceux pour les filières du BTP et pour la production de pierre de construction.

Les formations exploitées appartiennent au groupe du Bas Limousin (Cambrien moyen à supérieur) et sont principalement constituées de roches métamorphiques (schistes, quartzites et dolérites).

La carrière présente deux fosses d'exploitation, une à l'Est et une à l'Ouest.

On dénombre 5 fronts d'exploitation d'environ 15 mètres chacun. D'après les premières observations, on note l'absence de grands accidents visibles depuis des points de vue. Cependant, les fronts sont affectés par de nombreuses fractures bien visibles, continues et souvent en réseaux (Illustration 30).



Illustration 29 : Carrière de Thiviers



Illustration 30 : Réseau de fracture

217 relevés de fracturations ont été effectués dans cette carrière. L'acquisition est répartie sur 3 paliers différents. Le palier 1 qui est le plus haut de la carrière, juste en dessous de la découverte, le palier 3 et le palier 5 qui est le front d'exploitation le plus bas.

Le stéréogramme et la rosace de répartition (Illustration 31) présentent une forte hétérogénéité des orientations de fractures où il est difficile de définir des orientations principales.

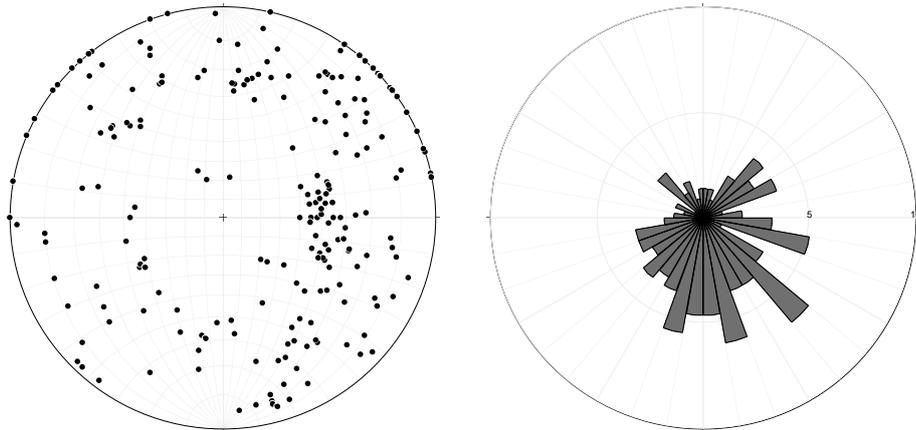


Illustration 31 : Stéréogramme et rosace de répartition du socle paléozoïque

Cependant on peut noter des différences entre les paliers. En effet, en individualisant les données recueillies (Illustration 32), en fonction des paliers, on peut identifier des orientations préférentielles des fractures ou des réseaux de fractures.

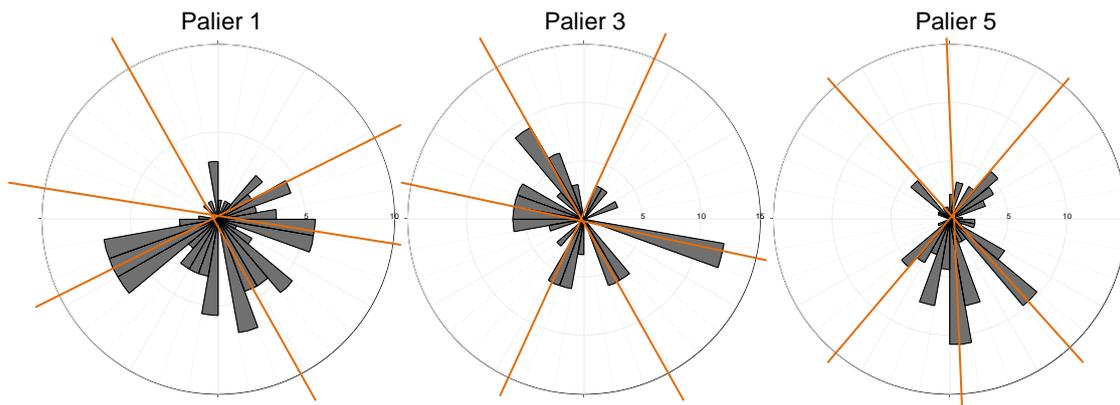


Illustration 32 : Rosaces de répartition en fonction des paliers

On remarque que des fractures N140°E affectent les trois paliers et que des fractures N110°E affectent les paliers 1 et 3. Au contraire, les N170°E ne sont présentes que sur le palier 5. On observe également la présence de fractures N60°E, N25°E ou N40°E respectivement sur les fronts 1, 3 et 5.

Les plans de schistosités principales sont aussi pris en compte dans ces mesures. Il s'agit des plans N140°E avec un pendage préférentiel vers le Sud-Est mais les déformations hercyniennes ne constituent pas l'objectif du projet, nous n'irons pas plus loin sur ce sujet.

Quelques tectoglyphes ont pu être observés :

- Des stries horizontales ou subhorizontales :
 - N168°E 30°N
 - Horizontales portées par un plan N88°E
- Des écailles témoins d'un mouvement horizontal dextre portées par des plans :
 - N133°E
 - N162°E
 - N150°E

- **Bathonien**

► Carrière de Condat sur Vézère

La carrière de Condat sur Vézère (Illustration 33) est exploitée par la Société Départementale des Carrières, appartenant au groupe Eurovia. Elle exploite des calcaires oolithiques, bioclastiques et micritiques du Bathonien pour la production de granulats.



Illustration 33 : Carrière de Condat-sur-Vézère

D'après la carte géologique de Terrason-Lavilledieu, deux failles importantes d'orientations N150°E et N167°E traversent la carrière, dessinant deux talwegs importants.

145 mesures de fracturations ont été effectuées, réparties sur trois affleurements différents afin d'avoir des données assez représentatives.

Ainsi, sur le stéréogramme et la rosace (Illustration 34), on peut observer deux directions principales de fracturations représentées par deux familles de fractures :

- une première famille, majoritaire, d'orientation N165°E (pendage 70° à 90°) qui correspond approximativement à la direction des deux failles traversant la carrière
- une seconde, quasiment orthogonale à la première, d'orientation N60°E présentant un pendage vers le Nord-Est entre 80° et 90°.

Les autres orientations ne sont que des artefacts que permet de gommer l'étude statistique des plans de fracturations.

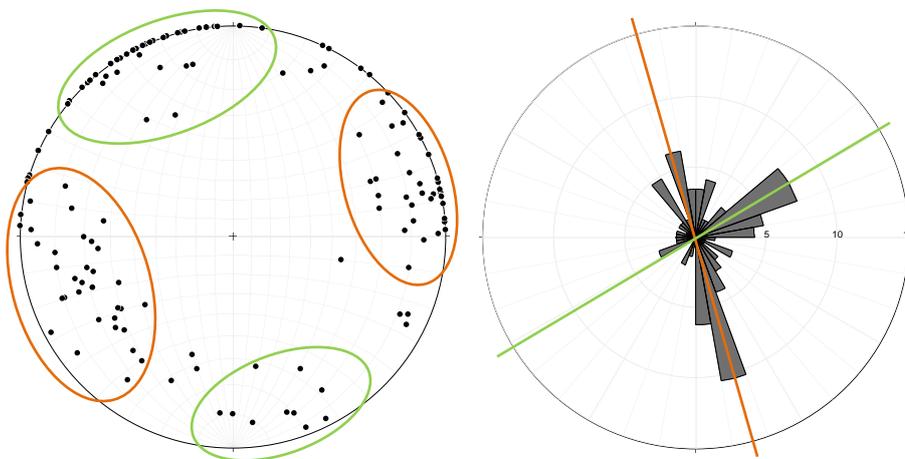


Illustration 34 : Stéréogramme et rosace de répartition de la carrière de Condat-sur-Vézère

► Carrière de Terrasson-Lavilledieu

La carrière de Terrasson-Lavilledieu exploite la partie inférieure du Bathonien, quasiment au contact avec le Bajocien. Les faciès sont identiques à la carrière de Condat-sur-Vézère. L'exploitant est également le même.

Une série de 71 données a été acquise dans cette carrière sur un seul front d'exploitation. La projection et la rosace (Illustration 35) de répartition des orientations permettent d'identifier trois familles principales de plans de fracturations, soit une de plus que précédemment :

les fractures N50°E sont les plus nombreuses ; il n'est pas à exclure qu'il s'agisse de la même famille d'orientation N60°E de la carrière de Condat,

- les directions de plan N10°E sont les deuxièmes plus présentes,
- enfin, la dernière famille pouvant être significative est N120°E.

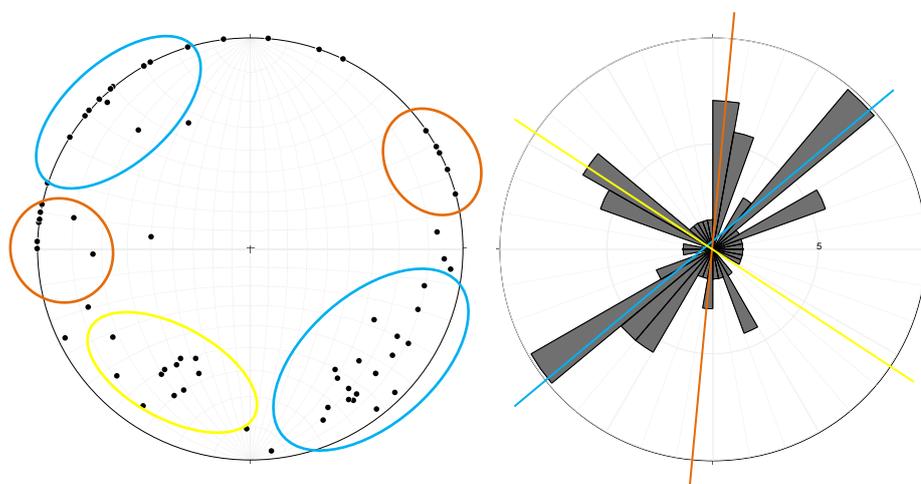


Illustration 35 : Stéréogramme et rosace de répartition de la carrière de Terrasson-Lavilledieu

Deux séries de stries ont pu être observées sur cet affleurement (Illustration 36). Il s'agit de stries horizontales (failles décrochantes pures) portées par des plans N56°E et N41°E, mais l'absence d'écailles ne permet pas de définir le sens de déplacement relatif de blocs.



Illustration 36 : Stries horizontales dans le Bathonien

► Bathonien global

Au total, 216 mesures ont été effectuées dans le Bathonien. Une fois assemblés (Illustration 37), les grands axes définis précédemment sont toujours bien observables. Soit :

- N165°E
- N60°E
- N10°E
- N120°E

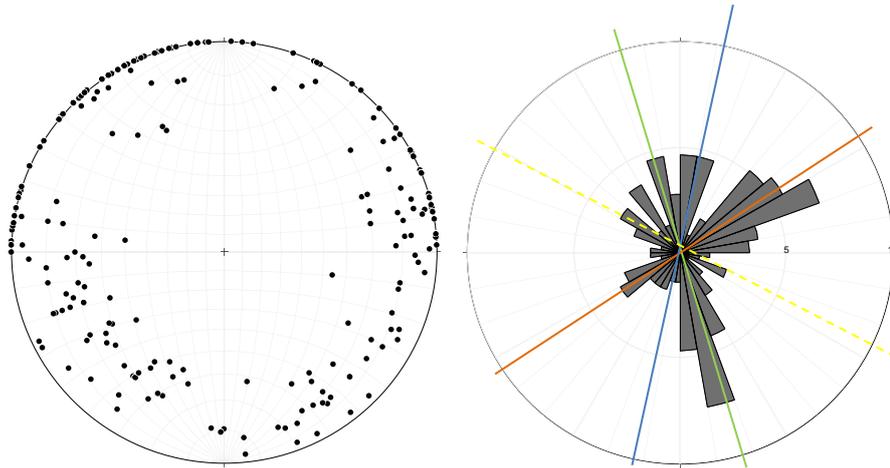


Illustration 37 : Stéréogramme et rosace de répartition du Bathonien

• **Callovien**

► Carrière de Borrèze

La carrière de Borrèze (Illustration 38) présente les seules mesures acquises dans le Callovien. Il s'agit d'une carrière à granulats exploitant des calcaires micritiques, bioclastiques et oolithiques du Callovien ("Pierre de Borrèze").



Illustration 38 : Carrière de Borrèze

Cette carrière est exploitée par la SARL Veyret Régis et est actuellement en cours de demande de renouvellement d'exploitation.

203 mesures ont été effectuées dans cette carrière. Elle présente cinq paliers d'exploitation, chaque front faisant une quinzaine de mètres. Les mesures ont été acquises comme suit :

- 80 sur le palier 2
- 80 sur le palier 3
- 43 sur le palier 4.

La projection des mesures (Illustration 39) révèle deux directions largement majoritaires et en laisse apparaître une troisième faiblement représentée.

Ainsi, on observe une majorité de fractures N20°E puis N170°E et enfin une petite famille de fractures NN60°E.

Le nombre conséquent de données ne permet pas d'individualiser les familles de fractures sur le stéréogramme.

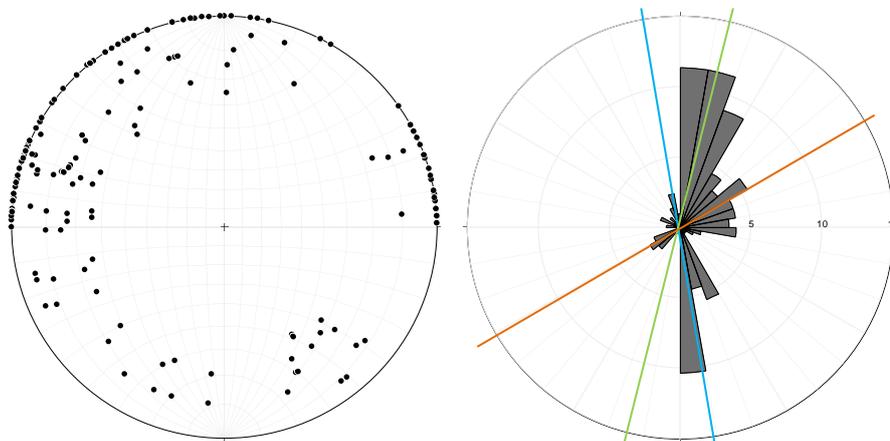


Illustration 39 : Stéréogramme et rosace de répartition du Callovien

Les affleurements présentaient de grandes fractures bien visibles (Illustration 40) car plus ou moins karstifiées et à remplissage d'argiles rouges. Ces fractures sont majoritairement orientées N170°E.

La présence de tectoglyphes (stries et écailles) marque plusieurs mouvements :

- un mouvement senestre pur subhorizontal, plans porteurs : N157°E N160°E et N151°E.
- un mouvement dextre pur subhorizontal porté par un plan N05°E.



Illustration 40 : Grandes fractures et tectoglyphes dans le Callovien

- **Oxfordien**

► Carrière de Cubjac

La carrière de Cubjac (Illustration 41) est exploitée par la Société Départementale des Carrières (Eurovia) pour la production de granulats à partir des calcaires micritiques et bioclastique de l'Oxfordien.



Illustration 41 : Carrière de Cubjac

Il s'agit en réalité d'un ensemble de deux carrières à ciel ouvert. Les mesures ont été faites dans la carrière Sud présentant trois paliers d'environ quinze mètres chacun.

226 orientations ont été relevées sur cette station. Leur projection (Illustration 42) montre trois directions préférentielles :

- N100°E (pendages entre 50 et 90°)
- N10°E (pendages entre 70 et 90°)
- N170°E (pendages entre 70 et 90°)

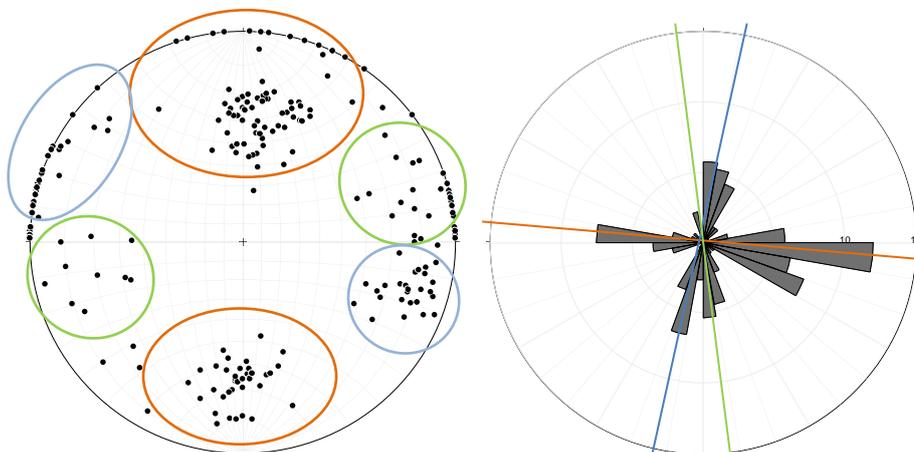


Illustration 42 : Stéréogramme et rosace de répartition de la carrière de Cubjac

Les fractures N10°E sont moins fréquentes que les N100°E mais sont plus visibles et marquées à l'échelle de l'affleurement (grands plans de fractures, remplissage d'argiles rouges, karstification)

Au contraire, les N100°E sont plus fréquentes mais moins marquées et visibles et elles sont souvent conjuguées (pendages et Est et Ouest).

De nombreux tectoglyphes ont pu être observés mais ceux-ci semblent contradictoires. En effet, certains enregistrent un mouvement normal et d'autres un mouvement inverse :

- Stries à 90° et écaillés montrant un mouvement normal, portés par un plan N96°E ;
- Stries horizontales et écaillés montrant un mouvement senestre, portés par un plan N143°E ;
- Stries verticales et écaillé montrant un mouvement inverse, portés par des plans N101°E et N113°E (compartiment Sud surélevé).

Quelques fractures karstifiées ou à remplissage d'argile ont été également observées, la majorité sont des fractures N170°E et N20°E.

► Roc d'Albran

La station du Roc d'Albran est constituée de deux affleurements en bordure de la N21 sur les communes de Sarliac-sur-l'Isle et de Sorges.

55 mesures ont été réalisées sur ces affleurements.

La projection de ces données (Illustration 43) met en évidence, comme pour la carrière de Cubjac, deux directions majoritaires, soient les fractures N90°E et N10°E. On peut également observer la présence d'une nouvelle famille de fractures, moins importante, de direction N45°E.

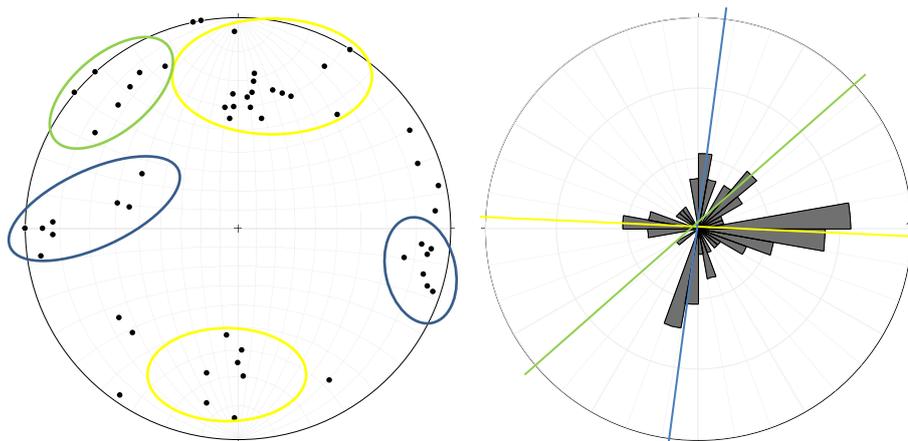


Illustration 43 : Stéréogramme et rosace de répartition du Roc d'Albran

Deux types de tectoglyphes ont été relevés :

- Des stries 10°N et des écaillés définissant un mouvement senestre inverse, portés par un plan N808°E (compartiment W relevé) ;
- Des stries 75°NE et des écaillés définissant un mouvement inverse dextre, portés par un plan N11°E (compartiment E relevé).

► Oxfordien global

L'Oxfordien présente un total de 282 données (Illustration 44). On retrouve les deux directions majeures observables sur les stations de Cubjac et du Roc d'Albran :

- N100°E
- N10°E

Les fractures N100°E représentent environ 40% des mesures et les N10°E environ 20%.

On remarque également la présence de fractures N170°E déjà observées sur la carrière de Cubjac, tandis que les N45°E observées au Roc d'Albran semblent avoir été nuancées par le nombre total de valeurs.

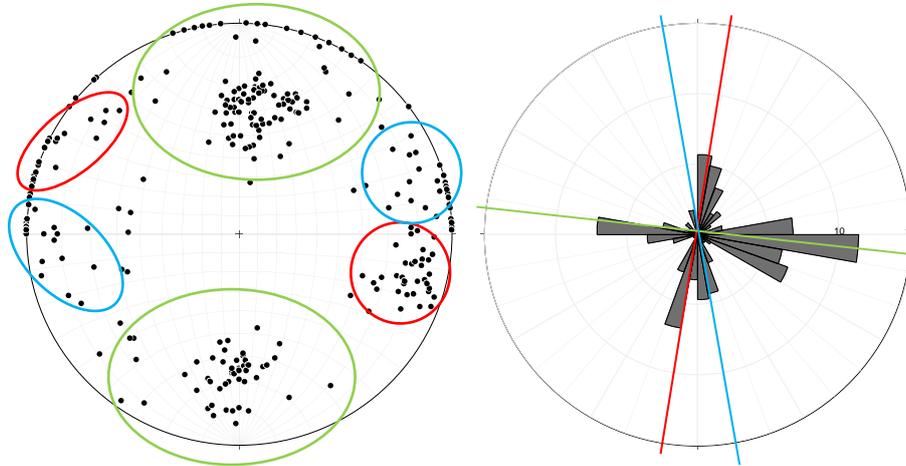


Illustration 44 : Stéréogramme et rosace de répartition de l'Oxfordien

- **Kimméridgien**

- ▶ Allas-les-Mines

La carrière souterraine d'Allas-les-Mines n'étant pas accessible, les mesures de fractures ont été réalisées sur deux affleurements (Illustration 45) en bordure de la Dordogne.



Illustration 45 : Allas-les-Mines, affleurement 2

Les deux affleurements se caractérisent par des marnes et des calcaires marneux en alternance. Stratigraphiquement, l'affleurement 2 est plus haut et présente des niveaux de plus en plus proches de l'émersion (niveaux condensés et ferrugineux) marquant la proche limite avec le Tithonien.

48 valeurs de plans ont été relevées sur ces affleurements. La projection de ces données (Illustration 46) permet d'observer trois directions de fracturation principales :

- N35°E
- N120°E
- N145°E

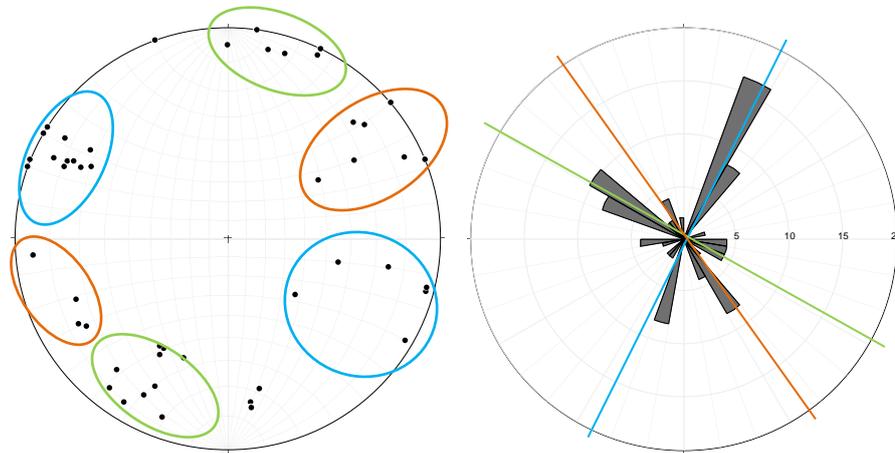


Illustration 46 : Stéréogramme et rosace de répartition des affleurements d'Allas-les-Mines

Ces orientations n'ont pas été observées jusqu'à maintenant.

Deux séries de stries horizontales ont pu être observées. Mais l'absence d'écailles ne permet pas d'émettre d'hypothèse sur le mouvement relatif des blocs. Cependant, il est possible d'observer des variations entre les bancs durs calcaires et les bancs tendres marno-calcaires. En effet, des différences de direction et d'inclinaison des fractures sont à noter entre les niveaux de dureté différente (Illustration 47).

La projection séparée des données des bancs durs et des bancs tendres (Illustration 47) permet d'observer des variations sur les rosaces. Ainsi, les bancs durs enregistrent préférentiellement les fractures N30°E et dans une seconde mesure les N120°E. Et les bancs tendres mémorisent, sans discrimination, les trois directions précédemment citées.



Illustration 47 : Variation de direction et d'inclinaison entre les bancs tendres et durs à Allas-les-Mines -
Rosaces bancs tendres/bancs durs

► Malemort Est



La carrière souterraine de Malemort Est (Illustration 48) se situe sur la commune de St-Cyprien.

Elle présente un faciès marno-calcaire.

Seulement 6 mesures ont été réalisées :

- N120°E 90°
- N4°E 62°W
- N0°E 75°W
- N105°E 75°W
- N30°E 85°W
- N158°E 60°E

Les mesures sont peu exprimées dans ces dépôts. Et l'accès prolongé dans cette carrière n'est pas envisageable compte tenu de l'état des galeries dans les marnes. Les mesures sont donc trop peu représentatives, il n'est pas utile de présenter la projection et la rosace de répartition de ces données. Néanmoins, elles seront intégrées aux données des autres stations pour la synthèse de Kimméridgien.

Illustration 48 : Carrière souterraine de Malemort Est

On peut noter que les marnes autour des grandes fractures présentent une humidité assez importante en comparaison au reste de la carrière.

► Carrière de Berbiguières

La carrière de Berbiguières (Illustration 49), exploitée par "SAS Cypriote" présente un front principal d'une hauteur de quinze à vingt mètres. Ici, le Kimméridgien présente des faciès de calcaires oolithiques et micritiques gris. La carte géologique du Bugue met en évidence le passage d'une faille très importante dans la carrière, mettant en contact le Kimméridgien, le Coniacien et le Santonien inférieur.



Illustration 49 : Carrière de Berbiguières, front principal

63 données de plan de fracturations ont été relevées dans cette carrière. Leur projection (Illustration 50) permet d'identifier deux directions principales de fracturation :

- N95°E (pendages entre 70 et 90°)
- N155°E (pendages entre 70 et 90°)

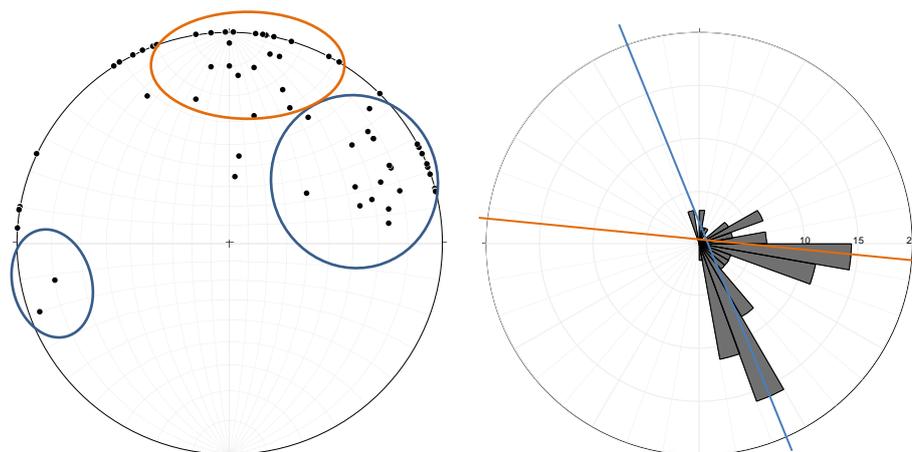


Illustration 50 : Stéréogramme et rosace de répartition de la carrière de Berbiguières

Sur le terrain ces deux directions sont facilement observables. En effet, le front d'exploitation est découpé en dièdres qui suivent ces deux orientations.

► Kimméridgien global

L'apport de la carrière souterraine de Malemort Est étant très faible, la rosace de répartition des directions du Kimméridgien résume surtout les directions observées à Allas-les-Mines et dans la carrière de Berbiguières.

La projection des données (Illustration 51) permet d'identifier trois directions principales :

- N155°E
- N100°E
- N35°E

Il est également possible d'en identifier une quatrième à N120°E mais qui reste faiblement représentée bien qu'elle soit bien individualisée.

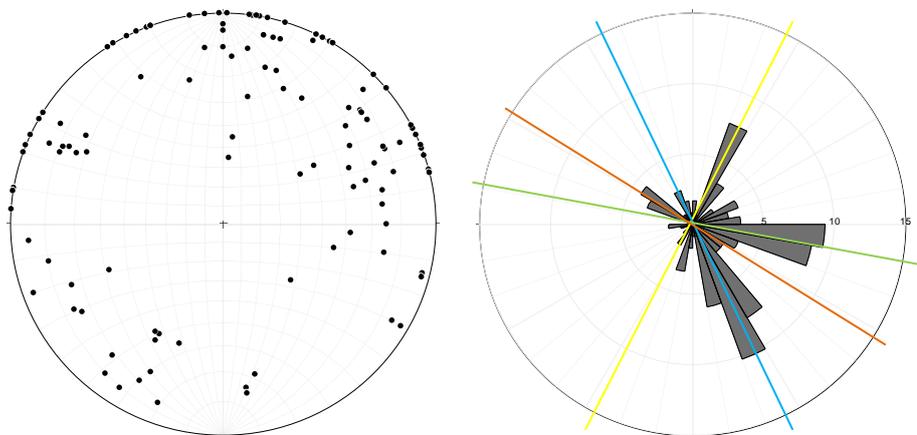


Illustration 51 : Stéréogramme et rosace de répartition du Kimméridgien

- **Tithonien**

► Carrière Dupuy

La carrière Dupuy est une carrière à ciel ouvert située sur la commune de Chapdeuil. Elle exploite la formation de Marteil, caractérisée par une alternance de calcaires mudstone plus ou moins noduleux et de lits d'argiles.

Le nombre de valeurs est très faible :

- N10°E
- N105°E
- N38°E
- N110°E
- N110°E

La projection et l'analyse de la rosace de répartitions des directions n'est pas indispensable. Cependant, les valeurs relevées dans cette carrière seront ajoutées à celles des autres stations pour la synthèse du Tithonien.

► Carrière Bouzic

La carrière de Bouzic est une carrière à ciel ouvert qui n'est plus exploitée actuellement (Illustration 52). Elle exploitait des calcaires mudstone beiges à gris du Tithonien. D'après la notice de la carte géologique de Gourdon, il s'agirait de dolomicrite à faible proportion de dolomie, et en effet la réactivité au test HCl est faible.



Illustration 52 : Carrière de Bouzic

168 mesures ont été effectuées dans cette carrière.

La projection et la rosace de répartition (Illustration 53) montrent deux directions majeures :

- N125°E et N55°E ;

et deux autres moins importantes :

- N5°E et N165°E.

Sur cet affleurement aussi les deux directions principales sont facilement observables car elles découpent le front d'exploitation en dièdres.

Le peu de tectoglyphes observables enregistre un mouvement inverse à tendance dextre.

Aucune fracture karstifiée ou à remplissage d'argile n'a été observée.

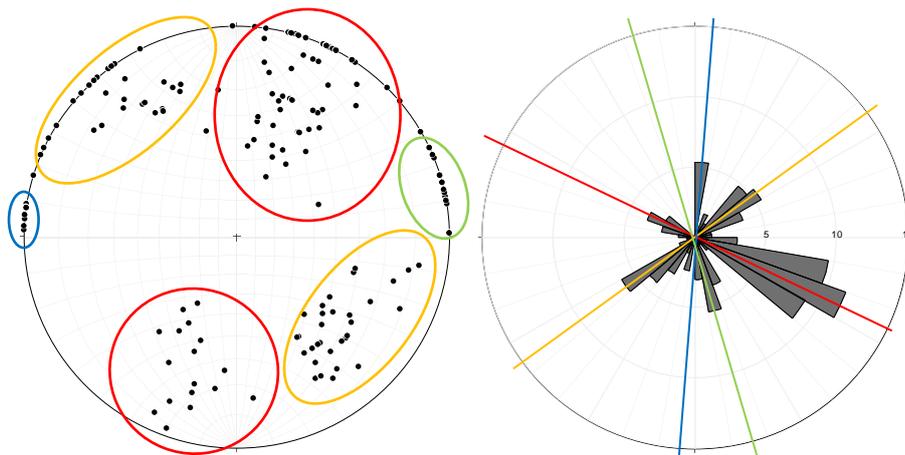


Illustration 53 : Stéréogramme et rosace de répartition de la carrière de Bouzic

► Tithonien global

Ainsi, le Tithonien rassemble les données des carrières Dupuy et de Bouzic. Or, le faible nombre de valeurs pour la carrière Dupuy n'influence pas ou très peu les résultats obtenus avec la projection des données de la carrière de Bouzic.

Les paramètres globaux du Tithonien correspondent donc à ceux de la Carrière de Bouzic (Illustration 53) avec deux directions principales (N125°E et N55°E) et deux autres mineures (N5°E et N165°E).

• **Turonien**

► Beaupuy Sud-Est

Beaupuy Sud-Est est une des nombreuses carrières souterraines abandonnées se situant sur la commune de La Tour Blanche. Elle est taillée dans les calcaires bioclastiques du Turonien.

37 mesures ont été faites. Il s'agit pour la plupart des directions de fractures plus ou moins karstifiées (Illustration 54), les fractures sèches étant difficilement observables en souterrain. Par exemple, la photo ci-contre montre une fracture karstifiée à remplissage d'argile de direction N95°E. Elle présente une ouverture importante (entre 0,5 et 1m). Mais la majorité des fractures de cette carrière présente simplement un remplissage d'argile rouge, les déboussages d'argiles n'ont lieu que lorsque l'ouverture de la fracture commence à devenir importante (à partir de 10 ou 20 cm) comme sur la photo ci-contre.



Illustration 54 : Fracture karstifiée, Beaupuy Sud-Est

Ainsi, la projection des mesures permet d'identifier une direction largement majoritaire de N100°E (Illustration 55).

On peut également remarquer la présence d'une petite famille de fractures N150°E qui correspond à des conduits karstiques largement ouverts. Et, dans la même proportion, d'une famille de fractures N55°E, celles-ci sont présentes à l'entrée de la carrière, on peut donc supposer qu'il s'agisse d'un effet de décompression de la roche dû à la proximité de l'entrée.

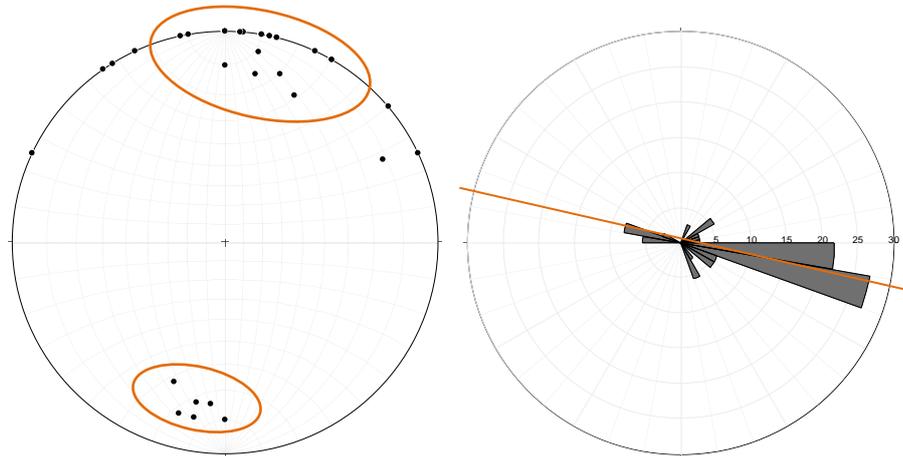


Illustration 55 : Stéréogramme et rosace de répartition de Beaupty Sud-Est

► Carrière de Sainte-Croix-de-Mareuil

La carrière de Saint-Croix-de-Mareuil (Illustration 56) est une carrière à ciel ouvert exploitant les calcaires blancs bioclastiques à rudistes du Turonien moyen. C'est la société "Imérys" qui l'exploite pour la production de charges minérales pour l'industrie.



Illustration 56 : Carrière de Sainte-Croix-de-Mareuil

160 données ont été acquises dans cette carrière.

Les premières observations sur le terrain permettent de mettre en évidence quatre familles de fractures différentes :

- N120°E
- N160°E
- N40°E
- N00°E

Il s'avère que ces observations sont entièrement confirmées par la rosace des répartitions (Illustration 57). Leur pendage varie, en moyenne, entre 80 et 90°.

On peut noter qu'un nombre important de fractures (une cinquantaine) présente un remplissage d'argile et la majorité de celles-ci sont des fractures de direction N120°E.

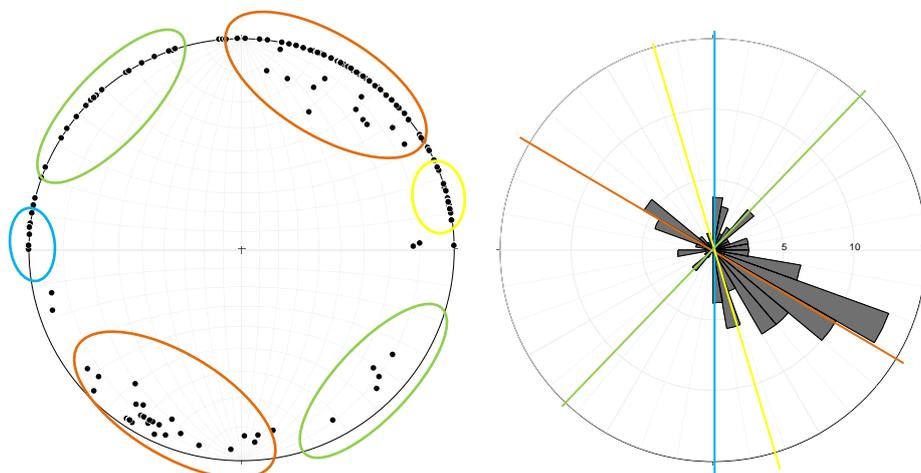


Illustration 57 : Stéréogramme et rosace de répartition de la carrière de Sainte-Croix-de-Mareuil

► Les Planèges Sud 3

Les Planèges est un lieu-dit de la commune de Vieux-Mareuil où se trouve une succession de carrières souterraines de différentes tailles ; Les Planèges Sud 3 est l'une d'entre elles. Elle se présente sous la forme d'une galerie traçante d'environ 50 m de long, 10m de large et 8m de haut.

11 mesures de fractures y ont été faites, quasiment exclusivement de direction N110°E. Ces fractures sont, pour la grande majorité karstifiées à remplissage d'argile et plus ou moins ouvertes.

► Carrière Constant

La carrière Constant est une carrière à ciel ouvert dans les calcaires à rudistes du Turonien sur la commune de Paussac-et-Saint-Vivien. Elle est exploitée par la société "Constant et fils" pour la production de pierres de taille.

Ainsi 15 mesures y ont été faites et, comme précédemment, il s'agit quasiment exclusivement de fractures N110°E karstifiées à remplissage d'argile et plus ou moins ouvertes.

► Rochefolet Sud

La carrière de Rochefolet Sud est une carrière souterraine sur la commune de Leguillac-de-Cercles. Il s'agit de la dernière station dans le Turonien.

Seulement 5 mesures ont été faites. Cependant celles-ci ne seront pas projetées sur le stéréogramme synthétique du Turonien. En effet, les données acquises sont trop approximatives du fait de conduits karstiques très développés ne permettant pas une prise de direction précise (Illustration 58).



*Illustration 58 : Conduit karstique
carrière souterraine de Rochefolet
Sud*

► Turonien global

La totalité des mesures réalisées dans le Turonien représentent donc environ 230 valeurs. Il en ressort, après projection (Illustration 59), une seule grande direction de fracturation à environ N110°E.

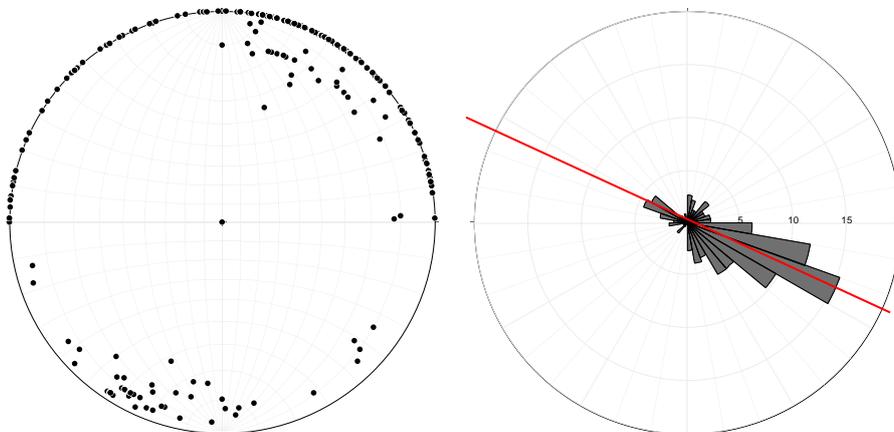


Illustration 59 : Stéréogramme et rosace de répartition de Turonien

L'absence de tectoglyphes est probablement dû à la faible dureté des faciès du Turonien et à la karstification des fractures qui n'ont pas permis leur conservation au cours du temps.

- **Coniacien**

► Carrière de Sarlat



La carrière de Sarlat (Illustration 60) est exploitée par la "S.A.S. Garrigou TP Carrières" pour la production de granulats et de blocs de parements.

Elle exploite les calcaires bioclastiques jaunes du Coniacien ("Pierre de Mauzens").

Les deux fronts supérieurs ne semblent plus être exploités contrairement au front inférieur où ont été réalisées les mesures.

140 données ont été recueillies sur le front inférieur

Illustration 60 : Carrière de Sarlat

On peut observer, sur la rosace de répartition des directions (Illustration 61), quatre plans de fracturations préférentielles :

- N170°E
- N90°E
- N70°E
- N10°E

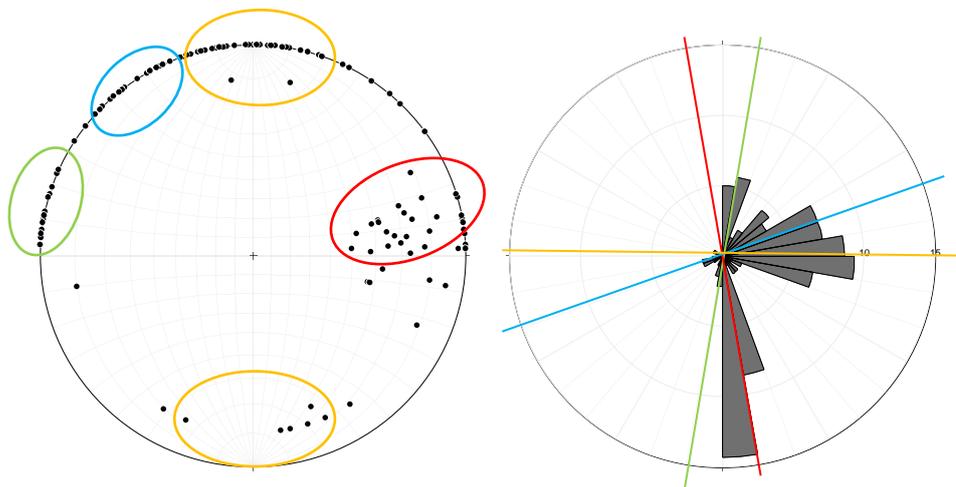


Illustration 61 : Stéréogramme et rosace de répartition de la carrière de Sarlat

Un certain nombre de fractures présente un remplissage d'argile et/ou une karstification (environ 40). La majorité de celles-ci sont des fractures N170°E et N90°E.

► Les Badies

Les Badies est un lieu-dit de la commune de Mauzens où se situe une concentration importante de carrières souterraines abandonnées.

Comme précédemment, les carrières des Badies (Illustration 62) exploitaient la "pierre de Mauzens".

33 mesures ont été levées sur deux carrières voisines ("Les Badies" et "Les Badies Ouest").



Illustration 62 : Entrée carrière souterraine "Les Badies Ouest"

La projection (Illustration 63) montre une orientation unique (comme généralement en souterrain) des fractures à N115°E.

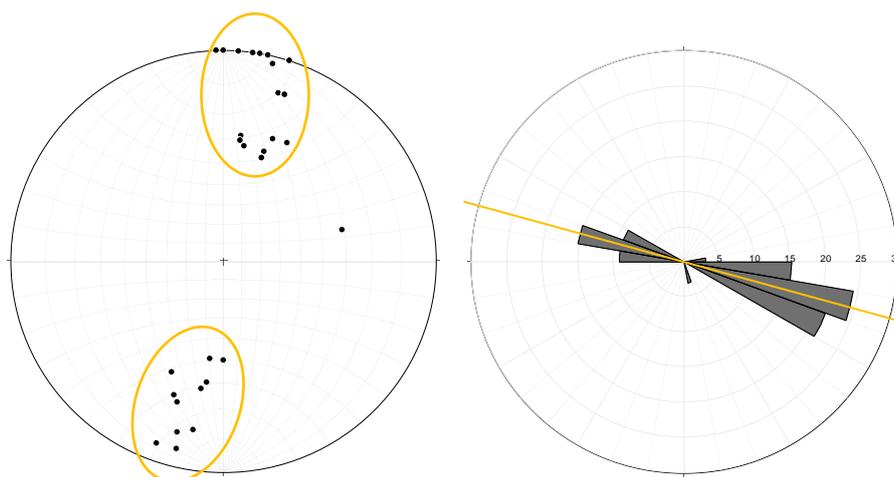


Illustration 63 : Stéréogramme et rosace de répartition des carrières des Badies

► Coniacien global

Quasiment 180 données sont disponibles pour le Coniacien.

Après projection (Illustration 64) on retrouve approximativement les quatre directions mises en évidence dans la carrière de Sarlat :

- N100°E
- N170°E
- N70°E
- N10°E

On constate donc que l'apport des données de carrières souterraines permet de définir une fracturation dominante de N100°E et N170°E, et une fracturation subordonnée de N70°E et N10°E.

L'absence de tectoglyphes peut se justifier par les mêmes raisons que dans le Turonien, c'est-à-dire des faciès trop tendres et une karstification des fractures importante ne permettant pas leur conservation.

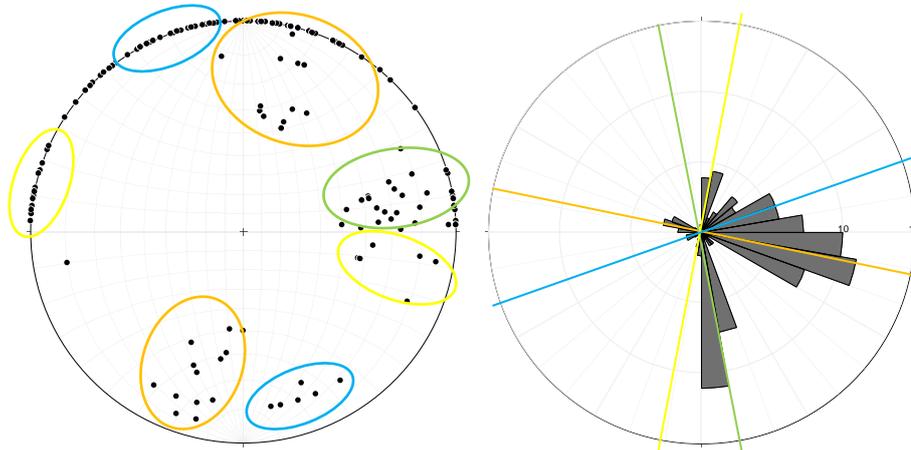


Illustration 64 : Stéréogramme et rosace de répartition de Coniacien

- **Santonien**

Le Santonien ne présente que deux stations de mesures sur l'ensemble du département, soit deux carrières souterraines abandonnées.

► Les fours à chaux

Les fours à chaux est une de ces deux stations. Cette carrière souterraine se situe sur la commune de Mensignac.

Elle est creusée dans des calcaires micritiques à silex du Santonien. Cependant, aucune mesure n'a pu y être réalisée. En effet, suite aux intempéries de fin Juillet la totalité de la carrière était inondée (Illustration 65), ne permettant pas d'y pénétrer.



Illustration 65 : Carrière des "fours à chaux"

► La Combe de Lama Est

La seconde et dernière station du Santonien est la Carrière souterraine de La Combe de Lama Est. Elle se situe sur la commune de Vézac.

La petite taille de cette carrière (environ 15x15m) a permis de relever seulement 5 directions de fracturations : trois orientées N20°E, une N77°E et une N131°E.

► Santonien global

Les données acquises dans le Santonien sont trop peu nombreuses pour en sortir une synthèse. En effet, les mesures relevées dans la carrière de La Combe de Lama Est ne sont pas assez nombreuses pour être représentatives de l'ensemble de l'étage. Il sera donc abandonné pour la suite des interprétations.

• **Campanien**

► Carrière de Lamonzie-Montastruc

La carrière Lamonzie-Montastruc est exploitée par la société "Calcaires et Diorites du Périgord" (Eurovia et Thiviers) pour la production de granulats calcaires.

Elle exploite des calcaires tendres du Campanien à oolithes, orbitoïdes et bioclastes avec des passages siliceux (Illustration 66).

Le relevé qui a été effectué compte 161 valeurs de fractures.



Illustration 66 : Faciès carrière de Lamonzie-Montastruc

La projection des données (Illustration 67) ne permet pas d'identifier des familles de plans franchement individualisées. Seules les familles de fractures N160°E et N130°E semblent à peu près se singulariser. Les trois autres familles supposées (N05°E, N30°E et N55°E), bien que faiblement individualisées sur la rosace, peuvent être considérées comme trois autres directions de la fracturation dans la carrière de Lamonzie-Montastruc.

A noter que les directions de fracturation qui ne sont pas, ou peu, individualisées sur les rosaces ou dont les pôles des plans sur le stéréogramme forment un arc de cercle peuvent être interprétées comme étant le résultat d'une déformation (plis, ...) ou comme étant les conséquences de l'amortissement des contraintes par un matériau tendre (plus probable ici).

Il est donc possible que les directions N05°E, N30°E et N55°E soient en réalité une seule et même famille résultant de l'amortissement des contraintes par les calcaires tendres du Campanien.

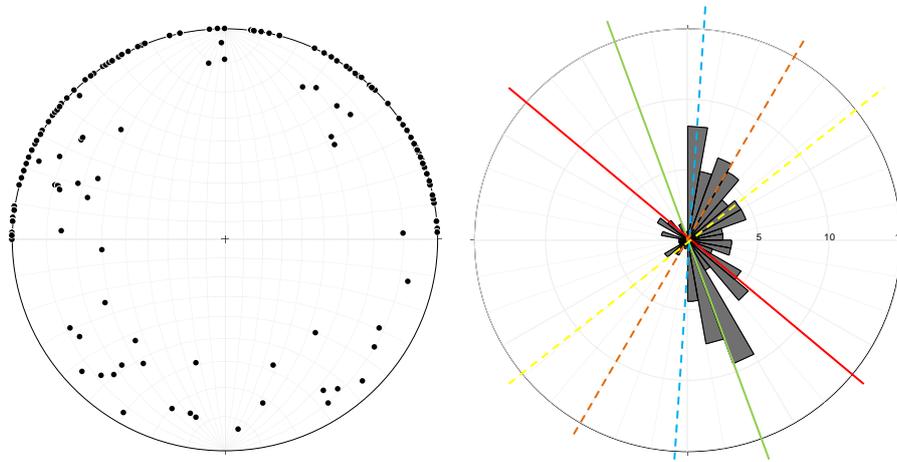


Illustration 67 : Stéréogramme et rosace de répartition de la carrière de Lamonzie-Montastruc

► La Doux Ouest

La Doux Ouest est une carrière souterraine abandonnée située sur la commune de Maurens. Elle est taillée dans les calcaires à oolithes, orbitoïdes et bioclastes du Campanien.

D'une emprise latérale de 80 m et profonde d'environ 90 m, 35 mesures de fractures ont pu y être réalisées.

Ainsi, les premières observations de terrain et la projection (Illustration 68) permettent d'identifier une direction de fracturation largement majoritaire d'environ N15°E, et une seconde très minoritaire à N160°E.

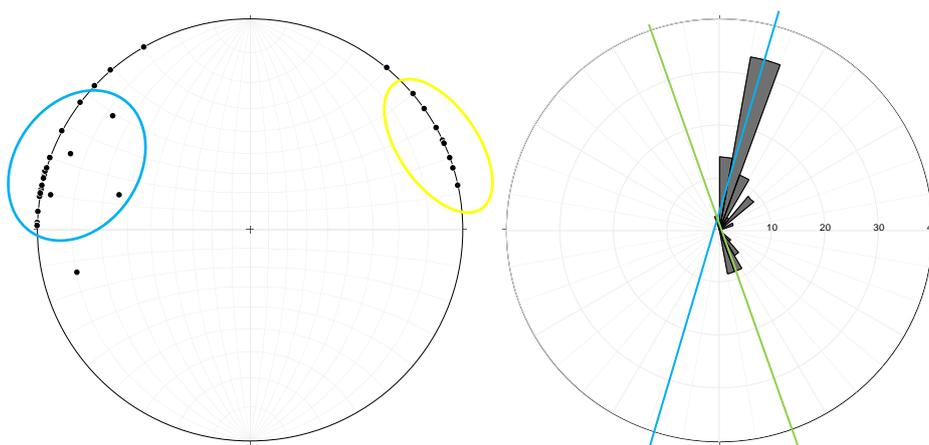


Illustration 68 : Stéréogramme et rosace de répartition de la carrière de La Doux Ouest

► Campanien global

Les deux stations du Campanien ont donc permis le recueil de 197 données.

La rosace des répartitions (Illustration 69) permet d'identifier trois directions de fracturations majeures :

- N15°E
- N160°E
- N130°E

L'étalement de la famille N15°E est probablement dû à la faible dureté du matériau qui a amorti les contraintes et décalé les fractures.

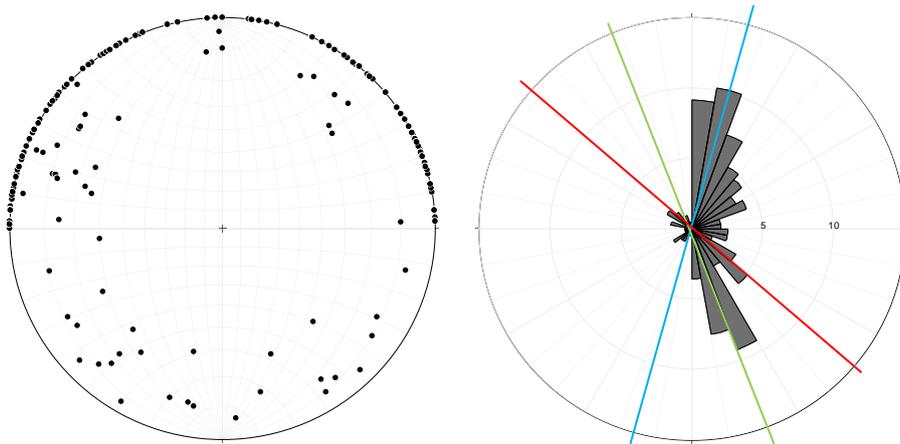


Illustration 69 : Stéréogramme et rosace de répartition du Campanien

L'absence de tectoglyphes dans le Campanien peut s'expliquer par les mêmes raisons que dans le Turonien, soit un calcaire trop tendre ne permettant pas leur enregistrement.

• Eocène

► Montguyard



Illustration 70 : Affleurement de Montguyard

Il s'agit d'un affleurement de bancs calcaires lacustres de l'Eocène supérieur intercalés dans des marnes (Illustration 70). C'est la seule station où des mesures dans l'Eocène ont été réalisées.

35 mesures ont pu être effectuées sur cet affleurement.

D'après la rosace de répartition (Illustration 71), quatre tendances s'en dégagent : N25°E, N120°E, N165°E et N90°E. Mais le faible nombre de mesures ne permet pas d'affirmer qu'il s'agisse des fractures majeures.

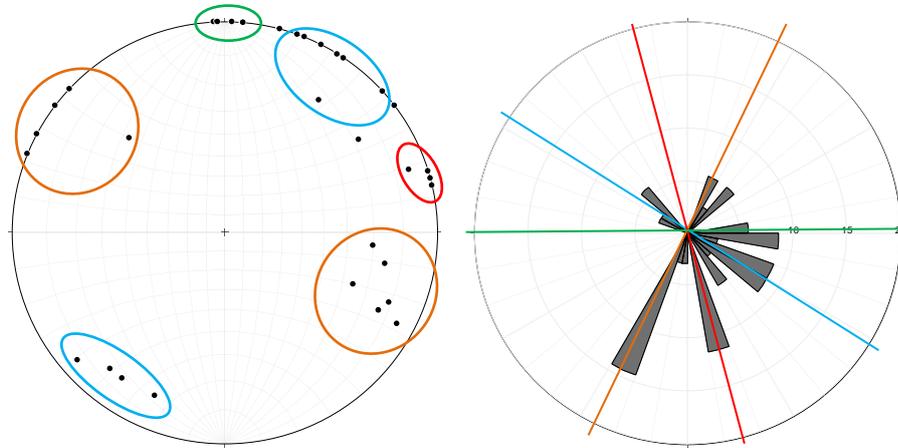


Illustration 71 : Stéréogramme et rosace de répartition de Montguyard

- **Rupélien**

- ▶ Lavoir Fonroque

La station du Lavoir de Fonroque ne compte que 5 mesures de fracturation, soit trop peu pour être représentées sur une rosace.

Cependant, ces quelques mesures seront ajoutées à celles de Plaisance pour la synthèse du Rupélien.

- ▶ Carrière de Plaisance

La carrière de Plaisance (Illustration 72) est une carrière à ciel ouvert exploitée par la société "Calcaires et Diorites du Périgord" (Eurovia et Thiviers) pour la production de granulats calcaires.

Elle exploite les calcaires lacustres de la formation de Castillon (Rupélien) sur deux paliers dont les fronts d'exploitation font environ une dizaine de mètres.



Illustration 72 : Carrière de Plaisance

128 directions de fractures ont été relevées.

La projection et la rosace (Illustration 73) permettent de conforter les observations de terrain, soit deux orientations préférentielles de plans de fracturations :

- N90°E
- N10°E

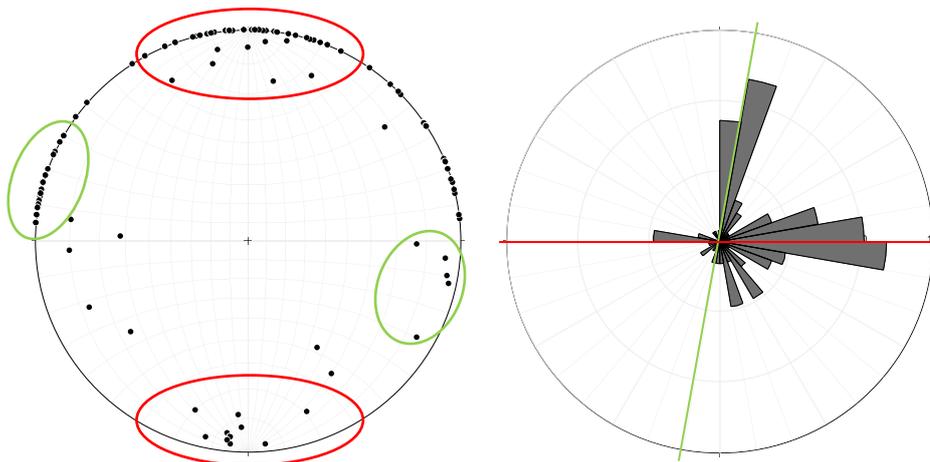


Illustration 73 : Stéréogramme et rosace de répartition de la carrière de Plaisance

En effet, les fronts sont orientés selon deux directions : N10°E ou N90°E. Ainsi les fractures N10°E sont principalement observables sur les fronts N90°E et les fractures N90°E sur les fronts N10°E du fait de l'orthogonalité des directions front/fracture.

► Rupélien global

L'apport des mesures de Fonroque étant totalement insignifiant en comparaison de celles de Plaisance (seulement 5 mesures sur 133), la synthèse de la fracturation du Rupélien est exactement identique à celle de la carrière de Plaisance.

Soit deux orientations majeures de fractures :

- N90°E
- N10°E

- **Aquitanien**

► **Soumensac**

Bien que Soumensac soit une commune limitrophe du département de la Dordogne il parut intéressant d'y réaliser des mesures afin d'acquérir des données dans le Miocène (calcaires blancs de l'agenais, Aquitanien) et ainsi compléter l'échelle des temps déjà renseignée par les mesures des autres stations.

Les mesures ont été réalisées sur deux affleurements différents : le chemin de ronde et une carrière à ciel ouvert abandonnée (Illustration 74) à la sortie du village en direction de Loubès-Bernac.



Illustration 74 : Carrière à ciel ouvert abandonnée, Soumensac

62 données de directions ont pu être acquises. Leur projection (Illustration 75) permet de mettre en évidence deux directions principales :

- N30°E
- N110°E

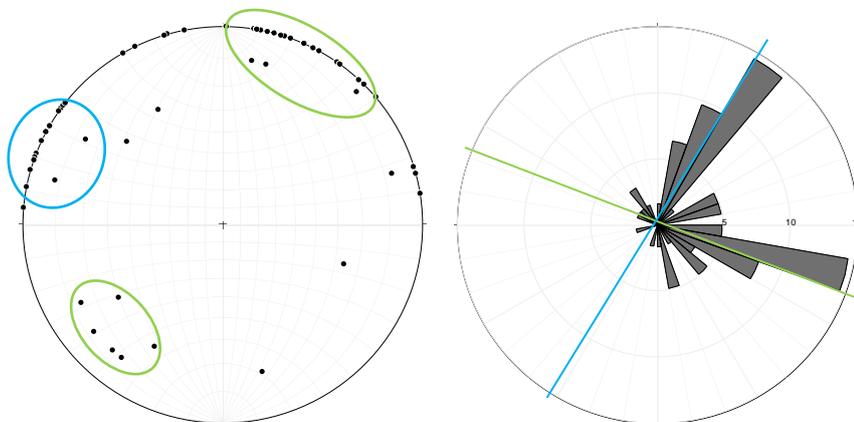


Illustration 75 : Stéréogramme et rosace de répartition de l'Aquitanien (Soumensac)

c) Synthèse et analyse des résultats

- **Analyse spatiale de la fracturation**

► Variations locales

Des variations locales sont observables sur des affleurements de même âge. En effet, dans le Bathonien, les affleurements des carrières de Condat-sur-Vézère et de Terrasson-Lavilledieu, distantes d'environ 8km, présentent des rosaces de répartitions différentes (Illustration 76).

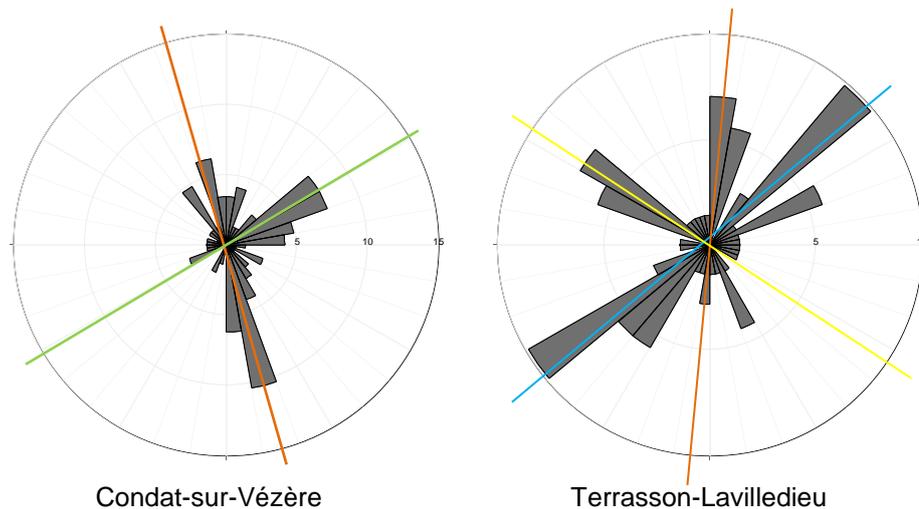


Illustration 76 : Rosaces de répartition de la fracturation des carrières de Condat-sur-Vézère et de Terrasson-Lavilledieu (Goubier, 2013)

Ces différences sont très probablement dues à l'influence des deux failles de direction N160°E (environ) qui traversent la carrière de Condat ; en effet, cette direction est très faiblement présente dans la carrière de Terrasson.

La fracturation d'une formation du même âge n'est donc pas forcément continue et uniforme sur l'ensemble d'un territoire. De nombreuses conditions locales sont susceptibles de l'influencer.

Il est difficile de différencier la fracturation due à des conditions locales et celle résultant des contraintes tectoniques régionales.

Cependant, la majorité des stations d'un même niveau géologique présente des rosaces à peu près similaires (aux erreurs de mesure près).

► Variations multi échelles

L'analyse multi échelle permet de définir si des relations existent entre les directions des failles à l'échelle du département et les directions de fracturations relevées sur les différentes stations.

Six zones ont été définies sur le département (Illustration 77). Pour chacune d'entre elles, l'ensemble des directions des failles cartographiques ont été relevées et projetées sur "Stéréonet" afin d'obtenir des rosaces de répartitions de la direction des failles (Illustration 78).

Les zones ont été définies de sorte à ce qu'elles regroupent des ensembles plus ou moins isolés de failles et que ceux-ci affectent une même unité chronostratigraphique:

- Zone 4 → socle
- Zones 1 et 5 → Jurassique
- Zones 2, 3 et 6 → Crétacé.

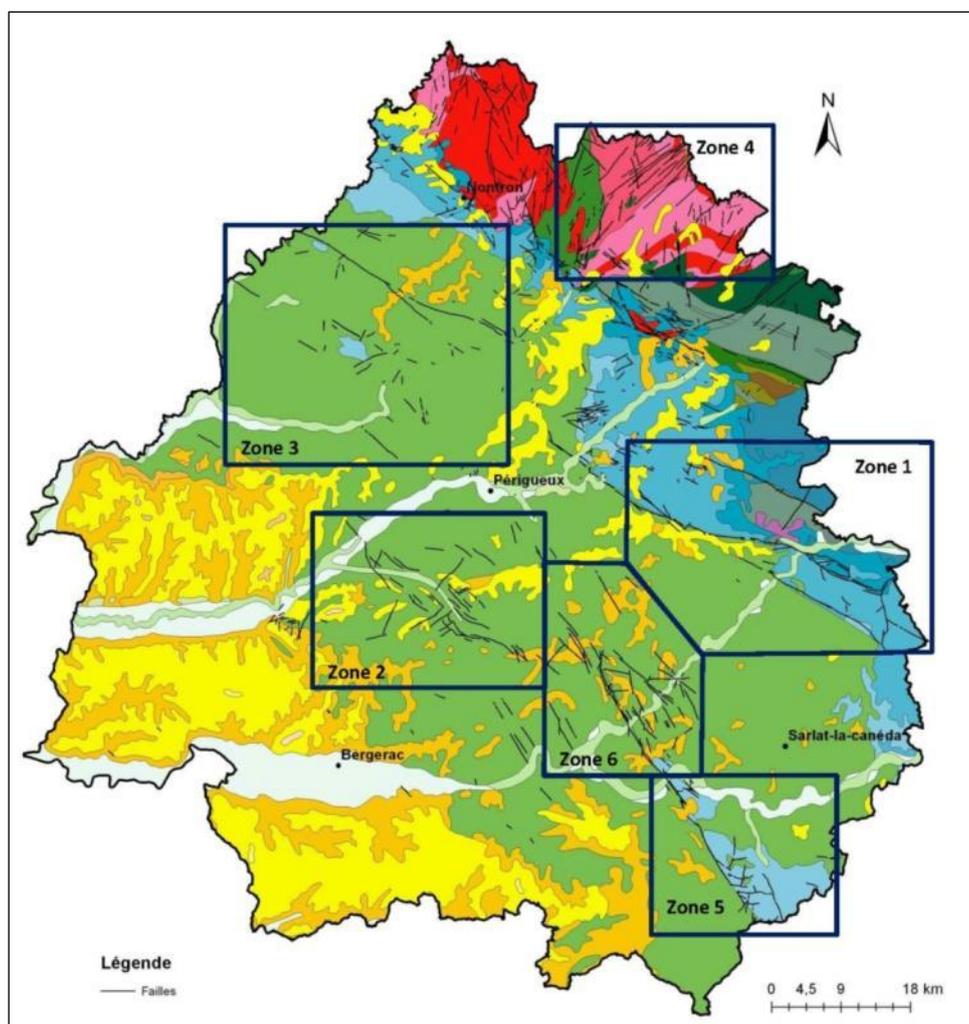


Illustration 77 : Zones définies pour la mesure des directions de failles (Goubier, 2013)

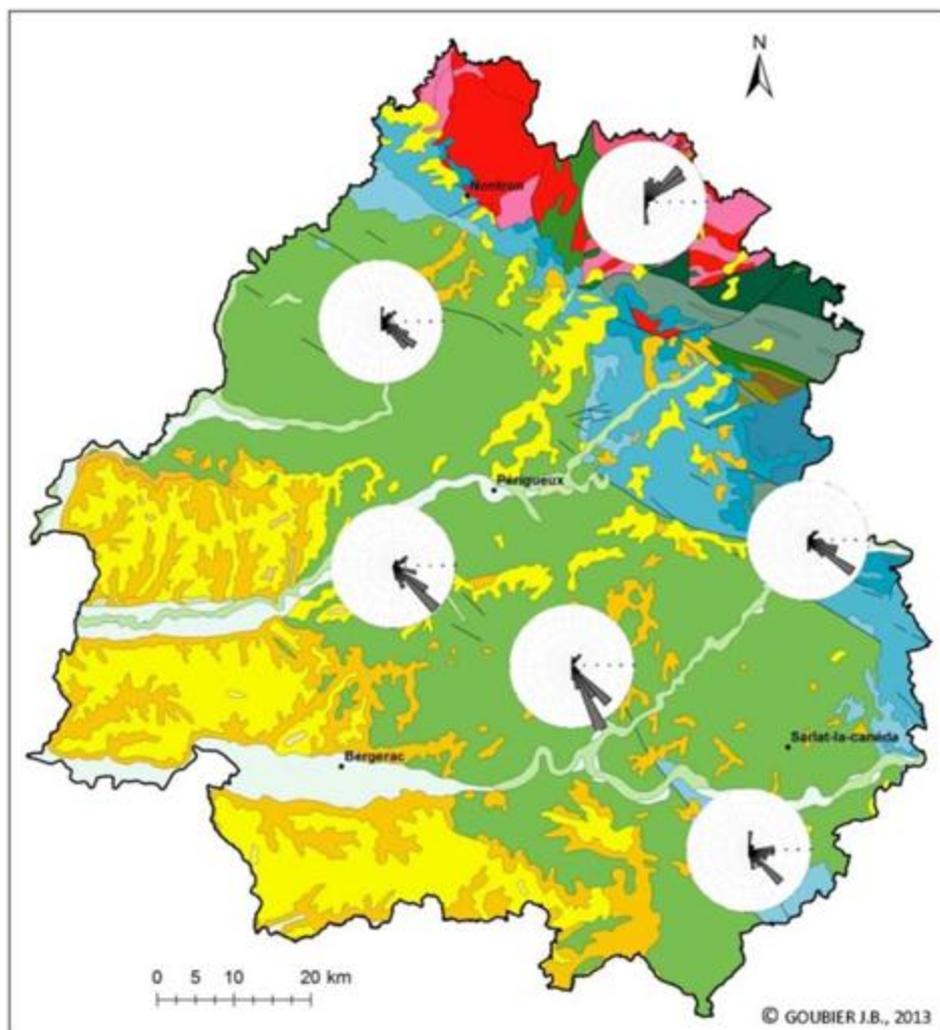


Illustration 78 : Rosaces par zones des directions de failles cartographiques (Goubier, 2013)

Dans un premier temps, on remarque que les directions de failles du socle (N50°E) sont totalement différentes des autres (N130°E environ).

La direction dans le socle est probablement héritée du bassin permo-triasique et les directions dans le Jurassique et le Crétacé semblent correspondre aux directions résultant de l'ouverture du golfe de Gascogne au Jurassique.

Cependant, une variation est notable dans la zone 6, la direction des failles est légèrement différente (N150°E) que dans les autres zones de la couverture (N130°E). Elle est probablement due au jeu d'une bande cisailante de direction armoricaine.

Ces directions à petite échelle sont à comparer aux directions observées sur les affleurements (Illustration 79).

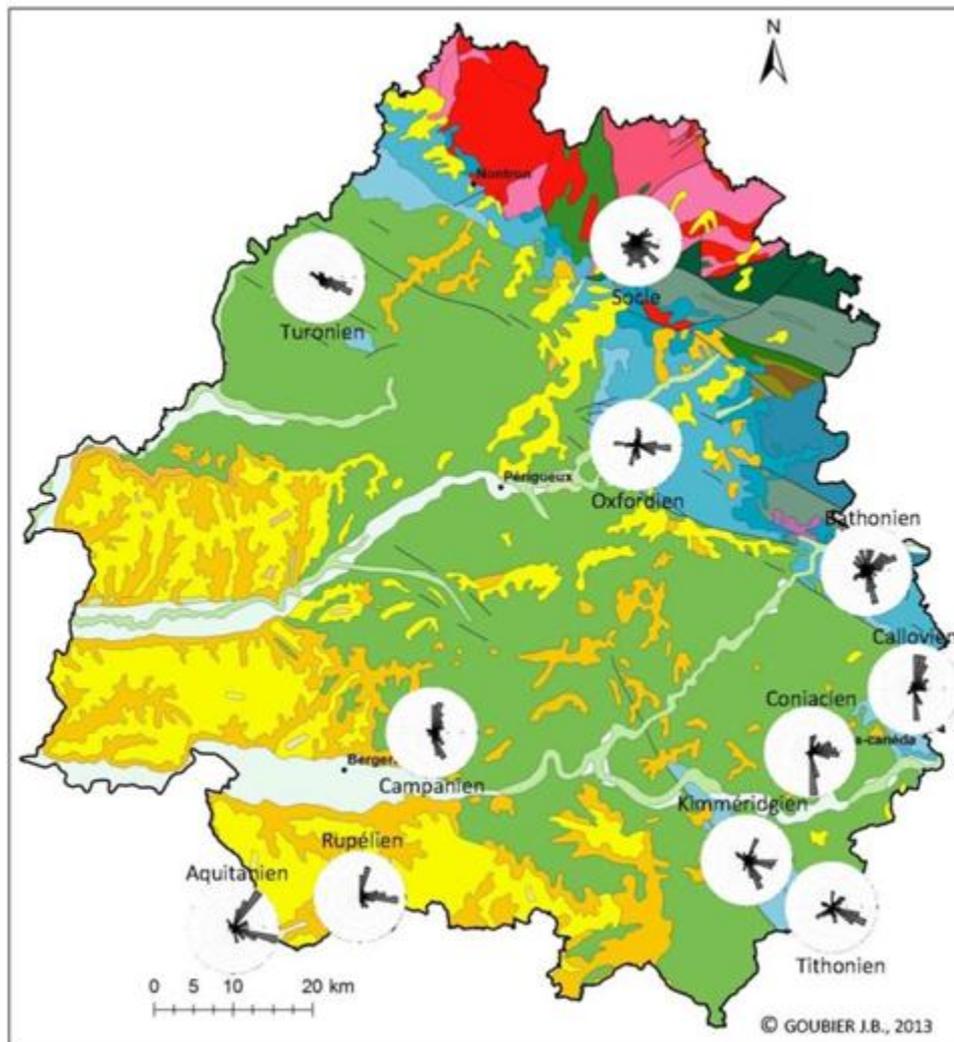


Illustration 79 : Répartition spatiale et temporelle de la fracturation (Goubier, 2013)

Les directions dans le socle sont très hétérogènes en raison des nombreuses contraintes qu'ont enregistrées ces formations depuis l'orogénèse hercynienne.

Dans le Jurassique on observe l'apparition de fractures N110°E à partir de l'Oxfordien (le Dogger présente plutôt des fractures de direction N170-00°E et N45°E). Les directions de ces fractures et le moment de leur expression correspondent à l'ouverture du golfe de Gascogne.

Au Crétacé, les directions N110°E persistent jusqu'au Coniacien ; période à laquelle on observe, de nouveau, des fractures N180°E. Cette période correspond à la fermeture de l'anomalie magnétique du plancher océanique n°34 (Olivet et al., 1984) et au début de l'orogénèse pyrénéenne. D'où l'absence de fractures N110°E à partir du Coniacien en raison de la fermeture de cette anomalie qui est à l'origine de l'ouverture de golfe de Gascogne et du découpage en blocs N110°E de la plateforme.

A l'Oligocène, la direction N180°E est toujours présente mais des fractures de direction N90°E apparaissent ; elles peuvent être considérées comme une preuve de la poursuite de l'orogénèse pyrénéenne (compression N-S) jusqu'au Miocène (Gély et Sztrakos, 2001).

Au Miocène les fractures N100°E persistent mais une nouvelle famille de direction N40°E apparaît.

Les grands accidents (failles cartographiques) enregistrent des événements majeurs de l'histoire tectonique du bassin (ouverture du bassin permo-triasique et du golfe de Gascogne) grâce à leurs mouvements qui sont liés aux contraintes.

Au contraire les fractures n'enregistrent pas forcément les contraintes. Les directions principales des fractures sont corrélées aux failles majeures (N110°E), mais certaines familles ne sont pas exprimées. Soit parce qu'il s'agit de fractures sans rejet ou des conjuguées localisées ou parce que les fractures ne sont pas en lien avec une contrainte. D'où des directions souvent différentes de celles des failles cartographiques.

- **Echelle temporelle et contraintes**

En relation avec les données bibliographiques, il est possible de proposer une première interprétation des contraintes.

Ainsi, la figure suivante (Illustration 80) présente une possible interprétation de l'évolution tectonique de la Dordogne. Celle-ci est fortement liée à l'évolution tectonique du Quercy tout proche. En effet, l'étude menée par Bonijoly et Blés (1983) semble correspondre aux données recueillies en Dordogne.

Ainsi, les différenciations de direction entre le Dogger et le Malm marquent bien une modification des contraintes. En effet, à cette même période, Bonijoly et Blés (1983) définissent le passage d'une extension WNW-ESE à une distension NNE-SSW. Cette réorganisation correspond donc bien à l'ouverture du golfe de Gascogne au Jurassique supérieur. Ouverture qui se poursuit jusqu'à la fin du Crétacé supérieur. Les directions de fracturations sont en accord avec celles exprimées par Bonijoly et Blés (1983).

Les données recueillies dans le Rupélien ne présentent pas de similitudes avec celles du Quercy. Sans tectoglyphes, il est donc difficile d'en interpréter les contraintes.

Cependant, le Miocène marque bien la présence d'une compression E-W résultant de l'orogénèse alpine.

Cette interprétation est à prendre avec précaution, il s'agit plutôt d'une comparaison par analogie avec l'évolution tectonique du Quercy.

Les données concernant la cinétique des failles sont insuffisantes pour aller plus loin dans l'interprétation (pour mettre en relation fractures et contraintes).

Stratigraphie		Rosace de fracturation	Phases tectoniques et répartitions des petites fractures (d'après BONIJOLY ET BLES ; 1983)
Néogène	Pliocène		Compression N-S
	Miocène Aquitanién		Compression E-W
Paléogène	Oligocène Rupélien		Distension NW-SE
	Eocène Eocène sup.		
	Paléocène		
Crétacé	Supérieur	Campanien 	Distension NNE-SSW
	Coniacien 		
	Turonien 		
	Inférieur		
Jurassique	Tithonien 	Distension WNW-ESE	
	Malm		
	Kimméridgien 		
	Oxfordien 		
	Dogger		
	Bathonien 		
Callovien 			
Lias			

Illustration 80 : Répartition temporelle de la fracturation et contraintes que l'on suppose associées (Goubier, 2013)

- **Limites des interprétations**

► Variation des directions et pendages de fractures en fonction de la lithologie

La lithologie influence fortement les directions de fractures.

Les observations sur les affleurements kimméridgiens d'Allas-les-Mines le confirment. En effet, les bancs tendres marno-calcaires et les bancs durs calcaires présentent des orientations et pendages de fractures différents (Illustration 47).

D'autres observations, dans le Campanien notamment, montrent que les matériaux tendres n'enregistrent pas de façon optimale les déformations (amortissement, ...).

► Limite de l'analyse des tectoglyphes

Les tectoglyphes, portés par les plans de fractures, permettent de définir les sens de déplacement des blocs les uns par rapport aux autres.

Or, ils sont souvent contradictoires lorsque les failles ont une histoire polyphasée, sur un même affleurement peuvent cohabiter des mouvements dextres et senestres, inverses et normaux, ..., définis par les tectoglyphes).

En effet, il est rare que les formations enregistrent une seule déformation. Les successions de contraintes entraînent le jeu et le rejeu successifs de fractures selon différents mouvements.

De plus, toutes les formations ne sont pas susceptibles de pouvoir enregistrer ces tectoglyphes limitant ainsi les interprétations sur les mouvements et donc sur les contraintes. En effet, les roches trop tendres comme le Turonien ou le Campanien par exemple ne présentent pas de tectoglyphes probablement en raison de leur dureté faible.

Les tectoglyphes sont toujours à associer aux jeux observés en cartographie.

3.4.3. Conclusion et perspectives

Dans un premier temps, une synthèse des données bibliographiques de la région nord aquitaine a permis de caractériser les grands traits structuraux et l'évolution tectonique de cette région. Ainsi, Bonijoly (1980 et 1983) propose une succession de phases tectoniques ayant affecté le bassin (Illustration 19) :

- Une succession de phases distensives au Mésozoïque :
 - Jurassique inférieur et moyen : jeu de failles normale N20°E à N-S. Distension WNW-ESE.
 - Jurassique supérieur à Crétacé : failles normales N120°E. Distension NNE-SSW (N110°E).
- Une succession de compressions à la fin du Mésozoïque et au début du Cénozoïque :
 - Crétacé supérieur à Eocène moyen : failles dextres et senestres, failles inverses et plis. Compression N-S (Orogénèse pyrénéenne).
- Une succession de phases au Cénozoïque :
 - Oligocène : rejeu normal de failles (horst et graben). Distension NW-SE (N135°E).
 - Miocène : compression E-W (Orogénèse alpine).
 - Plio-Quaternaire : compression N-S.

Dans un second temps, une campagne de terrain a permis d'acquérir les données de fractures nécessaires à la compréhension des traits structuraux de la Dordogne. Le relevé de ces nouvelles données s'est principalement effectué en carrières à ciel ouvert et, dans une proportion moindre, en carrières souterraines et sur des affleurements en bordures de routes.

Cette campagne de terrain a permis d'acquérir plus de 2000 données sur 25 stations relatives à 13 niveaux stratigraphiques différents. La projection de ces mesures sur des canevas de Wulf et des rosaces de répartitions a permis de caractériser les directions principales de fracturations de chaque station et de chacune des formations du même âge.

Ainsi, les directions de fracturations sont plus ou moins différentes pour chaque niveau stratigraphique et en relation avec les éléments bibliographiques, ces variations de directions peuvent être replacées dans le contexte tectonique de la région avec une certaine cohérence. En effet, les données acquises sur le terrain et leurs interprétations se calquent assez bien sur les éléments apportés par la bibliographie (Illustration 80).

Les éléments du volet tectonique restant à accomplir sont :

- Report des failles et plis non répertoriés sur les cartes géologiques soit à partir de données bibliographique, soit à partir d'analyse de la carte géologique et de sondages.
- Analyse de la karstification préférentielle d'une ou de plusieurs familles de fractures : au cours des divers travaux de terrain, deux familles de fractures karstifiées préférentiellement ont été observées (N 110° et N 150°). Ces observations devront être confirmées à plus grande échelle en intégrant un relevé structural exhaustif, des plans de réseaux karstiques (accessibles auprès des spéléologues) et enfin les axes de vallées,
- Approche multi-échelle pour évaluer la relation entre fracturation et écoulement karstique pour une approche prédictive de l'origine des écoulements.

4. Volet hydrogéologique

Ce volet consiste en un inventaire des données hydrogéologiques qui permettront *in fine* de déterminer les zones où les aquifères carbonatés ont un fonctionnement karstique (karst fonctionnel), les zones où l'aquifère est karstifié mais le fonctionnement de l'aquifère n'est pas de type karstique et les aquifères carbonatés non karstifiés. Pour ce faire, des indicateurs sont recherchés en utilisant différents types de données hydrogéologiques. Après un rappel des travaux menés au cours de la première année d'étude, le rapport se concentre sur les nouveaux éléments acquis au cours de cette seconde année et à leur analyse.

4.1. RAPPEL DES TRAVAUX PRECEDENTS

Au cours de la première année de l'étude, une base de données hydrogéologiques disponibles en Dordogne a été réalisée. Les éléments intégrés sous ArcGis qui s'appuient sur des bases de données existantes (Infoterre, ADES, ARS, CG24, ...) et un important travail de recueil bibliographique regroupent (Cabaret *et al.*, 2012) :

- 59 chroniques piézométriques de forages (42 Crétacé et 17 Jurassique),
- 4 chroniques sources (débit et/ou niveaux piézométriques),
- 61 stations météorologiques (précipitations, température et ETP),
- 119 essais de traçage artificiel,
- 143 ouvrages disposant de mesures de qualité de l'eau (ions majeurs, ions mineurs et paramètres physico-chimiques),
- Des périmètres de protection et des bassins d'alimentation de captages,
- Inventaire de pertes en rivières et de bulides,
- Quelques datations.

L'importante quantité de données à l'échelle du département ne masque cependant pas leur qualité qui reste très variable selon les ouvrages. On gardera à l'esprit que :

- les sources sont peu suivies. Quatre chroniques ont ainsi été récupérées : elles sont principalement obtenues à l'aide d'enregistreurs de pression et aucune ne dispose de courbes de tarage complètes nécessaires à l'évaluation de leur débit,
- 143 ouvrages (sources et forages confondus) disposent d'au moins une mesure physico-chimique soit en ions majeurs soit de paramètres physiques (température, conductivité, turbidité, ...). Certains ouvrages ne disposent que d'une mesure et très peu sont équipés en continu (la fréquence de relevés ne dépassant pas le rythme mensuel). Ceci pose le problème d'une part de la représentativité des mesures pour chaque ouvrage et d'autre part de la caractérisation du fonctionnement des systèmes karstiques sur la seule base de données ponctuelles.

Sur la base de ces considérations, les travaux menés au cours de cette seconde année ont consisté d'une part à mettre à jour les mesures physico-chimiques et les données piézométriques depuis ADES et la BSS-EAU. D'autre part à intégrer de nouvelles données issues de la bibliographie. A cet effet, 52 rapports du bureau d'étude Sol-Hydro-Environnement (S.H.E.) ont été consultés. Les différents éléments identifiés dans ces rapports concernent des données de forages pour lesquels la coupe géologique et la coupe technique ont été récupérés. De nouvelles données de débits, de traçages et de mesures physico-chimiques viennent également enrichir notre base.

Plus spécifiquement, le travail de cette seconde année s'est concentré à la fois sur la consolidation des données de sources et sur la poursuite des interprétations physico-chimiques. En parallèle, l'analyse du phénomène de « bulide » a été menée.

4.2. ANALYSE DES BULIDES

L'inventaire réalisé en première année (Cabaret et *al.*, 2012) mentionnait le travail de Fradet (1985). Ce dernier avait observé sur le cours d'eau du Céou des apports issus du fond du lit sableux qui se caractérisent par un « bouillonnement » sous l'action d'arrivées d'eaux tièdes ascendantes qui s'accompagne de bulles de gaz. Ce phénomène, dénommé localement « Bulide » traduirait les caractéristiques de ces sources dont les températures sont comprises entre 15°C et 26°C. En termes de perspectives d'étude, nous avons émis le souhait d'étudier ces bulides qui pouvaient se révéler être un élément pertinent pour la représentation de la structure et du fonctionnement d'un système karstique.

En premier lieu, une réflexion est à apporter sur la dénomination même de « bulide » (ou « bullide »). En effet, les observations de Fradet mettent en jeu deux phénomènes. Le premier consiste en un « bouillonnement » du fond du lit d'un cours d'eau ou d'une source créé par la mise en suspension de matériaux fins au-dessus de l'arrivée d'eau. Le second est la présence de bulles de gaz qui remontent jusqu'en surface et dont l'origine et les caractéristiques chimiques sont inconnues. Le phénomène de « bouillonnement » est observable sur plusieurs sources en Dordogne mais ne s'accompagne pas toujours de bulles à la surface. A l'inverse, certaines sources présentent des remontées de bulles de gaz mais le « bouillonnement » n'est pas présent du fait de l'absence de matériaux fins qui recouvrent la remontée d'eau (exemple de la source de Creyssac). Aussi, **nous retiendrons par la suite que le terme de bulide correspond à la présence de remontées de bulles de gaz au niveau d'une source.**

Dans un second temps, une analyse de ces bulles de gaz a été réalisée afin de comprendre leur origine (s'agit-il seulement d'air ou non ?) et les mécanismes de formation. Cette analyse a reçu le concours de messieurs S. Minvielle (doctorant), R. Lastennet (Maitre de conférences) et A. Denis (Professeur des Universités) du département Génie Civil Environnemental du laboratoire « Institut de Mécanique et d'ingénierie – Bordeaux ». L'analyse a été menée sur la source de Biars. Après une présentation de cette source, le protocole de mesure et les résultats sont présentés sur la base de la note de synthèse produite à cette occasion (Minvielle et al., 2014a).

4.2.1. Caractéristiques de la source de Biars

a) Localisation du site d'étude

La source de Biars (code BSS : 07845X0006/HY) est située dans les alluvions actuelles ou subactuelles de la Vézère. Cette formation est essentiellement représentée par des limons micacés contenant des éléments quartzeux et siliceux (Platel et al., 1999). Toutefois, les eaux de cette source sont supposées provenir de formations plus profondes telles que celles du Crétacé ou du Jurassique.

Les eaux émergent dans un bassin surélevé circulaire en pierre, de diamètre et de hauteur métriques. Une évacuation est présente en bas de cette construction et permet l'évacuation de l'eau vers la Vézère située à 300 mètres (Illustration 81).

Le fond de cette vasque est formé de dépôts alluviaux et de blocs décimétriques de calcaires. Ces derniers ne semblent pas être autochtones et ont probablement été ajoutés lors du comblement du fond de la vasque. Les eaux y sont claires et limpides. Suivant l'entretien du fond de la vasque, la présence de végétation peut être notée.

En de nombreux points, les sédiments sableux sont remis en suspension par des arrivées d'eaux profondes. Ces remises en suspension sont généralement associées à des arrivées fréquentes (mais non régulières) de bulles de gaz. Cette source est donc caractéristique des bulides de Dordogne.



Illustration 81 : Sortie des eaux du bassin de la source de Biars (Minvielle et al., 2014a)

b) Données chimiques du site

Les informations disponibles sur la BSS concernant la chimie des eaux de cette source sont extrêmement réduites. Par conséquent, des campagnes de mesures ont été menées préalablement à celle liée aux prélèvements de gaz.

Les résultats des différentes mesures et analyses sont consignés ci-dessous.

	Date	Conductivité [$\mu\text{S}/\text{cm}$]	Température [$^{\circ}\text{C}$]	pH	Oxygène dissous [mg/L]	COD [mg/L]
Biars	05/03/2013	535	16.5	7.18	4.93	0.698
Biars	27/03/2013	529	16.8	7.17	4.71	0.730
Biars	01/10/2013	529	17.1	7.06	4.81	0.297

Illustration 82 : Résultats des analyses physico-chimiques réalisées in-situ et des concentrations en carbone organique dissous (Minvielle et al., 2014a).

	Date	Calcium	Magnésium	Sodium	Potassium
Biars	05/03/2013	99.57	9.56	5.07	0.89
Biars	27/03/2013	95.96	9.71	5.04	0.85
Biars	01/10/2013	95.11	9.68	5.14	0.89
	Date	Bicarbonates	Chlorures	Sulfate	Nitrate
Biars	05/03/2013	329.40	8.50	5.99	4.15
Biars	27/03/2013	300.12	8.51	6.06	4.14
Biars	01/10/2013	286.70	8.68	6.50	3.95

Illustration 83 : Résultats des analyses chimiques des ions majeurs [mg/L] (Minvielle et al., 2014a).

Les eaux de la source de Biars ont un faciès bicarbonaté calcique et magnésien. Elles possèdent une température anormalement élevée. Certains auteurs tendent à classer cette source parmi les sources thermales (Bellegarde et al., 1971). La faible teneur en oxygène dissous indique que les eaux proviennent d'un milieu fermé et relativement pauvre en oxygène. Cependant, la présence de nitrates indique que ce milieu n'est pas totalement réducteur.

Les concentrations en carbone organique dissous (COD), bien que faibles, semblent posséder une certaine variation annuelle. La faible teneur en COD de ces eaux pourraient être rapprochées soit à un important temps de séjour des eaux dans le système, soit à un faible apport de COD initial à la zone de production de COD, indépendamment du temps de séjour des eaux (Batiot et al., 2003).

La pression partielle de dioxyde de carbone (P_{CO_2}) des eaux et l'indice de saturation vis-à-vis de la calcite (IS_c) peuvent être utilisés pour décrire les eaux de la source de Biars (Illustration 84). Deux P_{CO_2} peuvent être utilisées : la P_{CO_2} équilibrante ($P_{CO_2_{eq}}$) et la P_{CO_2} à saturation ($P_{CO_2_{sat}}$). La première correspond à la P_{CO_2} pour une eau en équilibre atmosphérique. La seconde représente la P_{CO_2} pour laquelle l'eau serait en équilibre avec la calcite. La différence entre $P_{CO_2_{eq}}$ et $P_{CO_2_{sat}}$ provient de phénomènes de gazage ou de dégazage. La $P_{CO_2_{sat}}$ correspond à une limite inférieure de P_{CO_2} qui a permis à l'eau d'acquérir sa minéralisation en bicarbonates.

Source	Date	$P_{CO_2_{eq}}$	$P_{CO_2_{sat}}$	IS_c
Biars	05/03/2013	1.86%	2.35%	0.102
Biars	27/03/2013	1.75%	1.94%	0.045
Biars	01/10/2013	2.16%	1.79%	-0.082

Illustration 84 : Valeurs des pressions partielles de CO_2 équilibrante ($P_{CO_2_{eq}}$), à saturation ($P_{CO_2_{sat}}$) et de l'indice de saturation vis-à-vis de la calcite (IS_c), pour les eaux de la source de Biars (Minvielle et al., 2014a)

Les IS_c des eaux de la source de Biars sont compris entre -0.1 et 0.1. Elles peuvent donc être considérées comme à l'équilibre vis-à-vis de la calcite. Il est cependant possible de noter une tendance à la diminution de l' IS_c entre les trois dates. Une diminution est aussi observable pour la $P_{CO_2_{sat}}$. La $P_{CO_2_{eq}}$ ne présente pas de tendance particulière. L'évolution de la $P_{CO_2_{eq}}$ est semblable à celle de l'oxygène dissous, bien que ce dernier ne possède pas la même gamme de variation. Toutefois, quel que soit le paramètre considéré, une analyse plus approfondie du fonctionnement du système de Biars nécessite un suivi temporel, à un pas de temps régulier, sur une plus longue durée.

La faible teneur en oxygène des eaux de cette source et la présence de bulles de gaz à l'émergence ont conduit à s'interroger sur la nature de ces bulles de gaz.

4.2.2. Protocole de prélèvement de gaz

Les prélèvements de gaz ont été réalisés en utilisant une cloche à vide à col rodé en verre du constructeur Duran®, de diamètre 185 mm et de hauteur 300 mm. Au niveau du col a été introduit un tube permettant de relier l'intérieur de la cloche à une ampoule de prélèvement en verre. L'ensemble a été étanchéifié à l'aide d'un joint siliconé.

Ce dispositif a été placé sur une arrivée fréquente de bulles d'air, la cloche immergée dans l'eau et lestée pour éviter qu'elle ne se renverse. La mesure a été effectuée le 5 décembre 2013. Bien que le jour des mesures, la végétation était relativement abondante, la cloche a été disposée sur une partie du substratum ne présentant aucun signe de végétation apparente (Illustration 85 et Illustration 86). Afin de permettre l'accumulation d'air dans la cloche, le tube permettant de relier la cloche à l'ampoule de prélèvement a été coudé. Des essais préliminaires en laboratoire et *in-situ* ont montré que cette configuration était suffisante pour isoler la cloche de l'air atmosphérique.

Une fois le gaz accumulé dans la cloche, une ampoule de prélèvement en verre a été connectée au tube de la cloche en vue de prélever le gaz. Afin de s'assurer de la reproductibilité des résultats, deux prélèvements ont été effectués (Illustration 87).

Parallèlement à ces prélèvements, des mesures physico-chimiques ont été effectuées (Illustration 88, Illustration 89 et Illustration 90). Ces mesures et les prélèvements d'eau associés ont été effectués le 4 décembre 2013 soit la veille des prélèvements de gaz. Cependant, le 5 décembre 2013 les paramètres physico-chimiques étaient identiques à ceux du 4 décembre 2013. Compte tenu de la stabilité de la chimie des eaux de la source de Biars, les concentrations obtenues pour les eaux prélevées le 4 décembre 2013 sont assimilables à celles des eaux émergeant à la source le 5 décembre 2013.



Illustration 85 : Installation de la cloche au fond du bassin recevant les eaux de la source de Biars (Minvielle et al., 2014a).

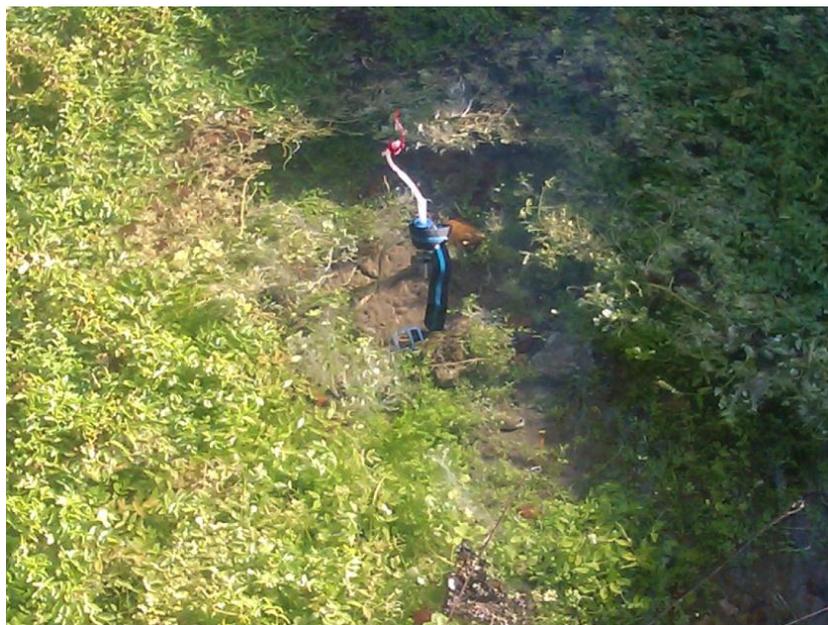


Illustration 86 : Agrandissement de la vue sur la cloche (Minvielle et al., 2014a).

		Ampoule 1 Prélevée à 13h30	Ampoule 2 Prélevée à 13h35	Limite
Concentration		%	%	%
Pression (en mb) lors de la 1ère détente		1048	1046	
Dioxyde de Carbone	CO ₂	1.92	1.91	0.001
Argon	Ar	1.00	1.01	0.001
Oxygene	O ₂	8.85	8.91	0.001
Azote	N ₂	87.2	87.3	0.001
Helium	He	<	<	0.005
Hydrogene	H ₂	<	<	0.005
Sulfure d'hydrogene	H ₂ S	<	<	0.005
Methane	CH ₄	<	0.0043	0.0002
Ethane	C ₂ H ₆	<	<	0.0002
Propane	C ₃ H ₈	<	<	0.0002
<i>iso-Butane</i>	Iso-C ₄ H ₁₀	<	<	0.0002
<i>n-Butane</i>	n-C ₄ H ₁₀	<	<	0.0002
Butane	SommeC ₄ H ₁₀	<	<	0.0004
Pentane	SommeC ₅ H ₁₂	<	<	0.0002
Hexane	SommeC ₆ H ₁₄	<	<	0.0002
	Somme	99.0	99.2	

Illustration 87 : Résultats de l'analyse des gaz issus des bulles présentes dans les eaux de la source de Biars le 5 décembre 2013. L'incertitude liée aux mesures est de 3 % à l'exception de l'hélium et de l'hydrogène pour laquelle elle est de 5 % (Minvielle et al., 2014a).

	Date	Conductivité [μ S/cm]	Température [°C]	pH	Oxygène dissous [mg/L]	COD [mg/L]
Biars	04/12/2013	517	16.6	7.17	4.73	0.251

Illustration 88 : Résultats des analyses physico-chimiques réalisées in-situ et de la concentration en carbone organique dissous (COD) le 4 décembre 2013 (Minvielle et al., 2014a).

	Date	Calcium	Magnésium	Sodium	Potassium
Biars	04/12/2013	96.72	9.48	4.98	0.86
	Date	Bicarbonates	Chlorures	Sulfate	Nitrate
Biars	04/12/2013	323.30	10.17	5.49	4.05

Illustration 89 : Résultats des analyses chimiques des ions majeurs [mg/L] des eaux de la source de Biars le 4 décembre 2013 (Minvielle et al., 2014a).

Source	Date	$P_{CO_2_{eq}}$	$P_{CO_2_{sat}}$	IS_c
Biars	04/12/2013	1.87%	2.23%	0.075

Illustration 90 : Valeurs des pressions partielles de CO_2 équilibrante ($P_{CO_2_{eq}}$), à saturation ($P_{CO_2_{sat}}$) et de l'indice de saturation vis-à-vis de la calcite (IS_c), pour les eaux de la source de Biars le 4 décembre 2013 (Minvielle et al., 2014a).

4.2.3. Résultats et perspectives

Les analyses des gaz des bulles présentes dans les eaux de la source de Biars mettent en lumière la présence de dioxyde de carbone et d'azote en concentrations supérieures à celles de l'air atmosphérique. *A contrario*, la teneur en oxygène est inférieure à celle de l'air atmosphérique.

La valeur de $P_{CO_2_{eq}}$ calculée (Illustration 90), soit 1.87 %, est très proche de la teneur en CO_2 des bulles de gaz. Il est alors possible de s'interroger sur un probable équilibre entre l'eau et l'air au sein de la cloche. Par conséquent, la $P_{CO_2_{eq}}$ de l'eau pourrait influencer la concentration en CO_2 mesurée dans l'air de la cloche.

Il est possible de noter que les teneurs en oxygène dans les eaux et dans les bulles sont inférieures à celles qui devraient être présentes si les eaux ou les bulles de gaz étaient en équilibre avec l'atmosphère.

La manifestation des bulles de gaz dans les eaux de cette source peut être liée soit au site même de la source, soit au parcours de l'eau dans le système avant de rejoindre l'émergence.

Concernant la première hypothèse, des questionnements peuvent être soulevés vis-à-vis de la présence de végétation et la présence d'alluvions :

- la végétation peut-elle produire des bulles de gaz d'un tel volume (diamètres centimétriques) et engendrer une concentration des gaz similaire à celle obtenue dans les bulles de la source ?
- les eaux de la source émergent au sein d'alluvions de la Vézère. Il est alors possible de s'interroger sur la possibilité que des zones de ces alluvions ne soient pas entièrement saturées permettant ainsi la présence d'air. La remontée des eaux profondes pourraient alors entraîner ces bulles d'air. Cependant, cette hypothèse de présence de bulles n'explique pas la composition chimique de l'air contenu dans les bulles.

Il est aussi possible que la présence de bulles soit attribuée au parcours de l'eau elle-même. Comme évoqué précédemment, les eaux de la source de Biars sont, d'après leur température élevée, supposées provenir de remontées profondes (au moins 100 mètres). La pression en profondeur est nettement supérieure à celle subie par l'eau en surface. Il convient alors de se demander si la diminution de pression au cours de la remontée de l'eau peut engendrer la formation de bulles dans le système.

Afin de clarifier certaines de ces hypothèses, une analyse isotopique ($^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$) de l'azote gazeux permettrait d'avancer dans la compréhension de l'origine de l'azote des bulides.

En conclusion, la compréhension du système de Biars nécessiterait un suivi plus approfondi. Toutefois certains éléments peuvent être d'ores et déjà notés.

La Pco_2 , qu'elle soit équilibrante ou à saturation, possède des variations au cours de l'année. La détermination de l'importance de cette variation permettrait de mieux qualifier le fonctionnement de ce système.

Bien que faibles, les variations de COD sont non négligeables. Cependant, l'analyse de ces variations ne peut se faire dans l'état actuel des connaissances.

Enfin, la présence des bulles de gaz est un phénomène dont le mécanisme n'a, pour le moment, pas pu être identifié. La composition du gaz recueilli dans la cloche montre cependant que les bulles ont un excès d'azote important au détriment de l'oxygène. Ce déséquilibre est dû à des processus biogéochimiques soit dans le réservoir même du jurassique, soit dans le milieu alluvial traversé par les eaux aux cours de leur remontée. Il paraît donc nécessaire d'identifier d'autres sites de bulides issues de contexte différent pour pouvoir avancer dans la connaissance de ce phénomène.

4.3. CONSOLIDATION DES DONNEES DE SOURCES

L'inventaire des phénomènes karstiques et notamment des sources permettent de caractériser la structure karstique du réservoir. La connaissance des débits que ce soit d'étiage, de moyennes et de hautes eaux est indispensable pour l'évaluation des réserves en eau souterraine, de la superficie des bassins d'alimentation ou encore du fonctionnement des aquifères. A cet effet, le suivi continu des sources constitue une donnée essentielle. Au cours de la première année d'étude, 4 sources avaient été identifiées comme disposant de chroniques continues du débit et/ou du niveau d'eau (deux chroniques gérées par le BRGM avaient été récupérées) avec des qualités de suivi très disparates. Il en était alors ressorti le besoin de densifier cette donnée en consolidant la donnée existante, en recherchant d'autres données disponibles auprès des acteurs de l'eau en Dordogne et en équipant certaines sources. Au cours de cette seconde année, les données de 3 autres sources ont été collectées.

Pour chacune des 7 sources, des fiches descriptives de site ont été réalisées et des consolidations effectuées (un tableau synthétique résume les connaissances et les données sur ces sources (Illustration 91)).

4.3.1. Sources du Toulon - 07588X0008 et 07588X009 (Fiche descriptive en Annexe 3)

L'historique des débits et de la turbidité a été fourni par le gestionnaire (Lyonnaise des Eaux). Ces débits sont mesurés à l'aide d'un débitmètre fixé au niveau d'une section bétonnée qui canalise les eaux de l'Abîme (07588X0009) et du Cluzeau (07588X0008).

En complément, le BRGM a installé son propre capteur de niveau d'eau à la sortie du trop-plein des 2 sources depuis août 2010. D'août 2009 à février 2010, 7 mesures de débit ont été effectués afin de réaliser une courbe de relation hauteur/débit (courbe de tarage). Cette courbe n'est cependant pas complète car il manque des jaugages dans les débits extrêmes, à la fois hautes eaux et basses eaux. Les valeurs s'échelonnent de 255 m³/h à 2 581 m³/h, valeurs cohérentes avec celles fournies par le gestionnaire. Il s'agit de la source la mieux suivie du territoire.

4.3.2. Source de Ley Fonts - 08067X0008 (Fiche descriptive en Annexe 4)

Les débits naturels de la source sont mesurés par le gestionnaire (Saur) au niveau d'un trop-plein qui déverse, à travers une conduite gravitaire, les volumes excédentaires dans le fossé latéral du captage qui rejoint le ruisseau quelques dizaines de mètres en aval du site. La conduite est équipée d'un débitmètre dont les caractéristiques n'ont pas été communiquées. Il existe une grande imprécision sur les mesures. Les données récupérées remontent à janvier 2010. Elles montrent des débits compris entre ≈ 45 et 90 m³/h. En 2001, 11 mesures du débit ont été réalisées (S.H.E, 2002) et indiquent des valeurs comprises entre 80 m³/h et 150 m³/h environ. Ce suivi devrait être amélioré dans la mesure du possible ; Cependant les eaux de cette source seraient issues d'un mélange entre les aquifères du Jurassique et du Crétacé avec une probable participation, en basses eaux et en pompage, par la nappe alluviale (SHE, 2002).

4.3.3. Source de Falgueyret – 08072X0009 (Fiche descriptive en Annexe 5)

L'historique des débits a été fourni dans un rapport de présentation de la source (Véolia, 2011) pour la période de 09/2010 à 09/201 puis a été récupéré directement auprès du gestionnaire (Véolia), couvrant la période 2012 à l'actuel. Le débit de cette source du Campanien est mesuré au niveau d'un canal bétonné qui dispose d'un enregistreur du niveau d'eau par ultra-sons. Les débits sont fournis à l'aide d'une relation simple avec la hauteur d'eau mesurée. Des paliers à 336 m³/h sont observables sur la chronique. Ils sont dus à la mesure. En effet, en période de crue, au-delà de cette valeur, les eaux débordent du canal. On a donc une hauteur d'eau limite mesurable par la sonde (Véolia, 2011).

4.3.4. Source des Moulineaux – 07823X0004 (Fiche descriptive en Annexe 6)

L'historique des débits et de la turbidité a été fourni par le gestionnaire (Saur). Concernant les débits, aucune courbe de tarage n'a été récupérée, la formule de conversion hauteur/débit est inconnue. De plus, la hauteur d'eau est mesurée à l'aide d'une sonde à ultra-sons pour laquelle il existe une dérive qui est probablement à l'origine de l'existence de « paliers » sur la chronique.

En complément, cette source du Santonien est suivie par le BRGM depuis août 2011 à l'aide d'un enregistreur de pression, température et conductivité qui a été nivelé au cours de cette année. Devant la nécessité d'établir une courbe de tarage correcte, le pôle hydrométrie de la Direction Départementale des Territoires de Dordogne a réalisé une mesure le 25/07/2013 au niveau des déversoirs, afin de vérifier la faisabilité d'une mesure. Le débit obtenu est de 2 850 m³/h, cohérent avec l'historique des débits connus pour cette source compris entre 2 160 et 13 000 m³/h (Von Stempel, 1972).

4.3.5. Source de la Glane – 07593X0004 (Fiche descriptive en Annexe 7)

Cette source a fait l'objet d'une étude, menée par le Bureau d'étude Marsac-Bernède, pour laquelle un capteur de niveau piézométrique a été mis en place d'avril 2012 à novembre 2012 (Marsac-Bernède, 2012). Afin de pérenniser le suivi de cette source, un capteur a été installé par le BRGM le 30/10/2012 permettant d'enregistrer au pas de temps horaire le niveau piézométrique et la température (Nivellement du point de mesure effectué au cours de l'année). Cette source du Bathonien, a fait l'objet par le passé de mesures de débits (Von Stempel, 1972 ; SHE, 2001 ; Marsac-Bernède, 2012) mais il n'existe à l'heure actuelle aucune courbe de tarage permettant de relier les niveaux d'eau mesurés à des débits. A l'instar du jaugeage effectué sur les Moulineaux, la DDT24 est intervenue le 06/08/2013 afin d'effectuer une mesure du débit. Celle-ci, réalisée au niveau du seuil du bâtiment, a permis d'obtenir une valeur de 115,2 m³/h, ce qui est très faible au regard des données historiques comprises entre 288 et 13400 m³/h. Ceci provient probablement de la présence de flux d'eau sous le bâtiment qui n'ont pas été pris en compte. Cependant, une mesure plus en aval de la source, dans le cours d'eau, serait possible.

4.3.6. Source des Michauds – 07598X0003 (Fiche descriptive en Annexe 8)

Les données de débit sont fournies par le gestionnaire (Compagnie des Eaux et de l'Ozone). Les mesures sont réalisées au niveau d'un trop-plein qui récupère l'ensemble de l'eau non prélevée. La conduite de trop-plein permet de mesurer, hors période de pompage, le débit naturel de la source. Elle est équipée d'un débitmètre mesurant des débits jusqu'à 150 m³/h correspondant à une limite technique (échelle d'enregistrement du capteur) et logistique. Selon l'intérêt de cette source, une modification du paramétrage pourra être effectuée sur demande officielle et argumentée afin de mesurer les débits de hautes eaux.

4.3.7. Source de Fongauffier – 08314X0012 (Fiche descriptive en Annexe 9)

La source de Fongauffier est partiellement captée pour l'AEP. Une partie ressort dans une vasque et constitue 20 % du débit total de la source (SIAEP de Belvès, 2004). Depuis 2012, Infraconcept a mis en place un capteur du niveau d'eau dans la vasque. Il n'y a pas pour le moment de courbe de tarage associée mais des équivalences de débit peuvent être trouvées à l'aide de formules spécifiques.

Au total, 4 sources du Crétacé, 2 sources du Jurassique et une source présentant un mélange ont été récupérées (Illustration 91). La qualité de ces données est cependant variable d'une source à l'autre. Ainsi, certaines font l'objet d'un suivi continu avec une connaissance relativement bonne du débit réel de la source. Elles disposent d'une station de jaugeage avec une section propre et entretenue (Le Toulon et Falguyret). D'autres sources disposent d'un système de mesure mais ne font pas l'objet d'une surveillance et d'un entretien particuliers. Les mesures réalisées n'étaient jusqu'alors pas bancarisées ou le matériel utilisé n'était pas bien dimensionné (LeyFonts et les Michauds). Enfin, 3 sources ne sont suivies qu'en termes de niveaux (La Glane, les Moulineaux et Fongauffier). Afin de pérenniser ces données et préciser les hydrogrammes, des jaugeages seront réalisées sur les deux premières (suivies par le BRGM), auquel se rajoute celui sur le Toulon, à partir de 2014 et plusieurs fois par an.

Une première observation des données (Illustration 92) montre des sources aux comportements différents (en réaction à un épisode pluvieux par exemple). Ces chroniques pourront, dans la suite des travaux, être utilisées pour analyser le fonctionnement des systèmes en termes de transfert par l'utilisation de l'analyse des courbes de récession ou encore des analyses corrélatrices.

Gestion	Données disponibles	Débits observés sur historiques (m ³ /h)		
		min	normal	max
Source de Toulon - 07588X0009 et 07588X0008 – Turonien et Coniacien				
Lyonnaise des Eaux	<ul style="list-style-type: none"> • Piézométrie - Température & Conductivité depuis août 2010 (BRGM) • Débitmétrie & turbidité depuis juillet 2005 (LDE) 	255	1250	2 581
Source de Ley Fonts – 08067X0008 – Jurassique et Crétacé (+ nappe alluviale)				
Saur	<ul style="list-style-type: none"> • Débitmétrie depuis janvier 2010 (Saur) 	45	60	150
Source de Falgueyret – 08072X0009 – Campanien				
Véolia	<ul style="list-style-type: none"> • Débitmétrie et turbidité de 09/2010 à 09/2011 (Bibliographie) • Débitmétrie en 2012 et 2013 (Véolia) 	36	50	340
Source des Moulineaux– 07823X0004 – Santonien				
Saur	<ul style="list-style-type: none"> • Piézométrie - Température & Conductivité depuis août 2011 (BRGM) • Débit et Turbidité depuis janvier 2010 (saur) 	2 160	2 520	14 100
Source de la Glane– 07593X0004 – Bathonien				
Sogedo	<ul style="list-style-type: none"> • Piézométrie et température depuis avril 2012 (BRGM) • Nitrates et Turbidité depuis avril et juin 2012 (Sogedo) 	418	2 520	13 400
Source des Michauds– 07598X0003 – Jurassique (Bajocien ?)				
C.E.O. (Compagnie des Eaux et de l'Ozone)	<ul style="list-style-type: none"> • Débit depuis novembre 2010 (Saur) 	61,5		170
Source de Fongauffier– 08314X0012 – Coniacien-Santonien				
SIAEP de Belvès	<ul style="list-style-type: none"> • Piézométrie depuis juillet 2012 (Infraconcept) 	260	300	390

Illustration 91 : Tableau synthétique des mesures de débits disponibles sur 7 sources de Dordogne (en vert : sources du Crétacé – en bleu : sources du Jurassique)

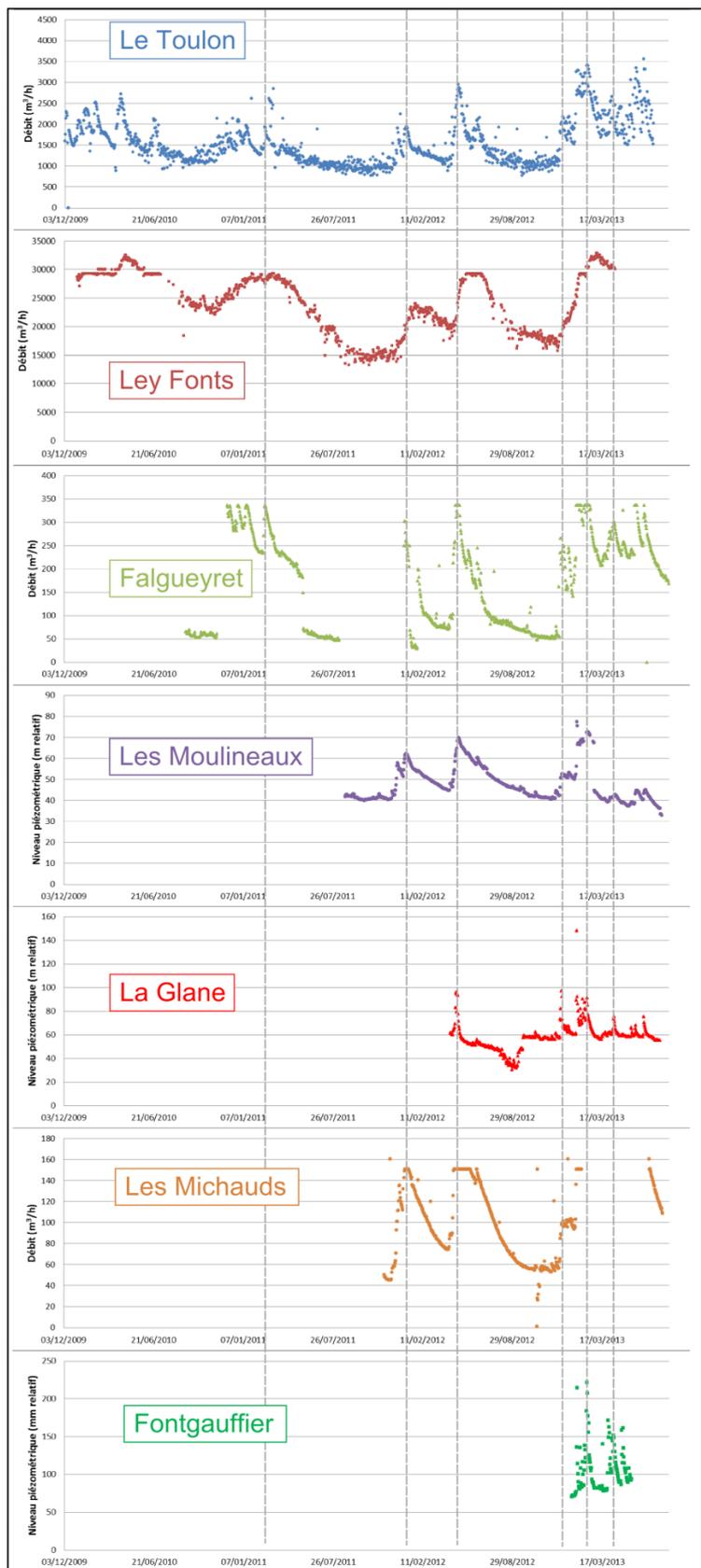


Illustration 92 : Courbes du niveau ou du débit des sources suivies en Dordogne depuis décembre 2009

4.4. ANALYSE STATISTIQUE DES DONNEES HYDROCHIMIQUES

En présence de nombreuses données chimiques, une interprétation par l'application de statistiques descriptive multidimensionnelles (analyse factorielle) est largement utilisée en hydrochimie et plus particulièrement en contexte karstique [(Mudry et al., 1986) ; (Lastennet et al., 1997) ; (Dörfliger et al., 2010)]. Cette approche est mise en œuvre pour distinguer différents types d'eau (pôles chimiques) et également pour décrire l'évolution chimique d'une crue.

Dans le cadre de cette étude, il s'agit d'analyser un jeu de données consistant en une série d'observations (les captages d'eau souterraine de Dordogne) et de variables (paramètres physico-chimiques et ions majeurs).

L'analyse en composantes principales (ACP) consiste, à partir du nuage de points constitué par la projection des observations dans l'espace multidimensionnel des variables, de réduire cet espace en déterminant les facteurs (composantes) qui expliquent le plus la variance du nuage de points. Les deux ou trois premiers facteurs expliquent en général l'essentiel de la variance du jeu de données.

En complément l'analyse factorielle discriminante (AFD) permet d'analyser le même jeu de données en rajoutant une variable qualitative (par exemple confinement de l'aquifère, géologie de l'aquifère) supposée être responsable de la structuration des données.

Etant donné que la plupart des points sont échantillonnés à un pas de temps mensuel ou saisonnier, l'analyse porte sur une inter-comparaison entre les points d'eau en utilisant la médiane de chaque paramètre mesuré sur chaque point d'eau.

Ces analyses statistiques doivent permettre de mettre en évidence différents types d'eau parmi les points d'eau et de rechercher les causes potentielles de ces différences (réservoir superficiel ou profond, source ou forage d'eau, nature géologique du réservoir, distribution spatiale, modalités de la recharge, occupation du sol dans les bassins d'alimentation, etc.)

La variabilité temporelle des paramètres physico-chimiques et ions majeurs peut également apporter des informations sur le degré de karstification d'un hydrosystème et sa propension à réagir aux événements de recharge (dilution par eau faiblement minéralisée, lessivage de nitrate, etc.). Etant donné l'intervalle entre deux échantillonnages (au mieux quatre échantillonnages par année), le coefficient de variation (CV : écart-type divisé par la moyenne) a été choisi comme indicateur de variabilité temporelle. Le CV est un indicateur utilisé fréquemment dans les travaux d'hydrologie du karst pour classer les systèmes karstiques [p.ex. (Shuster et al., 1971) ; (Wicks, 1997)] ou comparer différentes eaux de recharge d'un système karstique (Perrin et al., 2003). Il convient toutefois d'être prudent dans l'interprétation des résultats et des approches plus robustes de l'analyse de séries temporelles à pas de temps fins ont été développées récemment (p.ex. : distribution plurimodale des conductivités électriques (Massei et al., 2007)).

4.4.1. Représentativité des observations et choix des paramètres

En année 1 du projet, une première ACP fut réalisée sur tous les points d'eau échantillonnés (143 points au total). Pour certains points peu échantillonnés, il est possible que les concentrations soient peu représentatives (par exemple si l'échantillonnage est réalisé en période de hautes eaux). Afin de s'affranchir de tels biais potentiels, les données ont été filtrées pour ne garder que les points d'eau pour lesquels il est possible de calculer une concentration médiane représentative.

Pour les 14 points d'eau pour lesquels plus de 30 observations de chaque paramètre sont disponibles sur la période 1995-2013, un test statistique a montré que la médiane est une valeur statistique représentative de chaque point dès qu'elle est calculée sur 5 observations choisies au hasard. Seul dans le cas du paramètre NO_3^- , 10% des points d'eau nécessitent 10 observations au lieu de 5 pour que la médiane soit représentative.

Les paramètres physico-chimiques et chimiques retenus pour l'analyse influencent sensiblement les résultats de l'ACP et l'AFD. Certains paramètres ne peuvent pas être utilisés car ils sont sous-échantillonnés, c'est le cas de l'oxygène dissous et des éléments traces à l'exception de la Silice. D'autres paramètres ne sont pas suffisamment discriminants (« bruit de fond ») : K, Turbidité, COT ou influencés par des effets de site/protocole de mesure : pH, Température.

In fine, les paramètres retenus pour les analyses statistiques sont la conductivité électrique (EC), la Silice et les ions majeurs à l'exception de K^+ (donc Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , SO_4^{2-} , HCO_3^- , Cl^- , NO_3^-), soit 9 paramètres. Par rapport à l'année 1, la conductivité électrique a été incorporée pour mieux marquer le pôle minéralisation ainsi que la silice comme marqueur potentiel de recharge par des eaux ayant circulé sur le socle.

Le nombre de points échantillonnés en Dordogne s'élève à 143 duquel il s'agit d'enlever 49 points pour lesquels le nombre d'analyses est inférieur à 5 et donc la médiane calculée n'est pas représentative. Au final 94 points d'observations peuvent être analysés (60 sources & puits et 34 forages ; 56 ouvrages alimentés par le Crétacé, 33 par le Jurassique, 4 pour lesquels le réservoir n'est pas connu, et 1 correspondant à un mélange – Annexe 10).

4.4.2. Analyse en Composantes Principales (ACP)

Pour chaque point d'eau, la médiane de chacun des 9 paramètres est calculée puis ces valeurs médianes sont utilisées pour l'ACP.

Les deux premiers axes factoriels expliquent 62% de la variance totale des observations (Illustration 93).

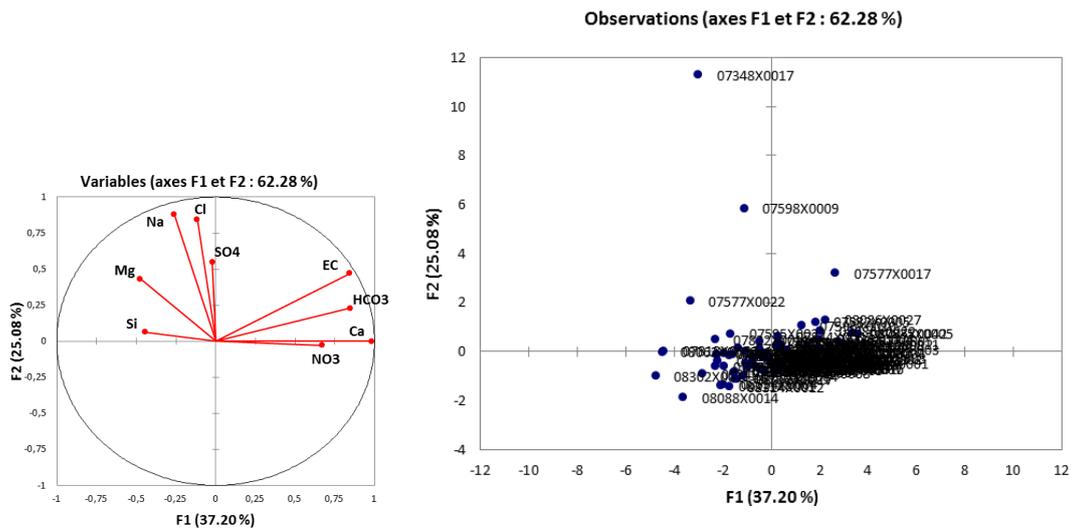


Illustration 93 : ACP sur les 94 points d'eau retenus.

L'axe 1 correspond surtout à un pôle minéralisation (Ca^{2+} , HCO_3^- , EC) et nitrate et l'axe 2 à un pôle Na^+ , Cl^- , SO_4^{2-} . Une signature chimique particulière est bien mise en évidence pour les points 07348X0017 ; 07598X0009 ; 07577X0017 ; 07577X0022 avec une chimie plus marquée selon l'axe 2. En particulier les points 07348X0017 & 07598X0009 sont des forages qui captent l'aquifère captif du Lias qui montrent un enrichissement en Cl, Na, SO_4 (présence d'évaporites dans la lithologie). Les deux autres points captent l'aquifère crétacé, l'un la nappe captive par forage (07577X0022), l'autre la nappe libre par une source (07577X0017). Le forage d'une profondeur totale de 430 m est artésien avec un fort débit (166 m³/h) et deux arrivées d'eau bien individualisées sont indiquées sur le log technique à 297 m et 342 m de profondeur (calcaires du Turonien). La source, située 6 km au sud du forage, alimente le lavoir communal de St-Vincent-Jalmoutiers et draine l'aquifère des calcaires du Campanien. Sa chimie montre un impact anthropique significatif avec des concentrations élevées en NO_3^- , Cl^- , Na^{2+} et SO_4^{2-} .

Ces 4 points sont enlevés pour faire une seconde ACP (Illustration 94 – Annexe 10). Les deux premiers axes factoriels expliquent 69% de la variance totale des observations. Similairement à la première ACP, l'axe 1 correspond surtout à un pôle minéralisation (Ca^{2+} , HCO_3^- , EC) et nitrate. L'axe 2 diffère et est surtout marqué par Cl^- et moins nettement par Na^+ et Si.

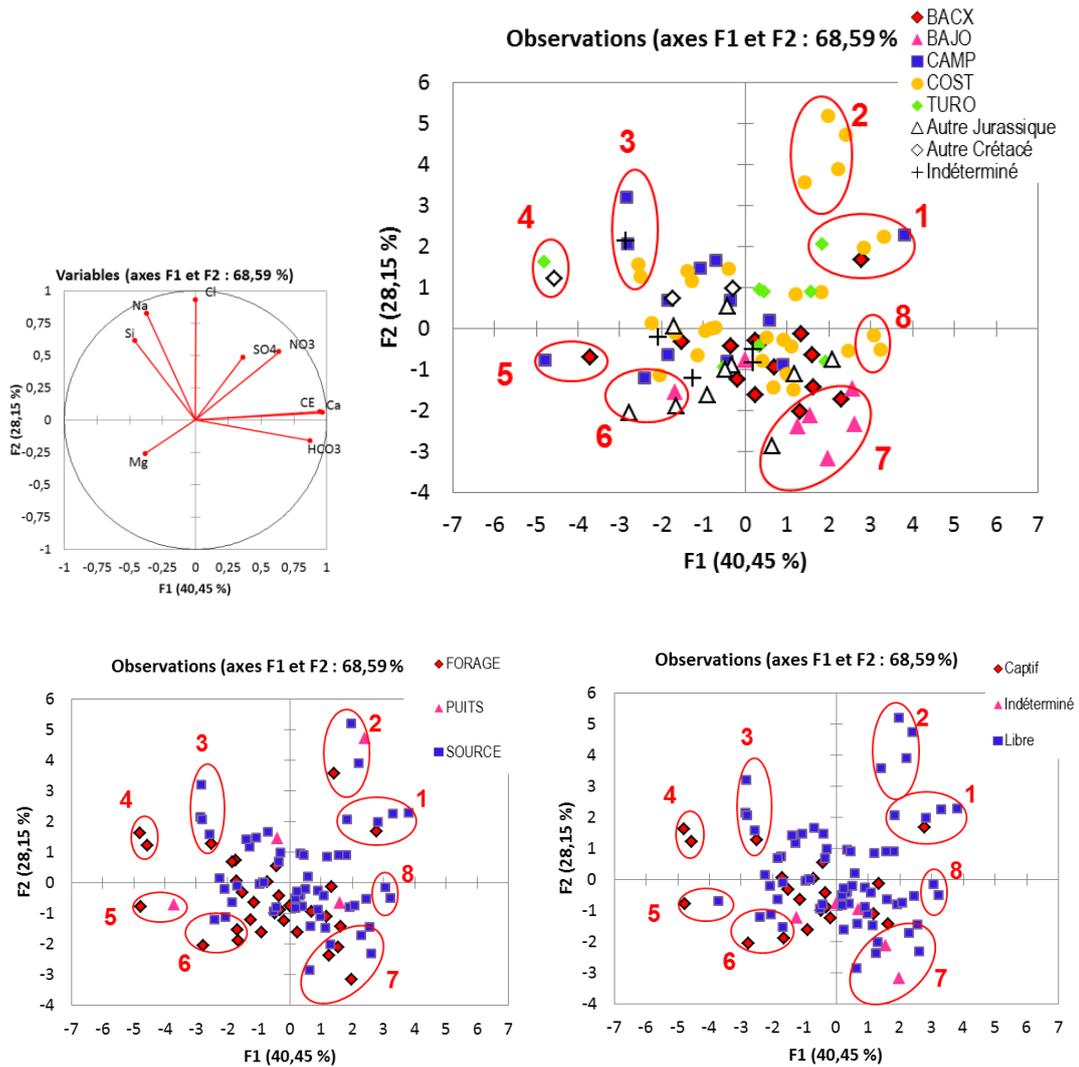


Illustration 94 : Résultat de l'ACP sur les 90 points d'eau (4 points anomaux de l'illustration 93 enlevés) et distinction arbitraire de huit groupes sur le plan factoriel. (Aquifères BACX = Bathonien-Callovo-Oxfordien ; BAJO = Bajocien ; CAMP = Campanien ; COST = Coniacien-Santonien ; TURO = Turonien)

Huit groupes de points ont pu être distingués sur le plan factoriel des axes 1-2 :

Le **groupe 1** correspond pour quatre points à des sources drainant la nappe libre du Crétacé (2 Turonien, 1 Campanien, 1 Coniacien-Santonien). Le 5^{ème} point correspond à un forage de 240 m de profondeur (BSS 08082X0008) captant la nappe captive du Jurassique moyen (BACX) : les concentrations élevées en NO_3^- (20-35 mg/L) et les variations temporelles des paramètres (CE, turbidité, NO_3^-) indiquent que le forage capte au moins en partie une eau plus superficielle en lien direct avec les eaux d'infiltration impactée par les activités humaines.

Le **groupe 2** comprend quatre points qui correspondent tous à des points d'eau drainant la nappe libre du Coniacien-Santonien. Ces sources sont marquées par les marqueurs anthropiques (NO_3^- , Cl). Cependant une majorité des points drainant le Coniacien-Santonien se répartissent ailleurs sur le diagramme et donc ce groupe ne semble pas identifier spécifiquement cet aquifère.

Le **groupe 3** correspond pour quatre points à des sources drainant la nappe libre du Crétacé (2 Campanien, 1 Coniacien-Santonien, géologie non déterminée pour la dernière). Le 5^{ème} point correspond à un forage de 420 m de profondeur (BSS 07822X0011) captant la nappe captive du Coniacien-Santonien. Ces points se caractérisent par un enrichissement relatif en Si, Na⁺, Cl⁻ et un appauvrissement en ions issus de la dissolution. Le forage semble capter cette ressource superficielle (indice de karstification active en profondeur ?).

Le **groupe 4** correspond à deux forages profonds (528 m et 558 m) captant la nappe captive du Turonien (probable pour l'un des deux, confirmé pour l'autre). Il s'agit d'une eau enrichie en Si, Mg²⁺ et pauvre en NO₃⁻, Ca²⁺, HCO₃⁻.

Le **groupe 5** est formé de deux points distincts du point de vue de leur contexte hydrogéologique : l'un capte la nappe libre du Jurassique moyen (BACX) par un puits (BSS 08088X0014), l'autre la nappe captive du Campanien par un forage profond de 270 m (BSS 08302X0011). Ils sont marqués par un enrichissement en Mg²⁺ et Si²⁺.

Le **groupe 6** est représenté à la fois par trois forages captant le Jurassique (Bajocien confirmé pour l'un des trois) captif et par deux sources captant le Crétacé.

Le **groupe 7** correspond à des points d'eau alimentés par l'aquifère libre du Jurassique moyen soit par des forages ou des sources. Leur chimie se caractérise par une minéralisation élevée (Ca²⁺, HCO₃⁻, CE) et des concentrations en nitrates montrant un impact anthropique. Il regroupe la majorité des points du Bajocien (5 points sur 7). Ce pôle pourrait donc marquer l'aquifère Bajocien.

Le **groupe 8** correspond à deux sources drainant la nappe libre du Crétacé (Coniacien-Santonien).

L'ACP sur tous les points d'eau souterraine suffisamment échantillonnés de Dordogne ne permet pas d'identifier clairement des réservoirs bien individualisés d'un point de vue chimique à l'exception du Lias qui montre une influence évaporitique (Cabaret et al, 2012). La majorité des quelques points d'eau drainant les calcaires du Bajocien apparaissent regroupés sur le premier plan factoriel (Illustration 94) ce qui pourrait indiquer également une signature chimique particulière.

On observe une tendance à avoir plus de forages et d'ouvrages captifs (souvent redondants) vers le pôle Mg²⁺ et, à l'inverse plus de sources/ouvrages en nappe libre vers le pôle NO₃⁻-SO₄²⁻. Ce résultat va dans le même sens que les interprétations de l'année 1 qui montraient que Mg²⁺ est un traceur des eaux à long temps de séjour alors que NO₃⁻ est un traceur d'aquifère superficiel.

Le fait que la majorité des points se répartisse sans ordre apparent dans le premier plan factoriel indique soit que les différents réservoirs ont des caractéristiques chimiques proches, soit que la plupart des points d'eau sont alimentés par plusieurs réservoirs (mélange de la signature). Dans ce dernier cas, on peut également envisager que la contribution d'un réservoir se fasse à diverses périodes du cycle hydrologique et non tout au long de l'année. Ainsi, en fonction des données disponibles, un traitement statistique des données hydrochimiques pourrait être réalisé sur certaines périodes de l'année (en basses eaux ou hautes eaux). Cependant les réservoirs carbonatés ne montrent pas de contrastes de faciès géochimiques très marqués que ce soit entre eux ou avec les nappes plus superficielles. On citera ainsi le cas de la source de LeyFonts où il y aurait une participation probable de la nappe alluviale en basses eaux mise en évidence davantage par la présence de contamination fécale et de

coliformes plutôt que par la présence de tritium ou d'une concentration en nitrates élevée (S.H.E., 2002).

4.4.3. Diagrammes binaires

Certains groupes identifiés par l'ACP (Illustration 94) sont bien identifiés sur les diagrammes binaires Ca^{2+} - Mg^{2+} , Ca^{2+} - NO_3^- , Na^+ - Si^{2+} (Illustration 95).

Les quatre points des groupes 4 et 5 s'illustrent par leurs faibles concentrations en Ca^{2+} et concentrations élevées en Mg^{2+} . On observe une corrélation entre Ca^{2+} et NO_3^- , avec les concentrations les plus élevées pour les groupes 1 et 2 (nappe libre essentiellement). On observe également une corrélation positive entre Na^+ et Si^{2+} , et les groupes 2, 3 et 4 correspondent aux concentrations les plus élevées ; ces points ne sont par contre plus sur la même droite de corrélation (relativement plus enrichis en Na^+ que Si^{2+}).

Quelques ouvrages isolés se distinguent également par leur concentration élevée en Mg^{2+} (forage captif Jurassique 07595X0022, source du Lias 07844X0002), une concentration élevée en NO_3^- (source du Turonien 08087X0016), ou une concentration élevée en Si^{2+} (source du Coniacien-Santonien 07582X0005).

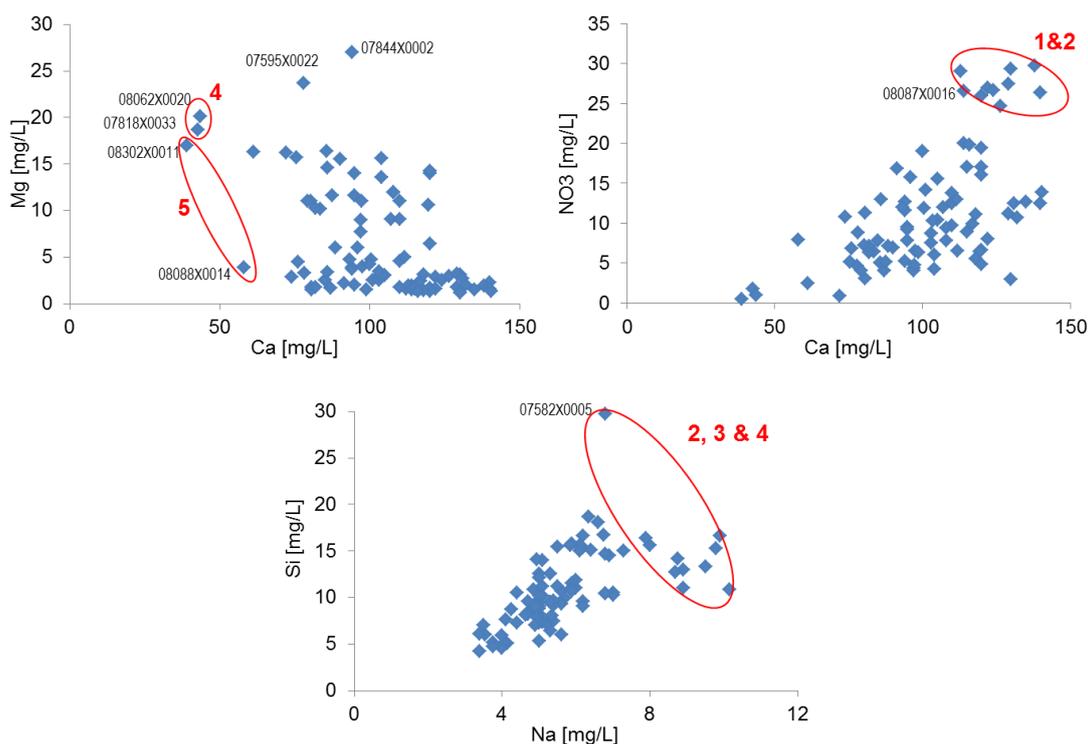


Illustration 95 : Diagrammes binaires Ca^{2+} - Mg^{2+} , Ca^{2+} - NO_3^- , Na^+ - Si^{2+} pour les 90 points d'eau retenus. Les cercles rouges indiquent les groupes définis par l'ACP (Illustration 94).

4.4.4. Analyse de la variabilité temporelle

L'analyse porte sur les 56 ouvrages captant le Crétacé et 33 ouvrages captant le Jurassique pour lesquels au moins 5 échantillonnages sont disponibles sur la période 1995-2013. Pour chacun de ces ouvrages le coefficient de variation (CV) des concentrations en ions majeurs a été calculé. Deux graphes binaires sont présentés : le premier représentant les CV du calcium et du magnésium (traceurs intrinsèques issus de la dissolution) et le deuxième les CV du bicarbonate et nitrate (traceur intrinsèque et traceur d'origine anthropique).

Pour les eaux du Jurassique (Illustration 96), quatre forages montrent des CV en calcium plus élevés que les sources (07107X0031, 07348X0017, 07584X0007, 07348X0015). Des CV élevés sont indicateurs de mélanges d'eau ayant des minéralisations contrastées ; de plus les proportions de mélange doivent être variables au cours du temps par exemple à cause de différences de pression hydraulique entre les réservoirs d'origine. Un puits présente à la fois un CV en magnésium et en nitrate élevés (08084X0007). De plus deux autres forages présentent des CV en bicarbonate plus élevés que les sources (07842X0008, 07597X0007).

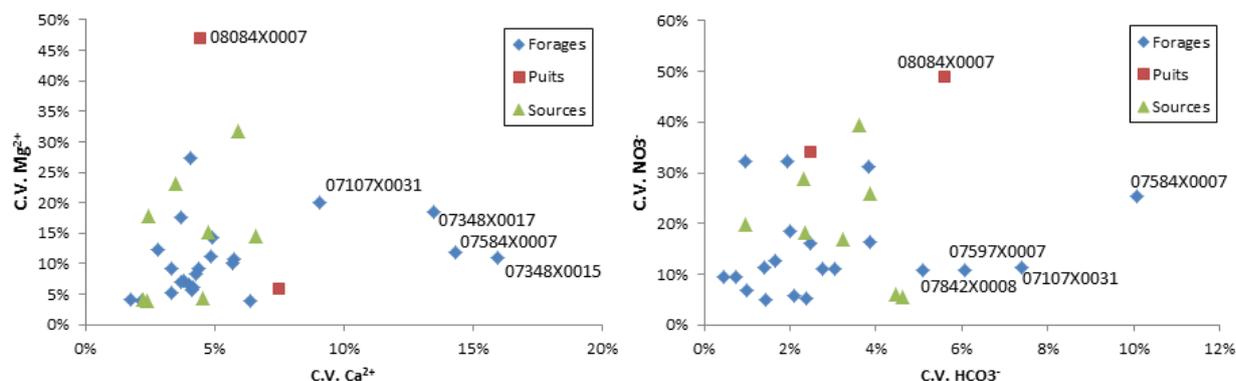


Illustration 96 : Coefficients de variation (CV) des cations Ca^{2+} et Mg^{2+} (graphe du haut) et des anions HCO_3^- et NO_3^- (graphe du bas) pour tous les points d'eau captant le Jurassique et qui ont été prélevés au moins 5 fois entre 1995 et 2013.

Pour les eaux du Crétacé (Illustration 97), quatre sources montrent des CV en calcium et magnésium élevés (07585X0001, 08072X0009, 08087X0009, 08312X0021). Logiquement les sources présentent des CV en nitrate pouvant atteindre 50% ce qui indique la nature plutôt superficielle des réservoirs Crétacé. Un seul forage montre des CV en nitrate plus élevés (08063X0014).

Cette analyse de la variabilité temporelle des concentrations en ions majeurs dans les eaux souterraines de la Dordogne ne permet que d'identifier quelques ouvrages avec des variabilités plus importantes que les autres ; cependant aucune logique claire n'apparaît entre eaux du Jurassique ou du Crétacé ou encore entre typologies de points d'eau (forages, puits, sources). Afin de pouvoir aller plus loin dans les interprétations sur la chimie des eaux, il est nécessaire d'obtenir des données plus fines temporellement sur quelques systèmes karstiques contrastés en termes de fonctionnement (type de réservoir, recharge, bassin d'alimentation) afin de détecter des spécificités sur leur fonctionnement hydrodynamique (mélanges, écoulements préférentiels, fonctionnalité du karst profond, etc.)

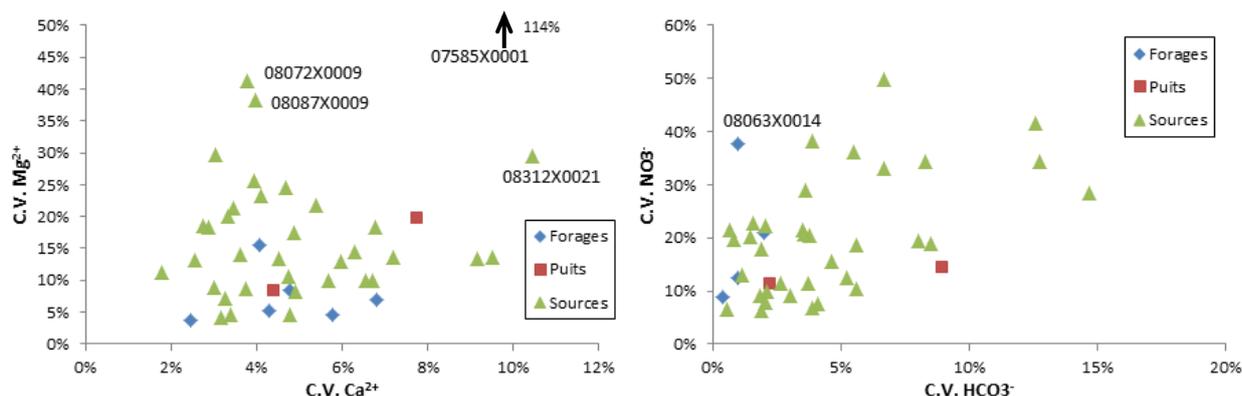


Illustration 97 : Coefficients de variation (CV) des cations Ca^{2+} et Mg^{2+} (graphe du haut) et des anions HCO_3^- et NO_3^- (graphe du bas) pour tous les points d'eau captant le Crétacé et qui ont été prélevés au moins 5 fois entre 1995 et 2013.

4.4.5. Synthèse et conclusions préliminaires

L'interprétation des données hydrochimiques sur les points d'eau souterraine de Dordogne (BD ADES) a permis de dégager quelques tendances :

- Les points d'eau alimentés par le réservoir du Lias sont marqués par une signature évaporitique (Cl^- , Na^+ , SO_4^{2-}) ;
- Les sources drainant essentiellement les aquifères du Crétacé sont marquées par les intrants anthropiques (NO_3^-) ;
- L'aquifère Bajocien semble se caractériser par une minéralisation plus élevée (Ca^{2+} , HCO_3^- , CE) et des concentrations en nitrates montrant un impact anthropique ;
- A l'exception du Lias et potentiellement du Bajocien, les autres réservoirs carbonatés ne semblent pas se caractériser par des chimismes spécifiques ;
- Plusieurs forages présentent des particularités qui semblent indiquer leur alimentation par du karst actif : dans le rapport année 1, une anomalie thermique froide ainsi que la présence de NO_3^- avaient été observées sur les forages 07341X0007, 07588X0048, 07831X0009, 08072X0011, 07345X0018 ; l'analyse de la variabilité spatiale montre des coefficients de variations élevés (NO_3^- et/ou Ca^{2+}) sur les forages 07107X0031, 07584X0007, 07348X0015, 07597X0007, 07842X0008.

Il serait intéressant de replacer ces forages dans leur contexte géologique et hydrogéologique local et déterminer si d'autres éléments attestent de la présence d'un karst fonctionnel qui appuierait l'interprétation hydrochimique.

De manière plus générale, l'interprétation hydrochimique à l'échelle du département ne permet à priori pas d'avancer plus sur la compréhension des hydrosystèmes carbonatés. Pour la suite du projet, il semble souhaitable de se focaliser sur quelques hydrosystèmes (2-3) représentatifs des différents contextes existants sur le département (p.ex., karst sous couverture, karst nu, karst binaire au contact avec le socle) et de les étudier avec plus de détails par des suivis à pas de temps fins sur les paramètres hydrodynamiques et hydrochimiques. Cela permettra d'évaluer certaines spécificités, de confirmer certains traceurs naturels potentiellement mis en évidence à ce stade (par exemple Si^{2+} et Na^+ traceurs d'un karst binaire, NO_3^- traceur d'un karst superficiel, Mg^{2+} ou $\text{Mg}^{2+}/\text{Ca}^{2+}$ traceur d'un aquifère à long temps de séjour). En s'appuyant sur ces études détaillées, il deviendra alors plus aisé de revenir aux données plus fragmentaires existantes à l'échelle du département pour en proposer une réinterprétation.

4.5. ANALYSE DE LA SPATIALISATION DE LA $P_{CO_2_SAT}$ DES EAUX DES RESERVOIRS DU CRETACE

En appui des analyses statistiques, une détermination de la pression partielle de dioxyde de carbone (P_{CO_2}) dissous dans l'eau a été effectuée à l'échelle du département dans le but d'analyser les équilibres calco-carbonique de l'eau. Cette approche a été menée par l'Institut de Mécanique et d'ingénierie (Département Génie Civil et Environnemental) de l'Université de Bordeaux. Les éléments présentés ci-dessous reprennent la note de synthèse produite à cette occasion (Minvielle et al., 2014b).

4.5.1. Les pressions partielles de dioxyde de carbone équilibrante et à saturation vis-à-vis de la calcite

La P_{CO_2} d'une eau peut s'exprimer de deux manières différentes : la P_{CO_2} équilibrante ($P_{CO_2_eq}$) et la P_{CO_2} à saturation vis-à-vis de la calcite ($P_{CO_2_sat}$). La première correspond à la P_{CO_2} de l'eau en équilibre atmosphérique. La seconde représente la P_{CO_2} de cette eau en équilibre avec la calcite (pour la même concentration en ions bicarbonates). Les P_{CO_2} d'une eau sont définies en fonction des activités des ions calcium ((Ca^{2+})) et bicarbonates ((HCO_3^-)), du pH mesuré (pH_m), et des constantes d'équilibres thermodépendantes K_0 , K_1 , K_2 et K_c (Plummer et Busenberg, 1982) :

$$P_{CO_2_eq,eau} = 10^{\left(\log\left(\left(HCO_3^-\right)\right) - pH_m - \log\left(K_0 \cdot K_1\right)\right)} \quad (1)$$

$$P_{CO_2_sat,eau} = 10^{\left(2 \times \log\left(\left(HCO_3^-\right)\right) - \log\left(\left(Ca^{2+}\right)\right) - \log\left(\frac{K_2}{K_0 \cdot K_1 \cdot K_c}\right)\right)} \quad (2)$$

Afin de s'assurer de l'exactitude des résultats, les activités et les constantes thermodépendantes K_0 , K_1 , K_2 et K_c sont calculées à partir du code de calcul PHREEQC®.

La $P_{CO_2_sat}$ décrit les conditions de P_{CO_2} au sein du massif où l'eau acquiert sa minéralisation en bicarbonates par dissolution de la calcite. Elle représente une borne inférieure de P_{CO_2} à laquelle l'eau a dû être soumise pour acquérir sa concentration en ions bicarbonates.

Tout comme il est possible de déterminer une $P_{CO_2_sat}$ pour une eau, il est possible de déterminer une $P_{CO_2_sat}$ caractéristique d'une source. Elle correspond à la moyenne des $P_{CO_2_sat}$ des eaux de cette source. Ce paramètre intrinsèque à une source permet de comparer des sources entre elles et d'identifier des marqueurs de réservoirs.

La $P_{CO_2_sat}$ d'une eau à une source est liée aux conditions régnant dans le sol de l'impluvium et à la structure du système karstique. Le sol est la zone de production de CO_2 . Par conséquent la teneur en CO_2 du sol conditionnera la teneur en CO_2 de l'eau percolant à travers ce sol et, par conséquent, sa $P_{CO_2}^1$.

La teneur en CO_2 du sol n'est pas le seul facteur influençant la $P_{CO_2_sat}$ d'une eau. En effet, une diminution de la $P_{CO_2_sat}$ peut être observée lorsque les temps de parcours des eaux, au sein du système carbonaté, sont élevés. Cette diminution peut être d'autant plus importante que les

¹ Dans certains cas le teneur en CO_2 d'une eau peut aussi dépendre de remontée de CO_2 profond

eaux évoluent dans un milieu fermé sur le CO₂ du massif (nappe captive ou zone noyée à écoulement lent) [(Peyraube et al., 2012) ; (Minvielle et al., 2014c)].

Il semble alors intéressant d'utiliser ce paramètre pour caractériser des sources et des réservoirs. Bien qu'un suivi continu des sources soit nécessaire pour identifier les Pco_{2_sat} des eaux de chaque source associées à différentes périodes hydrologiques, la Pco_{2_sat} d'une source – étant une moyenne des différentes eaux de cette source –, peut néanmoins être approximée. Cette première approche de la Pco_{2_sat} peut être étudiée sous la forme d'une représentation spatiale des valeurs de Pco_{2_sat} des sources en fonction de leur appartenance à un réservoir.

4.5.2. Cartographie des Pco_{2_sat} selon les réservoirs

Des spatialisations des valeurs des Pco_{2_sat} des sources ont été effectuées en fonction du réservoir auquel appartient le point (forage ou émergence) considéré.

Les données disponibles pour mener cette étude portent sur 93 points appartenant aux formations du :

- Campanien (23 points)
- Coniacien-Santonien (ci-après nommé COST) (52 points)
- Turonien-Coniacien-Santonien² (4 points)
- Turonien (13 points)
- Coniacien-Santonien-Campanien³ (1 point)

La sélection des points à considérer pour cette étude a été effectuée à partir du nombre de valeur de pH disponible. En effet, ce paramètre influence grandement le calcul de la Pco_{2_sat} des eaux. Par conséquent, afin d'avoir un nombre d'échantillons suffisamment représentatif au niveau des différentes valeurs de pH disponibles, seules les points avec un nombre d'analyses de pH supérieur ou égal à 4 ont été conservés. Ce nombre, arbitraire, pourra être précisé pour les prochaines interprétations. Au total, le nombre de points retenus est le suivant :

- 20 points dans le Campanien,
- 11 points dans le Turonien,
- 27 points dans le Coniacien-Santonien (ci-après nommé COST).

La Pco_{2_sat} des eaux a ensuite été calculée en fonction des valeurs disponibles. En cas d'absence de valeurs de température, ces dernières ont été remplacées par les valeurs moyennes de température du point d'eau.

Les variations des Pco_{2_sat} des points selon les différents réservoirs sont consignées dans le tableau suivant (Illustration 98).

² Compte tenu de l'impossibilité de déterminer l'appartenance à une formation, ces points, lorsqu'ils ont été traités, ont été ajoutés au «Turonien » et au « Coniacien-Santonien »

³ Compte tenu de l'impossibilité de déterminer l'appartenance à une formation et de l'importance de la période séparant le Coniacien du Campanien, cette source n'a pas été considérée dans la suite de l'étude

	Pco _{2_sat} [%]		
	Turonien	Coniacien-Santonien	Campanien
Minimum	0.69 %	0.41 %	0.71 %
Maximum	3.33 %	3.34 %	4.16 %
Etendue	2.64 %	2.93 %	3.45 %

Illustration 98 : Valeurs minimales, maximales et des étendues des pressions partielles de CO₂ à saturation (Pco_{2_sat}) des points représentant les réservoirs Turonien, Coniacien-Santonien et Campanien de Dordogne (Minvielle et al., 2014b)

Quel que soit le réservoir considéré, la variation de Pco_{2_sat} est importante puisqu'elle oscille autour des 3 %. Ces variations sont d'autant plus notables que pour une même eau (concentrations constantes en ions et pH identique), en ne faisant varier que la température de 10 à 17 °C, la Pco_{2_sat} de cette eau ne peut augmenter que de 0,80 %. Donc, si la température expliquait à elle seule l'évolution de la Pco_{2_sat} des eaux, les eaux auraient une étendue de Pco_{2_sat} plus faibles. De plus, la répartition spatiale des Pco_{2_sat} et des températures du Coniacien-Santonien et du Campanien (Illustration 99 et Illustration 100) montre que les eaux avec la plus forte Pco_{2_sat} ne correspondent a priori pas aux zones où la température des eaux est la plus importante bien qu'une tendance générale du Nord et l'Est vers le Sud et l'Ouest soit décelable.

L'évolution spatiale de la Pco_{2_sat} de l'eau est donc essentiellement liée à l'évolution de la minéralisation des eaux (pH, concentrations en calcium et bicarbonates). La valeur de la Pco_{2_sat} des eaux va être expliquée par les conditions d'écoulements de l'eau ainsi que son parcours dans le système (zones d'infiltration, drains en zone épi-phréatique, écoulements lents ou rapides (turbulents), degré de captivité, etc.) et, par extension, par la profondeur de l'aquifère.

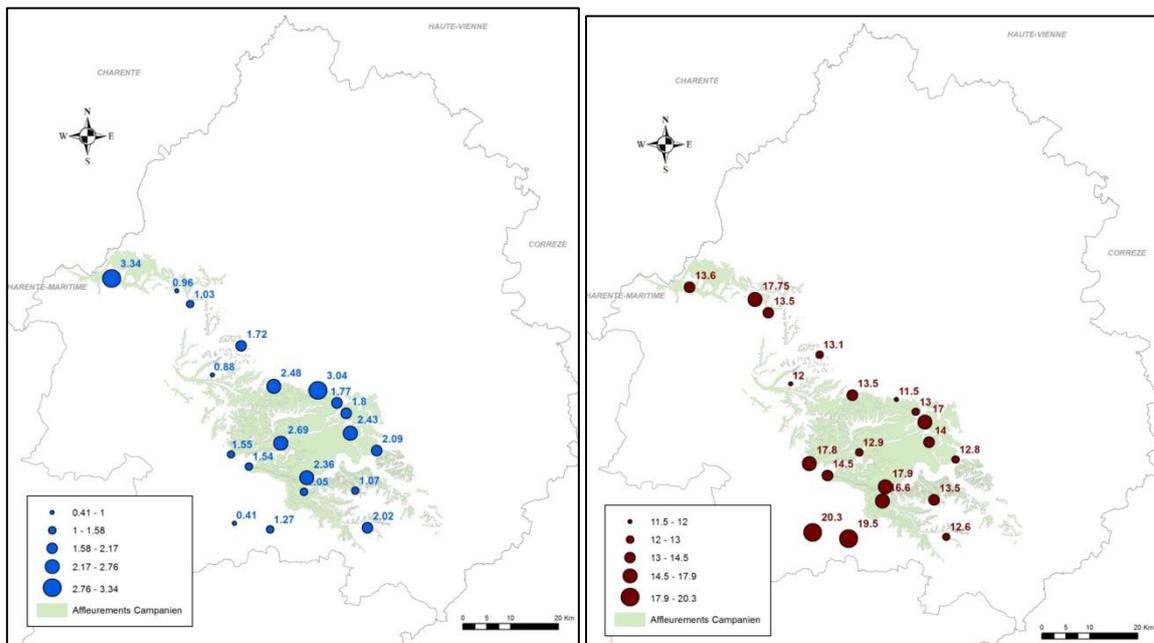


Illustration 99 : Répartition spatiale des Pco_{2_sat} (à gauche) et des températures (à droite) des eaux du réservoir représentant l'ensemble du Campanien (modifié de Minvielle et al., 2014b)

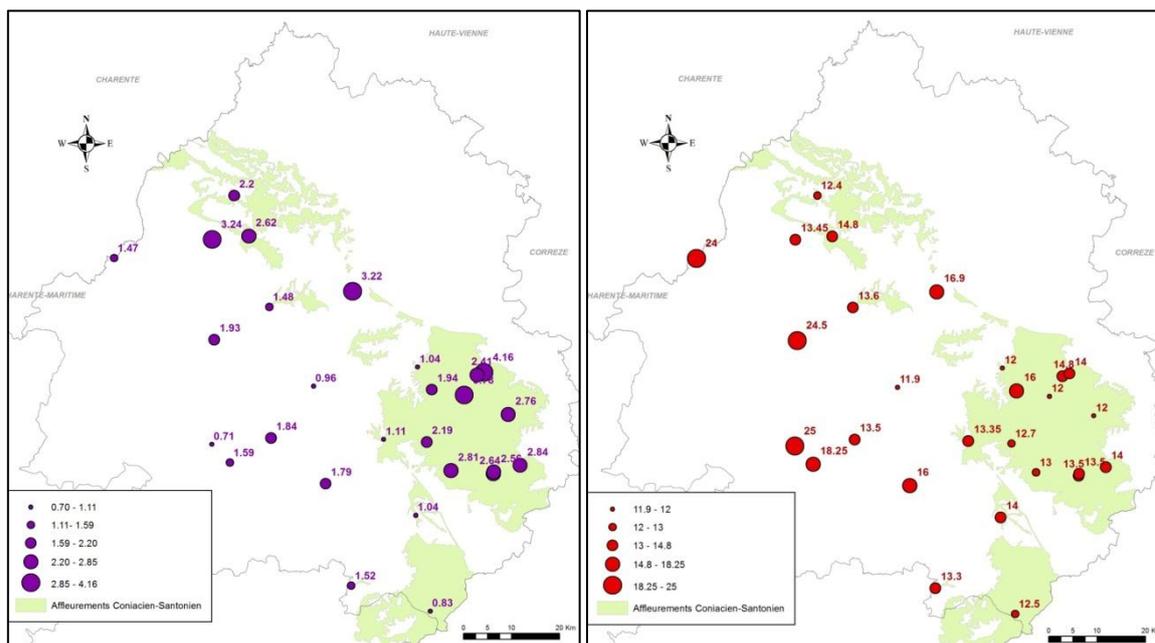


Illustration 100 : Répartition spatiale des $P_{CO_2, sat}$ (à gauche) et des températures (à droite) des eaux du réservoir représentant l'ensemble du Coniacien-Santonien modifié de Minvielle et al., 2014b)

4.5.3. Conclusions et perspectives

L'étude de la spatialisation de la $P_{CO_2, sat}$ des eaux et des émergences est un traceur naturel intéressant pour l'analyse d'un paramètre intrinsèque aux systèmes. Elle montre une tendance générale à la diminution de la $P_{CO_2, sat}$ des points analysés, du nord-est au sud-ouest. Cette diminution, notable pour l'ensemble des réservoirs étudiés, pourrait trouver son origine dans le temps de parcours de l'eau depuis sa zone d'infiltration et dans les conditions d'écoulements dans le système. En conséquence, la diminution de la $P_{CO_2, sat}$ observée pourrait être en lien avec la profondeur de l'aquifère en un point. Par extension, il serait intéressant d'effectuer des profils verticaux traversant l'ensemble des trois aquifères afin d'observer la répartition spatiale de l'évolution de la $P_{CO_2, sat}$ selon les réservoirs (et donc selon la profondeur).

Enfin, une perspective de ce travail serait de coupler les valeurs de $P_{CO_2, sat}$ avec l'état « captif » (soit un milieu fermé sur le CO_2 de l'air du massif) ou « libre » (soit un milieu ouvert sur le CO_2 de l'air du massif) de l'aquifère dans le but d'observer une possible relation entre ces deux paramètres. Il serait alors possible de préciser la nature captive ou libre d'un aquifère non seulement selon des critères géologiques mais aussi hydrogéochimiques.

Une analyse plus performante des données nécessiterait une quantité de données supérieure afin de disposer de plus de points pour la spatialisation et d'une meilleure précision sur la $P_{CO_2, sat}$ calculée.

5. Confrontation des données géologiques et hydrogéologiques

5.1. ROLE DES DOLINES DANS L'INFILTRATION DES EAUX VERS L'AQUIFERE KARSTIQUE

Le travail rapporté dans ce chapitre vise à évaluer le rôle des dolines sur les infiltrations d'eau et leur influence potentielle sur la signature physico-chimique des sources. Ainsi, après un premier état de l'art sur la genèse de ces formes caractéristiques du karst et sur leurs modalités de fonctionnement, un premier croisement avec les paramètres physico-chimiques des sources est proposé.

5.1.1. Morphologie des dolines et modalités de fonctionnement

Les dolines correspondent à des dépressions fermées typiques du karst superficiel. Elles peuvent être classées de plusieurs façons différentes selon leur forme, leur origine, leur localisation ou encore leur évolution. Nous présentons ici la classification en 6 groupes issue des travaux de (Waltham et al., 2003), chacune des dolines possédant un mécanisme de formation différent et donnant un type de morphologie bien particulier (Illustration 101) :

Les **dolines de dissolution** sont formées par une dissolution lente de la partie superficielle de la roche et correspondent en général à un point d'infiltration préférentiel vers le karst profond (drainage de l'épikarst). Elles sont très représentées dans les terrains karstiques nus donnant une morphologie en cuvette ou en entonnoir.

Les dolines d'effondrement (avec ou sans couverture) sont formées par un effondrement instantané ou progressif du toit d'une cavité celle-ci étant surmontée ou non d'une couverture.

Les dolines enfouies sont recouvertes par une couverture meuble suite à un changement d'environnement (glaciation par exemple). Des désordres en surface peuvent apparaître par compaction de la couverture au droit de la doline et par réactivation de la fonction de drainage de la doline.

En fonction de la nature de la couverture meuble, la dépression résultante peut prendre la forme d'une **doline de suffosion** dans les formations sans cohésion (type recouvrement sableux) ou d'une **doline de subsidence/effondrement** dans les formations argileuses cohésives.

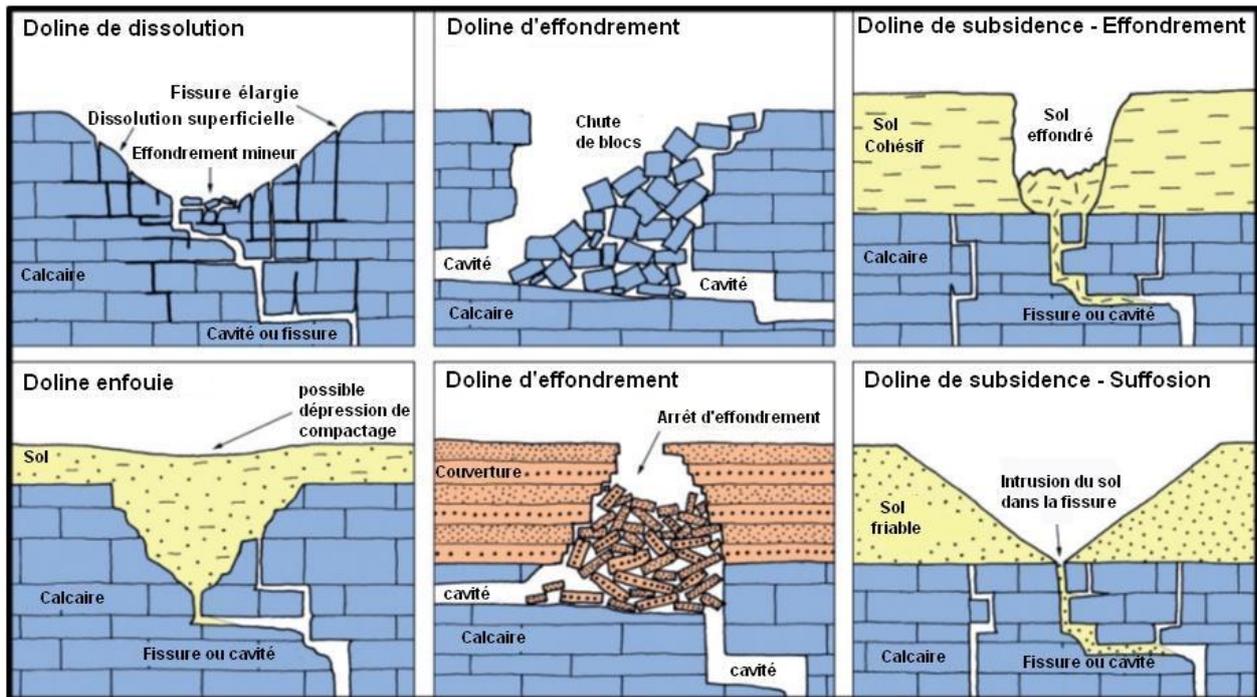


Illustration 101 : Classification des différents types de dolines se développant en contexte de roches solubles (modifié de Waltham et Fookes, 2003).

Leur genèse est conditionnée par les mêmes facteurs influant sur la karstification en général, à savoir une eau qui s'infiltré par les fissures et les fentes de la roche et qui, par dissolution, élargit ces fissures. La perte de matière par dissolution et entraînement de particules insolubles aboutit *in fine* à une dépression fermée et donc à la naissance d'une doline.

Le fonctionnement hydrologique d'une doline peut être schématisé de la façon suivante (Illustration 102):

- A la surface du karst, le ruissellement de surface ou en sub-surface à l'interface sol-calcaire généré par un événement pluvieux (de forte intensité) va converger vers le centre de la doline et s'introduire rapidement dans l'endokarst par les biais des fissures. En l'absence de contact avec le sol calcaire, les eaux pénétrantes sont peu chargées en carbonates.
- L'infiltration diffuse au sein du sol ou du calcaire affleurant va alimenter la zone épikarstique qui peut constituer une véritable nappe perchée. Les eaux emmagasinées dans cette zone transiteront plus lentement vers les drains verticaux alimentant le karst profond généralement situés dans le prolongement des dolines.

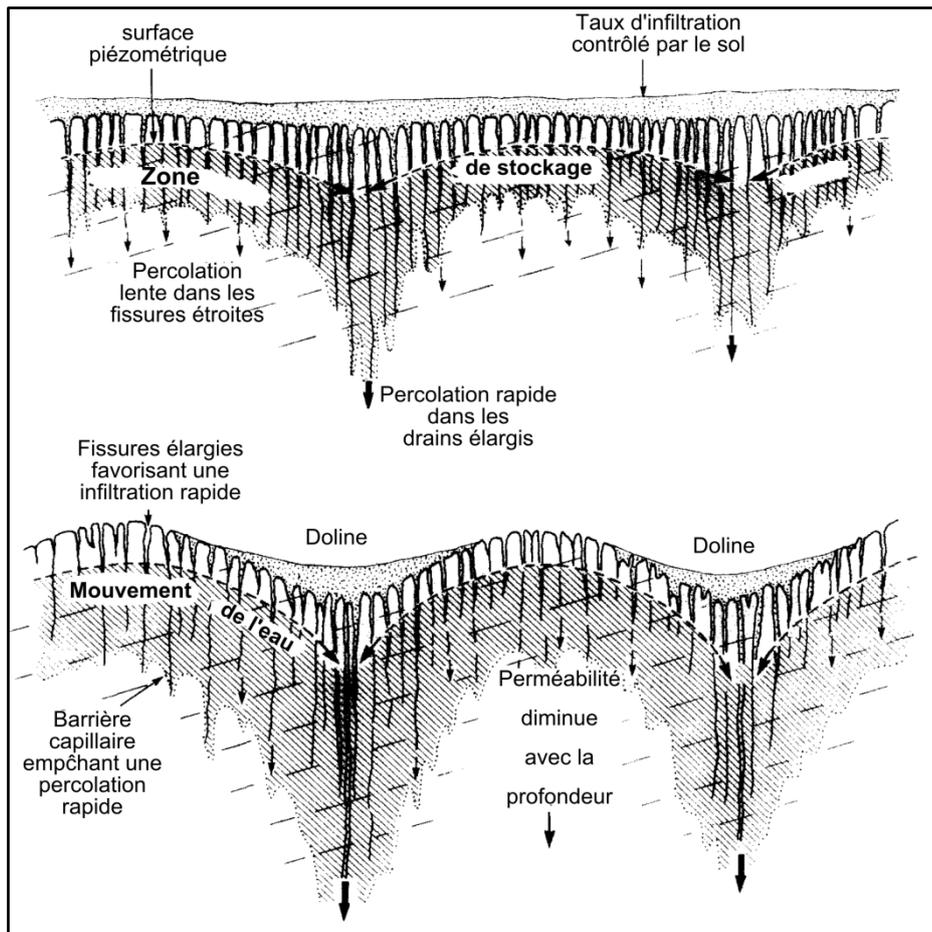


Illustration 102 : Fonctionnement d'une doline (modifié de Williams, 1983)

En Dordogne, les études actuelles ne permettent pas de préciser les mécanismes de la formation des dolines. Cependant les observations de terrain rendent compte de morphologies diverses (Illustration 103). Les terminologies reprises par la suite sont extraites des travaux de Haj Hassan (1986) où se distinguent :

- Les **petites cupules** sont des dolines peu profondes présentant des faibles pentes (5°). Le fond étant très fertile, on les retrouve souvent dans les cultures et principalement les cultures céréalières pour ce département,
- Les **dolines en cuvette** sont de forme plus accusée. leurs versants ont des pentes supérieures à 10° .
- Les **dolines en entonnoir** présentent des formes plus ou moins circulaires à versant bien réglés, avec des pentes inférieures à 20° . A l'origine de ces dolines, il y a l'influence d'un point d'absorption très actif.
- Les **dolines asymétriques** répandues le long de la bordure Ouest du Causse de Martel. Ce type de doline est caractérisé par des microfalaises qui se manifestent sur le flanc S-SW par des pentes relativement abruptes de l'ordre de 20 à 60° . Au contraire, les flancs opposés ont des pentes plus douces inférieures à 10° . Le fond de ces dolines est généralement plat et tapissé d'argiles de décalcification (Haj Hassan, 1986). Cette argile est créée lors de la dissolution du calcaire, car ce dernier n'étant jamais pur à 100% , ces résidus argileux s'accumulent au fond de la doline. A long terme, ces argiles de décalcification peuvent boucher la doline, la rendant inactive. Selon Haj Hassan, l'asymétrie de ces dolines est le résultat direct de l'inclinaison générale des couches calcaires vers le SW.

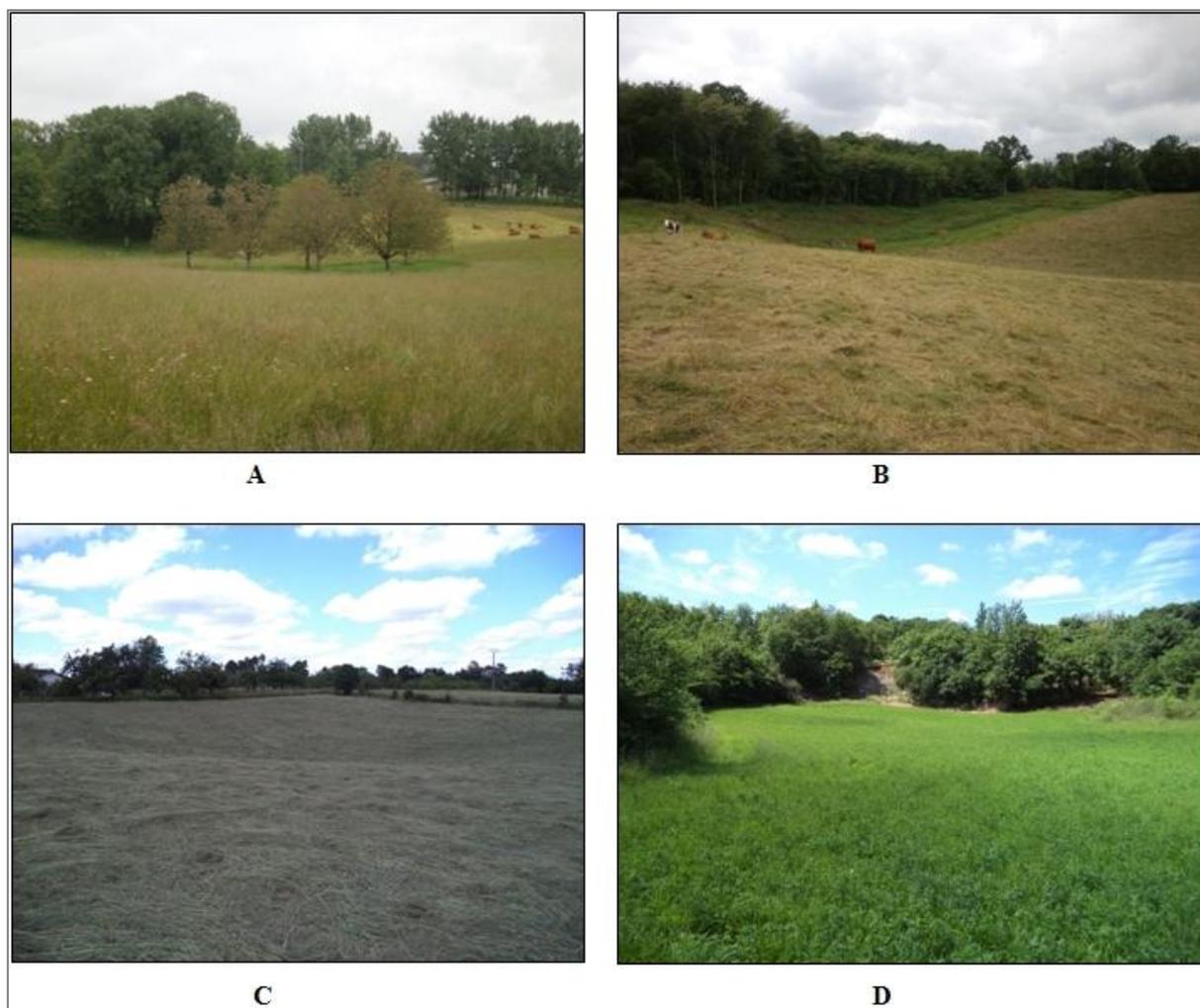


Illustration 103 : Dolines observées sur le terrain (A-Doline en cupule ; B-Doline en cuvette ; C - Doline en entonnoir ; D - Doline asymétrique)

On notera une des particularités des dolines situées sur la bordure externe des formations jurassiques : ces **dolines montrent un remplissage sidérolithique**. D'après Rechiniac (1962), le Sidérolithique proviendrait d'une phase d'érosion du Massif Central pendant le Paléogène. Il serait le produit de l'altération et de la décomposition d'horizons latéritiques ; ces derniers étant des sols rouges ferrugineux et durcis (Foucault et Raoult, 2005)

Le Sidérolithique se caractérise par une faible perméabilité. Il joue alors un rôle de régulateur de l'infiltration vers les nappes souterraines. Il prolonge également le temps de contact entre l'eau et la roche, favorisant alors la karstification (Von Stempel, 1972). Enfin, la nature plutôt acide du remplissage sidérolithique rendrait l'eau agressive lorsque celle-ci le traverse, augmentant son aptitude à la karstification.

5.1.2. Influence des dolines sur les émergences karstiques

D'une manière générale, la compréhension du fonctionnement des aquifères karstiques requiert l'identification des processus d'infiltration depuis la surface vers la nappe. Dans ces processus, le rôle joué par les formes superficielles telles que les dolines peut être déterminant. En effet, elles peuvent constituer des chemins d'infiltration préférentiels vers la nappe et avoir ainsi une incidence à la fois sur la quantité et la qualité des eaux souterraines mais aussi sur les vitesses de transfert depuis la surface (Valois et al., 2011).

Un travail spécifique a été initié sur l'influence de ces formes géomorphologiques sur la signature chimique des émergences karstiques. Il s'appuie sur l'analyse de sources présentant ou non des dolines dans leur bassin d'alimentation tel qu'il est connu actuellement. Ces bassins d'alimentation sont extraits pour la plupart de rapports de bureau d'étude et correspondent soit à des bassins d'alimentation identifiés en tant que tel soit à des périmètres de protection éloignés (Cabaret et al., 2012).

Les sources retenues pour cet exercice sont classées en deux catégories (Illustration 104) selon que leur bassin d'alimentation contient des dolines (en nombre suffisant pour être suffisamment représentatif) ou non.

Sources <u>avec</u> dolines sur le bassin d'alimentation	Sources <u>sans</u> dolines sur le bassin d'alimentation
Source de Coly	Source de Fongauffier
Source de la Glane	Source de Lestevinie
Source du Toulon	Source d'Aygueparse
Source de Font Chaude	
Source de Sainte-Marie de Chignac	
Source des Moulineaux	
Source de la Brame	

Illustration 104 : Sources retenues pour évaluer l'influence des dolines sur leur signature chimique

Une comparaison générale entre les sources peut être effectuée mais il faut toujours garder à l'esprit que le faible jeu de données ne permet pas d'identifier un fonctionnement général des aquifères. Les sources possédant des dolines sur leur bassin d'alimentation présentent une certaine variabilité des concentrations des éléments (ions majeurs) en fonction du temps, ces dernières évoluant très rapidement.

Dans le cadre de cette étude, l'exemple du ion Mg^{2+} est démonstratif puisque les sources avec dolines dans leur bassin d'alimentation montrent de fortes variations temporelles en Mg^{2+} alors que les concentrations restent très stables dans le cas contraire (sources drainant les bassins sans dolines) (Illustration 105). Il faut préciser que les différences de concentration de Mg^{2+} entre les sources sont liées à la nature du réservoir. Par contre, la variabilité temporelle au niveau d'une source peut être liée au temps de résidence de l'eau dans le réservoir et est donc un indice du temps de résidence de l'eau dans le système. Une étude du Carbone Organique Total (COT) pourrait également être pertinente pour la mise en évidence des temps de séjour.

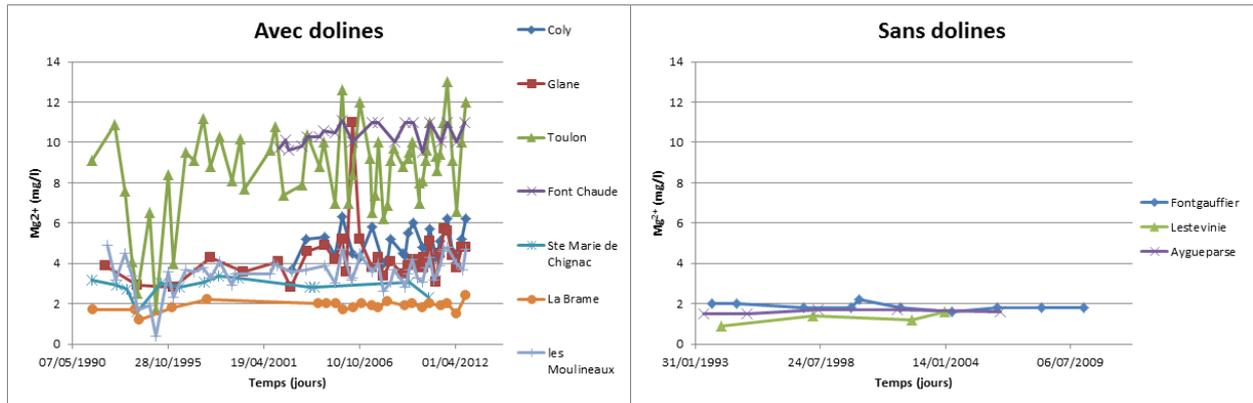


Illustration 105 : Comparaison des variations de concentration en Mg²⁺ pour des sources dont le bassin d'alimentation présente ou non des dolines (Lorette, 2013)

Une autre comparaison peut être apportée par l'étude d'éléments plus superficiels tels que le nitrate (Illustration 106) dont la présence révèle une relation entre les eaux captées et les eaux superficielles et donc une vulnérabilité vis-à-vis des pollutions de surface. Les nitrates montrent également un contraste significatif entre sources drainant des bassins versants avec dolines ou sans dolines. Dans le premier cas, une forte variabilité temporelle des concentrations en nitrates est observée (à l'exception des sources de la Brame et potentiellement Lestevinie), dans le second cas, les concentrations sont stables.

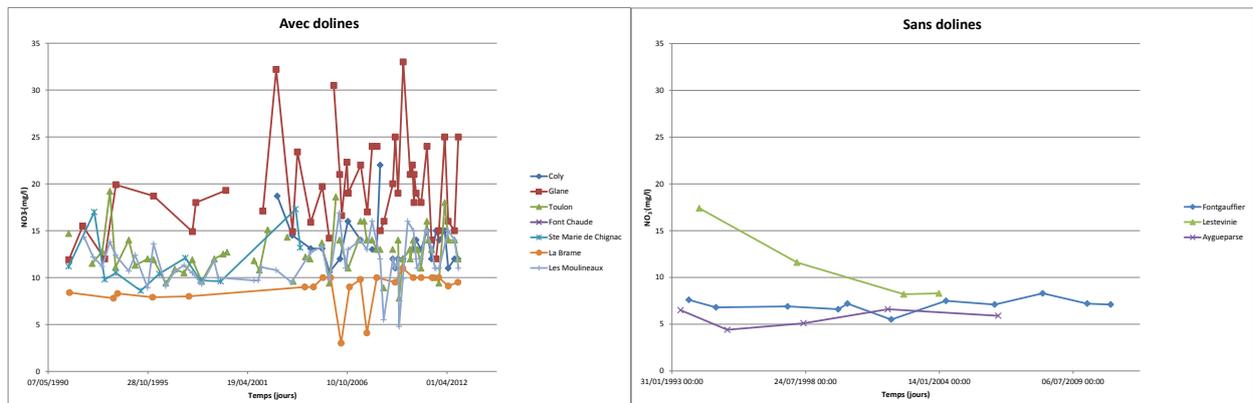


Illustration 106 : Comparaison des variations de concentration en NO₃⁻ pour les sources possédant ou non des dolines

La source de la Glane est celle qui montre la plus forte variabilité temporelle en nitrates. La carte d'occupation des sols du bassin versant de cette source indique que la quasi-totalité des dolines se situent sur des parcelles agricoles. Ainsi, les dolines semblent jouer un rôle significatif dans l'infiltration de certains polluants, et contribuent à la vulnérabilité de l'aquifère face aux pollutions agricoles.

Ces résultats montrent que les dolines jouent un rôle prépondérant à la fois sur l'infiltration des eaux de pluie et les temps de résidence dans l'aquifère mais également sur la vulnérabilité des nappes aux pollutions depuis la surface. Dans le cas de la Dordogne, ces comparaisons méritent cependant d'être approfondies en intégrant des jeux de paramètres physico-chimiques plus étoffés. De plus, des précisions sur le fonctionnement karstique des sources et sur les limites de leur bassin d'alimentation doivent être apportées.

5.2. TYPOLOGIE DES AQUIFERES KARSTIQUES DE DORDOGNE

En complément de la répartition spatiale des dolines obtenue à l'échelle du département (Illustration 3), une représentation d'autres éléments géomorphologiques et hydrogéologiques peut être réalisée. Ainsi, à partir de la BD Cavités, un tri des pertes, gouffres et sources a été effectué. On gardera cependant à l'esprit que l'inventaire des formes karstiques dans la BDCavités n'est pas totalement représentatif. En effet, si on peut considérer que la quasi-totalité des dolines visibles et sources est maintenant répertoriée, le recensement des pertes et gouffres serait quant à lui insuffisant. Les cartes IGN ne peuvent référencer à elles seules l'ensemble de ces formes et les données disponibles dans la littérature sont très éparées, davantage disponibles auprès des clubs de spéléologie.

Les histogrammes selon la géologie par nombre et densité des sources, dolines, pertes et gouffres (Illustration 107) et la représentation spatiale de ces formes (Illustration 108) permettent de faire les observations suivantes :

- Le nombre de dolines est sensiblement le même dans le Crétacé et le Jurassique (de l'ordre de 650). Cependant, les formations jurassiques montrent une densité de dolines bien plus importante (0.68 dolines par km² dans le Jurassique contre 0.17 dolines par km² dans le Crétacé) ;
- Les sources sont davantage présentes dans le Crétacé (904 contre 265 dans le Jurassique). En normalisant par rapport à la surface d'affleurement de chaque formation, les densités restent équivalentes (0.28 sources par km² dans le Crétacé contre 0.23 sources par km² dans le Jurassique). Toutefois, du point de vue de leur répartition spatiale, les sources sont réparties assez uniformément dans le Jurassique, alors que les sources crétacées semblent davantage concentrées dans certaines zones.
- A l'instar des dolines, les pertes et gouffres semblent plus concentrés dans les formations du Jurassique que dans celles du Crétacé. Leur distribution spatiale permet d'observer leur répartition dans le Jurassique selon l'axe NW-SE longeant le socle avec une densité plus élevée au niveau de la limite NE du département. Cette forte densité des pertes dans le Jurassique est donc attribuée à la zone qui met en contact le socle et le Jurassique calcaire, contexte très propice à la présence de pertes.

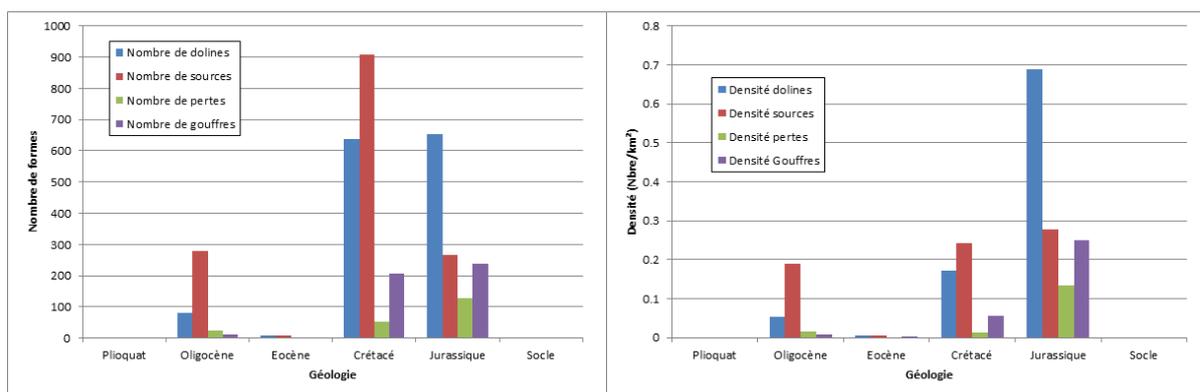


Illustration 107 : Répartition des formes karstiques superficielles (nombre et densité) selon la géologie (Lorette, 2013)

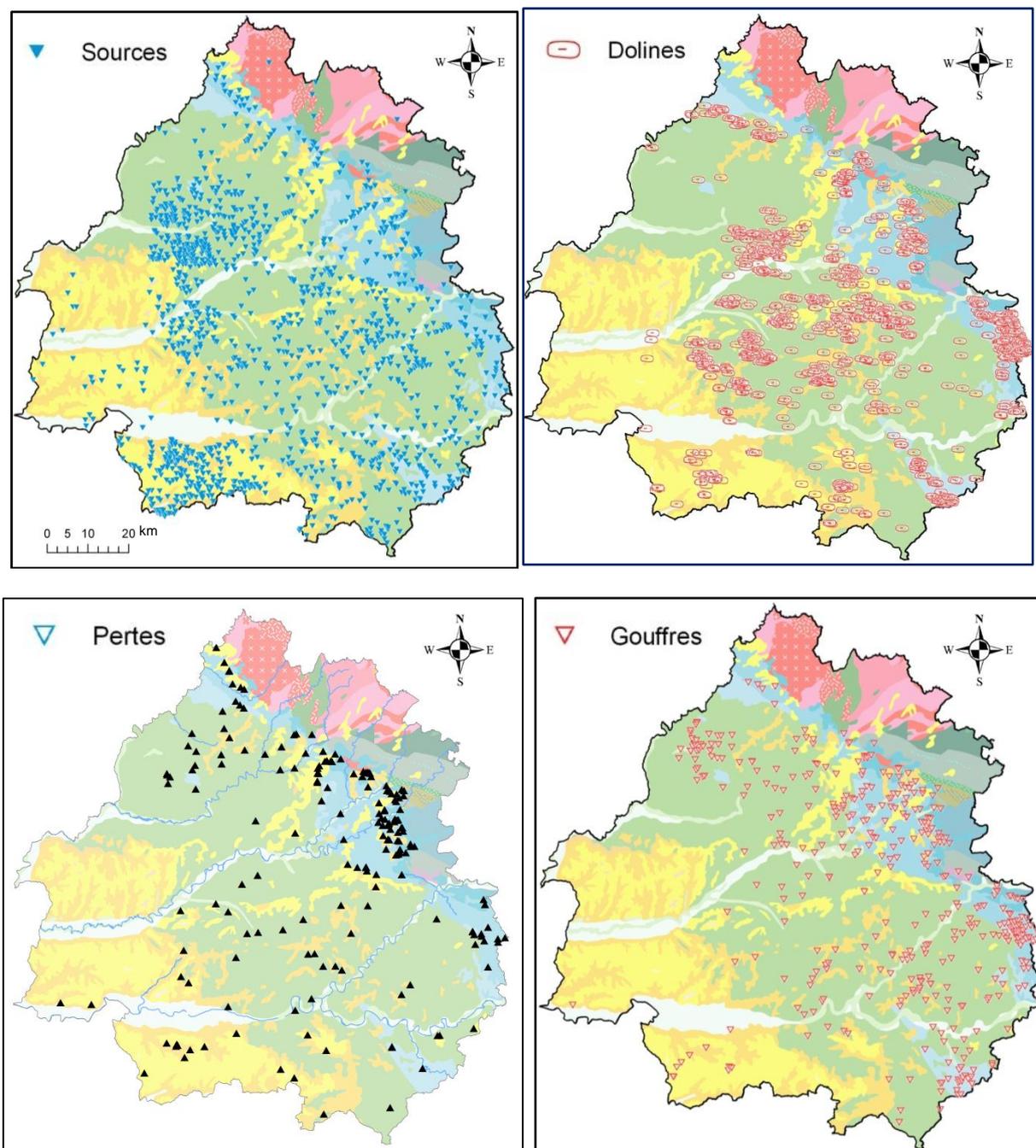


Illustration 108 : Répartition des sources, dolines, gouffres et pertes sur le département de Dordogne depuis la BDCavités (Lorette, 2013)

La présence de pertes dans les différentes formations géologiques indiquent la présence de karsts binaires (Illustration 109), c'est-à-dire une alimentation de l'aquifère karstique à la fois par infiltration au sein des calcaires et par les bassins versants amont des pertes. Il est possible que les karsts binaires soient plus présents dans les aquifères Jurassique (nombreuses pertes au contact socle-couverture sédimentaire). Des karsts unaires doivent également exister dans les différentes formations carbonatées. La présence et la répartition des karsts respectivement unaires et binaires mériteraient d'être détaillées dans la suite de l'étude, le fonctionnement et la vulnérabilité de ces systèmes étant contrastés.

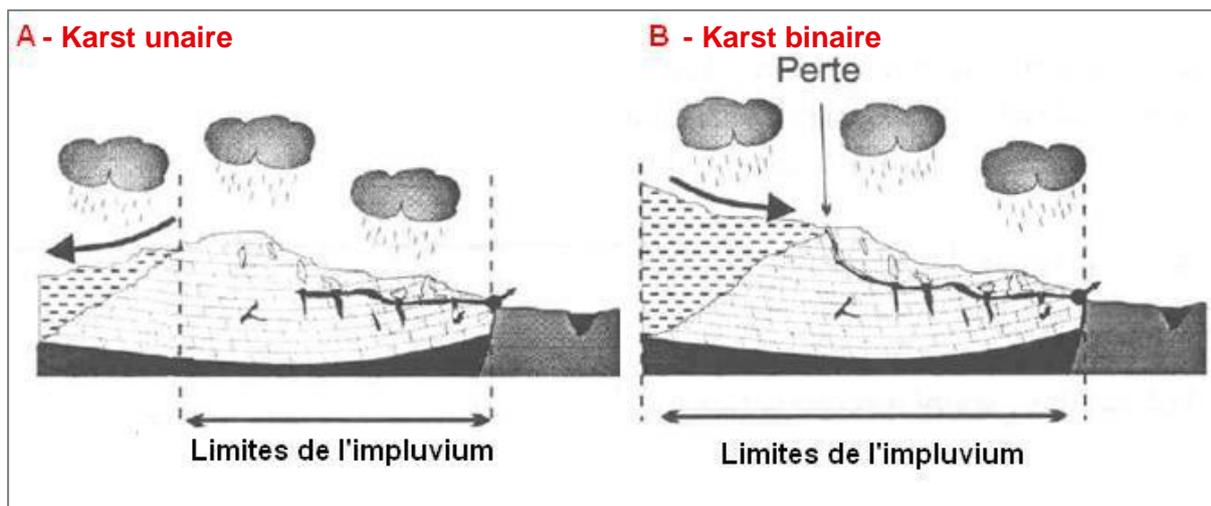


Illustration 109 : Configuration des aquifères karstiques (Marsaud, 1997)

Par ailleurs, le travail d'inventaire des formes karstiques observables en profondeur montre que des systèmes karstiques profonds existent et sont actifs. Ainsi il peut être envisagé que l'aquifère karstique du Jurassique contribue également à l'alimentation de l'aquifère du Crétacé.

Pour étayer l'ensemble de ces propositions, il serait intéressant de travailler au niveau des sources, avec des diagrammes de mélanges (p.ex., diagrammes binaires montrant les concentrations de deux traceurs à fort contraste), et des comparaisons de signatures chimiques entre les sources du Jurassique et du Crétacé. En effet, certains marqueurs chimiques donnent des informations sur l'origine de l'eau. On pense en particulier aux éléments d'origine superficielle comme les principaux polluants (par exemple, l'ion nitrate NO_3^-). En appui, une étude isotopique (isotopes de la molécule d'eau, $\text{C}13/\text{C}12$ du HCO_3) pourrait être également envisagée pour connaître l'origine des eaux voire des traceurs permettant de dater l'eau (SF_6 , CFC).

6. Conclusion

Le module 4 de la convention régionale 2008-2013 vise à améliorer l'état des connaissances des karsts aquitains en étudiant les karsts libres et sous couverture du département de la Dordogne.

La compréhension du fonctionnement des aquifères carbonatés de manière générale et plus spécifiquement leur fonctionnalité karstique nécessite une approche pluridisciplinaire qui repose sur la conjonction de plusieurs méthodes pour mettre en évidence l'existence d'un comportement et d'une structure karstique. Ces différentes méthodes nécessitent de nombreuses données ayant trait à la géomorphologie, à la géologie, à l'hydrogéologie ou encore à la géochimie (Dorfliger et al., 2010).

Avant toute interprétation d'ensemble, un important inventaire de données doit être mené. L'année 2 de ce module a donc permis de poursuivre la collecte des données géologiques et hydrogéologiques initié en première année (Illustration 110).

	Donnée/information		Objectif	Résultats année 1	Résultats année 2
Volet géologique	Aspects géomorphologiques	inventaire formes karstiques en surface	fonctionnement karstique, histoire karstification		Inventaire des dolines (terrain et bibliographie)
		inventaire formes karstiques en profondeur			Répartition spatiale des conduits karstifiés
		MNT 25 m	paléosurfaces, histoire karstification		Traitement SIG effectué
	Aspects géologiques sensu stricto	carte géologique	contexte, zones karstifiables	Harmonisation de la carte	Cartographie de la couverture
		logs géologiques			Logs régionaux de référence
	Aspects paléo-environnementaux	cartes paléogéographiques, climatologie, eustatisme, ...	histoire karstification		Identification et compilation des cartes paléogéographiques disponibles
Aspects structuraux	cartes tectoniques (plis, fractures, failles, ...)	plans de drainage potentiels, géométrie des aquifères		Synthèse générale (bibliographie et relevés de fracturation)	
Volet hydrogéologique	Piézométrie		fonctionnement de l'aquifère	récupérée	
	Débits de source		fonctionnement de l'aquifère	récupération des suivis de 4 sources	1 source équipée + 2 autres suivis récupérés : lancement de jaugeages
	Météorologie		support d'analyse de chroniques	stations identifiées : récupération des données en fonction des besoins	
	Traçages artificiels		vitesse d'écoulement, fonctionnement	base de données constituée	
	Bassins d'alimentation		caractérisation des aquifères (limites)	données récupérées	
	Pertes/bulides		fonctionnement karstique	informations partiellement récupérées	Analyse des Bulides
	Datations		âge des eaux souterraines	partiellement récupérées	
	Physico-chimie		fonctionnement de l'aquifère	récupérées, premières interprétations (Faciès chimique, distribution spatiale, ACP, AFD, ...)	Poursuite des interprétations (ACP, Diagrammes binaires, Variabilité temporelle, Pco ₂)

Illustration 110 : Tableau synthétique des travaux réalisés au cours des 2 premières années du module.

En géologie, les points importants du travail mené au cours de cette année ont été :

- L'inventaire des formes endo et exokarstiques avec, plus spécifiquement, la production d'une carte de répartition des dolines et l'inventaire des niveaux karstifiés en profondeur qui ont reposé sur une importante collecte de données issues de la bibliographie (cartes IGN, orthophotos, diagraphies, ...) et d'appuis sur le terrain (*Chapitre 3.1*),
- La réalisation de logs géologiques de référence qui, en corrélation avec la carte géologique harmonisée et les informations géomorphologiques, révèle de manière schématique la présence de trois ensembles carbonatés en Dordogne avec des degrés de karstification différents (*Chapitre 3.2*),
- L'identification et la compilation des cartes paléogéographiques disponibles dans la littérature à l'échelle de la région (*Chapitre 3.3*),

- La caractérisation des grands traits structuraux et l'évolution tectonique de la région à partir d'une synthèse bibliographique et d'un nombre important de relevés sur le terrain (*Chapitre 3.4*).

En hydrogéologie, les travaux de collecte de données ont porté sur :

- L'analyse des gaz contenus dans des bulles observables au niveau de certaines sources de Dordogne (phénomène de bulides). Sur la source de Biars, choisie pour cette expérience inédite, les analyses ont montré la présence de dioxyde de carbone et d'azote en concentrations supérieures à celles de l'air atmosphérique alors que la teneur en oxygène est inférieure. Bien que des hypothèses soient avancées, la question de son origine reste ouverte (*Chapitre 4.2*),
- La consolidation des données de sources a consisté à récupérer deux chroniques de sources et d'en équiper une autre. Ces données ont été mises en forme sous la forme de fiche d'identité réalisée sur un total de 7 sources (*Chapitre 4.3*). Les possibilités de jaugeage de trois de ces sources ont été évaluées. Une campagne devrait être menée en année 3.
- La mise à jour des chroniques piézométriques de forages et des mesures physico-chimiques sur l'ensemble des ouvrages.

Par la suite, ces inventaires ont permis de proposer quelques pistes d'étude. Dans un premier temps, sur la base de celles identifiées en première année, l'interprétation des données hydrochimiques sur les points d'eau souterraine a permis de dégager quelques tendances portant sur la signature chimique de différents ouvrages et l'intérêt que pourraient représenter certains marqueurs, notamment ceux d'origine anthropique, dans l'étude du fonctionnement des aquifères carbonatés de Dordogne et de leur fonctionnalité karstique (*Chapitre 4.4*). D'autre part, une étude spécifique sur un traceur naturel (la $P_{CO_2_{sat}}$) a montré des perspectives de travaux intéressants permettant d'appuyer la nature libre/captive des aquifères ou encore les vitesses de circulation par des considérations hydrogéochimiques (*Chapitre 4.5*). Dans un second temps, une première confrontation des données géomorphologiques et hydrogéologiques ont fait apparaître le rôle prépondérant qu'auraient les dolines sur les conditions d'infiltration, les temps de résidence dans l'aquifère et la signature chimique des eaux des sources. Enfin, des propositions de configuration des systèmes carbonatés karstiques ont été faites par interprétation des indices morphologiques (*Chapitre 5*).

L'ensemble de ces travaux a montré la nécessité de densifier encore davantage la quantité de données pour une meilleure représentativité des résultats à l'échelle de la Dordogne portant notamment sur une meilleure spatialisation des données hydrochimiques et une meilleure caractérisation des sources (débit, qualité, réservoir concerné, ...). Par ailleurs, la densification des données ne permettra pas à elle seule de proposer des interprétations d'ensemble intéressantes sans une connaissance géologique encore plus aboutie. Ainsi, la suite de cette étude devra mettre l'accent sur le développement du volet géologique avec d'une part une synthèse paléogéographique indispensable à l'identification des périodes géologiques propices à la karstification et d'autre part une poursuite de l'étude de la fracturation afin de déterminer les régimes de contraintes passées et les systèmes de fractures qui sont karstifiés. En parallèle, le volet hydrogéologique consistera en la caractérisation des sources (débit, physico-chimie, ...) afin de disposer d'une information qui soit la plus exhaustive possible, notamment à plusieurs périodes du cycle hydrologique (étiage et hautes eaux). A terme, un couplage avec les suivis piézométriques des forages pourra être envisagé en vue d'améliorer la compréhension du fonctionnement des réservoirs.

Un travail sur les conditions d'infiltration mériterait d'être poursuivi avec l'objectif de cartographier les secteurs où l'infiltration est diffuse sans recouvrement (karst nu), l'infiltration est diffuse sous recouvrement meuble perméable, l'infiltration est concentrée à la limite de formations meubles peu perméables en amont de karst nu (karst de contact) et finalement

l'infiltration est concentrée au niveau de pertes de cours d'eau drainant le socle. Cette cartographie pourrait être validée par la localisation des dolines, pertes, gouffres (obtenue au cours de cette année) puis un croisement entre conditions d'infiltration et comportement des aquifères pourra être réalisé.

7. Bibliographie

Arthaud F., Choukroune P. (1972) - Méthode d'analyse de la tectonique cassante à l'aide des microstructures dans les zones peu déformées : Exemple de la plate-forme nord-Aquitaine. Revue de l'institut français du pétrole, p.715-732.

Astruc J.G. (1988) - Le paléokarst quercynois au Paléogène altérations et sédimentations associées. Documents du BRGM n°133, 163 p.

Barde J.P., Doche J.L., Geffrault E., Gottis M., Humbert L., Jansana P., Lenguin M., Poitevin E., Rambaud D., Roger Ph., Sellier E. (1975) - Cartographie des ensembles carbonatés du Jurassique moyen et supérieur. Carte géologique de la France à 1/50 000, feuilles de Nontron (734) et Thiviers (735). Dossier cartographique, BRGM.

Batiot C., Emblanch C., Blavoux B. (2003) – Carbone organique total (COT) et magnésium (Mg^{2+}) : deux traceurs complémentaires du temps de séjour dans l'aquifère, C. R. Géoscience, n°335, pp. 205-214.

Bellegarde R., Chamayou J., Astie H., Bonnery H., Chambon C. (1971) - Evaluation des ressources en eau du département de la Dordogne, BRGM, 177 p.

Biteau J.J., Le Marrec A., Le Vot M., Masset J.M. (2006) - The Aquitaine Basin. Petroleum Geoscience, Vol. 12, pp. 247-273.

Bonijoly D. (1980) - Etude structurale et minéralisations d'une plate-forme carbonatée : le Quercy. Thèse géologie et minéralogie : U.E.R des sciences fondamentales et appliquées, Université d'Orléans.

Bonijoly D., Blés J.L. (1983) - Histoire tectonique du Quercy (Bordure Nord-Ouest du bassin d'Aquitaine, France). Bulletin de la société géologique de France, (7), t. XXV, n°5, p.775-784.

BRGM, ELF-Re, ESSO Rep, SNPA (1974) - Atlas géologique du Bassin d'Aquitaine. Atlas de 26 planches.

Cabaret O., Gutierrez T., Perrin J. (2012) - Connaissances des karsts aquitains - Étude des karsts libres et sous couverture du département de la Dordogne - Module 4 - Année 3. Rapport final. BRGM/RP-61681-FR, 82 p., 45 fig., 6 ann.

Clave B. (2001) - Évolution des paléo-environnements côtiers à l'Holocène : exemple des l'Aquitaine septentrionale. Thèse de doctorat : Université de Bordeaux I, 316 p.

Cubaynes R., Faure P., Hantzpergue P., Pellissie T., Rey J. (1989) - Le Jurassique du Quercy : unités lithostratigraphiques, stratigraphie et organisation séquentielle, évolution sédimentaire. Géologie de la France, Vol. 3, pp. 33-62.

Curnelle R., Dubois P., Seguin J.C. (1982) - The Mesozoic-Tertiary Evolution of the Aquitaine Basin (and Discussion). Phil. Trans. R. Soc. Lond. A, Vol. 305, pp. 63-84.

Dandurand G. (2011) - Cavités et remplissages de la nappe karstique de Charente (bassin de la Touvre, La Rochefoucauld) - Spéléogénèse par fantômisation, archives pléistocène et

holocène, rôle de l'effet de site. Thèse de doctorat, Université Michel de Montaigne Bordeaux 3, 322 p.

Delfaud J., Del Valle J., Le Pochat G. (1980) - Le bassin d'Aquitaine et sa marge pyrénéenne. Bulletin des centres de recherches exploration-production Elf-Aquitaine, Vol. 3, 79-102.

Désindes L. (2004) - Silice ultra-pure pour l'électrometallurgie : gîtologie et caractéristiques physiques et chimiques de minerai quartz. Thèse géosciences : U.F.R Sciences et Techniques de la Matière et des Procédés, Université Henri Poincaré, Nancy I.

Dörfliger N., Crochet P., Guerin R., Jozja N., Marsaud B., Mondain P.H., Muet P., Plagnes V. (2010) - Guide méthodologique. Les outils de l'hydrogéologie karstique pour la caractérisation de la structure et du fonctionnement des systèmes karstiques et l'évaluation de leur ressource. BRGM/RP-58237-FR, 246 p., 82 illus., 5 ann.

Dubreuilh J. (1987) - Synthèse paléogéographique et structurale des dépôts fluviatiles tertiaires du nord du bassin d'Aquitaine, passage aux formations palustres, lacustres et marines. Thèse de doctorat : Université de Bordeaux 3, 461 p.

Foucault A., Raoult J.-F. (2005) - Dictionnaire de Géologie. Dunod, 6^{ème} édition, 382p.

Fradet P. (1985) - Etude hydrogéologique du bassin aval du Céou (affluent de la Dordogne) - Recherche d'eaux souterraines destinées à l'irrigation. Thèse de doctorat : Université de Franche-Comté, 202 p.

Gardère P., Rey J., Duranthon F. (2002) - Les « sables fauves », témoins de mouvements tectoniques dans le bassin d'Aquitaine au Miocène moyen, Géoscience n°334, p.987-994.

Gayet J. (1985) - L'ensemble des environnements oligocenes nord-aquitains : un modele de plate-forme marine stable a sedimentation carbonatee. mémoire de l'institut de géologie du bassin d'aquitaine.

Gély J.P., Sztrakos K. (2000) - L'évolution paléogéographique et géodynamique du Bassin aquitain au Paléogène : enregistrement et datation de la tectonique pyrénéenne. Géologie de la France, Vol. 2, pp. 31-57.

Gély J.P., Sztrakos K. (2001) - La tectonique pyrénéenne à l'Oligocène : une phase majeure de la déformation en compression méconnue du Bassin aquitain (France). Comptes Rendus de l'Academie des Sciences, Vol. 332, pp. 507-512.

Goubier J.B. (2013) - Etude de la fracturation en Dordogne. Mémoire de stage : Rapport de Master 2, ENSEGID, 91 p.,

Haj-Hassan M.-F. (1986) - Recherches géomorphologiques sur le relief karstique des causses de Martel et de Gramat. Thèse de Doctorat ès Sciences, Université de Bordeaux III. 508 p.

Haq B.U., Hardenbol J., Vail P.R. (1987) - Chronology of fluctuating sea levels since the triassic. Science, Vol. 235 (4793), pp. 1156-1167.

IUS (2013) - International Union of Speleology. Site internet consulté le 02/07/2013 - <http://www.sghbern.ch/surfaceSymbols/symbol1.html>.

Lastennet R., Mudry J. (1997) - Role of karstification and rainfall in the behavior of a heterogeneous karst system. *Environmental Geology*, Vol. 32 (2), pp. 114-123.

Le Pochat G. (1984) - Thème 7 : Bassins Paléozoïques cachés (Aquitaine). Programme géologie profonde de la France, Première phase d'investigation : 1983~1984. Paris, 19-20 Septembre 1984.

Lorette G. (2013) - Géomorphologie karstique en Dordogne. Mémoire de stage : Rapport de Master 2, Université d'Avignon, 65 p.

Marchet P. (1991) - Approche de la structure et de l'évolution des systèmes aquifères karstiques par l'analyse de leur fonctionnement - Application au NW du Causse de Martel (Quercy, France). Thèse de doctorat : Université de Toulouse, 327 p.

Marsac-Bernède EURL (2012) - SIAEP de la Vallée de l'Isle (Dordogne) - Etude diagnostique et schéma directeur, volet ressources en eau. Rapport E.U.R.L. Marsac-Bernède Hydrogéologie Environnement Hydraulique, 125 p.

Marsaud B (1997) - Structure et fonctionnement de la zone noyée des karsts à partir des résultats expérimentaux. Thèse de doctorat : Université Paris XI Orsay, 335 p.

Massei N., J. Mahler B., Bakalowicz M., Fournier M., P. Dupont J. (2007) - Quantitative Interpretation of Specific Conductance Frequency Distributions in Karst. *Ground Water*, Vol. 45 (3), pp. 288–293.

Mauroux B., P. Platel J., Baudry D., P. Olivier J., Bergeronneau S., Marsac-Bernède M.J. (2003) - Synthèse hydrogéologique du département de la Dordogne. Potentialités, qualité, vulnérabilité des nappes d'eaux souterraines. Rapport BRGM/RP-52259-FR, 139p., dont 7 coupes, 85 cartes, 10 cartes annexes et 19 tab.

Miller K.G., Kominz M.A., Browning J.V., Wright J.D., Mountain G.S., Katz M.E., Sugarman P.J., Cramer B.S., Christie-Blick N., Pekar S.F. (2005) - The Phanerozoic record of global-sea level change. *Science*, Vol. 310, n°5752, pp. 1293-1298.

Minvielle S., Lastennet R., Denis A. (2014a) - Prélèvement de gaz issu des bulles des eaux de la source de Biars le 5 décembre 2013. Note de l'Université de Bordeaux 1, 9 p.

Minvielle S., Lastennet R., Denis A. (2014b) - Analyse de la spatialisation de la Pco2_sat des eaux des réservoirs du Turonien, du Coniacien-Santonien, et du Campanien, sur le territoire de la Dordogne. Note de l'Université de Bordeaux 1, 12 p.

Minvielle S., Peyraube N., Lastennet R., Denis A. (2014c) - Characterization of the functionality of karstic systems based on the study of the Slc-Pco2 relation, 5th International Symposium on Karst, 8 p.

Mudry J., Blavoux B. (1986) - Utilisation de l'analyse en composantes principales pour l'étude du fonctionnement hydrocinématique de trois aquifères karstiques du Sud-Est de la France. *Hydrogéologie*, Vol. 1, pp. 53-59.

Olivet J.L., Bonnin J., Beuzart P., Auzende J. (1984) - Cinématique de l'atlantique nord et central. Centre national pour l'exploitation des océans (CNEXO). Rapports scientifiques et techniques, n°54.

Perrin J., Y. Jeannin P., Zwahlen F. (2003) - Implications of the spatial variability of infiltration-water chemistry for the investigation of a karst aquifer: a field study at Milandre test site, Swiss Jura. *Hydrogeology Journal*, Vol. 11, pp. 673-686.

Peyraube N., Lastennet R., Denis A. (2012) - Geochemical evolution of groundwater in the unsaturated zone of karstic massif, using the Pco2-Slc relationship, *Journal of Hydrology*, n°430-431, pp. 13-24.

Platel J.P. (1978) - L'anticlinal de Chalais-Saint-Felix (Charente) : structure peu connue de la plate-forme nord-aquitaine mis en évidence par l'analyse lithostratigraphique. *BULL. BRGM* (2), I, 4.

Platel J.P. (1987) - Le Crétacé supérieur de la plate-forme septentrionale du bassin d'Aquitaine. Stratigraphie et évolution géodynamique. Thèse de doctorat : Thèse de doctorat, Université de Bordeaux 3, Documents BRGM, n°164, 573p,

Platel J.-P., Faugeras P., Mauroux B., Spencer C., Charnet F., Célerier G., Harielle B., Jaquement P. (1999) - Notice explicative, Carte géologique France (1/50 000), feuille Thenon (783), Orléans, BRGM, 128 p.

Platel J.P., Gomez E., Pédrón N., Fondin A., Serrano O., Winckel A., Poux E., Calas C., Rodriguez G. (2008) - Perspectives de gestion des nappes du Secondaire en Agenais-Périgord. Partie 1 - Synthèse géologique et hydrogéologique. situation des nappes du Jurassique et du Crétacé supérieur. BRGM/RP-56419-FR, 154p., 69 figures, 10 tableaux, 16 annexes.

Platel J.P., Pédrón N., Gomez E., Saltel M. (2010) - Perspectives de gestion des nappes du Secondaire en Agenais-Périgord. Synthèse géologique et hydrogéologique, modélisation hydrodynamique. BRGM/RP-59330-FR, 217p., 101 fig., 12 tab., 19 ann.

Plummer L. N., Busenberg E. (1982) – The solubility of calcite, aragonite and waterite in CO₂-H₂O solutions between 0 and 90°C, and evaluation of the aqueous model of the system CaCO₃-CO₂-H₂O, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, n°46, pp. 1011-1040.

Rechiniac A. (1962) - Etude sédimentologique des principales formations détritiques du Paléogène aquitain. Thèse de Doctorat ès Science, Université Bordeaux I, 237 p.

Rocher M., Lacombe O., Angelier J. (1998) - Tectonogenèse pyrénéenne dans le bassin d'Aquitaine : apport de la reconstitution de paléocontraintes. *Acad. Sci. Paris, Sciences de la Terre et des planètes*. n°326, p.129-135.

Schoeller H. (1971) - Paléohydrogéologie de la partie septentrionale du bassin d'Aquitaine. Etablissement d'une série de cycles hydrogéologiques, avec stages d'essorage et d'infiltration pendant les ères secondaire et tertiaire. -, Vol. -, pp. 47-49.

Shuster E.T., White W.B. (1971) - Seasonal fluctuations in the chemistry of limestone springs: A possible means for characterizing karst aquifers. *Journal of Hydrology*, Vol. 14 (2), pp. 93-128.

Serrano O. (2001) - Le Crétacé Supérieur - Paléogène du Bassin Compressif Nord-Pyrénéen (Bassin de l'Adour). Sédimentologie, Stratigraphie, Géodynamique. Thèse de doctorat : Université de Rennes 1, 252 p.

Serrano O., Delmas J., Hanot F., Vially R., Herbin J.P., Houel B., Tourlière B. (2006) - Le Bassin d'Aquitaine : valorisation des données sismiques, cartographie structurale et potentiel pétrolier. Ed. BRGM, 2 volumes, 245p., 142 figures, 17 tableaux, 17 annexes,

SHE (2001) - Forage de Las Combas à Vaunac - Dossier de demande d'autorisation de prélèvement d'eau dans le milieu naturel en vue de la consommation humaine et dossier de demande d'institution des périmètres de protection de ce point de prélèvement d'eau, Commune de Thiviers.

SHE (2002) - Source de Ley Fonts - Etudes préalables à la mise en place des périmètres de protection. S.H.E pour le SIAEP d'Issigeac, 99p.

SIAEP de BELVES (2004) - Dossier de mise à l'enquête publique - Source de Fongauffier (comprend notamment une étude préalable à la mise en place des périmètres de protection (SHE, 2001) et un rapport d'enquête hydrogéologique (Pelissier-Hermitte, 2003).

Vail P.R., Mitchum R.M., Thompson S. (1977) - Seismic stratigraphy and global changes of sea level, part 3-4. Bull. Am. Assoc. Petrol. Geol., Vol. 26, pp. 63-97.

Valois R., Camerlynck C., Dhemaied A., Guerin R., Hovhannissian G., Plagnes V., Rejiba F., Robain H. (2011) - Assessment of doline geometry using geophysics on the Quercy plateau karst (South France). Earth, Vol. 36, pp. 1183-1192.

Veolia (2011) - Dossier de présentation de la source de Falgueyret - Syndicat de Ste Alvère et Lalinde Nord. Véolia Eau, 11 p.

Vincent M., Mazurier C., Mathon C. (1999) - Inventaire des carrières souterraines abandonnées de la Dordogne- Rapport de Synthèse. BRGM.

Von Stempel Christoph (1972) - Etude des ressources en eau de la région de Périgueux (Dordogne). Thèse de doctorat : Université de Bordeaux 1, 245 p.,

Waltham A.C., Fookes P.G. (2003) - Engineering classification of karst ground conditions. Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology, Vol. 36, pp.101-118.

Wicks C.M. (1997) - Origin of groundwater in a fluviokarst basin : Bonne Femme Basin in central Missouri, USA. Hydrogeology Journal, Vol. 5 (3), pp. 89-96.

Williams P. (1983) - The role of the subcutaneous zone in karst hydrology. Journal of Hydrology, n°61, pp. 45-67.

Annexe 1

Logs des 53 sondages de référence de Dordogne

Strates	Age	Age stratigraphique	Formations	Précision Age Normal	Prof. (m)	Log	Contient	Code Litho	Description
Cénozoïque	Quaternaire		Alluvions actualisées du Bandiat		0.0			S291	Sable grossier, concrétions calcaires, silex brun (Alluvions actuels du Bandiat)
					6.0			S295	Calcaire brun, dolomitique, géodes de calcite - calcaire à rosettes. (Formation de Lastours supposée)
Jurassique moyen	Bajocien		Formation de Lastours supposée (Bajocien)		15.2 15.4			S317	Silex brun.
					21.5			S295	Calcaire brun, dolomitique, géodes de calcite.
					23.5			S294	Calcaire dolomitique, beige, fin, passe à microéléments figurés.
					25.0			S294	Calcaire à rosettes.
					27.5			S294	Calcaire à rosettes.
					27.9			S297	Dolomie beige puis grise à partir de 28.6 m. Interlit argileux à la base.
					29.0			S336	Dolomie beige, nombreuses poches de dissolution.
					30.0			S295	Calcaire dolomitique, brun.
					31.2			S297	Dolomie beige à silex.
					33.1			S294	Calcaire brun.
					33.8			S297	Dolomie beige.
					34.5			S290	Calcaire beige à silex.
					35.5			S297	Dolomie beige.
					36.3			S336	Dolomie gris noir, vaculaire.
					Jurassique inférieur	Toarcien		Formation de Tourtoirac	
43.2			S336	Dolomie grise, vaculaire.					
44.0			S300	Dolomie fine, gris noir, argileuse (Aalénien ?)					
48.0			S297	Marne et argile noires, 61.6 discordance Quercy D7 supposée					
61.6			S477	Marne à niveaux silicifiés, cochlites ferrugineuses à la base (Equivalent lateral de la barre à Pecten ?)					
Pliensbachien	Domérien		Equivalent lateral supposé de la Barre à Pecten ?		63.2			S411	Calcaire argileux à pellets et petits galets, passant à un dolomie gréseuse à pyrite (Equivalent lateral de la barre à Pecten ?)
					63.9			S306	Dolomie gris noir à géodes, pyrite (Equivalent lateral de la barre à Pecten ?)
					65.3			S304	Argile noire, gréseuse, micacée, pyriteuse (Equivalent lateral de la Fmt de valeyre et/ou Brian de Vere ?)
Jurassique inférieur	Hettangien		Equivalent lateral supposé de la Fmt de Valeyre ?		66.8		Pyrite	S322	Microconglomérat dolomitique.
					66.9			S322	Dolomie gris noir, bréchifiée et rubanée.
					67.1			S322	Brèche intraformationnelle à ciment argileux, noir. (Domérien) - 67.2 m = Discordance Quercy D6 supposée
					67.2			S336	Dolomie gris noir à gris beige, passées bréchifiées, argile noire, dolomie finement vaculaire (Sinémurien possible ?)
					74.0			S304	Argile gréseuse, pyriteuse, noire.
					75.0			S300	Dolomie grise, finement litée, interlits d'argile noire, pyriteuse
					79.8		Pyrite	S297	Dolomie gris blanc, fine, diachasses tapissées d'argile noire, pyriteuses. ("Comiche Dolomitique" - Equivalent lateral possible de la Fmt de Capdenac)
					80.3			S327	Brèche polygénique, dolomitique, discordance angulaire 10° ("Formation de bases" - Equivalent lateral possible de la Fmt de Capdenac)
					80.5			S297	Dolomie gris blanc et gris noir, fine. Qqs niveaux cm de brèche intraformationnelle à 82, 82.2 et 82.7 m (Equivalent lateral possible de la Fmt de Capdenac)
					83.6			S327	Grès dolomitique (Fmt de La Madelaine)
Carbonifère supérieur	Westphalien		Granite de Piegut (Datation Rb/Sr: 314 Ma +/- 14 Ma, Briand et al, 1981)		83.9		Pyrite	S327	Argile noire (Equivalent lateral possible de la Fmt de La Madelaine)
					83.9			S327	Grès dolomitique, dolomie grise et argile noire ; pyrite (Equivalent lateral possible de la Fmt de La Madelaine)
					85.6			S321	Microbrèche dolomitique, dolomie sombre, grès dolomitique - zone de passage à l'arénée (Equivalent lateral possible de la Fmt de La Madelaine)
					86.6			AL15	Arène granitique, très dolomitisée (Equivalent lateral possible de la Fmt de La Madelaine)
					87.7			P028	Granite à biotite et muscovite, qqs veines de dolomie probablement le Granite de Piegut : (Datation Rb / Sr 314 Ma +/- 14 Namuren-Westphalien, Briand et al., 1981 - Notice de Chalus)
					93.6				

Infos	Age	Age détaillé	Formations	Precision Age Format	Prof. (m)	Log	Contact	Code Litho	Description
Mialet (24) - AEP - Serie précambrien - 2eme validation GUTIERREZ 2013	Cénozoïque	Quaternaire			1.0			S364	Terre végétale.
					4.0			S099	Alluvions.
	Protérozoïque	Néoprotérozoïque			4.0				Gneiss gris, feuilleté. (Groupe de La Dronne : Micashistes, Orthogneiss et Leptynites : Age Ante 510-530 Ma)
					14.0			M014	Gneiss leptynitique à argile noire.
					27.0				Leptynite blanche à trace d'oxydation et argile blanche.
					35.0			M029	Leptynite noire.
					38.0				Gneiss verdâtre, argileux
					46.0			M014	Gneiss verdâtre, argileux
					64.0			M029	Leptynite fracturée à remplissage d'argile blanche.

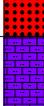
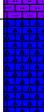
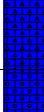
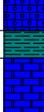
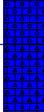
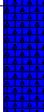
Infos	Age	Age détaillé	Formations	Precision Age Format	Prof. (m)	Log	Contact	Code Litho	Description
Nanteuil (24) - Moulin de Galy (Coupe du Santonien au Kim.) - Ref 733 - Validation JP PLATEL - Modifications GUTIERREZ 2013	Quaternaire	Holocène	Fz		4.0			S154	Terre végétale, argile et graviers calcaires.
		Santonien	Santonien supérieur	Formation de Coutures/Combiers		38.0		Glauconie	S235
	Santonien inférieur		Formation de Verteillac		45.0				Calcaire argileux gris à glauconie, à couches d'argile grise.
	Coniacien	Coniacien supérieur	Formation de Périgueux		81.0		Glauconie	S235	Calcaire grenu argileux à glauconie, intercalation de petites couches de calcaire dur beige.
					115.0			S375	Calcaire à grain fin, beige à blanchâtre, localement beige-grisâtre, à glauconie.
		Coniacien inférieur	Formation du Boulou		134.0			S234	Calcaire détritique beige jaunâtre.
					172.0		Glauconie	S235	Calcaire détritique beige, grisâtre et calcaire à grain fin légèrement argileux gris. Glauconie.
	Turonien	Turonien supérieur	Formation de Bourg-des-Maisons		183.0			S375	Calcaire finement détritique blanchâtre, compact.
		Turonien moyen	Formation de Saint-Même		199.0			S412	Alternance de calcaire fin et de calcaire granuleux blanchâtre.
					233.0			S375	Calcaire fin à débit en lamelles, blanc légèrement grisâtre.
		Turonien inférieur	Formation de Villars		240.0			S235	Calcaire fin argileux, gris à blanc-grisâtre.
	Crétacé supérieur	Cénomaniens	Formation de Quinsac		265.0				Calcaire argileux grenu grisâtre.
					270.0			S241	Calcaire gréseux localement argileux, gris-verdâtre.
	Kimméridgien	Kimméridgien supérieur			283.0		Glauconie	S370	Grès calcaire beige à gris sombre, plus ou moins induré, à niveaux glauconieux, petits bancs de mame gris sombre.
					306.0			S375	Calcaire fin grisâtre à bioclastes noirs (Form de La Martelle ou de Ste Croix de Mareuil)
					313.0				

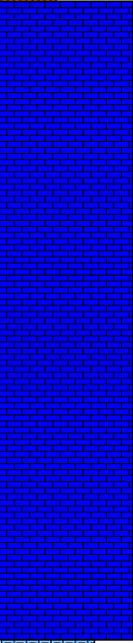
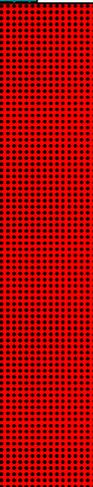
Nom du sondage 07338X0016
 Echelle 1 / 500
 Tranche de profondeur 0.00 M - 229.00 M
 Coordonnées X_LIIE = 440498 Y_LIIE = 2048366 Z_ORIGINE = 105

Infos	Age	Age détaillé	Formations	Precision Age Format	Prof. (m)	Log	Contact	Code Litho	Description
Vendôire (24) - Chez Dagot (Serie Santonien au Turonien) - Modifié GUTIERREZ 2013	Quaternaire	Holocène	Limon		1.0			S366	Terre limoneux, argileux, brun rouge, sable limoneux, jaunâtre, calcaire gréseux
		Santonien	Santonien inférieur	Formation de Verteillac	53.0			S234	Alternance de calcaire marneux, grenu et de petites couches de marne gris sombre (Niveau pauvre en glauconie qui pourrait se corrélè avec le niveau à -45-81 m du sondage 733-8-15.
	85.0					Glauconie	S235	Calcaire marneux grenu, beige grisâtre et gris sombre, glauconie.	
	107.0						S255	Calcaire finement grenu, beige grisâtre, riche en glauconie.	
	Coniacien	Coniacien supérieur	Formation de Bourdeilles	145.0			S234	Calcaire détritique, beige jaunâtre, peu grisâtre.	
				152.0			S235	Calcaire marneux à grain fin, intercalation de couches calcaro-marneuses, gris verdâtre entre 150 et 152 m.	
	Turonien	Turonien supérieur	Formation de Bourg-des-Maisons	175.0			S234	Calcaire détritique à grain fin, beige jaunâtre à blanchâtre. Indices de fracturation et de circulation.	
				188.0			S375	Calcaire fin, blanchâtre.	
		Turonien moyen	Formation de Saint-Même	198.0			S256	Calcaire crayeux avec intercalations de fines couches détritiques à texture plus grossière.	
				203.0			S412	Calcaire détritique, grumeleux, blanchâtre.	
		206.0			S375	Calcaire fin, recristallisé, beige jaunâtre. Intense fracturation.			
		208.0			S241	Calcaire gréseux, beige grisâtre.			
Turonien inférieur	Formation de Villars	214.0			S235	Calcaire marneux à grain fin, grisâtre.			
		229.0			S235	Calcaire marneux, fin, compact, gris.			

Infos	Age	Age détaillé	Formations	Precision Age Format	Prof. (m)	Log	Contact	Code Litho	Description
Site Croix de Mareuil (24) - Carrière Imerys (1990) - Ref 734 (Turonien à Jurassique) - Validation JP. PLATEL - Selection 2013	Turonien	Turonien supérieur	Formation de Bourg-des-Maisons		8.0			S273	Calcaire dur, fin, beige à blanc, bioclastique à rudistes.
		Turonien moyen	Formation d'Angoulême		28.0			S459	Calcaire crayeux blanc à rudistes.
		Turonien inférieur	Formation de Villars		34.0			S438	Calcaire jaune bioclastique à gravelles
	Crétacé supérieur	Cénomanién	Formation de Quinsac		74.0			S241	Calcaire gréseux.
					77.0			S237	Marne bleu noir.
	Kimmeridgien	Kimmeridgien supérieur	Formation de Sainte-Croix-de-Mareuil		81.0			S241	Calcaire gréseux biodétritique grisâtre.
					87.0			S259	Calcaire biodétritique grisâtre.
				95.0			S237	Calcaire micritique à grumeleux, marneux beige-bleu.	
				150.0			S236	Calcaire grumeleux gris plus ou moins marneux, légèrement graveleux.	
	Kimmeridgien inférieur			187.0			S260	Calcaire crayeux micro-oolitique blanchâtre.	
				246.0			S439	Calcaire micritique ou micro-oolitique blanc-beige.	
	Oxfordien	Oxfordien supérieur	Formation de Cubjac		259.0				Calcaire crayeux micro-oolitique blanchâtre et calcaire micritique blanc -beige.
					312.0			S260	Calcaire micro-oolitique à oolitique (oolites libres) beige-clair et calcaire graveleux gris.
				400.0				Calcaire oolitique à micro-oolitique (oolites libres) beige-clair.	
	Oxfordien inférieur			467.0			S291	Alternance de calcaire grumeleux, de calcaire graveleux, marneux, de calcaire microoolitique beige-clair et de calcaire crayeux microoolitique et de dolomie marron.	
			560.0			S260	Calcaire graveleux, oolitique beige-gris.		
Jurassique moyen	Callovien		593.0			S375	Calcaire micritique marneux gris.		
			603.0			S260	Calcaire oolitique à micro-oolitique beige-clair.		
			618.0			S260	Calcaire oolitique blanc à oolites bien cimentées, partiellement recristallisé.		
			635.0						

Nom du sondage 07355X0004
 Echelle 1 / 200
 Tranche de profondeur 0.00 M - 96.00 M
 Coordonnées X_LIIE = 479293.8 Y_LIIE = 2042785.75 Z_ORIGINE = 130

Infos	Age	Age détaillé	Formations	Precision Age Format	Prof. (m)	Log	Contact	Code Litho	Description
St Pierre de Cole (24) - Bourg (Coupe Turonien moyen au Bathonien) - Ref carte 735 - 2eme validation GUTIERREZ 2013	Holocène	Actuel	Fz		4.0		Quat	S003	Terre végétale et alluvions sablo-argileuses.
	Turonien	Turonien inférieur	Formation de Villars		23.0			S235	Calcaire marneux gris-blanc
					31.0				Calcaire marneux gris
					34.5			S234	Calcaire gris-blanc crayeux
	Crétacé supérieur	Cénomaniens	Formation de Quinsac		35.5			S001	Argile ocre à verdâtre.
					39.5			S087	Sable fin.
	Bathonien	Bathonien supérieur	Formation de Brouchaud		48.0			S241	Calcaire gréseux gris à beige, niveaux sableux et marneux.
					63.0			S411	Calcaire crayeux, gréseux, micrograveleux blanchâtre à beige
					67.0			S260	Calcaire poreux, jaunâtre à oolites très fines
					68.5			S001	Argile noire pyriteuse
				73.0			S375	Calcaire micritique beige et Oolithique blanc	
				77.5			S291	Calcaire micritique gris grumeleux, cristallin, poreux.	
				84.0			S411	Calcaire micrograveleux et oolithique grisâtre.	
	90.0			S235	Calcaire à gravelles noir et lithoclastes noir à gris.				
				96.0			S235	Calcaire argileux gris sombre.	

Infos	Age	Age détaillé	Formations	Precision Age Format	Prof. (m)	Log	Contact	Code Litho	Description
St Pierre de Cole (24) - D 17 (Coupe Turonien Moyen à Cenomanien) - 2eme validation GUTIERREZ 2013	Holocène	Actuel	Fz		2.0			S003	Alluvions.
	Turonien	Turonien moyen	Formation d'Angoulême		7.0			S234	Calcaire blanc, compact (Biostrome de rudiste supposé dans Turonien moyen ou base du Turonien sup.)
					23.0				
Turonien inférieur	Formation de Villars		50.0			S001	Argile.		
Crétacé supérieur	Cénomanien	Formation de Quinsac			52.0	 		S087	Sable, grès et lignite.
					68.0				

Infos	Age	Age détaillé	Formations	Precision Age Format	Prof. (m)	Log	Contact	Code Litho	Description
Lempzours (24) - Piezometre BRGM - Validation GUTIERREZ 2012	Quaternaire	Holocène						S154	Terre végétale et limons de fond de vallon
	Turonien	Turonien supérieur	Formation de Bourg-des-Maisons		3.5		~	S234	Calcaires blancs
		Turonien moyen	Formation d'Angoulême		11.0				Calcaire argileux blancs
				Formation de Villars ?	13.0			S235	Calcaire argileux gris
		Turonien inférieur	Formation de Villars		22.0			S234	Calcarénite
	Crétacé supérieur	Cénomanién		Cénomanién ?	27.0				Marnes gris bleu
					29.0		~	S237	Marnes jaunes
	Jurassique	Dogger			30.0		~		Marnes et calcaires
					32.0				Calcaire en plaquettes bruns
					35.0			S234	Calcaire en plaquettes bruns et argile
				38.0			S295	Calcaire dolomitique dur gris	
				40.0			S297	Dolomie beige gréseuse à interbanes marneux	
		50.0		50.0			S365	Zone karstifiée	
		51.0		51.0			S301	Dolomie beige gréseuse à interbanes marneux	
		70.0		70.0					

Infos	Age	Age détaillé	Formations	Precision Age Formati	Prof. (m)	Log	Contact	Code Lithe	Description
Eyzeraac (24) - La Croix de Giril (Coupe Bathonien à Toarcien) - 2eme validation GUTIERREZ 2013	Bathonien	Bathonien inférieur	Formation de Brouchaud		6.0			S235	Calcaire argileux gris-bleu.
					10.0			S234	Calcaire cryptocristallin blanc gris.
	Bajocien	Bajocien supérieur	Formation de Rozier		16.0			S260	Calcaire oolitique granulaire blanchâtre.
					46.0				Calcaire oolitique blanc, légèrement dolomitisé.
Jurassique inférieur	Toarcien	Toarcien	Formation de Tourtoirac		66.0		Q D9	S297	Alternance de dolomie, de calcaire biodétritique et de calcaire argileux.
					84.0				Dolomie marron beige ; 118 m : Discordance Quercy D 9
					118.0			S295	Calcaire dolomitique microcristallin sombre et marne bleu nuit.
					122.5				

Index	Age	Age détaillé	Formations	Profondeur Age Formation	Prof. (m)	Log	Contact	Cotes Litho	Description					
Bathonien	Bathonien moyen		Formation de Brouchaud		3.0			S235	Calcaire argileux, sublithographique, blanc crème.					
					16.0			S235	Calcaire argileux, sublithographique, gris clair.					
	Bathonien inférieur				24.0			S250	Calcaire argileux, bioclastique et oolithique, marron beige.					
					33.0			S259	Calcaire argileux, bioclastique, marron gris et marne bleu foncé.					
					36.5			S260	Calcaire oolithique, beige.					
					39.3			S260	Calcaire argileux, gris bleu, tacheté d'oolithes plus foncées.					
					40.0			S259	Calcaire argileux, bioclastique, beige à gris bleu.					
					43.0			S235	Calcaire argileux, gris bleu.					
					Bajocien	Bajocien supérieur		Formation de Rozier		62.5			S260	Calcaire peu argileux, oolithique, blanc jaune.
										68.5			S260	Calcaire oolithique, blanc jaune.
Bajocien inférieur		87.5				S260	Calcaire argileux, oolithique, gris clair alternant avec des niveaux marne noire, pyrite. (Bajocien inf et base de Baj. Sup.)							
		117.5				S375	Calcaire microcristallin, gris clair.							
		120.0				S260	Calcaire argileux, microcristallin, gris clair.							
		122.5				S260	Calcaire oolithique, blanc jaune à petits niveaux dolomités.							
		130.0				S300	Dolomie argileuse, marron beige.							
		137.5				S297	Dolomie marron beige.							
		142.5				S300	Dolomie argileuse, orangée, rosée.							
		159.5				S260	Calcaire oolithique, marron beige, peu dolomitisé. 168 m : Discordance Quercy D 9							
Jurassique inférieur	Toarcien		Formation de Tourtoirac		168.0			S237	Marne et calcaire bleu foncé.					

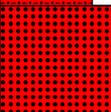
Nom du sondage 07361X0003
 Echelle 1 / 200
 Tranche de profondeur 0.00 M - 80.00 M
 Coordonnées X_LIIE = 501760 Y_LIIE = 2060014 Z_ORIGINE = 279.12

Infos	Age	Age détaillé	Formations	Precision Age Format	Prof. (m)	Log	Contact	Code Litho	Description
Jumilhac (24) - Nord Fouillon Le Bourneix (Recherche d'or) - Ref carte 736 & 712 - 2eme Validation GUTIERREZ 2013	Protérozoïque	Néoprotérozoïque			10.0			M103	Orthogneiss altéré, puis silicifié, pyrite disséminée, traces de mispickel
			20.0				M103	Passage plus granitique, puis orthogneiss à silification intense.	
			30.0				M014	Gneiss avec passages de leucogranite.	
			40.0				M014	Gneiss, séricitisés, silicifiés, puis orthogneiss injectés de leucogranite. Vers 40 m, nombreux filonnets de quartz.	
			50.0				M103	Orthogneiss, vers 45 m roche bréchique, complètement silicifié. A partir de 47 m, apparition très nette de séricite.	
			60.0				M081	Roche complètement silicifié, séricitisé. Veinules de quartz blanc de 55,1 à 55,5 m.	
			70.0				M014	Passage gneissique, puis passage plus séricitisé, très silicifié.	
			80.0				M069	Gneiss à tendance micaschiste, puis micaschistes homogènes.	

Alemans (24) - Les Bordies (AEP) - Coupe du Campanien inf. au Turonien inf. - Validato J.P. PLATEL, 2eme Validation GUTIERREZ 2013

Ines	Age	Age détaillé	Formations	Precision Age Format	Prof. (m)	Log	Contact	Code Litho	Description	
Alemans (24) - Les Bordies (AEP) - Coupe du Campanien inf. au Turonien inf. - Validato J.P. PLATEL, 2eme Validation GUTIERREZ 2013	Quaternaire	Holocène	Fz	Alluvions et colluvions du Vallon de La Sauvanie	5.0			S194	Terres, Limons et quelques galets calcaires (Alluvions et colluvions et la vallée de La Sauvanie)	
		Campanien		Fmt de Gimeux et Segonzac (Camp 1-2)	34.0				Calcaire "marneux" gris clair (Formation de Gimeux et Segonzac indifférencié : Campanien 1-2)	
	Crétacé supérieur	Santonien			80.0				S235	Calcaire "marneux" gris sombre à glauconie avec intercalations de petites couches de "calcaire microgrenu" gris (Limite Santonien / Campanien arbitraire)
					140.0					Calcaire "marneux" gris sombre à glauconie avec intercalations de petites couches de "calcaire microgrenu" gris.
					158.0					
	Coniacien	Coniacien supérieur			226.0					Calcaire "marneux" gris à bioclastes (spicules, lamelibranche) et silex noirs. Richesse en glauconie variable. (Attribue au Coniacien d'après l'épaisseur en référence au sondage de Chatignac qui montre un passage sans marqueur entre Coniacien et Santonien)
					236.0				S259	Calcaire biodétritique blanchâtre (lamelibranche, entroques)
					255.0					Calcaire biodétritique blanchâtre fin (Formation de Bourdeilles et Périgueux non discernable)
					259.0					Calcaire biodétritique blanchâtre fin, Présence de glauconie
	Turonien	Turonien inférieur	Formation du Boulou		269.0		Glauconie		S255	Calcaire détritique beige blanchâtre fin, débit en plaquette, présence de glauconie
					281.0					Calcaire détritique beige grisâtre. Forte présence de glauconie. Passées beige finement détritique.
					295.0				S375	Calcaire finement détritique, compact blanchâtre
Turonien	Turonien supérieur	Formation de Bourg-des-Maisons		318.0				S273	Calcaire à bioclastes (débris récifaux) blanchâtre très recristallisé (calcite abondante). Forte porosité.	
				324.0				S412	Calcaire granuleux blanchâtre, rares bioclastes.	
				334.0		Pyrite		S234	Calcaire blanchâtre très recristallisé. Pyrite. Biodétritique beige jaunâtre à la base	
Turonien	Turonien moyen	Formation d'Angoulême		342.0					Calcaire beige dur, débit en plaquette. L'épaisseur et la dureté correspondrait au ban repère de la base de la Formation d'Angoulême	
				350.0					Calcaire verdâtre gris détritique. Traces noires	

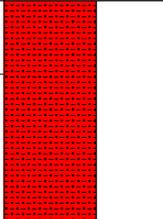
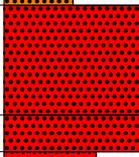
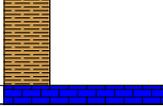
Nom du sondage 07575X0025
 Echelle 1 / 200
 Tranche de profondeur 0.00 M - 84.00 M
 Coordonnées X_LIIE = 420005.8 Y_LIIE = 2024398.75 Z_ORIGINE = 67.5

Infos	Age	Age détaillé	Formations	Precisen Age Format	Prof. (m)	Log	Contact	Code Litho	Description	
Parcours (24) - Au Fagnard - Ref 757 (Coupe Eocene de Dordogne) - Validation JP PLATEL, 2eme validation GUTIERREZ 2013	Bartonien	Bartonien supérieur	Formation de Boisbreteau	Boisbreteau Inf.	4.0				Sable argileux et argiles sableuse. Passe d'apres la carte géologique (Form. De Boisbreteau inf.)	
	Eocène moyen	Lutétien	Formation de Beau-Repos					S099	Sable argileux et argile sableuse.	
	Yprésien	Yprésien supérieur	Formation de Guizengeard inférieure	Fmt de Guizengeart inf. + Bernet & Ramard indif.	48.0			S087	Sable (Yprésien terminal)	
					54.0				S099	Sable argileux (+Formation de Bernet et Ramard possible à la base mais non décrite dans le forage)
	Campanien	Campanien supérieur	Formation de Barbezieux		78.0				S235	Calcaire gris "marneux" à glauconie.
					84.0					

Nom du sondage 07576X0026
 Echelle 1 / 1000
 Tranche de profondeur 0.00 M - 450.00 M
 Coordonnées X_LIIE = 427299 Y_LIIE = 2025819 Z_ORIGINE = 34

Infos	Age	Age détaillé	Formations	Precision Age Format	Prof. (m)	Log	Contact	Code Litho	Description			
St Aulaye (24) - Sinsac Les Granges (Coupe Campanien au Turonien) - Ref 757 - Validation GUTIERREZ 2013	Quaternaire	Holocène	<i>Formation de Barbezieux</i>	Camp. 4	6.0			S154	"Terres végétales et calcaires altérés" d'après la carte géologique le sondage débute dans les alluvions et limons Holocène.			
					12.0		Glauconie	S235	Calcaire "marneux" grisâtre à glauconie (Campanien 4)			
	Campanien	Campanien supérieur	<i>Formation de Biron</i>	Camp. 3		54.0		Silex	S243	Calcaire "gréso-marneux" grisâtre à silex gris (Campanien 3)		
						63.0		Glauconie	S237	Marnes grises grasses		
						75.0			S235	Calcaire "marneux" gris blanc, quelques glauconies		
						110.0			S237	Marnes grises grasses		
	Campanien	Campanien inférieur	<i>Formation de Ségonzac</i>	Camp. 1+2		198.0		Silex	S235	Calcaire "marneux" grisâtre à silex noirs, "finement grenu". Contact entre Formation de Gimeux (base) et Segonzac (sommets) indifférencié ici et attribué arbitrairement (Campanien 1+2).		
						251.0		Silex & Glauconie		Calcaire "marneux" blanchâtre à silex gris, quelques glauconies. Contact entre Formation de Gimeux (base) et Segonzac (sommets) indifférencié ici et attribué arbitrairement (Campanien 1+2).		
			Santonien	Santonien supérieur	<i>Formation de Coutures/Combiers</i>			267.0		Silex	S243	Calcaire "marneux" grisâtre légèrement gréseux et glauconieux à silex gris
								297.0				Calcaire "marneux" grisâtre légèrement gréseux silex gris
	Santonien	Santonien inférieur	<i>Formation de Verteillac</i>			312.0				Calcaire "gréso-marneux" grisâtre		
						332.0		Silex & Glauconie		Calcaire "gréso-marneux" grisâtre, quelques glauconies, silex gris		
Coniacien	Coniacien supérieur	<i>Formation de Périgueux</i>			334.0		Glauconie		Calcaire gréseux à glauconie			
					364.0			S241	Calcaire gréseux blanc beige, quelques glauconie			
Coniacien	Coniacien inférieur	<i>Formation de Bourdeilles</i>			387.0		Silex		Calcaire gréseux blanc, quelques silex. Soit le Coniacien inf. existe mais de faible épaisseur et non identifié en sondage et confondu avec ce niveau soit lacune suite à la discontinuité du Turonien sup.			
					411.0			S259	Calcaire blanc bioclastique			
Turonien	Turonien supérieur	<i>Formation de Bourg-des-Maisons</i>			424.0			S375	Calcaire fin légèrement bioclastique beige foncé			
					431.0			S259	calcaire grossier blanc beige très légèrement bioclastique			
					450.0			S256	Calcaire crayeux blanc			

Nom du sondage 07578X0035
 Echelle 1 / 100
 Tranche de profondeur 0.00 M - 53.00 M
 Coordonnées X_LIIE = 441899 Y_LIIE = 2022971 Z_ORIGINE = 153

Infos	Age	Age détaillé	Formations	Precision Age Format	Prof. (m)	Log	Contact	Code Litho	Description
Siorac (24) - Les Feutauds - Ref 757 (Coupe Eocene) - 2eme Validation GUTIERREZ 2013	Bartonnien	Bartonnien supérieur	Formation de Boisbreteau		2.0			S099	Sable argileux, brun, puis vert pâle (Fmt de Boisbreteau Inf. Bartonnien terminal à Rupélie basal)
					6.0			S099	Sable argileux, vert pâle.
	Eocène moyen	Lutétien	Formation de Beau-Repos	Induration	9.0			S088	Grison très dur.
					12.0			S091	Sable grossier, jaune.
					13.0			S099	Sable argileux, vert pâle et grison dur.
					15.0			S003	Argile sableuse, vert pâle à marbrures rougeâtres.
					17.0			S088	Grison ?
					19.0			S001	Argile verte à marmorisations.
					23.0			S405	Argile finement sableuse, vert pâle.
					24.5			S087	Sable (non carotté).
32.5	S003	Argile très peu sableuse, verte à rares marbrures jaunes.							
33.5	S146	Sable fin, puis grossier, graviers à la base.							
Yprésien	Yprésien supérieur	Formation de Guizengeard inférieure		42.0			S003	Niveau organique (boue grise).	
				43.0			S087	Sable blanc, kaolinique ; gris et argileux à la base.	
	Yprésien inférieur	Formation de Bernet	Fmt de Bernet & Ramard indif.	46.8	S467	Argile noire, organique (Fmt de Bernet Ramard Indif.)			
				47.2	S087	Sable (Fmt de Bernet Ramard Indif.)			
Campanien	Campanien supérieur	Formation d'Aubeterre	Campanien 5	49.5			S467	Argile noire, organique (Fmt de Bernet Ramard Indif.)	
				52.5			S234	Calcaire blanc jaune	
				53.0					

I	Age	Age détaillé	Formations	Precision Age Formati	Prof. (m)	Log	Contact	Cote Litho	Description			
Quaternaire		Holocène	Fz	Alluvions de La Dronne	4.0			S194	Alluvions argilo-sableuses (de la Dronne)			
		Campanien supérieur	Formation de Biron	Campanien 3	27.0			S235	Calcaire "mameux" gris foncé (Base Campanien 3)			
Campanien		Campanien supérieur	Formation de Ségonzac	Campanien 2	45.0					Calcaire "mamo-gréseux" gris (Formation de Segonzac et Gimeux indifférenciés. Attribution arbitraire dans le sondage : Segonzac : sommet moins glauconieux à silex gris. Gimeux : base plus glauconieuse à silex noir).		
					48.0						Calcaire "mamo-gréseux" gris à silex gris	
												Calcaire "mamo-gréseux" gris
					71.0							
					79.0							Calcaire "mamo-gréseux" gris à silex noirs
		Campanien inférieur	Formation de Gimeux	Campanien 1	84.0					S243	Calcaire "mamo-gréseux" gris	
					88.0						Calcaire "mamo-gréseux" gris à silex noirs	
					90.0							Calcaire "mamo-gréseux" gris
					144.0						S255	Calcaire "mamo-gréseux" gris à glauconie
					150.0						S243	Calcaire "mamo-gréseux" gris à silex noirs
Santonien		Santonien supérieur	Formation de Coutures/Combiors		164.0				S255	Calcaire "mamo-gréseux" gris clair à glauconie. Formations de Coutures et Verteillac indifférencié (Attribution arbitraire de la formation de Coutures aux niveaux supérieur plus mameux et glauconieux et la formation de Verteillac aux niveaux inférieur plus gréseux).		
					175.0						Calcaire "mamo-gréseux" gris, quelques glauconie	
		Santonien inférieur	Formation de Verteillac		214.0				S243	Calcaire "mamo-gréseux" gris clair		
					238.0				S255	Calcaire "mamo-gréseux" gris clair à glauconie abondante		
Coniacien		Coniacien supérieur	Formation de Périgueux		241.0					Calcaire gréseux beige, rare glauconie. (Contact arbitraire entre les formations de Périgueux et de Bourdailles)		
					270.0						Calcaire gréseux beige, rare glauconie.	
					285.0						S255	Calcaire "grésomameux" gris à glauconie, quelques bioclaste
		Coniacien inférieur	Formation du Boulou		289.0				S241	Calcaire gréseux dur		
					293.0				S235	Calcaire "mameux" gris		
					297.0				S235	Calcaire "mameux" bioclastique blanc		
Turonien		Turonien supérieur	Formation de Bourg-des-Maisons		305.0				S237	Marnes noires		
					314.0						S234	Calcaire cristallin blanchâtre
					328.0						S259	Calcaire "biodétritique" blanc à rudistes
					345.0					S234	Calcaire micro cristallin blanc	
		Turonien moyen	Formation d'Angoulême		351.0				S259	Calcaire crayeux blanc à bioclastes		
					354.0				S259	Calcaire crayeux gris à bioclastes		
					357.0				S256	Calcaire "crayo-mameux" beige. Remarque : Il faut ici être prudent car le terme mameux peut être considéré comme une texture, et non une présence d'argile.		
					372.0							

Villedoreix (24) - Prairie de Bonafond (Lit de la Dronne près de Ribercac) - Ref 757 (Coupe Campanien au Turonien) - Validation GUTIERREZ 2013

Nom du sondage 07581X0009
 Echelle 1 / 500
 Tranche de profondeur 0.00 M - 192.00 M
 Coordonnées X_LIIE = 446710.1 Y_LIIE = 2041268.5 Z_ORIGINE = 101

Infos	Age	Age détaillé	Formations	Precision Age Format	Prof. (m)	Log	Contact	Code Litho	Description	
Verteillac (24) - Ref carte 758 (Coupe Santonien au Kimmeridgien) - Sondage complété avec les observations de surface entre Verteillac, La Tour Blanche et Teinteillac (correspond à la suite du Log de LTB1) - Validation GUTIERREZ 2012	Santonien	Santonien inférieur	Formation de Verteillac		2.0			S255	Calcaire à glauconie	
					9.0			S241	Calcaire à glauconie (Formation de Bourdeille et Périgueux indifférencié) - Contact avec Santonien inf. incertain	
	Coniacien	Coniacien supérieur		Formation de Bourdeilles et Périgueux indif.						Calcaire gréseux bioclastiques et oolithique beige à jaune (Formation de Bourdeille et Périgueux indifférencié)
		Coniacien inférieur	Formation du Boulou		49.0				S243	Calcaire sableux argileux glauconieux gris-vert riche en fossiles entier à la base (lamellibranches)
	Turonien	Turonien supérieur		Formation de Bourg-des-Maisons		61.0		TurS		Calcaire micritique (mudstone, wackestone) altéré jaunâtre à micro karst (sommets de hardground)
					62.0	S375			Calcaire micritique dur (mudstone, wackestone) blanc graveleux à rudistes ("Angoumien sup dur")	
		Turonien moyen	Formation d'Angoulême		96.0	S256			Calcaire crayeux blanc tendre à rudistes à niveau de biostromes à rudistes dur ("Angoumien sup tendre")	
					107.0	S259			Calcaire jaune bioclastique dur ("Angoumien inf")	
		Turonien inférieur	Formation de Villars		115.0	S235			Calcaire très argileux gris ("Ligérien")	
	Kimmeridgien	Crétacé supérieur	Cénomanién	Formation de Quinsac		157.0			S234	Calcaire et grès gris bleu
						160.0			S087	Sables gris clairs
		Kimmeridgien inférieur	Formation de Sainte-Croix-de-Mareuil		169.0	S370	Grès calcaire gris foncé			
					181.0		Ceno	S235	Calcaire argileux gris (possible dolomitisation)	
					192.0					

Stratigraphie	Age	Formation	Prof. (m)	Log	Comment	Code litho	Description
Tithonien	Tithonien moyen		18.0			5205	Calcaire dolomitique blanc en plaquettes.
	Kimméridgien supérieur	Formation de Le-Martelle	30.0			5206	Calcaire dolomitique, argileux et sableux.
Kimméridgien	Kimméridgien inférieur	Formation de Sainte-Croix-de-Mareuil	40.0			5208	Sable glauconieux en alternance avec calcaire sableux.
			145.0			5213	Calcaire gris argileux, à passées de calcaire oolithique ou micritique en alternance avec des niveaux marneux.
			175.0			5217	Marne grise foncée.
			224.0			5218	Alternance de calcaire gris, micritique, de calcaire argileux et de marne.
			260.0			5219	Calcaire micritique, oolithique, argileux.
			355.0			5220	Calcaire crayeux, oolithique gris-blanc.
			366.7			5221	Calcaire oolithique, gris-blanc compact.
			460.0			5224	Calcaire blanc induré, recristallisé, parfois oolithique.
			504.0			5225	Calcaire beige à gris, oolithique, friable.
			553.0			5227	Calcaire pisolithique, dolomitique, parfois recristallisé.
Jurassique supérieur	Oxfordien	Formation de Culjac	603.5			5230	Calcaire oolithique, dolomitique.
			623.5			5231	Calcaire oolithique à calcaire compact.
			650.0			5241	Calcaire gris, détritique avec des intercalations de marne noir.
			718.0			5242	Calcaire beige oolithique.
			750.0			5243	Calcaire beige oolithique devenant dolomitique.
			775.0			5244	Calcaire dolomitique gris-brun.
			802.0			5245	Dolomie gris-foncé, recristallisée à débris de grès ligniteux.
			828.0			5246	Calcaire argileux, dur, gris avec des intercalations de marne noir.
			848.0			5247	Calcaire gréseux et marne grise.
			Bathonien	Bathonien inférieur	Formation de Brouchaud	880.0	
892.0						5249	Calcaire gris dolomitique, marne grise et dolomie gréseuse en alternance (Domérien sup., Equivalant de la Barre à Pecten ?)
Bajocien	Bajocien supérieur	Formation de Rozier	901.0			5250	Grès rose glauconieux, dolomie sableuse et fillets de marne en alternance (Equivalent possible de la Fmt de Valayres)
	Bajocien inférieur	Formation de Lastours	916.0			5251	Calcaire gris-brun, gris glauconieux et marne grise. (Equivalent possible de la Fmt de Brian-de-Vèze)
Aalénien	Aalénien supérieur		920.0			5252	Anhydrite (Equivalent possible de la Fmt de Planioles)
			934.0			5253	Alternance de marne grise, de calcaire dolomitique, trace d'anhydrite (Equivalent possible de la Fmt de Planioles)
Jurassique inférieur	Toarcien	Formation de Tourtoirac	947.0			5254	Alternance de marne grise, de calcaire dolomitique, trace d'anhydrite.
			996.0			5255	Anhydrite avec intercalations de dolomie grise, de calcaire dolomitique et de marne grise (minces couches d'argile noire à 972 m).
Pliénbachien	Domérien	Equivalent supposé de la Barre à Pecten ?	1010.0			5256	Anhydrite avec intercalations d'argile foncé légèrement ligniteuse, de grès et de dolomie (Equivalent de la Fmt du Maillet ?)
	Carixien	Equivalent supposé de la Fmt de Planioles ou Capdenac ou Maillet	1016.0			5257	Calcaire gris sableux, dolomitique (Equivalent de l'horizon de Villeveyre, Fmt de Carcans ; Rhélan terminal à Hettangien basal)
Birmoussien	Sinemurien supérieur		1026.0			5258	Argile tendre, rouge et verte (Equivalent de la Fmt de La Madeleine - Tois sup. - Hettangien inf.)
	Sinemurien inférieur		1085.0			5259	Grès gris-vert, friable, poreux, niveau argileux bariolé vers 1030 m (Equivalent de la Fmt de La Madeleine - Tois sup. - Hettangien inf.)
Trias mésozoïque (supérieur)	Rhétien	Formation de Carcans Formation des argillites gypsifères et salifères	1085.0			5260	Alternance d'argile micacée, siliceuse et de schiste gris métamorphisé.
	Keuper	Formation des Conglomérats et Grès	1097.0			5261	
Canonicifère	Namurien		1097.0			5262	

Chapéau (24) - Pétrole LTB1 La Tour Blanche (Coupe du Tithonien au Namurien) - Ref Carte 758 - 2ème Validation GUTIERREZ 2012

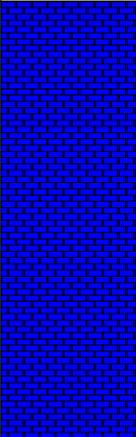
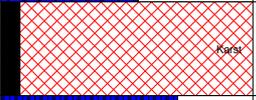
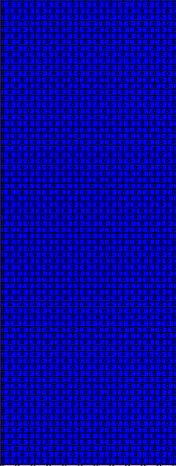
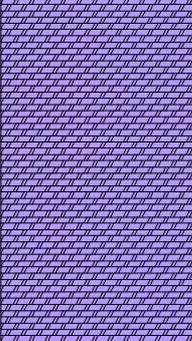
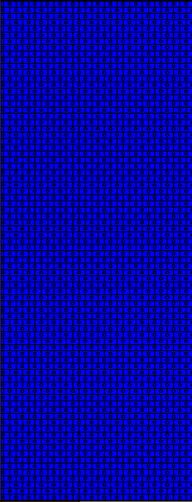
Nom du sondage 07591X0005
 Echelle 1 / 500
 Tranche de profondeur 0.00 M - 200.00 M
 Coordonnées X_LIIE = 473433.5 Y_LIIE = 2032050 Z_ORIGINE = 114

Infos	Age	Age détaillé	Formations	Precision Age Formati	Prof. (m)	Log	Contact	Code Litho	Description	
Agonac (24) - Ref carte 759 (Périgieux E) - Coupe du Crétacé sup. - 2eme validation GUTIERREZ 2013	Cénozoïque	Quaternaire		Vallée Seche	5.0			S385	Argile marron à blocs calcaires (colluvions vallons secs)	
		Santonien inférieur	Formation de Boulazac		15.0			S256	Calcaire grisâtre crayeux, bioclastique, glauconieux à silex noirs (Passage Coniacien Santonien approximatif, pas de marqueurs).	
	Coniacien	Coniacien supérieur	Formation de Périgueux		46.0		Silex & Glauconie		S259	Calcaire grisâtre crayeux, bioclastique, glauconieux à silex noirs.
			Formation de Bourdeilles		65.0				S237	Calcaire bioclastique, micrograveleux jaunâtre.
		Coniacien inférieur	Formation du Toulon		77.0		Glauconie		S411	Niveaux marno-sableux verdâtre.
	Turonien	Turonien supérieur	Formation de Grèzes		100.0				S234	Calcaire beige-clair, micrograveleux à cryptocristallin.
		Turonien moyen	Formation d'Angoulême		121.0				S236	Calcaire blanchâtre crayeux à rudistes, fissuré, devenant grisâtre à partir de 114.5 m.
		Turonien inférieur	Formation de Villars		159.0				S237	Calcaire argileux grisâtre.
	Crétacé supérieur	Cénomaniens	Formation de Quinsac		160.0				S241	Marne gris-vert à huitres.
					170.0				S237	Calcaire gréseux plus ou moins sableux et argileux.
					185.0				S237	Marne gris-bleu foncé à noir.
	Jurassique supérieur	Oxfordien	Formation de Cubjac		200.0			Ceno	S234	Calcaire microcristallin blanc à nombreuses traces d'oxydation orangé (Oxfordien ou kimmeridgien inf.)

Infos	Age	Age détaillé	Formations	Precision Age Format	Prof. (m)	Log	Contact	Code Litho	Description		
EVIRAT (24) - La Pomarède - Ref carte 735 - Coupe créacé sup. et Jurassique dolomitisé - Validation GUTIERREZ 2013	Contactien	Coniacien supérieur	Formation des Eyzies		24.0			S241	Calcaire gréseux jaunes et Grés jaunes		
		Coniacien inférieur	Formation de La-Rouquette		43.0			S243	Calcaire gréseux jaunes		
	Turonien				47.5			TurS	S243	Calcaire argilo-gréseux bleuâtre à glauconie	
		Turonien supérieur	Formation de Bourg-des-Maisons		85.0				S234	calcaire blanc compact	
		Turonien moyen	Formation d'Angoulême		109.0				S235	Calcaire blanc gris légèrement mameux	
	Turonien inférieur	Formation de Villars		132.0				S235	Calcaire mameux bleu		
	Crétacé supérieur	Cénomaniens	Formation de Quinsac		136.5				S237	Marnes bleues foncées	
	Jurassique supérieur	Oxfordien		Formation de Cubjac		230.0				S297	Dolomie beige roux à gris beige Kimmériidgien ou Oxfordien
						267.5				S375	Calcaire micritique et dolomie
	Jurassique moyen	Bajocien				270.0				S306	Dolomie vacuolaire beige
						286.0				S297	Dolomie brune sombre à la base (Formation de Rozier et Lastours dolomitisées)
	Jurassique inférieur	Toarcien		Formation de Tourtoirac		406.0					Dolomie noire (Bajocien supposé)
						411.0				S237	Marnes noires
					423.0						

Infos	Age	Age détaillé	Formations	Précisions Age Formati	Prof. (m)	Log	Contact	Code Litho	Description		
Boulazac (24) - Zone industrielle Périgéenne Est - Ref carte 759 - Coupe Crétacé sup. karstifié, sondage recoupant certainement une brèche de faille - 2eme validation GUTIERREZ 2013	Pliocène	Riss		Riss	3.1			S004	Argile brune et graviers		
		Wurm		Wurm	4.8			S003	Sable, gravier et galets dans une gangue argileuse.		
	Pliocène supérieur	Santonien inférieur	Formation de Boulazac		9.1			S241	Calcaire blanc, détritique, aspect bréchique, fin et compact.		
					12.5			S003	Argile brune, plastique à passées sableuses		
	Coniacien	Coniacien supérieur		Formation de Périgéenne		28.4			S241	Calcaire blanc, détritique, fin, glauconieux et compact avec traces noires, fossilifère, altéré, traces ferrugineuses de 20 cm d'épaisseur, passées d'argile brune à 18,8 m, 20,3 m et 27,4 m (Karstification)	
						30.5			S365	Vide avec argile très fluide (Karst)	
						44.5			S255	Calcaire blanc, aspect bréchique, glauconieux et compact.	
						45.5			S365	Vide (Karst)	
						47.5			S001	Argile gris vert et brune, très compacte (karst)	
						49.0			S003	Argile sableuse devenant sable très peu argileux (karst)	
						57.0			S365	Vide.	
						58.0			S001	Argile brune, compacte à passées sableuses.	
						59.7			S235	Calcaire blanc, compact et passage marneux.	
						67.0			S250	Calcaire gréseux, jaune, compact et silex noirs.	
	Crétacé supérieur	Coniacien		Formation de Bourdeilles		67.5			S365	Vide.	
						75.2			S241	Calcaire gréseux, jaune, compact et silex noirs.	
						75.2			S255	Calcaire gris, détritique, très glauconieux.	
						79.4					Argile molle, noire, vaseuse
						83.7			S001	Argile verte, compacte et nodules calcaires. Débris de grès de 89,7 à 89,9 m (karst et breche de faille suposés).	
						93.0					Alternance d'argile verte ou brune, plastique et de calcaire gris, grumeleux (karst et breche de faille suposés).
						96.1			S241	Calcaire blanc, détritique, broyé et rubéfié en alternance avec des argiles rouges à nodules calcaires (karst et breche de faille suposés).	
						108.0			S414	Calcaire sableux et calcaire récifal (karst et breche de faille suposés).	
						110.9			S001	Argile brun rouge, plastique et petits bancs de calcaire (karst et breche de faille suposés).	
						114.5			S020	Argile verte et brune, plastique et silex (karst et breche de faille suposés).	
Turonien	Turonien supérieur				117.5			S234	Calcaire blanc, fin, dur, joints rubéfiés par altération (Altération karstique)		
					124.5			S235	Calcaire gris, marneux à joints noirs subhorizontaux nombreux.		
	Turonien moyen		Formation d'Angoulême		117.5						
					124.5						

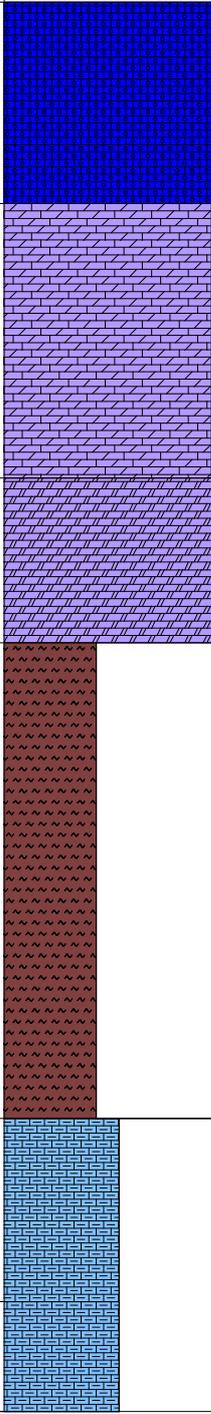
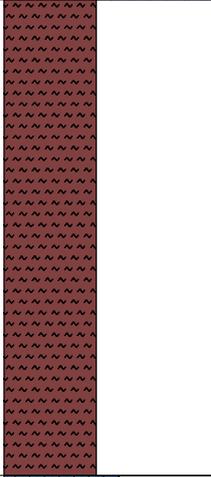
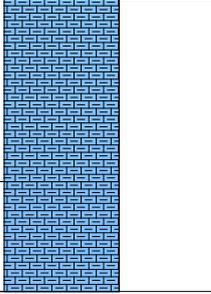
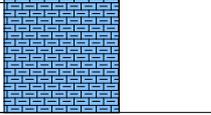
Infos	Age	Age détaillé	Formations	Precision Age Format	Prof. (m)	Log	Contact	Code Litho	Description
Tourtoirac (24) - La Rougerie (Coupe du Bajocien inf. au Toarcien) - 2eme Validation GUTIERREZ 2013	Cénozoïque	Quaternaire			0.5			AS01	Terre végétale et altération de surface.
		Bajocien inférieur	Formation de Lastours		3.0			S260	Calcaire oolithique, blanc beige (Le contact avec le Bajocien sup. se situe quelques metre au dessus de la tete de sondage).
					14.0			S295	Calcaire sublithographique et dolomitique, grisâtre, puis beige.
					20.0			S297	Dolomie blanc beige.
					37.5			S260	Calcaire oolithique et dolomitique, beige puis blanchâtre à ciment microcristallin.
					45.0			S297	Dolomie blanc beige.
					50.0			S260	Calcaire à oolithes et pisolithes, beige marron à ciment microcristallin.
	Jurassique inférieur	Toarcien	Formation de Tourtoirac		62.5			S237	Marne bleu foncé.
					66.0				

Infos	Age	Age détaillé	Formation	Precision Age Format	Prof. (m)	Log	Contact	Code Litho	Description
Tourtoirac (24) - La Rougerie (Coupe du Bajocien inf. au Toarcien) - Validation GUTIERREZ 2013	Bajocien	Bajocien inférieur	Formation de Lastours		14.0			S375	Calcaire dolomitique beige à gris micritique (Contact avec le Bajocien sup. à quelques metres au dessus du sondage).
		17.0			S385	Karst			
					32.0			S260	Calcaire dolomitique beige à oolithes
					43.0			S297	Dolomie marron
					59.0		Q D9	S413	Calcaire beige marron à oolites et pisolithes
Jurassique inférieur		Toarcien	Formation de Tourtoirac		66.0			S237	Marnes bleues nuits

Infos	Age	Age détaillé	Formations	Précision Age Format	Prof. (m)	Log	Contact	Code Litho	Description
Chourgnac (24) - Le Moulin à vent (Coupe du Bajocien au Toarcien) - 2eme Validation GUTIERREZ 2013	Bajocien	Bajocien supérieur	Formation de Lastours		2.0			S260	Calcaire oolithique et dolomitique, blanc beige (Passe artificielle créé à partir de la carte géologique). Formation de Lastours (sommet de cette Formation est d'âge Bajocien sup. basal)
		10.0			S375				Calcaire sublithographique et dolomitique, gris.
		Bajocien inférieur			15.0			S260	Calcaire oolithique et dolomitique, blanc beige.
					22.0				
	Jurassique inférieur	Toarcien	Formation de Tourtoirac		62.0		Q D8	S365	Perte totale, probablement dolomie et calcaire.
				72.0	S237			Perte totale, probablement marne (défini à partir du changement de vibration du marteau lors de la foration)	

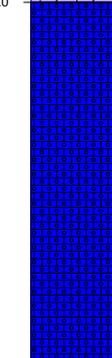
Infos	Age	Age détaillé	Formations	Precision Age Format	Prof. (m)	Log	Contact	Code Litho	Description	
Tourtoirac (24) - La Rougerie (Coupe Bajocien inf. à Hettangien sup.) - Validation GUTIERREZ 2013	Bajocien	Bajocien inférieur	Formation de Lastours		11.0			S260	Calcaire dolomitique à oolithes et ciment microcristallin beige	
					21.0			S297	Dolomie beige orangée	
					25.0			S260	Calcaire oolithique bioclastique blanc beige	
					30.0			S297	Dolomie beige orangée	
					44.0		Q D9	S413	Calcaire pisolitique et oolithique à ciment microcristallin marron beige. 44 m : Discordance Quercy D9	
		Jurassique inférieur	Toarcien	Formation de Tourtoirac		44.0		Q D9	S237	Marnes bleues nuits. 66 m : Discordance Quercy D7
		Pliensbachien	Domérien	Formation de la Barre à Pecten	Equivalent latéral barre à Pecten ?	66.0		Q D7	S241	Calcaire gréseux roux (Domérien sup.)
	70.0						S234	Calcaire dur gris beige		
		Jurassique inférieur	Pliensbachien			74.0			S235	Calcaire tendre gris clair
	84.0							S237	Calcaire gris et marnes	
92.0							S234	Calcaire gris fin		
	Hettangien	Hettangien supérieur	Formation de Capdenac		105.5			S297	Dolomie grise et marnes (Sinémurien possible). 114,5 m : Discordance Quercy D2	
114.5						Q D2	S308	Cargneules et calcaire gris		
					120.0				Evaporite	

Nom du sondage 07598X0008
 Echelle 1 / 200
 Tranche de profondeur 0.00 M - 77.00 M
 Coordonnées X_LIIE = 498258.4 Y_LIIE = 2020817.25 Z_ORIGINE = 175

Infos	Age	Age détaillé	Formations	Precisen Age Format	Prof. (m)	Log	Contact	Code Litho	Description
Ajat (24) - Beauzens (Coupe du Bajocien inf. au Pliensbachien) - 2eme Validation GUTIERREZ 2013	Bajocien	Bajocien inférieur	Formation de Lastours		11.0			S260	Calcaire à oolithique, blanc beige.
					26.0			S295	Calcaire dolomitique, beige clair.
					35.0			S297	Dolomie microcristalline, beige verte. 35 m : Discordance Quercy D9
	Jurassique inférieur	Toarcien	Formation de Tourtoirac		35.0		Q D9	S237	Marnes bleues nuits. 61 m : Discordance Quercy D7
	Pliensbachien	Domérien	Formation de la Barre à Pecten		61.0		Q D7	S243	Calcaire gréseux et marneux, gris foncé (Barre à Pecten supposé, facies calcaro gréseux, Domérien sup.)
Jurassique inférieur	Pliensbachien				71.0			S236	Calcaire marneux, fin, gris.
					77.0				

Infos	Age	Age détaillé	Formations	Precision Age Format	Prof. (m)	Log	Contact	Code Litho	Description
Tourtoirac (24) - La Rougenie (Coupe du Bajocien inf. a l'Hettangien) - ref carte 760 et 759 - 2eme Validation GUTIERREZ 2013	Bajocien	Bajocien inférieur	Formation de Lastours		11.0			S260	Calcaire à oolithique, beige.
					20.0			S295	Calcaire dolomitique, beige ocre.
					25.0			S260	Calcaire à oolithique, beige.
					30.0			S295	Calcaire dolomitique, beige ocre.
					43.0			S260	Calcaire à oolithique, beige marron. 43 m : Discordance Quercy D9
	Jurassique inférieur	Toarcien	Formation de Tourtoirac		67.0		Q D9	S237	Marnes noires. 67 m : Discordance Quercy D7
	Pliensbachien	Domérien	Formation de la Barre à Pecten	Equivalent latéral barre à Pecten ?	75.0		Q D7	S241	Calcaire gréseux, beige à roux.
	Jurassique inférieur	Pliensbachien			108.0		Q D2	S236	Calcaire marneux, fin, gris. 108 m : Discordance Quercy D2
	Hettangien	Hettangien supérieur	Formation de Capdenac		115.0		Evaporite	S308	Dolomie et cargneules grises.
		Hettangien inférieur	Formation de Maillet		120.0			S236	Calcaire marneux, gris sombre.

Nom du sondage 07598X0016
 Echelle 1 / 50
 Tranche de profondeur 0.00 M - 24.00 M
 Coordonnées X_LIIE = 500570 Y_LIIE = 2029617 Z_ORIGINE = 160

Infos	Age	Age détaillé	Formations	Precision Age Format	Prof. (m)	Log	Contact	Code Litho	Description
Tourtoirac (24) - La Rougerie - Validation GUTIERREZ 2013	Holocène	Actuel			1.0			AS01	Alterites et terres végétale
					3.0			S297	Dolomie grisatre
	Bajocien	Bajocien inférieur	Formation de Lastours		9.0		Fracturé		Calcaire dolomitique gris très fracturé
					13.0			S295	Calcaire dolomitique beige très fracturé
				19.0		Karst		Calcaire dolomitique beige orangé karstifié	
				24.0				S260	Calcaire dolomitique beige karstifié à oolithes et ciment microcristallin

Nom du sondage 07816X0032
 Echelle 1 / 500
 Tranche de profondeur 0.00 M - 235.00 M
 Coordonnées X_LIIE = 426566 Y_LIIE = 2003117 Z_ORIGINE = 39

Infos	Age	Age détaillé	Formations	Precision Age Format	Prof. (m)	Log	Contact	Code Litho	Description
Quaternaire	Eocène	Holocène			7.0			S154	Sables, graviers et argiles sableuses actuelles (Encaissé dans les terrasses du Riss)
		Ludien	Formation des Argiles à Palaeotherium	Bartonien terminal à Priabonien basal				S032	Argile beige plastique ocre à grise (Bartonien terminal à Priabonien basal supposé).
Yprésien	Bartonien	Bartonien supérieur	Formation des Molasses inférieures	Bartonien sup.	25.0 32.0	 		S003 S091	Argile sableuse avec oxydes de fer Sable grossier avec oxydes de fer et micas blancs
		Yprésien supérieur	Formation de Guizengeard supérieure	Yprésien sup. à Bartonien inf.	40.0		S405	Argile sableuse fine, plastique rosâtre (Guizengeard sup. supposée de 40 à 90 m de profondeur : Yprésien sup. à Bartonien inf.)	
	46.0					S032	Argile plastique beige ocre		
	53.0					S487	Sables fins à grossiers à mica blancs		
	60.0					S405	Argile sableuse fine plastique beige ocre		
	65.0					S091	Sable grossier		
	67.0					S405	Argile sableuse fine plastique beige ocre		
	74.0					S091	Sable grossiers translucide ligniteux		
	75.0					S001	Argile		
	76.0		S091	Sable grossiers translucide ligniteux					
81.0		S001	Argile						
82.0		S091	Sable grossiers translucide ligniteux						
90.0		S003	Argile légèrement sableuse grise à beige						
99.0		S091	Sable grossiers translucide très ligniteux à micas blancs						
Yprésien inférieur	Formation de Bernet	Fmt de Bernet & Ramard	116.0		S032	Argile plastique beige (Formation de Bernet et Ramard indif.)			
			125.0		S003	Argile légèrement sableuse plastique rouge (Formation de Bernet et Ramard indif.)			
			130.0		S032	Argile plastique beige (Formation de Bernet et Ramard indif.)			
Campanien	Campanien supérieur	Formation de Mussidan	Campanien 5	138.0		S259	Calcaire bioclastique beige à Orbitoïdes, bryozoaires pyrite et quartz rose (Campanien 5)		
				156.0		S241	Calcaire bioclastique gris beige à grains siliceux et coquilles (Campanien 4)		
		Formation de Neuvic	Campanien 4	202.0		S237	Alternance de marnes beiges, d'argiles et de calcaires gris beige à glauconie et texture graveleux (Campanien 3)		
Formation de Coursac	Campanien 3	235.0		S237	Alternance de marnes beiges, d'argiles et de calcaires gris beige à glauconie et texture graveleux (Campanien 3)				

Montpon (24) - Le ruisseau noir (AEP) - Ref carte 781 (Coupe Eocene sur Campanien) - Validation GUTIERREZ 2013

Infos	Age	Age détaillé	Formations	Precision Age Format	Prof. (m)	Log	Contact	Code Litho	Description
Grignols (24) - Domaine de Chauaines (Sud de St Astier) - Ref carte 782 (Coupe du Campanien au Kim.) - Validation JP PLATEL - Selection GUTIERREZ 2013	Campanien	Campanien inférieur	Formation de Marsaguet	Campanien 2	49.0			S235	Calcaire argileux grisâtre.
			Formation de Atur	Campanien 1	57.0			Silex	Calcaire argileux grisâtre à nombreux silex brun.
					83.0				Calcaire argilo-gréseux grisâtre à silex brun abondants, glauconie rare.
	Santonien	Santonien supérieur	Formation de Saint-Laurent-sur-Manoire		96.0		Silex & Glauconie		Calcaire gréseux légèrement argileux, grisâtre, silex gris abondants, glauconie fréquente.
					122.0			Silex	Calcaire gréseux légèrement argileux, grisâtre, silex gris et glauconie rares.
	Crétacé supérieur	Santonien	Formation du Peuch		136.0		Glauconie		Calcaire gréseux légèrement argileux, grisâtre, silex gris rare, glauconie abondante.
					142.0				Calcaire gréseux jaunâtre.
	Santonien	Santonien inférieur	Formation de Boussitran		150.0		Silex		Calcaire gréseux grisâtre.
					162.0				Calcaire gréseux grisâtre, silex abondants.
	Coniacien	Coniacien supérieur	Formation de Périgueux		194.0		Glauconie		Calcaire gréseux grisâtre, glauconie abondante.
					235.0				Calcaire gréseux grisâtre, glauconie et micas abondants, traces d'altération grises.
					247.0			Formation de Bourdailles	252.0
	258.0	S241	Calcaire gréseux grisâtre.						
	Coniacien	Coniacien inférieur	Formation du Toulon		281.0			S242	Calcaire silteux et micro-graveleux gris-foncé.
					289.0			S411	Calcaire graveleux blanchâtre, saccharoïde.
	Turonien	Turonien supérieur	Formation de Grèzes		300.0			S375	Calcaire micritique beige.
					324.0				Calcaire micritique argileux grisâtre.
	Crétacé supérieur	Turonien inférieur	Formation de Villars		341.0			S236	Calcaire micritique argileux grisâtre très fissuré.
					348.0				Calcaire micritique argileux grisâtre
	Jurassique supérieur	Cénomanién	Formation de Quinsac		350.0			S241	Calcaire gréseux légèrement argileux.
353.0					S235			Calcaire argileux et marne noire.	
Jurassique supérieur	Kimméridgien	Formation de Sainte-Croix-de-Mareuil		357.0			S234	Calcaire à huitres.	
							S375	Calcaire micritique beige à exogyres abondantes	

Notes	Age	Age dérivé	Formations	Precision Age Format	Prof. (m)	Log	Contact	Code Litho	Description
Fossemaigne (24) - La Forêt Noire (Nord de Roiffignac) - Ref carte 763 (Santonien au Dogger) - Validation JP PLATEL - Sélection GUTIERREZ 2013	Santonien	Santonien supérieur	Formation de Saint-Félix-de-Reilhac		25.0			S241	Calcaire gréseux grisâtre.
					35.0			S370	Grès calcaire beige.
		Santonien inférieur	Formation de Bousstran		58.0			S291	Calcaire grumeleux gris.
					68.0		Glauconie	S235	Calcaire argileux gris, glauconieux.
	Coniacien	Coniacien supérieur	Formation des Eyzies		75.0			S291	Calcaire grumeleux blanchâtre.
					85.0				Calcaire gréseux jaunâtre.
		Coniacien inférieur	Formation de La-Rouquette		110.0			S241	Calcaire gréseux jaunâtre.
					110.0		Glauconie		Calcaire grés-argileux glauconieux grisâtre.
	Turonien	Turonien supérieur	Formation de Saint-Cirq		158.0			S234	Calcaire recristallisé jaunâtre.
		Turonien moyen	Formation de Saint-Cyprien		170.0			S411	Calcaire graveleux recristallisé blanchâtre.
		Turonien inférieur	Formation de Domme		190.0			S291	Calcaire grumeleux fin, fossilifère.
	Cénomaniens	Cénomaniens supérieur	Formation de Simeyrols		230.0			S237	Marne.
					235.0				
	Jurassique supérieur	Oxfordien	Formation oolitique médio-aquaine		308.0			S291	Calcaire grumeleux fin.
					325.0			S260	Calcaire oolitique, dolomique.
					339.0				Calcaire micritique et oolitique à niveaux marneux.
					375.0			S375	Calcaire micritique beige à gris (lignite de 420 à 430 m).
Bathonien	Bathonien inférieur	Formation de Cajarc		430.0		Lignite			
				448.0			S260	Calcaire oolitique grisâtre.	
Bajocien	Bajocien inférieur	Formation d'Autoire		448.0					

Nom du sondage 07835X0008
 Echelle 1 / 1000
 Tranche de profondeur 0.00 M - 504.00 M
 Coordonnées X_LIIE = 474377.9 Y_LIIE = 2004142.375 Z_ORIGINE = 140

Vergt (24) - Bas de Fit (Sondage carraté) - Ref carte 783 (Coupe du Santonien au Kim.) - Validation et Coupe levée par PLATEL J.P. - Sélection GUTIERREZ 2013

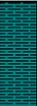
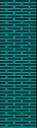
Infos	Age	Age détaillé	Formations	Precision Age Format	Prof. (m)	Log	Contact	Code Litho	Description		
Santonien	Santonien supérieur		Formation de Saint-Félix-de-Reilhac		10.6	Glauconie		S234	Calcaire crayeux gris blanc plus ou moins marneux à glauconie, mica, polyptiers et bryozoaires		
					43.0	Silex & Glauconie		S242	Calcaire crayeux grisâtre, dur, silteux, glauconieux à nombreux silex noirs, bryozoaires, huîtres, polyptiers; passées calcaires en plaquettes.		
			Santonien inférieur		Formation de Boussitran	Faune : Huitres	50.0			S236	Calcaire légèrement marneux
							55.4			S241	Calcaire marneux gris-vert à bryozoaires et huîtres, plus ou moins noduleux
							69.7	Silex & Glauconie	S242	Calcaire dur jaunâtre gréseux et graveleux, à nombreux débris bioclastiques, plus grossier de 59 à 63 m	
	Coniacien	Coniacien supérieur		Formation de Périgueux	Faune : Huitres & Bryozoaires	104.0	Glauconie		S255	Calcaire dur gris-blanc, glauconieux à bryozoaires nombreux et lumachelles à huîtres au sommet, devenant silteux à la base	
						132.0			S241	Calcaire jaunâtre noduleux, finement gréseux, micacé, à nombreux bryozoaires par passées.	
				160.9		S259	Calcaire massif blanc à nombreux débris bioclastiques				
		Coniacien inférieur		Formation de La-Rouquette	Faune : Rhynchonelle	167.2			S242	Calcaire jaune pâle fin, silteux et micacés à silex brun-noirs	
						180.0	Silex	S236	Calcaire marneux grisâtre à glauconie et rhynchonelles		
Turonien	Turonien supérieur		Formation de Saint-Cirq	Faune : Rudistes	190.1	Glauconie		S234	Calcaire blanc à jaune pâle, gréseux et graveleux à débris bioclastiques, à niveaux de Radiolitidés		
					207.0			S411	Calcaire graveleux, finement gréseux à mica		
	212.9		S459	Calcaire graveleux blanc à niveaux de Radiolitidés							
	216.8		S411	Calcaire graveleux blanc							
	225.0		S411	Calcaire graveleux fin blanc à rudistes							
	230.7										
	Turonien moyen		Formation de Domme				S234	Calcaire crayeux blanc en plaquettes ou noduleux			
Cénomannien	Turonien inférieur				257.5			S236	Calcaire crayeux gris-blanc en plaquettes à joints marneux noirâtres et nodules de pyrite		
	Cénomannien supérieur		Formation de Vergt	Faune : Huitres & Préalvéolines	272.7	Pyrite		S234	Calcaire gris à pellets		
					274.6			S237	Marne vert-foncé et calcaire à huîtres et préalvéolines		
	278.9										
Kimméridgien	Kimméridgien supérieur		Formation d'Allas	Faune : Huitres	299.0			S235	Calcaire argileux gris à nombreuses lumachelles à huîtres		
					320.0	Pyrite		S235	Calcaire argileux gris à huîtres et nodules de pyrite		
					330.0	Pyrite			Assise plus argileuse		
	Kimméridgien inférieur		Formation oolitique médio-aquaine		356.0			S375	Calcaire blanchâtre à ocre micritique à bioturbations; discontinuité avec niveau remanié à 356 m		
					378.0			S235	Calcaire argileux gris à nodules remaniés à 381, 383 et 384 m		
					390.0			S234	Calcaire blanchâtre à ocre en plaquettes, débris bioclastiques et niveaux noduleux		
396.0		S260	Calcaire oolitique grainstone à niveaux d'oncolites								
424.5		S234	Laminites de calcaire fin								
428.1		S260	Calcaire oolitique à nombreux stylolithes et niveaux d'oncolites								
477.7											
487.7											
492.0											
497.1											
503.0											
504.0											

La Bachellerie (24) - Chamailas (Nord de Montignac) - Ref carte 784 (Coupe du Dogger) - Validation JP PLATEL - Selection GUTIERREZ 2013

Infos	Age	Age détaillé	Formations	Precision Age Format	Prof. (m)	Log	Contact	Code Litho	Description	
	Turonien	Turonien inférieur	Formation de Domme					S235	Calcaire crayo-argileux blanc à gris.	
	Bathonien	Bathonien supérieur	Formation de Rocamadour		29.0			S375	Calcaire micritique induré, beige à grisâtre.	
		Bathonien moyen		82.0	Calcaire micritique induré et calcaire oolithique.					
		Bathonien inférieur	Formation de Cajarc	112.0	S260		Calcaire oolithique beige à grisâtre.			
		Bathonien inférieur		124.0			Calcaire micritique ou microcristallin beige à grisâtre.			
	Bajocien	Bajocien supérieur		158.0	S375	Calcaire argileux micritique ou microcristallin gris.				
		Bajocien inférieur		222.0		S260	Calcaire oolithique gris-blanc			
			Bajocien inférieur	Formation d'Autoire		238.0	S295	Calcaire dolomitique beige à brun.		
	Toarcien	Toarcien supérieur		Formation de Lexos		265.0			S297	Dolomie beige
						286.0			S260	Calcaire oolithique et pisolitique induré, blanc à beige.
					328.0			S237	Marne grasse noire.	
					344.0					

Infos	Age	Age détaillé	Formations	Precision Age Format	Prof. (m)	Log	Contact	Code Litho	Description		
Terrasson (24) - Vallon des Beynats - Ref carte 784 (Coupe du Dogger Lias Trias) - Validation JP PLATEL - Selection GUTIERREZ 2013	Bathonien	Bathonien inférieur	Formation de Cajarc		29.0			S375	Calcaire micritique localement dolomitisé.		
		Bajocien supérieur			44.0					Calcaire oolitique blanc	
	Bajocien	Bajocien inférieur	90.0				S260		Calcaire oolitique blanc, zone broyée entre 44 et 52 mètres		
		Aalénien supérieur	106.0					Calcaire oolitique gris-blanc, 106 m : Discontinuité Query D10.			
	Toarcien	Toarcien supérieur	112.0		Fmt de Penne et Lexos	112.0			Q D10	S235	Calcaire argileux noir : 112 m : Discontinuités Query D9.
			153.0			Q D7			S237	Marne noire (Formation de Lexos et Penne indifférenciés). 153 m : Discontinuité Query D7	
	Pliensbachien	Domérien	163.0		Formation de la Barre à Pecten	163.0			Q D7	S088	Grès noir dolomitisé.
		Carixien	173.0		Formation de Valeyres	173.0			Q D6	S235	Calcaire argilo-gréseux dolomitique noir. 173 m discontinuité Query D6
	Sinémurien	Sinémurien inférieur	Formation de Planioles		189.0			Q D4	S241	Calcaire gréseux dolomitique grisâtre. 189 m Discontinuité Query D4	
					195.0			Q D4	S375	Calcaire micritique gris, beige.	
	Jurassique inférieur	Hettangien	Formation de Capdenac		246.0			Q D2	S295	Calcaire dolomitique gris avec quelques niveaux à évaporites.	
					265.0				Evaporite	S302	Alternance de dolomie gris sombre moucheté de noir et de bancs d'évaporites (gypse et anhydrite, Equivalent de la fmt à anhydrite)
	Keuper	Lettenkohle	321.0				S234			Calcaire brun à gravelles noires grossières.	
			323.0				S088	Grès à grains fins puis grossiers localement quartzitique (Formation de La Madeleine)			
				340.0							

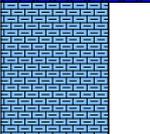
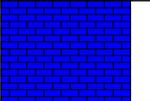
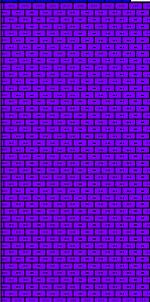
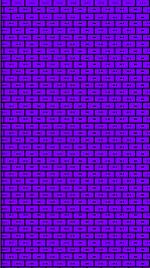
Infos	Age	Age détaillé	Formations	Precision Age Format	Prof. (m)	Log	Contact	Code Litho	Description
St Leon sur Vezere (24) - La Rochette - Valcailion GUTIERREZ 2013	Cénozoïque	Quaternaire			4.0		~	S154	"Alluvions argilo-graveleuses" actuelles
		Coniacien supérieur	Formation des Eyzies		8.0			S241	Calcaire gréseux grossier rose Calcaire gréseux bioclastique grossier jaune à rose
	Coniacien	Coniacien inférieur	Formation de La-Rouquette		23.0			S243	Calcaire marno-gréseux fin jaunatre
					38.0		Glauconie	S255	Calcaire marno-gréseux fin jaunatre très glauconieux
	Turonien	Turonien supérieur	Formation de Saint-Crépin		50.0		~	S237	Marnes grises
			Formation de Sainte-Mondane		52.0			S235	Calcaire gréseux fin gris et marnes grises
					54.0		S243	Calcaire grésé-gréseux grossier gris	
					58.0		S241	Calcaire gréseux grossier jaunatre	
					64.0		S095	Grés grossier jaune	
					68.0		S241	Calcaire gréseux grossier dur beige, légèrement bioclastique	
					71.0		S370	Calcaire très gréseux jaune	
					72.0		S241	Calcaire gréseux fin dur jaune foncé	
					74.5		S237	Marnes grises	
					75.0		S259	Calcaire bioclastique beige	
		Turonien inférieur	Formation de Domme		81.0			S259	Calcaire bioclastique gris
				82.0				S259	Calcaire bioclastique beige
				85.0				S235	Calcaire argileux crayeux gris à passage marneux gris
	Jurassique supérieur	Kimméridgien			123.0		~	S260	Calcaire micritique légèrement argileux et Calcaire oolithique (Kimméridgien supposé : Formation d'Allas, Cahors, Roquedure ?)
					146.0			S235	Calcaire micritique argileux blanchatre (Kimméridgien supposé : Formation d'Allas, Cahors, Roquedure ?)
		Oxfordien			176.0			S413	Calcaire oolithique et pisolitique (Oxfordien supposé ?)
					225.0			S295	Calcaire cristallin et calcaire dolomitique beige (Oxfordien supposé ?)
				252.0			S260	Calcaire oolithique et dolomitique blanchatre (Oxfordien supposé ?)	
				262.0			S235	Calcaire argileux beige (Oxfordien supposé ?)	
				290.0					

Infos	Age	Age détaillé	Formations	Precision Age Formaté	Prof. (m)	Log	Contact	Code Litho	Description	
Ginestet (24) - Piezo BRGM - Validation 2012 GUTIERREZ	Eocène	Priabonien	Formation de Boisbreteau	Priabonien sup. à Rup. basal. (Boisbreteau Moy.)	0.00			S001	Argile verdâtre à jaunes plastique	
					3.5			S003	Argile verdâtre sableuse à la base	
					7.0			S447	Sable argileux grossier	
					15.0			S091	Sable grossier	
					17.0			S001	Argile	
					18.0			S099	Sable argileux feldspathique	
				31.0				Sable argileux		
				33.0			S001	Argile		
				34.0			S003	Alternances argiles et sables		
				37.0				Sable argileux à marbrures rouges		
				43.0			S099	Sable argileux à grains de lignite		
				48.0				Sable argileux feldspathique		
	Eocène moyen	Lutétien	Formation de Guizegard indifférenciée	Ypresien sup. à Lutétien (Guizegard ou fm de Liorac)		50.0			S003	Argile sableuse à marbrures rouges
						54.0			S099	Sable argileux
						58.0			S099	Sable argileux feldspathique blanchâtre
						60.0			S001	Argile brune (pas de cutting)
						65.0			S034	Argile indurée (pas de cuttings)
						68.0				

Maurens (24) - Forage AEP de Ladoux (Coupe Crétacé sup.) - Ref 806 - 2eme validation GUTIERREZ 2013

Infos	Age	Age détaillé	Formations	Precision Age Format	Prof. (m)	Log	Contact	Code Litho	Description	
Crétacé supérieur	Campanien	Campanien supérieur	Formation de Lalinde	Campanien 5	24.0			S241	Calcaire gréseux, jaune orange, Limons pelliculaire (d'après carte géologique)	
			Formation de Lamonzie	Campanien 4			Glauconie	S243	Calcaire marno-gréseux, fin, blanc gris, glauconie, qqs silex gris.	
		Campanien			Campanien 1 + 2 + 3 : Fmt de Journiac, Marsaguet et Atur	120.0		Silex	S235	Calcaire marno-crayeux, gris blanc, nombreux silex bruns (Formation de Journiac, Marsaguet et Atur indifférencié)
						150.0				
						221.0		Silex & Glauconie	S243	Calcaire marno-gréseux, gris blanc, glauconie, silex gris bleu (Formation de Journiac, Marsaguet et Atur indifférencié)
						267.0				
	275.0	Silex & Glauconie	S241	Calcaire gréseux, fin, blanc (Formation de St Félix, du Peuch et de Bousstran indif.)						
	324.0									
	334.0									
	Santonien			Fmt de St Félix, du Peuch et de Bousstran	365.0		Silex & Glauconie	S243	Calcaire marno-gréseux, gris, nombreux silex gris bleu, glauconie (Formation de St Félix, du Peuch et de Bousstran indif.)	
417.0										
447.0										
467.0										
Coniacien			Fmt des Eyzies et de La Rouquette	495.0			S235	Calcaire marno-gréseux, gris, silex gris bleu, glauconie (Formation des Eyzies et de la Rouquette indif.)		
				536.0						
Turonien	Turonien supérieur		Formation de Saint-Cirq		447.0			S259	Calcaire bioclastique, blanc beige.	
	Turonien moyen		Formation de Saint-Cyprien		467.0				Calcaire bioclastique, marneux, gris.	
	Turonien inférieur		Formation de Villars		495.0			S235	Calcaire marno-crayeux, fin, blanc.	
	Cénomarien supérieur		Formation de Vergt		536.0			S243	Calcaire gréseux, fin et calcaire marneux, gris.	
Jurassique	Cénomarien			Oxfordien supposé	556.0			S243	Calcaire gréseux, fin et calcaire marneux, gris.	
					564.0			S235	Calcaire marneux, très fin, gris (Oxfordien supposé)	

St Georges de montclaird (24) - AEP des Mailis - Ref 806 (Coupe précise Campanien à Coniacien) - 2eme validation: GUTIERREZ 2013

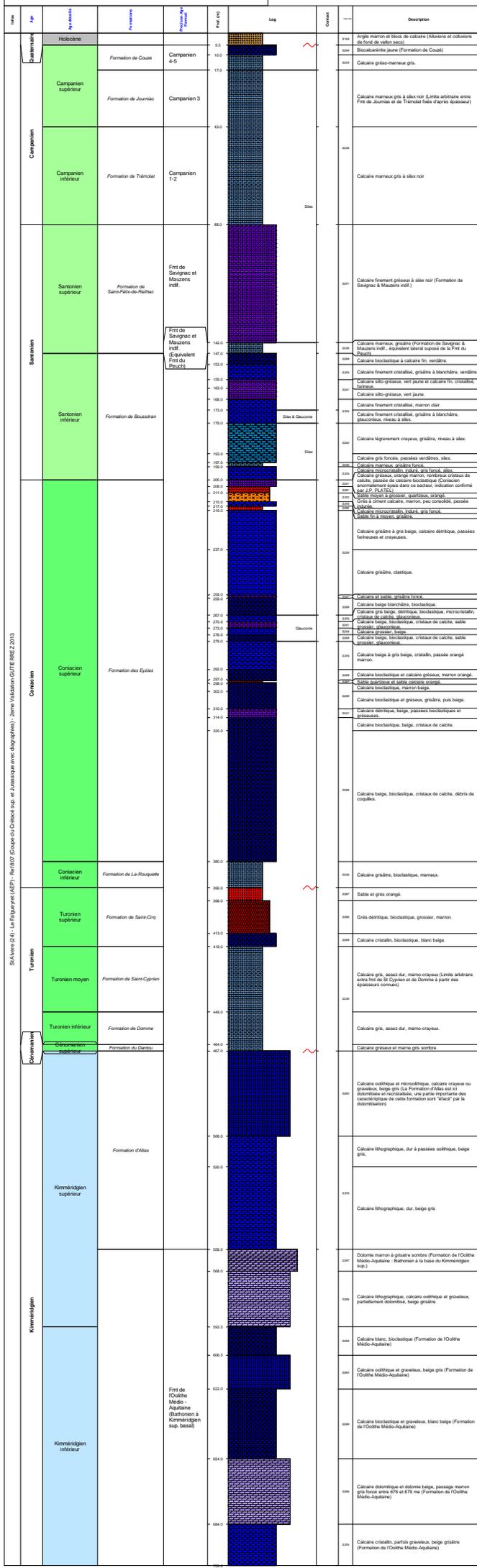
Infos	Age détaillé	Formations	Precision Age Formati	Prof. (m)	Log	Contact	Code Litho	Description
Quaternaire	Holocène			4.0			S385	Terre végétale (Colluvions et limons de fond de vallée)
	Campanien supérieur	Formation de Journiac	Campanien 3	23.0		Glauconie	S241	Calcaire gréseux, blanc, dur (Confusion possible avec Fmt de Lalinde)
				30.0			S255	Calcaire gréseux, glauconieux, tendre.
				50.0			S243	Calcaire marno-gréseux, gris à silex.
	Campanien inférieur	Formation de Marsaguet	Campanien 2	50.0		Silex	S235	Calcaire marneux, gris bleu à silex et chailles.
				105.0			S256	Calcaire crayeux, blanc.
				120.0			S241	Calcaire finement gréseux, blanc, qqs silex.
	Santonien	Formation de Saint-Félix-de-Reilhac	Santonien supérieur	120.0			S241	Calcaire finement gréseux, blanc, qqs silex.
				164.0		Silex & Glauconie	S243	Calcaire marno-gréseux, gris bleu à silex, glauconie (Fmt du Peuche et de Bousstran indif.)
	Crétacé supérieur	Santonien	Fmt du Peuch et de Bousstran	164.0		Silex & Glauconie	S243	Calcaire marno-gréseux, gris bleu à silex, glauconie (Fmt du Peuche et de Bousstran indif.)
239.0						S241	Calcaire gréseux, jaunâtre.	
Coniacien	Coniacien supérieur	Formation des Eyzies	239.0			S241	Calcaire gréseux, jaunâtre.	
			279.0		Silex & Glauconie	S243	Calcaire marno-gréseux à silex, glauconie.	
	Coniacien inférieur	Formation de La-Rouquette		279.0		Silex & Glauconie	S243	Calcaire marno-gréseux à silex, glauconie.
				291.0		Silex & Glauconie	S243	Calcaire marno-gréseux à silex, glauconie.

Nom du sondage 08065X0025
 Echelle 1 / 500
 Tranche de profondeur 0.00 M - 273.00 M
 Coordonnées X_LIIE = 445182.7 Y_LIIE = 1981862.75 Z_ORIGINE = 32

Infos	Age	Age détaillé	Formations	Precision Age Format	Prof. (m)	Log	Contact	Code Litho	Description	
Lamonzie Sy martin (24) - La Stonie (AEP) - Ref 806 (Coupe de tout l'Eocene) - 2eme Validation GUTIERREZ 2013	Pléistocène moyen	Riss		"Riss III"	3.5			S366	Limon argilo-sableux (Terrasses Riss III)	
				"Riss II"	10.2			S148	Galets et graviers roulés, polygéniques (Terrasses Riss II)	
	Bartoniien	Bartoniien supérieur	Formation des Molasses inférieures	Bartoniien sup. à Priabonien basal		36.0			S003	Argile plastique, beige et verdâtre, passées sableuses, limonite (Age Bartoniien sup. à Priabonien basal).
						58.0			S447	Sable grossier et argile plastique en alternance.
						58.0			S074	Silt argileux marron et vert, passage sableux.
						73.5			S447	Sable grossier plus ou moins argileux.
	Eocène moyen	Lutétien	Formation de Guizengeard supérieure			76.0			S003	Argile marron et verte, localement sableuse, fine ; argile ocre et lignite à 110 m.
						117.0			S091	Sables grossiers, Granules (d=2-3 mm).
						122.0			S003	Argile et sable.
						128.0			S002	Argile silteuse, plastique, verte et beige.
					137.0			S003	Argile micacée, verte et lie de vin (de 159 à 172,5 m), passées sableuses.	
					172.5		Lignite	S091	Sable quartzeux, grossier, micacé, peu argileux, débris de lignite.	
Yprésien	Yprésien supérieur	Formation de Guizengeard inférieure			187.0		Lignite	S087	Sable grossier et argile en alternance (Formation de Guizengeard inf.)	
					199.0		Lignite	S091	Sable grossier à lignite.	
					205.5			S003	Argile grise et rose, peu sableuse.	
	Yprésien inférieur	Formation de Pombonne	Equivalent latéral de Bernet & Ramard		216.0			S091	Sable grossier, très propre	
					224.0			S001	Argile grise (Pombone = Equivalent de Bernet Ramard et Cuzorn)	
Campanien	Campanien supérieur		Fmt de Lalinde suposée		226.0			S003	Argile grise et blanche, sableuse.	
					237.5			S001	Argile rouge de décalcification peu sableuse	
					255.0			S259	Calcaire blanc jaunâtre, crayeux, bioclastique, peu fissuré (Formation de Lalinde suposée)	
					273.0					

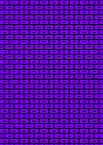
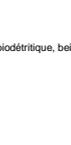
Strat.	Age	Appartenance	Formation	Equivalents Provenance Provenance	Prof (m)	Log	Comment	Cote lith.	Description					
Barroisien	Barroisien inférieur		Formation des Molasses de Saint-Nexant	Equivalent latéral des Argiles à Pal. et Molasses inf. & Boisbretreau	110			2047	Sable beige, peu argileux (Mauvions péliculaire d'après la carte géologique)					
					109			2048	Argile gris vert, peu sableuse.					
					108			2049	Cravier					
					107			2050	Argile gris vert, peu sableuse.					
					106			2051	Argile gris vert, peu sableuse.					
					105			2052	Sable grossier, argileux, beige.					
					104			2053	Argile beige.					
					103			2054	Argile gris vert, sableuse.					
					102			2055	Sable grossier, argileux, beige.					
					101			2056	Argile beige marron.					
Eocène moyen	Lutétien		Formation de Liorac	Equivalent latéral de la fin de Guizegard	100			2057	Argile gris vert puis marron et verte, core, gris blanc verdâtre, sableuse.					
					99			2058	Sable peu argileux.					
					98			2059	Argile sableuse, gris vert saumon.					
					97			2060	Sable peu argileux, lignite.					
					96			2061	Sable ligniteux.					
					95			2062	Sable peu argileux, pyrite (Ago arbitraire)					
					94			2063	Calcaire beige à Orbitoides.					
					93			2064	Calcaire bioclastique, mameux, grisâtre, opp glauconites.					
					92			2100	Grès bioclastique, jaune beige (Subdivision des formations du Campanien approximative)					
					91			2065	Calcaire bioclastique, gréseux, beige blanc, opp pyrites.					
Campanien	Campanien supérieur	Formation de Lalinde	Campanien 5		181.0			2066	Calcaire gréseux et mameux, grisâtre. Opp glauconites.					
					180.0			2067	Calcaire gréseux et mameux, grisâtre. Opp glauconites.					
					200.0			2068	Calcaire gréseux et mameux, grisâtre. Opp glauconites.					
					224.0			2069	Calcaire gréseux et mameux, grisâtre. Opp glauconites.					
					241.0			2070	Calcaire bioclastique, gréseux, beige jaunâtre.					
		Formation de Lamontie	Campanien 4				247.0			2071	Calcaire gréseux, beige, de plus en plus fin et gris vers la base.			
							255.0			2072	Calcaire gréseux, blanc à silex blancs, plus fin vers le bas, opp glauconites.			
							289.0			2073	Calcaire gréseux et mameux, grisâtre à silex bruns. Opp glauconites.			
							340.0			2074	Calcaire gréseux et mameux, gris à silex bruns puis gris.			
							400.0			2075	Calcaire crayeux et mameux, gris blanc à silex bruns.			
Campanien inférieur	Formation de Marsaguet	Campanien 2			428.0			2076	Calcaire crayeux et mameux, gris blanc.					
					486.0			2077	Calcaire gréseux et mameux, gris sombre, glauconieux (Fin de St Félix de rellac, du peuch et de Bousstran indf.)					
					528.0			2078	Calcaire gréseux fin, blanc beige.					
					538.0			2079	Calcaire gréseux fin, blanc gris, opp silex gris blond à gris bleu.					
					552.0			2080	Calcaire gréseux gris puis gris blanc, nombreux silex blancs et gris bleutés.					
	Formation de Atur	Campanien 1				589.0			2081	Calcaire gréseux, gris à glauconie abondante et silex blancs et gris.				
						593.0			2082	Calcaire gréseux, blanc beige, grisâtre à la base ; glauconie abondante et silex blancs et gris.				
						618.0			2083	Calcaire gréseux et mameux, grisâtre à silex bleutés. Opp glauconites.				
						640.0			2084	Calcaire peu gréseux, gris blanc à silex blancs et bleutés.				
						646.0			2085					
Oligocène supérieur	Santonien		Fini de St Félix, du Peuch et de Bousstran		528.0			2086	Calcaire gréseux fin, blanc beige.					
					538.0			2087	Calcaire gréseux fin, blanc gris, opp silex gris blond à gris bleu.					
					552.0			2088	Calcaire gréseux gris puis gris blanc, nombreux silex blancs et gris bleutés.					
					589.0			2089	Calcaire gréseux, gris à glauconie abondante et silex blancs et gris.					
					593.0			2090	Calcaire gréseux, blanc beige, grisâtre à la base ; glauconie abondante et silex blancs et gris.					
					Coniacien	Coniacien supérieur	Formation de Périgueux			618.0			2091	Calcaire gréseux et mameux, grisâtre à silex bleutés. Opp glauconites.
										640.0			2092	Calcaire peu gréseux, gris blanc à silex blancs et bleutés.

Lunet (2) - La Vigarié (SEP) - Ref 046 (Oligo Eocène et Crétacé sup) - Jean-Yves GUTTEREZ 2013



Nom du sondage 08072X0020
 Echelle 1 / 1000
 Tranche de profondeur 0.00 M - 516.00 M
 Coordonnées X_LIIE = 479148 Y_LIIE = 1991323 Z_ORIGINE = 109

Infos	Age	Age détaillé	Formations	Precision Age Format	Prof. (m)	Log	Contact	Code Litho	Description		
Pezuls (24) - Ruisseau de La Reze - Ref 807 (Coupe du Crétacé sup.) - Validation GUTIERREZ 2013	Quaternaire	Holocène			3.0			S154	Alluvions de La Reze		
					7.0				Calcaire gréseux jaune orange		
	Campanien	Campanien supérieur	Formation de Couze	Campanien 4-5	10.0					Calcaire gréseux jaune orange, très fissuré (karst ?)	
					36.0			S241	Calcaire gréseux jaune orange		
					45.0				Calcaire gréseux blanc gris		
		53.0			S243	Calcaire "marno-gréseux" gris, glauconie, rare silex					
		Campanien 3	Formation de Journiac	Campanien 3	63.0			S237	Marne		
					75.0			S241	Calcaire gréseux gris clair devenant marneux (à la base), silex gris à bruns		
		Campanien inférieur	Formation de Trémolat	Campanien 1-2	96.0			S235	Calcaire "marno-crayeux" gris, glauconie rare, quelques silex gris		
					114.0				Calcaire "marno-crayeux" gris, glauconie rare, silex bruns		
					120.0			S243	Calcaire "marno-gréseux" gris, glauconie, silex bruns		
		Santonien	Santonien supérieur	Formation de Saint-Félix-de-Reilhac	Formation de Savignac et Mauzens indif.	144.0			S241	Calcaire gréseux blanc gris (Formation de Savignac & Mauzens)	
	153.0							Calcaire gréseux gris à quelques silex (Formation de Savignac & Mauzens)			
	Santonien inférieur		Formation de Boussitran			168.0				Calcaire gréseux jaunâtre (Formation de Savignac & Mauzens)	
						190.0				Calcaire gréseux gris vert à glauconie (Formation de Savignac & Mauzens)	
	Coniacien	Coniacien supérieur	Formation des Eyzies			213.0			S235	Calcaire ("illisible") jaunâtre à verdâtre (Limite arbitraire)	
						243.0			S243	Calcaire "marno-gréseux" gris à silex gris	
						254.0				S095	Calcaire gréseux et grés grossier jaune marron "détritique" : Coniacien anormalement épais dans ce secteur (180 m), Indication confirmé par J.P. PLATEL
						264.0			S241	Calcaire gréseux gris-vert à glauconie et silex	
						276.0				Calcaire gréseux blanc gris à silex	
		282.0			S243	Calcaire "marno-gréseux" gris à glauconie et silex					
		Coniacien inférieur	Formation de La-Rouquette				288.0			S241	Calcaire gréseux gris-vert à glauconie
							298.0			S243	Calcaire "marno-gréseux" gris à glauconie
							372.0			S241	Calcaire gréseux bioclastique beige gris à niveaux de glauconie
386.0									Calcaire gréseux bioclastique beige rose		
408.0								Calcaire gréseux beige gris à glauconie, quelques silex			
Turonien	Turonien supérieur	Formation de Saint-Cirq			419.0			S243	"Calcaire marno-gréseux" gris à silex		
					420.0			S375	Calcaire cristallin fin marron (Hardground)		
	Turonien moyen	Formation de Saint-Cyprien				434.5			S243	Calcaire "marno-gréseux" gris sombre	
						442.5			S088	Grés "détritique" marron	
						447.5			S259	Calcaire bioclastique blanc rose	
	Turonien inférieur	Formation de Domme				454.5			S235	Calcaire bioclastique très fin beige	
						484.0				Calcaire "marno-crayeux" assez dur gris blanc (Limite arbitraire entre les deux formations)	
Kimméridgien	Cénomannien supérieur	Formation du Dantou			499.0				Calcaire "marno-crayeux" assez dur gris blanc		
					505.0			S237	Marnes et calcaire gréseux		
	Kimméridgien supérieur	Formation d'Allas			516.0			S235	Calcaire graveleux oolithique beige gris à joints marneux noirs		

Infos	Age	Age décalé	Formations	Precision Age Format	Prof. (m)	Log	Contact	Code Litho	Description
Marquay (24) - Secteur de Sarlat - Ref 808 (Coupe complète du Coniacien) - 2eme Validation GUTIERREZ 2013	Santonien	Santonien inférieur	Formation de Bousstran		24.0			S241	Calcaire gréseux, marron, beige rose.
					33.0				Calcaire gréseux, biodétritique, beige blanc.
	Coniacien	Coniacien supérieur	Formation des Eyzies		42.0			S097	Grès fin, beige blanc.
					47.0				Grès grossier, biodétritique beige gris
					63.0			S241	Grès grossier.
					95.0				Calcaire gréseux, biodétritique, beige blanc.
					109.0			S097	Grès fin, beige.
					118.0				Calcaire gréseux, fin, blanc gris à rose
	Turonien	Turonien supérieur	Formation de La-Rouquette		132.0		Silex	S243	Calcaire et mame gréseux, gris, silex bruns.
					141.0				Calcaire et mame gréseux, gris.
150.0							S087	Sable gris vert, lignite.	
				155.0			S133	Calcaire gréseux et gres biodétritique marron à beige blanc	
				170.0					

Nom du sondage 08083X0027
 Echelle 1 / 500
 Tranche de profondeur 0.00 M - 243.00 M
 Coordonnées X_LIIE = 521720.6 Y_LIIE = 1998295 Z_ORIGINE = 189

Infos	Age	Age détaillé	Formations	Precision Age Format	Prof. (m)	Log	Contact	Code Litho	Description				
Salignac (24) - La Planque - Ref 808 (Coupe Malm et Dogger) - 2eme Validation GUTIERREZ 2013 (D'après publi Cybaynes 1989)	Kimméridgien-Quaternaire	Holocène	Formation de Cras	Alluvions de La Borreze & colluvions	2.0			S154	Terre végétale et argile (Alluvions de La Borreze et colluvions de fond de vallée)				
		Kimméridgien inférieur						S235	Calcaire marneux, sublithographique, gris.				
	Oxfordien	Kimméridgien-Quaternaire	Oxfordien supérieur	Formation de Cras		12.0			S167	Calcaire finement grenu, beige grisâtre à texture bréchoïde.			
						18.0			S235	Calcaire marneux, sublithographique, gris.			
			20.0			S416	Calcaire fin, finement grenu						
			25.0		Breches de Vers (Oxf. sup.)	25.0			S365	Sable fin, argileux (remplissage karstique) - Formation de Vers (Membre des Breches de Vers karstifiées suposées : Oxf. Sup.)			
			33.0		Fmt de Vers (Oxf. moyen à sup.)	33.0			S416	Calcaire fin, beige blanchâtre (Fmt de Vers : Membre des Calcaires à Astartes de VersOxfordien moyen à sup.)			
			63.0		Fmt de St Gery (Oxf. inf. à moy.)	63.0			S291	Calcaire compact, finement grenu à grumeleux, blanc (Fmt de St Gery : Oxfordien inf. à moy.)			
			89.0						S291	Calcaire grumeleux et calcaire graveleux, blanc.			
			111.0						S260	Calcaire oolithique, blanc.			
			114.0						S416	Calcaire dur, finement grenu, compact, beige.			
			120.0						S260	Calcaire grumeleux et calcaire oolithique, blanc.			
	Jurassique moyen	Oxfordien	Oxfordien inférieur	Formation de Saint-Gery		127.0			S375	Calcaire cryptocristallin, compact, beige à rares passées bioclastiques et graveleuses bien cimentés. Fracturation et sable à 132 m (Fmt de Rocamadour : Membre de Cabreret : Callovien)			
						134.0			S416	Calcaire finement grenu, compact, beige grisâtre à débit en lamelles fines (trocholines ?). (Fmtde Rocamadour : Membre de Cabreret : Callovien)			
						146.0			S416	Calcaire fin, beige. (Fmt de Rocamadour : Membre de Cabreret : Callovien)			
						159.0			S200	Calcaire finement grenu, blanc grisâtre. (Fmt de Rocamadour : Membre de Cabreret : Callovien)			
						178.0		Membre de Cabreret (Callovien)	178.0			S200	Calcaire finement grenu, beige jaunâtre à niveaux sublithographiques à partir de 184 m. Fracturation entre 185-186 m. (Fmtde Rocamadour : Membre de Cabreret : Callovien)
						191.0						S416	Calcaire granuleux, beige. (Fmtde Rocamadour : Membre de Cabreret : Callovien)
						195.0						S416	Calcaire finement grenu, compact, gris. (Fmtde Rocamadour : Membre de Cabreret : Callovien)
						199.0						S416	Calcaire finement grenu, beige jaunâtre à beige grisâtre. (Fmtde Rocamadour : Membre de Cabreret : Callovien)
						209.0						S375	Calcaire fin, compact, beige grisâtre, cryptocristallin. (Fmtde Rocamadour : Membre de Cabreret : Callovien)
						229.0						S375	Calcaire fin, sublithographique et calcaire granuleux, jaunâtre (240 m = Discontinuité D18 définie par J. Rey dans le query).(Fmtde Rocamadour : Membre de Cabreret : Callovien)
	Bathonien	Oxfordien	Bathonien supérieur	Formation de Rocamadour	Membre de Marcihac (Bath. Sup.)	240.0			S235	Calcaire marneux, gris bleuté (Fmt de Rocamadour : sommet du menbre de Marcihac plus argileux : Bathonien sup.).			
					243.0					S235			

Instr	Age	Age de base	Formation	Formation / Membre / Fm	Prof. (m)	Log	Comment	Cote Lito	Description	
Cénozoïque	Oxfordien	Quaternaire	Formation de Saint-Gery	Alluvions de La Borzeze & colluvions	2.0			3154	Terre végétale et graviers argileux (Alluvions de La Borzeze, Colluvions)	
								3260	Calcaire oolithique, blanc grâtré.	
Jurassique moyen	Callovien		Formation de Rocamadour	Fmt de Rocamadour - Membre de Cabreret (Callovien)	78.0			3279	Calcaire bioclastique, beige à gris.	
					92.0			3274	Calcaire en plaquettes, beige (Fmt de Rocamadour : Membre de Cabreret : Callovien)	
					120.0			3375	Calcaire sublithographique, gris à beige (Fmt de Rocamadour : Membre de Cabreret : Callovien)	
					126.0			3235	Calcaire en plaquettes, légèrement mameux (Fmt de Rocamadour : Membre de Cabreret : Callovien)	
					145.0			3375	Calcaire sublithographique, gris beige (Fmt de Rocamadour : Membre de Cabreret : Callovien)	
					166.0			3235	Calcaire mameux, sublithographique, gris beige (Fmt de Rocamadour : Membre de Cabreret : Callovien) - 166 m : Discontinuité Quercy D18	
					178.0			3375	Calcaire sublithographique à coquilles, gris beige (Fmt de Rocamadour : Membre de Cabreret : Callovien)	
					183.0			3260	Calcaire oolithique, coquillier, blanchâtre (Fmt de Rocamadour : Membre de Cabreret : Callovien)	
					198.0			3235	Calcaire mameux, gris noir (Fmt de Rocamadour : Membre de Cabreret : Callovien)	
					201.0			3260	Calcaire bioclastique, oolithique, oxydé (Fmt de Rocamadour : Membre de Cabreret : Callovien)	
Bathonien	Bathonien supérieur		Formation de Rocamadour	Fmt de Rocamadour - Membre de Marcihac (Bath. Sup.)	209.0			3260	Calcaire bioclastique, oolithique, plus cristallin (Fmt de Rocamadour : Membre de Marcihac : Bathonien sup.) - 225 m : Discontinuité Quercy D17	
					225.0			3235	Calcaire mameux, gris à gravelles (Fmt de Carjac : Membre des Mamo-calcaires de St Chels : Bathonien sup.)	
					231.0			3375	Calcaire sublithographique à intraclastes (Fmt de Carjac : Membre des Mamo-calcaires de St Chels : Bathonien sup.)	
					240.0			3235	Calcaire mameux, en plaquettes (Fmt de Carjac : Membre des Mamo-calcaires de St Chels : Bathonien sup.)	
					252.0			3375	Calcaire sublithographique, beige (Fmt de Carjac : Membre des Mamo-calcaires de St Chels : Bathonien sup.) - 256 m : Discontinuité Quercy D15 supposée	
	Bathonien moyen			Formation de Carjac	Fmt de Carjac - Membre des Breches de St Chels (Bath. moy.)	256.0			3260	Calcaire oolithique, blanc à intraclastes noirs (Fmt de Carjac : Membre des "Breches" de St Chels : Bathonien moy.)
						265.0			3235	Calcaire mameux, sublithographique, gris (Fmt de Carjac : Membre des "Breches" de St Chels : Bathonien moy.)
						318.0			3291	Calcaire graveleux (Fmt de Carjac : Membre des "Breches" de St Chels : Bathonien moy.)
						324.0			3375	Calcaire sublithographique, peu dolomitisé (Fmt de Carjac : Membre des "Breches" de St Chels : Bathonien moy.) ?
						327.0			3235	Calcaire mameux et oolithique à intraclastes (Fmt de Carjac : Membre des Calcaires Massifs de La Bouye : Bajocien sup. à Bathonien inf.)
Bajocien	Bajocien supérieur		Formation de Carjac	Fmt de Carjac - Membre des Calcaires massifs de La Bouye (Baj. sup. à Bath. inf.)	345.0			3260	Calcaire gris à rares oolithes et argile maron (Fmt de Carjac : Membre des Calcaires Massifs de La Bouye : Bajocien sup. à Bathonien inf.)	
					348.0			3235	Calcaire sublithographique, gris foncé à intraclastes et bancs mameux (Fmt de Carjac : Membre des Calcaires Massifs de La Bouye : Bajocien sup. à Bathonien inf.)	
					351.0			3235	Calcaire dolomitisé, gris à calcaire (Fmt de Carjac : Membre des Calcaires Massifs de La Bouye : Bajocien sup. à Bathonien inf.)	
					357.0			3235	Calcaire dolomitisé à oolithes, coquillier, calcine (Fmt de Carjac : Membre des Calcaires Massifs de La Bouye : Bajocien sup. à Bathonien inf.)	
					375.0			3375	Calcaire sublithographique et calcaire dolomitisé à oolithes (Fmt de Carjac : Membre des Calcaires Massifs de La Bouye : Bajocien sup. à Bathonien inf.)	
	Bajocien inférieur			Formation de Carjac	Fmt de Carjac - Membre de Lamagol (Baj. sup.)	377.0			3260	Calcaire à oolithes grises et blanches (Fmt de Carjac : Membre de Lamagol : Bajocien sup.) - 429 m : Discontinuité Quercy D12
						429.0			3295	Calcaire recristallisé, karstique (Fmt d'Autoure : Membre du Pech Affamat : Bajocien sup.)
						431.0			3295	Calcaire recristallisé à oolithes, oxydation abondante (Fmt d'Autoure : Membre du Pech Affamat : Bajocien sup.)
						443.0			3260	Calcaire dolomitisé rouge poreux (Cargneule du Fmt d'Autoure : Membre du Pech Affamat : Bajocien sup.)
						445.0			3260	Calcaire oolithique, beige et gris (Fmt d'Autoure : Membre de Calvignac : Bajocien inf. à sup.) - Discontinuité Quercy D10 à 468 m
Trias inférieur	Aalénien inférieur		Formation d'Autoure	Fmt d'Autoure - Membre de Calvignac (Baj. inf. à sup.)	468.0			3235	Calcaire mameux, dolomitisé, rouille (Fmt d'Autoure : Membre de Calvignac : Aalénien inf. à sup.) - A la base : Discontinuité D9 du Quercy définies par J. Rey et al.	
					482.9			3235	Marne noire.	
Trias supérieur	Toarcien supérieur		Formation de Lexos	Fmt d'Autoure - Membre de Lexos (Toarcien sup.)	483.0			3235		

Intes	Age	Age détaillé	Formations	Precision Age Formati	Prof. (m)	Log	Contact	Code Litho	Description
Eymet (24) - Piezomètre BRGM du Château d'eau (Coupe Rupélien à Eocene moy.) - Ref Carte 830 - Validation GUTIERREZ 2012	Oligocène	Rupélien	Formation des Molasses de l'Agenais	Rupélien basal (Molasse Agenais inf.)	3.0		Altère	S001	Argile silteuse carbonatée plastique marron à ocre roux
			Formation de Castillon	Rupélien basal	6.0			S007	Argile silteuse légèrement sableuse carbonatée plastique gris-vert à beige clair
					8.0			S237	Alternance Calcaire crème et argile gris vert à beige clair (Argile dominante)
					12.0			S235	Alternance Calcaire crème et argile gris vert à beige clair (Calcaire dominant)
					16.0			S234	Calcaire crème à joint argileux gris vert à beige clair
					18.0			S235	Alternance Calcaire crème et argile gris vert à beige clair (Calcaire dominant)
	20.0			S237	Alternance Calcaire crème et argile gris vert à beige clair (Argile dominante)				
	Eocène	Priabonien	Formation des Molasses du Fronsadais	Priabonien sup. à Rupélien basal.	41.0			S007	Argile carbonatée plastique gris-vert à ocre à quelques niveaux carbonatés (poupées ? Nodules ?)
					44.0				Argile légèrement sableuse
					47.0			S003	Argiles sableuse
					48.5				Argiles sableuse à grains moyen
					50.0		Altère		Argiles blanchâtres
					51.0		Altère		Argiles indurées ocre roux à rares niveaux de calcaires crème
			Formation des Argiles à Palaeotherium	Priabonien inf. à moy.	54.0				Argiles gris vert clair à veinules ocre et niveaux de calcaires
					57.0				Argiles gris vert clair à veinules ocre et niveaux de calcaires et sable
					63.0		Altère	S007	Argile très plastique ocre à roux
					66.0				Argile silteuse carbonatée gris-bleu, beige jaunâtre à ocre indurées à rares petits niveaux calcaires et sableux
					72.0			S235	Calcaire argileux crème et argiles crèmes
					72.5				Argile silteuse carbonatée crème indurées à rares petits niveaux calcaires banc à ocre et sableux
	Bartonien	Bartonien supérieur	Formation des Molasses inférieures	Bartonien à Priabonien inf. supposé	78.0			S007	Argile légèrement sableuse carbonatée indurées à petits niveaux calcaires
					83.5		Altère		Argile silteuse carbonatée indurées ocre et plus rarement gris à blanchâtre
					87.0			S235	Calcaire argileux
					91.5			S007	Argile silteuse carbonatée indurées gris vert à blanchâtre à niveaux calcaires crèmes, rosés et ocre
					93.0			S235	Calcaire argileux
94.0							S007	Argile silteuse carbonatée indurées gris vert à blanchâtre à niveaux calcaires crèmes, rosés et ocre	
Bartonien inférieur		Formation de Guizengard indifférenciée	Bartonien supposé (Formation Fluviale)		99.5				Argile silteuse légèrement sableuse non carbonatée gris vert
					103.0		Altère	S002	Argile silteuse non carbonatée gris vert à ocre
					105.0				Argile silteuse gris vert à ocre à petits niveaux carbonatés crème à roux
					110.0			S003	Chenal argilo sableux (d'après diagraphies)
					111.5				Argile silteuse légèrement sableuse non carbonatée gris beige
					114.0			S002	Argile silteuse non carbonatée gris beige légèrement sableuse (d'après diagraphie)
117.0		Altère		Argile silteuse à chenaux argilo sableux fin gris vert à ocre rougeâtre					
122.0			S003	Chenal argilo sableux (d'après diagraphies)					
123.0				Argile silteuse à chenaux argilo sableux fin gris vert à ocre rougeâtre					
127.0			S002	Argile légèrement silteuse ocre					
131.0				Argile sableuse à grain moyen gris à ocre (chenal argilo sableux)					
132.0			S003	Argile sableuse grise à débris ligniteux					
133.0		Lignite		Argile sableuse gris foncé à débris d'oxyde de fer et de carbonates					
135.0			S002	Argile silteuse gris verte (non sableuse)					
139.0									
146.0					Lignite	S003	Argile légèrement sableuse grise à débris de lignite		

Infos	Age	Age détaillé	Formations	Préciser Age Format	Prof. (m)	Log	Contact	Code Litho	Description
Ste Croix (24) - La Sellerie (1988, 378 m) - Ref 831 (Coupe détaillée Campanien-Turonien) - 2eme validation GUTIERREZ 2013	Quaternaire	Holocène		Alluvions de La Couze	6.0			S399	Alluvions de la Couze
		Campanien	Campanien supérieur	Formation de Journiac	Campanien 3	12.0			S235
	26.0					Glauconie	Calcaire marneux, gris clair à glauconie.		
	40.0					Silex	Calcaire marneux, tendre à silex.		
	42.0					Calcaire marneux, fin, gris clair à glauconie.			
	Campanien inférieur		Formation de Trémolat	Campanien 1-2	54.0	Glauconie	S235	Calcaire bioclastique, blanc crème à glauconie.	
					67.0			S239	Calcaire bioclastique, gris clair à jaune.
		68.0					S235	Calcaire marneux, gris.	
	Santonien	Santonien supérieur	Formation de Saint-Félix-de-Reilhac		83.0	Glauconie	S241	Calcaire gréseux, bioclastique, jaune à jaune gris, passage glauconieux.	
					98.0				Calcaire gréseux, bioclastique, fin, gris à jaune.
					108.0				S235
		112.0	Glauconie	S241	Calcaire gréseux, bioclastique, fin, gris jaune, brachiopodes.				
		135.0	Silex & Glauconie		S243	Calcaire grés-marneux, fin, gris clair à glauconie, qqs silex brun noir.			
		145.0	Silex		S250	Calcaire gris clair à silex.			
	Santonien inférieur	Formation de Bousstran		159.0			S239	Calcaire bioclastique, blanc, friable.	
				161.0			S241	Calcaire gréseux, bioclastique, compact, jaune à rose, très rose à la base.	
	Coniacien	Coniacien supérieur	Formation des Eyzies		210.0			S375	Calcaire fin, compact, bioclastique, gris beige à rose.
					250.0			S239	Calcaire bioclastique, jaune, traces d'oxydation.
					297.0				Calcaire bioclastique, blanc crème, rare glauconie.
					299.0				Calcaire bioclastique, blanc beige à grisâtre, compact, niveaux de calcarénites peltoïdes.
					317.0			S263	Calcaire fin, peltoïde, gris clair à silex noirâtre et glauconie.
					323.0	Glauconie	S235	Calcaire marneux, gris foncé à silex noirs avec passage ocre, glauconie.	
	Turonien	Turonien supérieur	Formation de Saint-Cirq		329.0			S239	Marne verdâtre, glauconieuse.
					330.0			S235	Calcaire fin, gris beige.
333.0				S235	Calcaire marneux, gris foncé à intraclastes noirs, rudistes fréquents.				
336.0				S239	Calcaire graveleux, bioclastique, beige à gris, milioles.				
345.0				S263	Calcaire peltoïde, silteux puis graveleux, bioclastique, grisâtre à jaune clair.				
356.0				S430	Marne silteuse, gris foncé.				
359.0				S239	Calcaire bioclastique, blanc.				
360.0				S411	Calcaire roux à gravelles calibrées, fines.				
Turonien moyen	Formation de Saint-Cyprien			364.0			S239	Calcaire gris beige, bioclastique à intraclastes gris foncé.	
				366.0			S239	Calcaire crème, bioclastique et graveleux à rudistes.	
				369.0			S375	Calcaire fin, bioclastique, gris clair à rudistes et bryozoaires, peltoïde vers la base.	
				378.0					

Infos	Age	Age détaillé	Formations	Precision Age Format	Prof. (m)	Log	Contact	Code Litho	Description	
Rampieux (24) - Bouchou (1991) - Ref 831 (Coupe Tertiaire et sommet Crétacé sup.) - 2eme Validation GUTIERREZ 2013	Quaternaire	Holocène	Formation des Molasses de l'Agenais		2.0			S364	Terre végétale (Le contact avec le Calcaire Blanc de l'Agenais et les Molasses de l'Agenais se trouve en tete de sondage d'après la carte géologique)	
			Formation de Monbazillac		6.0			S237	Argile et marne beige jaune (Molasse de l'Agenais Sup. : Rupélien terminal à Chattien)	
	Oligocène	Rupélien		Formation de La-Bessède		12.0			S236	Calcaire marneux, blanc (lacustre)
						20.0			S237	Marnes et argiles bariolées (Fmt de la Bessede = Equivalent latéral des Molasses de l'Agenais inf. puis du Fronsadais dans le NE Aquitain)
				Formation de Castillon		32.0			S001	Argile rouge
						43.0			S237	Marne blanche. (Marnes blanches supposé lacustre rattaché à la Fmt de Castillon)
	Eocène	Priabonien	Formation de Sainte-Croix-De-Beaumont	Priabonien moy. (Equivalent de la Fmt des Ondes)	46.0			S236	Calcaire marneux, blanc (Equivalent de la Fmt des Ondes : Priabonien moy.)	
		Yprésien		Ypresien inf. à Bartonien inf. (Fmt de St Georges et de Sauteloup indif.)	74.0			S001	Argile rouge et verte, sable (Formation de St Georges et de Sauteloup indifférencié. Equivalent latéral de Guizengard et de Bernêt Ramard : Ypresien Inf. à Bartonien inf.)	
	Campanien	Campanien supérieur	Formation de Couze	Campanien 4-5	101.0			S365	Calcaire très altéré avec argile rouge et sable grossier dans les fissures.	
					108.0			S241	Calcaire gréseux, ocre et rouille (Campanien 4-5 définis par J.P. Platel)	
		Formation de Journiac	Campanien 3	132.0			S236	Calcaire marneux, blanc gris (Campanien3)		
	Santonien	Campanien inférieur	Formation de Trémolat	Campanien 1-2	150.0			S241	Calcaire gréseux, beige et blanc (Campanien 1-2)	
		Santonien supérieur	Formation de Saint-Félix-de-Reilhac	Fmt de Savignac et Mauzens indif.	200.0		Silex & Glauconie	S255	Calcaire grisâtre à silex noirs, glauconie abondante (Fmt de Savignac et Mauzens)	
	Coniacien	Santonien inférieur	Formation de Boussitran		260.0				Calcaire gréseux à bioclastes, blanc.	
					274.0		Glauconie	S241	Calcaire gréseux, jaune, friable, glauconieux à la base.	
		Coniacien supérieur	Formation des Eyzies		307.0			S234	Calcaire jaune, très friable.	
					331.0			S236	Calcaire marneux, peu gréseux, gris.	
				340.0			S241	Calcaire gréseux gris à gris blanc.		
			345.0							

Infos	Age	Age détaillé	Formations	Précision Age Formation	Prof. (m)	Log	Contact	Code/Litro	Description	
CampaenienQuaternaire		Holocène		Alluvions du Dropt et Colluvions latéraux	6.0			S154	"Eboulis" de calcaire gréseux beige (Alluvions du Dropt et/ou colluvions latéraux)	
		Campanien inférieur	Formation de Trémolat	Campanien 1-2				S241	Calcaire gréseux beige (Campanien 1-2)	
Crétacé supérieur		Santonien	Formation de Trémolat	Fmt de Savignac Mauzens et Bousstran	40.0			S255	Calcaire gréseux détritique beige jaune glauconieux (Fmt de Savignac, Mauzens et Bousstran indifférenciés)	
					45.0	Glauconie				
					64.0				Calcaire gréseux grossier à nombreux débris bioclastiques beige orangé, ferrugineux à 78 m (Fmt de Savignac, Mauzens et Bousstran indifférenciés)	
					89.0	Silex & Glauconie				
Coniacien		Coniacien supérieur	Formation des Eyzies		120.0			S241	Calcaire gréseux bioclastique beige rose	
					234.0					Calcaire gréseux plus fin bioclastique blanchâtre
		Coniacien inférieur	Formation de La-Rouquette		260.0				Calcaire gréseux plus fin bioclastique blanchâtre à silex blond	
					275.0	Silex				Calcaire "mameux" gréseux plus fin bioclastique blanchâtre à silex blond
Turonien		Turonien supérieur	Formation de Saint-Cirq		278.0			S249	Marnes grises	
					284.0				S237	Marnes grises
					304.0				S133	Grès et calcaire bioclastiques jaunâtres, "blanchâtre ou mameux gris"
		Turonien moyen	Formation de Saint-Cyprien		309.0			S237	Marnes grises	
					315.0				S133	Grès et calcaire bioclastiques jaunâtres, "blanchâtre ou mameux gris"
		Turonien inférieur	Formation de Villars		330.0				Calcaire "mamo-crayeux" blanchâtre (limite basale arbitraire)	
					378.0				S235	Calcaire "mamo-crayeux" blanchâtre
Cénomannien		Cénomannien supérieur	Formation de Simeyrols		378.0	Lignite & Pyrite		S237	Marnes noires "très argileuses" à lignite et pyrite	
Kimméridgien		Kimméridgien supérieur	Formation d'Allas		395.0				Calcaire "mameux" gris fin	
					402.0					Calcaire "mameux" gris fin dur
		Kimméridgien inférieur	Formation de Cahors		410.0				Calcaire "mameux" gris fin	
					430.0				S235	Calcaire argileux gris sombre - 454 m : Discontinuité Quercy D25 (Rey, 1989)
		Kimméridgien inférieur	Formation de Roquedure		454.0		Q D25		Calcaire "mameux" fin gris clair à interlits mameux gris - 490 m : Discontinuité Quercy D24 (Rey, 1989)	
					490.0		Q D24			Calcaire fin gris dur, crayeux parfois "microolithique"
Oxfordien		Oxfordien supérieur	Formation de Cras		521.0			S236	Calcaire crayeux parfois "microolithique"	
					533.0				S235	Calcaire "mameux" grisâtre - 543 m : Discontinuité Quercy D23 (Rey, 1989)
		Oxfordien			543.0		Q D23		Calcaire crayeux "détritique" parfois "microolithique" blanc-beige-grisé, légèrement dolomitique et grisâtre à la base	
					591.0				S235	Calcaire crayeux ou "lithographique" fin blanc beige à interlits mameux (Fmt de Vers : Oxfordien)
Jurassique supérieur		Oxfordien		Fmt de St Gery (Oxfordien)	608.0			S237	Dolomie beige	
					611.0				S237	Marnes noires (Fmt de St Gery : Oxfordien)
		Oxfordien			615.0			S237	Calcaire "lithographique" blanc beige jaunâtre (Fmt de St Gery : Oxfordien)	
					639.0				S240	Calcaire oolithique dolomitique blanc-beige (Fmt de St Gery : Oxfordien)
		Oxfordien			707.0			S237	Dolomie beige (Fmt de St Gery : Oxfordien)	
					715.0				S237	Dolomie marron (Fmt de St Gery : Oxfordien)
		Oxfordien			720.0			S235	Calcaire dolomitique blanc-beige (Fmt de St Gery : Oxfordien)	
					752.0				S237	Dolomie marron-beige (Fmt de St Gery : Oxfordien)
		Oxfordien			769.0			S235	Calcaire dolomitique fin blanc-beige (Fmt de St Gery : Oxfordien)	
					775.0				S235	Calcaire sublithographique gris, dolomitisé (Fmt de St Gery : Oxfordien)
Jurassique moyen		Callovien	Formation de Rocamadour	Membre de Cabrerets	781.0			S235	Calcaire oolithique et pisolithique à tâches "sombres blanchâtres" (Fmt de Rocamadour : Membre de Cabrerets)	
					799.0				S237	Dolomie gris-marron (Fmt de Rocamadour : Membre de Cabrerets)

Gaugeac (24) - Sondage de Monpazier SW (AEP, 2000, 800 m) - Ref 831 (Coupe Crétacé sup. au Callovien) - Validation GUTIERREZ 2013

St Cermin (24) - Moulin de Bourret (AEP, 2001, 703 m) - Ref 831 (Coupe Crétacé sup. au Callovien) - Validation GUTIERREZ 2013

Infos	Age	Age détaillé	Formations	Precision Age Format	Prof. (m)	Log	Contact	Code L'ho	Description
Jurassique supérieur	Quaternaire	Holocène		Alluvions de La Lémance	4.5			S154	Couverture (Alluvions de La Lémance)
		Coniacien	Coniacien supérieur	Formation des Eyzies	62.0			S241	Calcaire bioclastique gréseux beige rosé
	Coniacien inférieur		Formation de La-Rouquette	72.0				Calcaire bioclastique gréseux beige rosé très fissuré (karst)	
								Calcaire gréseux fin blanc-beige-verdatre	
	Turonien	Turonien supérieur	Formation de Saint-Cirq	95.0			S242	Calcaire grés-marneux gris (Marnes sommet turonien supposée)	
				96.0			S133	Grès bioclastique beige jaune à gris	
		Turonien moyen	Formation de Saint-Cyprien	136.0			S241	Calcaire gréseux fin bioclastique blanc-gris	
				148.0				Calcaire crayo-marneux gris clair (Limite arbitraire situé au milieu de l'ensemble)	
				179.0			S235	Calcaire crayo-marneux gris clair	
				210.0				Calcaire marneux et marnes dolomitique gris marron	
	Kimméridgien	Kimméridgien supérieur	Formation d'Allas	222.0			S235	Calcaire marneux gris clair	
				227.0			S237	Calcaire marneux et marnes gris sombres	
				234.0			S235	Calcaire marneux gris clair à débris coquilliers	
				246.0			S464	Calcaire marneux et marnes dolomitique gris à débris coquilliers	
				291.0			S237	Calcaire marneux fin et marnes gris sombres - 334 m : Discontinuité Quercy D25	
				334.0				Calcaire marneux gris clair à sombre à débris coquilliers - 364 m : Discontinuité Quercy D24	
				364.0			S235	Calcaire marneux gris dur à passages dolomitisés	
				396.0			S297	Dolomie beige blanche	
	Kimméridgien inférieur	Formation de Roquedure	408.0			S296	Calcaire crayeux blanc à passés détritique (Base de la Fmt de Roquedure) - 419 m : Discontinuité Quercy D23		
			419.0			S413	Calcaire "détritique" oolithique et pisolitique blanc-gris		
	Oxfordien	Oxfordien supérieur	Formation de Cras	478.0			S375	Calcaire fin dur gris clair (Fmt de Vers ; Oxfordien)	
				503.0			S297	Dolomie marron beige (Fmt de St Gery ; Oxfordien)	
	Jurassique inférieur	Oxfordien	Formation de Rocamadour	515.0			S413	Dolomie et calcaire dolomitique, oolithique, pisolitique blanc beige (Fmt de St Gery ; Oxfordien)	
				539.0				Calcaire dolomitique, oolithique, pisolitique blanc beige (Fmt de St Gery ; Oxfordien)	
565.0						S260	Dolomie et calcaire dolomitique, oolithique blanc beige (Fmt de St Gery ; Oxfordien)		
588.0						S336	Dolomie cariée beige (Fmt de St Gery ; Oxfordien)		
603.0						S375	Calcaire "microlithique" blanc-beige (Fmt de St Gery ; Oxfordien)		
614.0						S297	Dolomie beige (Fmt de St Gery ; Oxfordien)		
629.0						S375	Calcaire "sublithographique" et "microlithique" beige-gris (Fmt de St Gery ; Oxfordien)		
641.0						S297	Dolomie et calcaire oolithique à taches sombres blanc beige à marron gris (Fmt de St Gery ; Oxfordien)		
684.0						S375	Calcaire "sublithographique" gris (Fmt des Rocamadour ; Membre de Cabrerets)		
689.0						S260	Calcaire fin et calcaire oolithique grisâtre (Fmt des Rocamadour ; Membre de Cabrerets)		
Jurassique moyen	Callovien		Membre de Cabrerets	703.0					

Annexe 2

Tableaux des mesures de fracturation

Paléozoïque

Communes	Lieux	Direction	Pendage	Tectoglyphes, Informations diverses	Code
		N 70 °E	90		TH11
		N 100 °E	67 S		TH12
		N 85 °E	85 N		TH13
		N 70 °E	85 N		TH14
		N 80 °E	84 N		TH15
		N 126 °E	80 S		TH16
		N 108 °E	80 S		TH17
		N 144 °E	80 S		TH18
		N 102 °E	68 S		TH19
		N 155 °E	70 S		TH110
		N 40 °E	78 E		TH111
		N 94 °E	65 S		TH112
		N 95 °E	65 S		TH113
		N 94 °E	65 S		TH114
		N 52 °E	85 E		TH115
		N 140 °E	74 S		TH116
		N 0 °E	45 W		TH117
		N 0 °E	48 W		TH118
		N 0 °E	45 W		TH119
		N 0 °E	47 E		TH120
		N 75 °E	84 N		TH121
		N 75 °E	85 N		TH122
		N 74 °E	86 N		TH123
		N 175 °E	80 E		TH124
		N 65 °E	85 S		TH125
		N 0 °E	40 W		TH126
		N 172 °E	80 E		TH127
		N 40 °E	68 E		TH128
		N 66 °E	80 S		TH129
		N 162 °E	90	Ecaillies: mouvement horizontal dextre	TH130
		N 67 °E	82 E		TH131
		N 67 °E	72 S		TH132
		N 150 °E	90	Ecaillies: mouvement horizontal dextre	TH133
		N 35 °E	70 W		TH134
		N 75 °E	82 N		TH135
		N 53 °E	73 N		TH136
		N 150 °E	80 E		TH137
		N 60 °E	68 N		TH138
		N 63 °E	68 N		TH139
		N 65 °E	48 N		TH140
		N 168 °E	90		TH141
		N 167 °E	80 W		TH142
		N 64 °E	77 N		TH143
		N 20 °E	68 W		TH144
		N 156 °E	90		TH145
		N 50 °E	66 W		TH146
		N 53 °E	72 W		TH147
		N 178 °E	88 E		TH148
		N 58 °E	63 W		TH149
		N 57 °E	72 N		TH150
		N 66 °E	72 N		TH151
		N 53 °E	62 N		TH152
		N 15 °E	70 W		TH153
		N 83 °E	70 S		TH154
		N 15 °E	63 W		TH155
		N 138 °E	80 S		TH156
		N 69 °E	72 W		TH157
		N 169 °E	90	Strie: N168°E 30°N	TH158
		N 115 °E	73 S		TH159
		N 70 °E	80 N		TH160
		N 39 °E	90		TH161
		N 153 °E	80 W		TH162
		N 161 °E	90		TH163
		N 165 °E	82 W		TH164
		N 142 °E	90		TH165
		N 137 °E	90		TH166
		N 0 °E	58 W		TH167
		N 10 °E	78 W		TH168
		N 30 °E	80 W		TH169
		N 106 °E	75 S		TH170
		N 42 °E	87 W		TH171

		N 125 °E	88 W		TH172
		N 45 °E	85 W		TH173
		N 30 °E	80 W		TH174
		N 138 °E	83 N		TH175
		N 28 °E	78 W		TH176
		N 134 °E	85 S		TH177
		N 45 °E	90		TH178
		N 51 °E	90		TH179
		N 75 °E	90		TH180
		N 96 °E	70 S		TH181
		N 28 °E	90		TH182
		N 130 °E	90		TH183
		N 145 °E	90		TH184
		N 80 °E	68 S		TH185
		N 89 °E	80 S		TH186
		N 99 °E	65 S		TH187
		N 25 °E	83 W		TH188
		N 93 °E	53 N		TH189
		N 103 °E	90		TH190
		N 130 °E	82 S		TH191
		N 25 °E	58 W		TH192
		N 128 °E	80 S		TH193
		N 50 °E	62 S		TH194
		N 48 °E	60 S		TH195
		N 125 °E	80 S		TH196
		N 11 °E	58 W		TH197
		N 52 °E	90		TH198
		N 132 °E	90		TH199
		N 88 °E	88 S	Stries horizontales	TH200
		N 55 °E	73 E		TH201
		N 102 °E	85 S		TH202
		N 179 °E	64 W		TH203
		N 135 °E	50 S		TH204
		N 30 °E	65 W		TH205
		N 5 °E	60 W		TH206
		N 3 °E	45 W		TH207
		N 158 °E	43 W		TH208
		N 47 °E	85 E		TH209
		N 140 °E	82 S		TH210
		N 160 °E	80 E		TH211
		N 39 °E	68 E		TH212
		N 95 °E	79 S		TH213
		N 137 °E	67 S		TH214
		N 45 °E	63 E		TH215
		N 45 °E	65 E		TH216
		N 37 °E	60 W		TH217
		N 150 °E	63 W	Ouverte + Calcite	TH218
		N 35 °E	62 W		TH219
		N 10 °E	90		TH220
		N 18 °E	85 W		TH221
		N 10 °E	60 W		TH222
		N 14 °E	62 E		TH223
		N 117 °E	65 S		TH224
		N 115 °E	78 N		TH225
		N 127 °E	88 N		TH226
		N 42 °E	55 N		TH227
		N 161 °E	55 W		TH228
		N 48 °E	30 W		TH229
		N 35 °E	70 E		TH230
		N 138 °E	90		TH231
		N 20 °E	52 W		TH232
		N 151 °E	68 E		TH233
		N 178 °E	50 W		TH234
		N 40 °E	82 W		TH235
		N 23 °E	55 W		TH236
		N 175 °E	50 W		TH237
		N 17 °E	55 W		TH238
		N 129 °E	75 S		TH239
		N 135 °E	75 W		TH240
		N 130 °E	60 E		TH241
		N 48 °E	90		TH242
		N 42 °E	50 W		TH243
		N 175 °E	50 W		TH244
		N 12 °E	68 E		TH245

		N 133 °E	65 S	Ecaillies: mouvement horizontal dextre	TH246
		N 19 °E	48 W		TH247
		N 11 °E	48 W		TH248
		N 143 °E	90		TH249
		N 105 °E	60 S		TH250
		N 137 °E	72 N		TH251
		N 124 °E	78 S		TH252
		N 65 °E	70 E		TH253
		N 38 °E	40 W		TH254
		N 172 °E	55 W		TH255
		N 130 °E	90		TH256
		N 45 °E	33 N		TH257
		N 171 °E	48 W		TH258
		N 172 °E	55 W		TH259
		N 125 °E	90		TH260
		N 133 °E	88 N		TH261
		N 135 °E	90		TH262
		N 66 °E	70 E		TH263
		N 172 °E	52 W		TH264
		N 63 °E	83 N		TH265
		N 37 °E	65 E		TH266
		N 165 °E	50 W		TH267
		N 169 °E	50 W		TH268
		N 95 °E	62 S		TH269
		N 178 °E	68 W		TH270
		N 165 °E	55 W		TH271
		N 171 °E	45 W		TH272
		N 138 °E	90		TH273
		N 167 °E	53 W		TH274
		N 163 °E	55 W		TH275
		N 0 °E	55 W		TH276
		N 3 °E	53 W		TH277
		N 13 °E	80 W		TH278
		N 62 °E	28 S		TH279
		N 0 °E	90		TH280
		N 165 °E	45 W		TH281
		N 135 °E	88 E		TH282
		N 7 °E	45 E		TH283
		N 51 °E	90		TH284
		N 14 °E	63 W		TH285
		N 109 °E	70 S		TH286
		N 104 °E	70 S		TH287
		N 100 °E	65 N		TH288
		N 100 °E	59 N		TH289
		N 143 °E	70 E		TH290
		N 98 °E	60 N		TH291
		N 149 °E	49 E		TH292
		N 130 °E	50 E		TH293
		N 100 °E	67 S		TH294
		N 67 °E	22 E		TH295
		N 77 °E	70 W		TH296
		N 85 °E	52 N		TH297
		N 146 °E	70 W		TH298
		N 22 °E	54 W		TH299
		N 150 °E	48 E		TH300
		N 15 °E	53 W		TH301
		N 154 °E	74 W		TH302
		N 7 °E	77 W		TH303
		N 110 °E	60 N		TH304
		N 146 °E	78 S		TH305
		N 46 °E	80 W		TH306
		N 156 °E	52 W		TH307
		N 23 °E	90		TH308
		N 166 °E	50 N		TH309
		N 147 °E	47 N		TH310
		N 84 °E	58 N		TH311
		N 116 °E	52 N		TH312
		N 23 °E	52 W		TH313
		N 100 °E	22 S		TH314
		N 152 °E	45 E		TH315
		N 37 °E	90		TH316
		N 99 °E	72 N		TH317

Bathonien

Communes	Lieux	Direction	Pendage	Tectoglyphes, Informations diverses	Code
		N 168 °E	88 W		CDT11
		N 167 °E	80 W		CDT12
		N 71 °E	83 N		CDT13
		N 160 °E	80 E		CDT14
		N 158 °E	70 W		CDT15
		N 85 °E	90		CDT16
		N 165 °E	90		CDT17
		N 75 °E	80 S		CDT18
		N 107 °E	78 S		CDT19
		N 178 °E	78 W		CDT110
		N 168 °E	90		CDT111
		N 169 °E	87 W		CDT112
		N 30 °E	90		CDT113
		N 17 °E	90		CDT114
		N 83 °E	90		CDT115
		N 127 °E	90		CDT116
		N 160 °E	83 W		CDT117
		N 115 °E	90		CDT118
		N 130 °E	90		CDT119
		N 175 °E	81 W		CDT120
		N 175 °E	80 E		CDT121
		N 170 °E	81 W		CDT122
		N 76 °E	90		CDT123
		N 167 °E	85 W		CDT124
		N 55 °E	90		CDT125
		N 169 °E	70 W		CDT126
		N 77 °E	80 S		CDT127
		N 168 °E	90		CDT128
		N 12 °E	55 W		CDT129
		N 165 °E	75 E		CDT130
		N 164 °E	90		CDT131
		N 63 °E	88 N		CDT132
		N 126 °E	80 N		CDT133
		N 167 °E	85 W		CDT134
		N 147 °E	64 E		CDT135
		N 170 °E	80 E		CDT136
		N 160 °E	70 E		CDT137
		N 24 °E	90		CDT138
		N 167 °E	90		CDT139
		N 0 °E	70 E		CDT140
		N 152 °E	90		CDT141
		N 153 °E	82 W		CDT142
		N 160 °E	81 E		CDT143
		N 16 °E	90		CDT144
		N 158 °E	72 W		CDT145
		N 148 °E	73 E		CDT146
		N 57 °E	90		CDT147
		N 160 °E	75 E		CDT148
		N 152 °E	88 E		CDT149
		N 72 °E	90		CDT150
		N 62 °E	90		CDT151
		N 24 °E	84 W		CDT152
		N 146 °E	88 S		CDT153
		N 75 °E	90		CDT154
		N 151 °E	90		CDT155
		N 77 °E	90		CDT156
		N 171 °E	90		CDT157
		N 178 °E	90		CDT158
		N 66 °E	90		CDT159
		N 58 °E	90		CDT160
		N 40 °E	90		CDT161
		N 118 °E	85 S		CDT162
		N 145 °E	85 S		CDT163
		N 83 °E	90		CDT164
		N 27 °E	85 W		CDT165
		N 115 °E	82 S		CDT166
		N 179 °E	88 W		CDT167
		N 6 °E	90		CDT168
		N 1 °E	84 W		CDT169
		N 90 °E	80 N		CDT170

Condat sur Vézère	Société Départementale des Carrières (Eurovia) - Carrières Boissière Affleurement 2	N 10 °E	80 W	CDT171
		N 84 °E	83 N	CDT172
		N 117 °E	90	CDT173
		N 45 °E	90	CDT174
		N 137 °E	90	CDT175
		N 143 °E	85 N	CDT176
		N 65 °E	65 E	CDT177
		N 25 °E	82 W	CDT178
		N 50 °E	87 E	CDT179
		N 157 °E	90	CDT180
		N 83 °E	90	CDT181
		N 92 °E	90	CDT182
		N 3 °E	90	CDT183
		N 2 °E	87 E	CDT184
		N 141 °E	75 W	CDT185
		N 144 °E	90	CDT186
		N 39 °E	90	CDT187
		N 10 °E	88 E	CDT188
		N 138 °E	87 S	CDT189
		N 176 °E	90	CDT190
		N 63 °E	70 N	CDT191
		N 47 °E	90	CDT192
		N 164 °E	85 W	CDT193
		N 68 °E	90	CDT194
		N 169 °E	90	CDT195
		N 24 °E	90	CDT196
		N 178 °E	85 E	CDT197
		N 57 °E	90	CDT198
		N 55 °E	90	CDT199
		N 176 °E	90	CDT100
		N 63 °E	90	CDT101
		N 81 °E	90	CDT102
		N 175 °E	90	CDT103
		N 54 °E	69 S	CDT104
		N 164 °E	71 S	CDT105
		N 65 °E	90	CDT106
		N 160 °E	70 E	CDT107
		N 52 °E	88 E	CDT108
		N 62 °E	90	CDT109
		N 148 °E	65 N	CDT110
		N 55 °E	87 E	CDT111
		N 73 °E	82 N	CDT112
		N 166 °E	68 E	CDT113
		N 48 °E	90	CDT114
		N 168 °E	70 E	CDT115
		N 67 °E	82 E	CDT116
		N 163 °E	73 N	CDT117
N 94 °E	80 N	CDT118		
N 113 °E	73 N	CDT119		
N 175 °E	65 E	CDT120		
N 178 °E	67 E	CDT121		
N 131 °E	71 N	CDT122		
N 86 °E	90	CDT123		
N 55 °E	90	CDT124		
N 142 °E	70 E	CDT125		
N 17 °E	79 E	CDT126		
N 126 °E	72 N	CDT127		
N 71 °E	90	CDT128		
N 145 °E	68 E	CDT129		
N 139 °E	68 N	CDT130		
N 98 °E	90	CDT131		
N 60 °E	80 N	CDT132		
N 109 °E	61 N	CDT133		
N 10 °E	75 E	CDT134		
N 105 °E	66 N	CDT135		
N 69 °E	88 N	CDT136		
N 67 °E	90	CDT137		
N 7 °E	63 E	CDT138		
N 80 °E	64 N	CDT139		
N 15 °E	90	CDT140		
N 50 °E	90	CDT141		
N 60 °E	90	CDT142		
N 142 °E	55 E	CDT143		

Terrasson	Les Chaux du Périgord Carrière	N 63 °E	88 E	CDT144
		N 158 °E	60 E	CDT145
		N 45 °E	88 W	TRS1
		N 46 °E	88 E	TRS2
		N 45 °E	90	TRS3
		N 147 °E	75 E	TRS4
		N 7 °E	90	TRS5
		N 50 °E	90	TRS6
		N 158 °E	90	TRS7
		N 10 °E	90	TRS8
		N 45 °E	90	TRS9
		N 95 °E	90	TRS10
		N 45 °E	80 W	TRS11
		N 31 °E	82 W	TRS12
		N 2 °E	90	TRS13
		N 60 °E	90	TRS14
		N 153 °E	90	TRS15
		N 18 °E	90	TRS16
		N 20 °E	80 W	TRS17
		N 12 °E	80 W	TRS18
		N 37 °E	80 W	TRS19
		N 109 °E	90	TRS20
		N 31 °E	78 W	TRS21
		N 52 °E	88 W	TRS22
		N 6 °E	87 W	TRS23
		N 116 °E	60 N	TRS24
		N 55 °E	70 N	TRS25
		N 56 °E	73 N	Stries horizontales TRS26
		N 125 °E	72 N	TRS27
		N 60 °E	90	TRS28
		N 73 °E	90	TRS29
		N 122 °E	63 N	TRS30
		N 49 °E	90	TRS31
		N 7 °E	50 E	TRS32
		N 122 °E	66 N	TRS33
		N 39 °E	90	TRS34
		N 124 °E	84 N	TRS35
		N 12 °E	90	TRS36
		N 0 °E	90	TRS37
		N 54 °E	81 W	TRS38
		N 67 °E	83 W	TRS39
		N 117 °E	76 N	TRS40
		N 115 °E	73 N	TRS41
		N 47 °E	75 E	TRS42
		N 46 °E	73 W	TRS43
		N 30 °E	68 W	TRS44
		N 55 °E	78 W	TRS45
		N 10 °E	80 E	TRS46
		N 84 °E	88 N	TRS47
		N 8 °E	90	TRS48
		N 3 °E	85 W	TRS49
		N 91 °E	81 N	TRS50
		N 165 °E	90	TRS51
		N 56 °E	82 N	TRS52
		N 160 °E	78 E	TRS53
		N 116 °E	90	TRS54
		N 151 °E	90	TRS55
		N 57 °E	81 N	TRS56
		N 83 °E	90	TRS57
		N 175 °E	83 W	TRS58
		N 64 °E	80 N	TRS59
		N 136 °E	82 E	TRS60
		N 45 °E	80 W	TRS61
		N 154 °E	88 E	TRS62
		N 64 °E	67 S	Conjuguées TRS63
		N 112 °E	65 N	TRS64
		N 41 °E	90	Stries horizontales TRS65
		N 45 °E	90	TRS66
		N 32 °E	90	TRS67
		N 146 °E	90	TRS68
		N 178 °E	73 E	TRS69
N 62 °E	90	TRS70		
N 125 °E	70 N	TRS71		

Callovien

Communes	Lieux	Direction	Pendage	Tectoglyphes, Informations diverses	Code
		N 157 °E	90	Stries 10°S; écailles: mvt senestre	VR1
		N 160 °E	90	Stries 10°S; écailles: mvt senestre	VR2
		N 155 °E	75 S		VR3
		N 0 °E	90		VR4
		N 175 °E	90		VR5
		N 47 °E	62 E		VR6
		N 153 °E	90		VR7
		N 52 °E	90		VR8
		N 179 °E	90		VR9
		N 67 °E	85 S		VR10
		N 173 °E	90		VR11
		N 161 °E	90		VR12
		N 151 °E	90		VR13
		N 93 °E	80 S		VR14
		N 60 °E	90	conjuguées	VR15
		N 160 °E	90		VR16
		N 160 °E	90		VR17
		N 64 °E	75 N		VR18
		N 166 °E	85 E		VR19
		N 164 °E	85 E	parallèles	VR20
		N 156 °E	85 E		VR21
		N 163 °E	80 N		VR22
		N 151 °E	90	Stries 10°N; écailles: mvt senestre	VR23
		N 58 °E	62 N		VR24
		N 51 °E	85 N		VR25
		N 63 °E	70 N		VR26
		N 136 °E	68 N		VR27
		N 160 °E	90		VR28
		N 8 °E	90	Grande fracture; karstifiée; remplissage d'argile	VR29
		N 167 °E	90		VR30
		N 172 °E	90		VR31
		N 5 °E	73 E		VR32
		N 163 °E	69 E		VR33
		N 39 °E	81 W		VR34
		N 114 °E	71 N		VR35
		N 179 °E	80 E		VR36
		N 153 °E	68 E		VR37
		N 48 °E	68 N		VR38
		N 16 °E	73 E		VR39
		N 9 °E	90		VR40
		N 52 °E	90		VR41
		N 61 °E	80 S		VR42
		N 155 °E	82 E		VR43
		N 54 °E	70 N		VR44
		N 63 °E	75 N		VR45
		N 69 °E	90		VR46
		N 172 °E	90		VR47
		N 120 °E	90		VR48
		N 55 °E	80		VR49
		N 42 °E	80 N		VR50
		N 173 °E	90		VR51
		N 23 °E	90		VR52
		N 58 °E	63 N		VR53
		N 2 °E	90		VR54
		N 2 °E	90		VR55
		N 95 °E	70 N		VR56
		N 44 °E	65 W		VR57
		N 14 °E	90		VR58
		N 74 °E	80 S		VR59
		N 43 °E	71 W		VR60
		N 177 °E	90		VR61
		N 155 °E	90	Stries? 10°S	VR62
		N 76 °E	90	Fracture karstifiée ouverte; remplissage d'argile	VR63
		N 172 °E	90		VR64
		N 171 °E	90		VR65

SARL Veyret Régis
Carrières - Travaux
publics

Palier 2

		N 36 °E	90		VR66
		N 2 °E	73 E		VR67
		N 135 °E	75 N		VR68
		N 13 °E	90		VR69
		N 20 °E	90		VR70
		N 153 °E	90		VR71
		N 33 °E	77 E		VR72
		N 32 °E	75 E		VR73
		N 171 °E	90		VR74
		N 98 °E	85 S		VR75
		N 108 °E	85 S		VR76
		N 24 °E	90		VR77
		N 46 °E	90		VR78
		N 50 °E	90		VR79
		N 179 °E	90	Grande fracture; karstifiée; remplissage d'argile	VR80
		N 5 °E	90	Stries 10°N; écailles: mvt dextre	VR81
		N 16 °E	90		VR82
		N 16 °E	85 E		VR83
		N 17 °E	85 E		VR84
		N 49 °E	65 E		VR85
		N 3 °E	90		VR86
		N 19 °E	78 E		VR87
		N 17 °E	80 E		VR88
		N 157 °E	80 S		VR89
		N 22 °E	76 E	Remplissage d'argile	VR90
		N 22 °E	76 E	Remplissage d'argile	VR91
		N 25 °E	75 E	Remplissage d'argile	VR92
		N 19 °E	77 E		VR93
		N 110 °E	68 N		VR94
		N 55 °E	69 E		VR95
		N 18 °E	66 E		VR96
		N 24 °E	65 E		VR97
		N 45 °E	75 E		VR98
		N 107 °E	80 N		VR99
		N 102 °E	90		VR100
		N 30 °E	90		VR101
		N 117 °E	90		VR102
		N 24 °E	90		VR103
		N 81 °E	90		VR104
		N 22 °E	90		VR105
		N 4 °E	64 E		VR106
		N 7 °E	64 E		VR107
		N 19 °E	90	Strie? 25°S	VR108
		N 21 °E	90		VR109
		N 2 °E	90		VR110
		N 11 °E	90		VR111
		N 53 °E	85 W		VR112
		N 19 °E	71 E		VR113
		N 22 °E	76 E		VR114
		N 21 °E	76 E		VR115
		N 18 °E	90		VR116
		N 18 °E	90		VR117
		N 65 °E	90		VR118
		N 27 °E	88 E		VR119
		N 21 °E	87 E		VR120
		N 97 °E	90		VR121
		N 31 °E	90		VR122
		N 8 °E	90		VR123
		N 173 °E	90		VR124
		N 7 °E	90		VR125
		N 90 °E	90		VR126
		N 102 °E	90		VR127
		N 21 °E	90		VR128
		N 56 °E	90		VR129
		N 24 °E	90		VR130
		N 12 °E	90		VR131
		N 84 °E	90		VR132
		N 175 °E	90		VR133
		N 28 °E	90		VR134

Borrèze

SARL Veyret Régis
Carrières - Travaux
publics

Palier 3

		N 76 °E	90		VR135
		N 33 °E	77 E		VR136
		N 69 °E	90		VR137
		N 11 °E	90		VR138
		N 2 °E	90		VR139
		N 51 °E	90		VR140
		N 91 °E	65 S		VR141
		N 46 °E	90		VR142
		N 19 °E	90		VR143
		N 79 °E	90		VR144
		N 99 °E	90		VR145
		N 5 °E	90		VR146
		N 13 °E	90		VR147
		N 124 °E	80 N	Grande fracture	VR148
		N 113 °E	80 N	Grande fracture	VR149
		N 7 °E	90		VR150
		N 21 °E	88 E		VR151
		N 18 °E	87 E		VR152
		N 12 °E	90		VR153
		N 9 °E	90		VR154
		N 89 °E	90		VR155
		N 4 °E	90		VR156
		N 92 °E	90		VR157
		N 37 °E	90		VR158
		N 14 °E	90		VR159
		N 176 °E	80 W	Remplissage d'argile	VR160
		N 167 °E	90	Grande fracture	VR161
		N 41 °E	90		VR162
		N 173 °E	90		VR163
		N 172 °E	90		VR164
		N 72 °E	80 S		VR165
		N 76 °E	90		VR166
		N 170 °E	90		VR167
		N 81 °E	90		VR168
		N 82 °E	90		VR169
		N 177 °E	90		VR170
		N 77 °E	70 S		VR171
		N 170 °E	90		VR172
		N 3 °E	90		VR173
		N 58 °E	90		VR174
		N 86 °E	90		VR175
		N 30 °E	90		VR176
		N 151 °E	90		VR177
		N 164 °E	90		VR178
		N 81 °E	90		VR179
		N 51 °E	90		VR180
		N 177 °E	90		VR181
		N 177 °E	90		VR182
		N 4 °E	90		VR183
		N 58 °E	85 S		VR184
		N 6 °E	85 E		VR185
		N 179 °E	75 N		VR186
		N 157 °E	85 S		VR187
		N 95 °E	80 N		VR188
		N 75 °E	80 S		VR189
		N 166 °E	65 E		VR190
		N 12 °E	90		VR191
		N 46 °E	90		VR192
		N 69 °E	80 N		VR193
		N 5 °E	80 E	Grande fracture	VR194
		N 62 °E	90		VR195
		N 145 °E	90		VR196
		N 166 °E	90		VR197
		N 31 °E	90		VR198
		N 56 °E	90		VR199
		N 151 °E	90		VR200
		N 63 °E	90		VR201
		N 91 °E	75 S	Karstifiée	VR202
		N 116 °E	74 S	Karstifiée	VR203

SARL Veyret Régis
Carrières - Travaux
publics

Palier 4

Oxfordien

Communes	Lieux	Direction	Pendage	Tectoglyphes, Informations diverses	Code
Sorgos	Roc d'Albran (1) N21 Affouement	N 112 °E	68 S	Karst ouvert	
		N 102 °E	56 S		
		N 104 °E	68 S		
		N 86 °E	55 S		
		N 88 °E	60 S		
		N 88 °E	65 S		
		N 66 °E	80 S		
		N 96 °E	60 S		
		N 96 °E	66 S		
		N 84 °E	60 S		
		N 94 °E	64 S		
		N 91 °E	84 N		
		N 90 °E	65 N		
		N 100 °E	80 N		
		N 88 °E	70 N		
		N 96 °E	54 N		
		N 118 °E	82 SW		
		N 102 °E	70 N		
		N 89 °E	86 S		
		N 80 °E	90		
		N 8 °E	84 W	Stries 10° N; écailles: mvt senestre inverse, compartement W relevé	
		N 6 °E	85 W		
		N 18 °E	88 W		
		N 14 °E	84 W		
		N 30 °E	55 E		
		N 17 °E	86 W		
		N 178 °E	82 E		
		N 172 °E	86 E		
		N 0 °E	85 E		
		N 2 °E	82 E		
		N 150 °E	86 W		
		N 160 °E	84 W		
		N 175 °E	86 W		
		N 96 °E	70 S		ALB1
		N 12 °E	60 E		ALB2
		N 88 °E	60 N		ALB3
		N 34 °E	78 E		ALB4
		N 168 °E	88 W		ALB5
		N 108 °E	68 S		ALB6
		N 59 °E	80 N		ALB7
		N 5 °E	82 W		ALB8
		N 46 °E	78 E		ALB9
		N 96 °E	73 S		ALB10
		N 135 °E	70 N		ALB11
		N 40 °E	90		ALB12
N 58 °E	82 S		ALB13		
N 0 °E	90		ALB14		
N 48 °E	90		ALB15		
N 53 °E	80 E		ALB16		
N 10 °E	77 W		ALB17		
N 125 °E	88 N		ALB18		
N 131 °E	71 S		ALB19		
N 143 °E	70 N		ALB20		
N 122 °E	90		ALB21		
N 78 °E	90		ALB22		
N 11 °E	55 E	Stries 75° NE; écailles: mvt inverse dextre; compartement E relevé	ALB23		
N 15 °E	90		CBJC1		
N 151 °E	79 W		CBJC2		
N 163 °E	80 W	Karstifère; Remplissage d'argile	CBJC3		
N 83 °E	69 N		CBJC4		
N 99 °E	46 S		CBJC5		
N 117 °E	70 S		CBJC6		
N 84 °E	49 S		CBJC7		
N 25 °E	80 W		CBJC8		
N 82 °E	55 S		CBJC9		
N 3 °E	90		CBJC10		
N 74 °E	63 N		CBJC11		
N 24 °E	90		CBJC12		
N 125 °E	90		CBJC13		
N 14 °E	90		CBJC14		
N 27 °E	90		CBJC15		
N 92 °E	67 S		CBJC16		
N 90 °E	69 N	Conjugues	CBJC17		
N 99 °E	79 N		CBJC18		
N 10 °E	79 W		CBJC19		
N 73 °E	78 N	Conjugues	CBJC20		
N 72 °E	49 S		CBJC21		
N 19 °E	82 W		CBJC22		
N 19 °E	82 W		CBJC23		
N 17 °E	78 W		CBJC24		
N 20 °E	77 W		CBJC25		
N 8 °E	82 W		CBJC26		
N 15 °E	82 W		CBJC27		
N 58 °E	73 S		CBJC28		
N 100 °E	69 S		CBJC29		
N 85 °E	72 S		CBJC30		
N 102 °E	72 S		CBJC31		
N 88 °E	59 N	Grande fracture; remplissage d'argile	CBJC32		
N 88 °E	62 S		CBJC33		
N 90 °E	60 S		CBJC34		
N 88 °E	64 N		CBJC35		
N 20 °E	68 W		CBJC36		
N 161 °E	58 E	Grande fracture	CBJC37		
N 10 °E	79 W	Grande fracture	CBJC38		
N 94 °E	70 N		CBJC39		

		N 90 °E	69 S		CBJC40
		N 97 °E	58 N	Conjugues	CBJC41
		N 108 °E	65 N		CBJC42
		N 102 °E	62 N		CBJC43
		N 15 °E	75 W		CBJC44
		N 17 °E	70 W		CBJC45
		N 93 °E	67 N		CBJC46
		N 90 °E	65 S		CBJC47
		N 110 °E	60 S		CBJC48
		N 143 °E	80 W	Plaquage de calotte	CBJC49
		N 111 °E	71 N		CBJC50
		N 129 °E	75 N		CBJC51
		N 99 °E	69 S		CBJC52
		N 15 °E	77 W		CBJC53
		N 9 °E	80 W		CBJC54
		N 136 °E	85 S		CBJC55
		N 155 °E	85 W		CBJC56
		N 169 °E	79 W		CBJC57
		N 0 °E	78 W		CBJC58
		N 177 °E	90		CBJC59
		N 87 °E	50 S		CBJC60
		N 87 °E	62 N		CBJC61
		N 98 °E	70 S		CBJC62
		N 15 °E	90		CBJC63
		N 85 °E	65 S		CBJC64
		N 91 °E	50 S		CBJC65
		N 22 °E	85 W		CBJC66
		N 86 °E	46 S		CBJC67
		N 118 °E	68 S		CBJC68
		N 86 °E	62 S		CBJC69
		N 119 °E	85 N		CBJC70
		N 16 °E	86 W		CBJC71
		N 21 °E	88 W		CBJC72
		N 15 °E	85 W		CBJC73
		N 97 °E	45 S		CBJC74
		N 97 °E	63 N		CBJC75
		N 170 °E	71 W		CBJC76
		N 94 °E	80 N		CBJC77
		N 94 °E	65 W		CBJC78
		N 38 °E	83 E		CBJC79
		N 109 °E	66 S		CBJC80
		N 172 °E	83 W		CBJC81
		N 93 °E	66 N		CBJC82
		N 155 °E	83 W		CBJC83
		N 178 °E	80 S		CBJC84
		N 83 °E	67 S		CBJC85
		N 94 °E	44 S		CBJC86
		N 102 °E	50 S		CBJC87
		N 102 °E	28 S		CBJC88
		N 128 °E	80 S		CBJC89
		N 90 °E	79 N		CBJC90
		N 112 °E	71 S		CBJC91
		N 110 °E	68 S		CBJC92
		N 92 °E	67 N		CBJC93
		N 80 °E	65 N		CBJC94
		N 164 °E	90		CBJC95
		N 179 °E	90		CBJC96
		N 139 °E	82 N		CBJC97
		N 99 °E	71 S		CBJC98
		N 78 °E	65 N		CBJC99
		N 105 °E	57 S		CBJC100
		N 160 °E	81 N		CBJC101
		N 91 °E	62 N		CBJC102
		N 107 °E	65 S		CBJC103
		N 20 °E	90		CBJC104
		N 13 °E	90		CBJC105
		N 79 °E	61 S		CBJC106
		N 70 °E	58 N		CBJC107
		N 97 °E	60 S		CBJC108
		N 37 °E	90		CBJC109
		N 8 °E	90		CBJC110
		N 7 °E	88 E		CBJC111
		N 119 °E	52 S		CBJC112
		N 101 °E	71 N		CBJC113
		N 101 °E	58 S		CBJC114
		N 40 °E	79 E		CBJC115
		N 136 °E	71 N		CBJC116
		N 0 °E	81 E	Remplissage d'argile	CBJC117
		N 92 °E	80 N		CBJC118
		N 87 °E	66 N		CBJC119
		N 167 °E	70 E		CBJC120
		N 16 °E	90		CBJC121
		N 16 °E	90		CBJC122
		N 19 °E	90		CBJC123
		N 26 °E	90		CBJC124
		N 95 °E	85 S		CBJC125
		N 90 °E	66 N		CBJC126
		N 86 °E	64 N		CBJC127
		N 92 °E	70 S		CBJC128
		N 93 °E	65 N		CBJC129
		N 96 °E	69 S	Stries 90°; écailles: mvt normal	CBJC130
		N 100 °E	55 N		CBJC131
		N 186 °E	90	Grande fracture	CBJC132
		N 4 °E	73 W	Remplissage d'argile	CBJC133
		N 20 °E	90	Grande fracture	CBJC134
		N 176 °E	90	Karstifère; Remplissage d'argile; Duverte	CBJC135
		N 92 °E	90	Remplissage d'argile	CBJC136
		N 91 °E	64 S		CBJC137
		N 159 °E	65 W		CBJC138
		N 2 °E	71 E		CBJC139

		N 96 °E	69 S		CBJC140
		N 168 °E	87 E		CBJC141
		N 1 °E	55 E		CBJC142
		N 22 °E	70 W	Remplissage d'argile	CBJC143
		N 12 °E	85 W		CBJC144
		N 101 °E	53 S		CBJC145
		N 167 °E	90		CBJC146
		N 11 °E	90		CBJC147
		N 143 °E	90	Stries horizontales 7°; écailles: mvt senestre	CBJC148
		N 159 °E	60 W		CBJC149
		N 8 °E	90		CBJC150
		N 4 °E	90	Remplissage d'argile	CBJC151
		N 4 °E	90	Remplissage d'argile	CBJC152
		N 172 °E	80 E	Remplissage d'argile	CBJC153
		N 109 °E	70 S	Remplissage d'argile	CBJC154
		N 22 °E	90	Remplissage d'argile	CBJC155
		N 16 °E	78 W		CBJC156
		N 165 °E	88 W		CBJC157
		N 88 °E	68 S		CBJC158
		N 105 °E	75 N		CBJC159
		N 118 °E	45 S		CBJC160
		N 19 °E	63 W		CBJC161
		N 97 °E	60 S	Strie verticale 2°; mvt?	CBJC162
		N 75 °E	90		CBJC163
		N 97 °E	55 S		CBJC164
		N 117 °E	83 S		CBJC165
		N 107 °E	90		CBJC166
		N 166 °E	75 W		CBJC167
		N 20 °E	80 W		CBJC168
		N 101 °E	40 S	Stries verticales; écailles: mvt inverse compartiment Sud surélevé	CBJC169
		N 169 °E	90		CBJC170
		N 178 °E	78 W		CBJC171
		N 113 °E	70 S	Stries verticales; écailles: mvt inverse compartiment Sud surélevé	CBJC172
		N 82 °E	90		CBJC173
		N 24 °E	90		CBJC174
		N 161 °E	90		CBJC175
		N 111 °E	90		CBJC176
		N 1 °E	85 W		CBJC177
		N 170 °E	90		CBJC178
		N 10 °E	90		CBJC179
		N 97 °E	90		CBJC180
		N 173 °E	90	Remplissage d'argile	CBJC181
		N 115 °E	90		CBJC182
		N 30 °E	87 E		CBJC183
		N 2 °E	90		CBJC184
		N 95 °E	90		CBJC185
		N 113 °E	88 S		CBJC186
		N 29 °E	62 W		CBJC187
		N 20 °E	85 E		CBJC188
		N 6 °E	85 W		CBJC189
		N 13 °E	90		CBJC190
		N 119 °E	90		CBJC191
		N 27 °E	88 E		CBJC192
		N 115 °E	65 S		CBJC193
		N 17 °E	90	Remplissage d'argile; Stries verticales; bloc Est surélevé	CBJC194
		N 115 °E	90	Remplissage d'argile	CBJC195
		N 179 °E	80 W		CBJC196
		N 87 °E	80 N		CBJC197
		N 112 °E	65 S		CBJC198
		N 116 °E	65 S		CBJC199
		N 24 °E	90	Remplissage d'argile	CBJC200
		N 28 °E	88 E		CBJC201
		N 96 °E	58 S		CBJC202
		N 2 °E	90		CBJC203
		N 107 °E	60 S		CBJC204
		N 97 °E	73 N		CBJC205
		N 15 °E	90	Grande fracture	CBJC206
		N 10 °E	82 W		CBJC207
		N 98 °E	82 N		CBJC208
		N 99 °E	55 S		CBJC209
		N 97 °E	75 S		CBJC210
		N 156 °E	78 E		CBJC211
		N 98 °E	68 S		CBJC212
		N 1 °E	90		CBJC213
		N 85 °E	90		CBJC214
		N 1 °E	90		CBJC215
		N 47 °E	90		CBJC216
		N 84 °E	63 S		CBJC217
		N 168 °E	90		CBJC218
		N 172 °E	90		CBJC219
		N 163 °E	60 E		CBJC220
		N 95 °E	71 N		CBJC221
		N 43 °E	81 E		CBJC222
		N 79 °E	49 N		CBJC223
		N 177 °E	90		CBJC224
		N 31 °E	71 W		CBJC225
		N 103 °E	90		CBJC226

Kimméridgien

Communes	Lieux	Direction	Pendage	Tectoglyphes, Informations diverses	Code
Allas-les-Mines	Affleurement 1	N 175 °E	85 E		ALL1
		N 122 °E	85 N		ALL2
		N 155 °E	85 W		ALL3
		N 90 °E	85 S		ALL4
		N 30 °E	88 W	plan bien marqué	ALL5
		N 110 °E	84 N		ALL6
		N 15 °E	88 W		ALL7
		N 107 °E	85 S		ALL8
		N 102 °E	85 S		ALL9
		N 148 °E	70 W	plan affleurement	ALL10
		N 27 °E	78 E	plan oblique	ALL11
		N 137 °E	78 W		ALL12
		N 33 °E	75 E		ALL13
		N 147 °E	54 W		ALL14
		N 26 °E	75 E		ALL15
		N 28 °E	72 E		ALL16
		N 140 °E	80 W		ALL17
	N 32 °E	90	affecte l'ensemble de l'affleurement 2		
	N 116 °E	76 N		ALL18	
	N 14 °E	88 W		ALL19	
	N 20 °E	90		ALL20	
	N 116 °E	88 S		ALL21	
	N 128 °E	84 E		ALL22	
	N 40 °E	45 N		ALL23	
	N 118 °E	80 N		ALL24	
	N 25 °E	84 E		ALL25	
	N 70 °E	90		ALL26	
	N 148 °E	76 E		ALL27	
	N 10 °E	75 W		ALL28	
	N 158 °E	90		ALL29	
	N 98 °E	90		ALL30	
	N 22 °E	90	stries (mvt horitotal dextre ?)	ALL31	
	N 150 °E	78 E		ALL32	
	N 116 °E	90		ALL33	
	N 32 °E	84 E	stries (mvt horitotal dextre ?)	ALL34	
N 26 °E	80 E		ALL35		
N 140 °E	90		ALL36		
N 24 °E	80 E		ALL37		
N 130 °E	78 E		ALL38		
N 120 °E	62 N		ALL39		
N 110 °E	62 N		ALL40		
N 122 °E	62 N		ALL41		
N 12 °E	56 W		ALL42		
N 120 °E	65 N		ALL43		
N 78 °E	72 W		ALL44		
N 158 °E	75 N		ALL45		
N 82 °E	76 W		ALL46		
N 30 °E	90		ALL47		
N 82 °E	78 N		ALL48		
Saint Cyprien	Malemort Est Carrière souterraine	N 120 °E	90	Marnes humides autour fracture	MLM1
		N 4 °E	62 W		MLM2
		N 0 °E	75 W		MLM3
		N 105 °E	75 W		MLM4
		N 30 °E	85 W		MLM5
		N 158 °E	60 E		MLM6
		N 164 °E	65 W		BBR1
		N 95 °E	35 S		BBR2
		N 114 °E	70 S		BBR3

Berbiguières	Carrière SAS Cypriote	N 163 °E	70 W		BBR4
		N 109 °E	75 S		BBR5
		N 147 °E	47 W		BBR6
		N 96 °E	45 S		BBR7
		N 122 °E	70 S		BBR8
		N 144 °E	80 S		BBR9
		N 136 °E	85 S		BBR10
		N 141 °E	80 S		BBR11
		N 163 °E	80 W		BBR12
		N 66 °E	90		BBR13
		N 59 °E	90		BBR14
		N 141 °E	73 W		BBR15
		N 173 °E	74 W		BBR16
		N 156 °E	66 W		BBR17
		N 85 °E	90		BBR18
		N 100 °E	90		BBR19
		N 105 °E	85 S		BBR20
		N 4 °E	90		BBR21
		N 155 °E	80 W		BBR22
		N 25 °E	90		BBR23
		N 102 °E	90		BBR24
		N 107 °E	90		BBR25
		N 153 °E	90		BBR26
		N 154 °E	80 W		BBR27
		N 69 °E	90		BBR28
		N 61 °E	77 S		BBR29
		N 102 °E	85 S		BBR30
		N 160 °E	87 E		BBR31
		N 90 °E	87 S		BBR32
		N 165 °E	90		BBR33
		N 158 °E	75 W		BBR34
		N 63 °E	90		BBR35
		N 154 °E	80 W		BBR36
		N 90 °E	80 S		BBR37
		N 84 °E	80 S		BBR38
		N 10 °E	90		BBR39
		N 98 °E	80 S		BBR40
		N 144 °E	80 W		BBR41
		N 91 °E	90		BBR42
		N 9 °E	90		BBR43
		N 89 °E	90		BBR44
		N 166 °E	90		BBR45
		N 57 °E	90		BBR46
		N 135 °E	90		BBR47
		N 70 °E	90		BBR48
		N 152 °E	90		BBR49
		N 81 °E	90		BBR50
		N 168 °E	80 E		BBR51
		N 118 °E	90		BBR52
		N 159 °E	90		BBR53
		N 77 °E	70 S		BBR54
		N 168 °E	75 W		BBR55
		N 121 °E	90		BBR56
		N 155 °E	90		BBR57
		N 93 °E	77 S		BBR58
		N 158 °E	90		BBR59
		N 99 °E	90		BBR60
		N 161 °E	90		BBR61
		N 97 °E	90		BBR62
		N 101 °E	63 S		BBR63

Tithonien

Communes	Lieux	Direction	Pendage	Tectoglyphes, Informations diverses	Code
Chapdeuil	Carrière Dupuy	N 10 °E	90	Conduit karstique	DPY1
		N 105 °E	85 N	Légèrement Karstifié, Stries Horizontales?	DPY2
		N 38 °E	90		DPY3
		N 110 °E	90		DPY4
		N 110 °E	90		DPY5
		N 58 °E	70 W	Stries Horizontales ??	BZC1
		N 47 °E	80 W		BZC2
		N 43 °E	70 W		BZC3
		N 106 °E	90		BZC4
		N 114 °E	90		BZC5
		N 104 °E	90		BZC6
		N 109 °E	90		BZC7
		N 56 °E	65 W		BZC8
		N 118 °E	90		BZC9
		N 2 °E	90		BZC10
		N 52 °E	65 W		BZC11
		N 98 °E	87 S		BZC12
		N 53 °E	90		BZC13
		N 121 °E	70 W		BZC14
		N 98 °E	90		BZC15
		N 114 °E	90		BZC16
		N 63 °E	90		BZC17
		N 135 °E	90		BZC18
		N 95 °E	90		BZC19
		N 49 °E	90		BZC20
		N 61 °E	75 N		BZC21
		N 89 °E	90		BZC22
		N 59 °E	75 N		BZC23
		N 56 °E	78 N		BZC24
		N 55 °E	90		BZC25
		N 115 °E	85 N		BZC26
		N 124 °E	90	Remplissage d'argile	BZC27
		N 118 °E	90		BZC28
		N 165 °E	90		BZC29
		N 42 °E	70 N		BZC30
		N 6 °E	90		BZC31
		N 117 °E	90		BZC32
		N 116 °E	90		BZC33
		N 16 °E	75 W		BZC34
		N 53 °E	90		BZC35
		N 109 °E	90		BZC36
		N 48 °E	90		BZC37
		N 115 °E	90		BZC38
		N 169 °E	90		BZC39
		N 108 °E	80 S		BZC40
		N 170 °E	90		BZC41
		N 46 °E	90		BZC42
		N 158 °E	90		BZC43
		N 108 °E	58 S		BZC44
		N 110 °E	60 N		BZC45
		N 43 °E	90		BZC46
		N 117 °E	90		BZC47
N 169 °E	90		BZC48		
N 168 °E	90		BZC49		
N 95 °E	65 N		BZC50		
N 171 °E	90		BZC51		
N 28 °E	90		BZC52		
N 123 °E	90		BZC53		
N 109 °E	65 S		BZC54		

Bouzig	Carrière à ciel ouvert abandonnée	N 53 °E	65 N		BZC55
		N 100 °E	58 S		BZC56
		N 115 °E	90		BZC57
		N 54 °E	90		BZC58
		N 3 °E	90		BZC59
		N 108 °E	70 S		BZC60
		N 9 °E	90		BZC61
		N 124 °E	63 S		BZC62
		N 97 °E	47 S		BZC63
		N 84 °E	75 N		BZC64
		N 163 °E	90		BZC65
		N 55 °E	75 E		BZC66
		N 111 °E	50 S		BZC67
		N 111 °E	70 S		BZC68
		N 40 °E	90		BZC69
		N 17 °E	90		BZC70
		N 114 °E	45 S		BZC71
		N 163 °E	90		BZC72
		N 37 °E	80 S		BZC73
		N 51 °E	70 N		BZC74
		N 116 °E	35 S		BZC75
		N 115 °E	85 S		BZC76
		N 49 °E	78 S		BZC77
		N 121 °E	55 N		BZC78
		N 140 °E	90		BZC79
		N 110 °E	85 S		BZC80
		N 83 °E	70 S		BZC81
		N 32 °E	90		BZC82
		N 118 °E	90		BZC83
		N 60 °E	70 S		BZC84
		N 55 °E	85 S		BZC85
		N 158 °E	45 W		BZC86
		N 45 °E	70 N		BZC87
		N 38 °E	60 W	Stries 60°SW; écailles ??	BZC88
		N 129 °E	55 W		BZC89
		N 74 °E	55 S		BZC90
		N 40 °E	79 E		BZC91
		N 124 °E	72 S		BZC92
		N 123 °E	90		BZC93
		N 113 °E	85 S		BZC94
		N 150 °E	90		BZC95
		N 53 °E	76 N	Stries 40°SW; écailles: mvt dextre	BZC96
		N 48 °E	85 S		BZC97
		N 104 °E	70 S		BZC98
		N 109 °E	55 N		BZC99
		N 165 °E	90		BZC100
		N 24 °E	80 W		BZC101
N 46 °E	60 N		BZC102		
N 128 °E	85 S		BZC103		
N 179 °E	90		BZC104		
N 123 °E	70 S		BZC105		
N 49 °E	52 W		BZC106		
N 106 °E	75 N		BZC107		
N 120 °E	40 N		BZC108		
N 33 °E	55 W		BZC109		
N 121 °E	80 S		BZC110		
N 6 °E	90		BZC111		
N 167 °E	90		BZC112		
N 124 °E	45 S		BZC113		
N 25 °E	90		BZC114		
N 107 °E	68 S		BZC115		
N 105 °E	90		BZC116		

		N 23 °E	90		BZC117
		N 163 °E	90		BZC118
		N 101 °E	77 S		BZC119
		N 37 °E	68 W		BZC120
		N 35 °E	66 W		BZC121
		N 17 °E	60 W		BZC122
		N 120 °E	60 S		BZC123
		N 100 °E	60 S		BZC124
		N 8 °E	90		BZC125
		N 155 °E	90		BZC126
		N 70 °E	75 S		BZC127
		N 15 °E	60 W		BZC128
		N 67 °E	75 S		BZC129
		N 107 °E	90		BZC130
		N 9 °E	82 W		BZC131
		N 119 °E	50 N		BZC132
		N 39 °E	55 N		BZC133
		N 121 °E	70 S		BZC134
		N 26 °E	70 W		BZC135
		N 129 °E	60 N		BZC136
		N 121 °E	60 S		BZC137
		N 42 °E	57 N		BZC138
		N 8 °E	90		BZC139
		N 56 °E	75 S		BZC140
		N 179 °E	90		BZC141
		N 112 °E	80 N		BZC142
		N 110 °E	88 N		BZC143
		N 5 °E	90		BZC144
		N 58 °E	58 N		BZC145
		N 51 °E	80 S		BZC146
		N 132 °E	80 S		BZC147
		N 126 °E	46 N		BZC148
		N 57 °E	70 S		BZC149
		N 60 °E	69 S		BZC150
		N 11 °E	79 W		BZC151
		N 100 °E	50 S		BZC152
		N 112 °E	70 S		BZC153
		N 65 °E	78 S		BZC154
		N 118 °E	68 N		BZC155
		N 105 °E	80 N		BZC156
		N 69 °E	73 S		BZC157
		N 170 °E	90		BZC158
		N 59 °E	58 N		BZC159
		N 127 °E	66 S		BZC160
		N 98 °E	72 N		BZC161
		N 157 °E	90		BZC162
		N 99 °E	80 S		BZC163
N 60 °E	65 N		BZC164		
N 118 °E	50 S		BZC165		
N 106 °E	72 N		BZC166		
N 155 °E	90		BZC167		
N 6 °E	90		BZC168		

Turonien

Communes	Lieux	Direction	Pendage	Tectoglyphes, Informations diverses	Code
Paussac et St Vivien	Carrière Lafaute	N 124 °E	78 NE	Fracture Karstifiée, remplissage d'argiles	
		N 140 °E	78 NE	Fracture Karstifiée, remplissage d'argiles	
		N 112 °E	90	Fracture Karstifiée	
La Tour Blanche	Jovelle Carrière souterraine	N 110 °E	60 S	Fractures Karstifiée, dolomitisation des épontes, remplissage d'argiles, Ecoulement d'eaux	
		N 120 °E	80 S	Fractures Karstifiée, dolomitisation des épontes, remplissage d'argiles, Ecoulement d'eaux	
		N 136 °E	90	Fractures Karstifiée, dolomitisation des épontes, remplissage d'argiles, Ecoulement d'eaux	
		N 130 °E	80 S	Fractures Karstifiée, dolomitisation des épontes, remplissage d'argiles, Ecoulement d'eaux	
	Beaupuy Sud-Est Carrière souterraine	N 100 °E	80 N	Fracture courbe Karstifiée ouverte, remplissage d'argiles	BPY1
		N 80 °E	90	Fracture Karstifiée ouverte, remplissage d'argiles	BPY2
		N 100 °E	90	Fracture Karstifiée ouverte, remplissage d'argiles	
		N 100 °E	78 S	Fracture Karstifiée ouverte, remplissage d'argiles; racines	
		N 100 °E	85 S	Fracture Karstifiée	BPY3
		N 90 °E	80 S		Cavité
		N 155 °E	90	Gallerie, Présence d'eau stagnante	
		N 140 °E	90	Gallerie	BPY4
		N 120 °E	90	Plan de faille en 3D	BPY5
		N 95 °E	90	Fracture Karstifiée	BPY5
		N 95 °E	90		BPY6
		N 102 °E	90	Galets karstiques sous jacents	BPY7
		N 115 °E	90	Cheveulu courbe	BPY8
		N 100 °E	75 N	Pendage de 90 à 75	BPY9
		N 110 °E	70 N	Pendage de 90 à 70; Fracture Karstifiée, remplissage d'argiles	BPY10
		N 120 °E	90	Font karstique ovoïde	BPY11
		N 104 °E	90	Joint sec, fissures en échelons	BPY12
		N 90 °E	90	Fracture Karstifiée ouverte, remplissage d'argiles	BPY13
		N 108 °E	80 S	Ondulée, Karstifiée et faible ouverture	BPY14
		N 95 °E	90	Joint sec	BPY15
		N 104 °E	90	Fracture Karstifiée ouverte	BPY16
		N 104 °E	90	Fracture Karstifiée ouverte; à 6m au Sud de BPY16	BPY17
		N 115 °E	75 S	courbe, fentes en échelons	BPY18
		N 90 °E	90	Seche puis ouverte et Karstifiée vers l'Est	BPY19
		N 95 °E	75 N	Fracture Karstifiée ouverte	BPY20
		N 55 °E	90	Facture sèche	BPY21
		N 100 °E	90	Facture sèche	
		N 58 °E	90	Facture sèche	
		N 65 °E	90	Facture sèche	
		N 90 °E	90	Facture sèche	
		N 25 °E	90	Facture sèche	
		N 102 °E	90		
		N 105 °E	80 N		BPY22
		N 78 °E	90		BPY23
		N 90 °E	80 N		
		N 94 °E	90		BPY24
		N 152 °E	80 W	Fracture Karstifiée ouverte, remplissage d'argiles	BPY25
		N 124 °E	83 N	Remplissage d'argile	SCM1
		N 141 °E	85 S	Remplissage d'argile	SCM2
		N 129 °E	81 S	Remplissage d'argile	SCM3
	N 128 °E	85 S	Remplissage d'argile	SCM4	
	N 43 °E	90		SCM5	
	N 147 °E	90	Remplissage d'argile	SCM6	
N 122 °E	90		SCM7		
N 125 °E	90		SCM8		
N 47 °E	90		SCM9		
N 112 °E	87 N	Remplissage d'argile	SCM10		
N 123 °E	90		SCM11		
N 121 °E	85 N	Remplissage d'argile	SCM12		
N 149 °E	90	Remplissage d'argile	SCM13		
N 125 °E	90	Remplissage d'argile	SCM14		
N 124 °E	88 N		SCM15		
N 133 °E	80 S		SCM16		
N 142 °E	85 N	Remplissage d'argile	SCM17		
N 136 °E	88 N	Remplissage d'argile	SCM18		
N 133 °E	90	Remplissage d'argile	SCM19		
N 122 °E	88 N		SCM20		
N 138 °E	84 N		SCM21		
N 147 °E	85 S	Remplissage d'argile	SCM22		
N 147 °E	90	Remplissage d'argile	SCM23		
N 133 °E	90	Remplissage d'argile	SCM24		
N 124 °E	90	Remplissage d'argile	SCM25		
N 107 °E	90	Remplissage d'argile	SCM26		

Charges Minérales du Périgord (Imerys) Carrière de Sainte-Croix-de-Mareuil Front 1	N 105 °E	90	Remplissage d'argile	SCM27
	N 110 °E	90	Remplissage d'argile	SCM28
	N 166 °E	90		SCM29
	N 128 °E	78 N	Remplissage d'argile	SCM30
	N 42 °E	80 N		SCM31
	N 43 °E	83 W	Remplissage d'argile	SCM32
	N 85 °E	83 N	Remplissage d'argile	SCM33
	N 126 °E	90	Karstifiée; Remplissage d'argile	SCM34
	N 62 °E	85 N		SCM35
	N 71 °E	90		SCM36
	N 97 °E	90		SCM37
	N 172 °E	90		SCM38
	N 57 °E	90		SCM39
	N 89 °E	83 N		SCM40
	N 179 °E	78 W		SCM41
	N 130 °E	90		SCM42
	N 86 °E	85 N	Remplissage d'argile	SCM43
	N 114 °E	80 S	Remplissage d'argile	SCM44
	N 178 °E	80 W	Remplissage d'argile	SCM45
	N 84 °E	90		SCM46
	N 123 °E	88 N	Remplissage d'argile	SCM47
	N 112 °E	82 N	Remplissage d'argile	SCM48
	N 158 °E	90		SCM49
	N 14 °E	90		SCM50
	N 93 °E	87 N		SCM51
	N 39 °E	90		SCM52
	N 135 °E	80 W	Remplissage d'argile	SCM53
	N 58 °E	90		SCM54
	N 129 °E	90	Karstifiée; Remplissage d'argile	SCM55
	N 138 °E	90		SCM56
	N 117 °E	90		SCM57
	N 45 °E	90		SCM58
	N 123 °E	88 N		SCM59
	N 102 °E	87 N		SCM60
	N 163 °E	90		SCM61
	N 125 °E	90	Remplissage d'argile	SCM62
	N 105 °E	90		SCM63
	N 12 °E	90		SCM64
	N 1 °E	90		SCM65
	N 140 °E	90		SCM66
	N 89 °E	90		SCM67
	N 85 °E	90		SCM68
	N 11 °E	90		SCM69
	N 12 °E	90		SCM70
	N 119 °E	90		SCM71
	N 125 °E	90	Remplissage d'argile	SCM72
	N 123 °E	90	Remplissage d'argile	SCM73
N 20 °E	90		SCM74	
N 108 °E	85 N	Remplissage d'argile	SCM75	
N 120 °E	85 N	Remplissage d'argile	SCM76	
N 118 °E	86 N	Karstifiée; Remplissage d'argile	SCM77	
N 115 °E	85 N	Remplissage d'argile	SCM78	
N 117 °E	85 N	Remplissage d'argile	SCM79	
N 162 °E	90	Remplissage d'argile	SCM80	
N 117 °E	90	Remplissage d'argile	SCM81	
N 135 °E	90	Remplissage d'argile	SCM82	
N 110 °E	90		SCM83	
N 107 °E	90		SCM84	
N 4 °E	90		SCM85	
N 109 °E	90		SCM86	
N 151 °E	90		SCM87	
N 167 °E	90		SCM88	
N 168 °E	90		SCM89	
N 80 °E	82 N		SCM90	
N 95 °E	90		SCM91	
N 169 °E	90		SCM92	
N 105 °E	80		SCM93	
N 167 °E	90		SCM94	
N 149 °E	90		SCM95	
N 112 °E	90		SCM96	
N 142 °E	90		SCM97	
N 170 °E	90		SCM98	
N 157 °E	90		SCM99	
N 162 °E	86 E		SCM100	
N 167 °E	85 E		SCM101	
N 118 °E	85 N		SCM102	
N 98 °E	81 S		SCM103	
N 122 °E	82 E	Remplissage d'argile	SCM104	
N 172 °E	90	Remplissage d'argile	SCM105	
N 115 °E	90	Remplissage d'argile	SCM106	

Charges Minérales du Périgord (Imerys) Carrière de Sainte-Croix-de-Mareuil Front 2	N 111 °E	90	Remplissage d'argile	SCM107
	N 152 °E	90		SCM108
	N 115 °E	90		SCM109
	N 118 °E	90		SCM110
	N 142 °E	90		SCM111
	N 119 °E	90	Remplissage d'argile	SCM112
	N 127 °E	90	Remplissage d'argile	SCM113
	N 164 °E	90		SCM114
	N 111 °E	90		SCM115
	N 155 °E	90		SCM116
	N 142 °E	90		SCM117
	N 113 °E	90		SCM118
	N 46 °E	90		SCM119
	N 10 °E	90		SCM120
	N 101 °E	90	Remplissage d'argile	SCM121
	N 71 °E	90		SCM122
	N 179 °E	90		SCM123
	N 111 °E	90	Remplissage d'argile	SCM124
	N 62 °E	90	Remplissage d'argile	SCM125
	N 91 °E	90	Remplissage d'argile	SCM126
	N 131 °E	90		SCM127
	N 23 °E	90		SCM128
	N 72 °E	90		SCM129
	N 7 °E	90		SCM130
	N 127 °E	90		SCM131
	N 46 °E	85 N	Remplissage d'argile	SCM132
	N 86 °E	90		SCM133
	N 137 °E	90		SCM134
	N 66 °E	90		SCM135
	N 70 °E	90		SCM136
	N 6 °E	90		SCM137
	N 120 °E	90	Remplissage d'argile	SCM138
	N 121 °E	90	Remplissage d'argile	SCM139
	N 115 °E	88 N		SCM140
	N 101 °E	88 S		SCM141
	N 49 °E	90		SCM142
	N 35 °E	90		SCM143
	N 148 °E	90		SCM144
	N 116 °E	72 S		SCM145
	N 35 °E	82 W		SCM146
	N 0 °E	90		SCM147
	N 169 °E	90		SCM148
	N 46 °E	90		SCM149
	N 135 °E	90		SCM150
	N 116 °E	84 S		SCM151
	N 118 °E	90		SCM152
	N 101 °E	90		SCM153
N 118 °E	90		SCM154	
N 118 °E	90		SCM155	
N 135 °E	90		SCM156	
N 115 °E	90		SCM157	
N 103 °E	90		SCM158	
N 1 °E	90		SCM159	
N 32 °E	90		SCM160	
Paussac-et-Saint-Vivien Carrière "Constant et Fil"	N 110 °E	87 N	Karstifiée; Remplissage d'argile	CST1
	N 125 °E	90	Karstifiée; Remplissage d'argile	CST2
	N 118 °E	90	Karstifiée; Remplissage d'argile; Ouverte	CST3
	N 119 °E	90	Remplissage d'argile	CST4
	N 115 °E	90	Remplissage d'argile	CST5
	N 98 °E	90	Remplissage d'argile	CST6
	N 116 °E	90	Karstifiée; Remplissage d'argile	CST7
	N 101 °E	90	Karstifiée; Remplissage d'argile	CST8
	N 108 °E	90	Karstifiée; Remplissage d'argile	CST9
	N 110 °E	90	Karstifiée; Remplissage d'argile	CST10
	N 105 °E	90	Remplissage d'argile	CST11
	N 115 °E	90	Remplissage d'argile	CST12
	N 120 °E	90	Remplissage d'argile	CST13
	N 61 °E	90	Karstifiée; Remplissage d'argile; Ouverte	CST14
	N 150 °E	90		CST15
Vieux Mareuil Planeges Sud 3 Carrière souterraine	N 113 °E	80 N	Karstifiée; Ouverte	PLG1
	N 107 °E	85 N	Karstifiée; Remplissage d'argile	PLG2
	N 111 °E	80 S	Karstifiée; Ouverte; PLG3=PLG7?	PLG3
	N 98 °E	87 S	Karstifiée; Ouverte	PLG4
	N 102 °E	90	Fracture sèche	PLG5
	N 105 °E	90	Fracture sèche	PLG6
	N 110 °E	80 S	Karstifiée; Ouverte; PLG7=PLG3?	PLG7
	N 108 °E	90	Karstifiée; Ouverte	PLG8
	N 106 °E	80 S	Karstifiée; Ouverte	PLG9
	N 110 °E	90	Karstifiée; Ouverte	PLG10
N 110 °E	90	Karstifiée; Ouverte	PLG11	

Coniacien

Communes	Lieux	Direction	Pendage	Tectoglyphes, Informations diverses	Code
Mauzens	Les Badies Ouest Carrière souterraine	N 98 °E 60 S		Fracture Karstifiée ouverte, remplissage d'argiles	BDO1
		N 98 °E 60 N		Fracture Karstifiée, remplissage d'argiles	BDO2
		N 115 °E 60 N		Fracture Karstifiée, remplissage d'argiles	BDO3
		N 90 °E 50 N		Fracture Karstifiée ouverte, remplissage d'argiles	BDO4
		N 104 °E 88 S		Débouage de Karst important	BDO5
		N 110 °E 80 S		Débouage de Karst important	BDO6
		N 102 °E 90		Fracture Karstifiée ouverte, remplissage d'argiles, Continuité faible	BDO7
		N 108 °E 90		Fracture Karstifiée ouverte, remplissage d'argiles, Concretions CaCO3	BDO8
		N 108 °E 90			BDO9
		N 118 °E 65 S			BDO10
		N 90 °E 90			BDO11
	Les Badies Carrière souterraine	N 112 °E 64 S		Fracture Karstifiée ouverte, remplissage d'argiles	BD1
		N 104 °E 85 N		Fracture Karstifiée ouverte, remplissage d'argiles	BD2
		N 98 °E 50 N		Fracture Karstifiée ouverte, remplissage d'argiles	BD3
		N 100 °E 78 N		Fracture Karstifiée ouverte, remplissage d'argiles	BD4
		N 108 °E 80 S		Fracture Karstifiée ouverte, remplissage d'argiles	BD4
		N 108 °E 70 N		Fracture Karstifiée ouverte, remplissage d'argiles	BD4
		N 110 °E 85 N		Débouage de Karst important	BD4
		N 110 °E 58 S		Fractures discontinues et conjuguées	BD5
		N 110 °E 55 S			
		N 100 °E 90		Fracture Karstifiée ouverte, remplissage d'argiles	BD6
		N 100 °E 58 S		Fracture Karstifiée ouverte, remplissage d'argiles	BD6
		N 98 °E 90		Fracture Karstifiée ouverte, remplissage d'argiles	BD6
		N 98 °E 62 S		Toit très Karstifié et déboué	BD7
		N 88 °E 90		Fracture Karstifiée ouverte, remplissage d'argiles	BD8
		N 94 °E 90		Fracture Karstifiée ouverte, remplissage d'argiles	BD8
		N 105 °E 80 N		Fracture Karstifiée ouverte, remplissage d'argiles	BD9
		N 110 °E 80 S		Fracture Karstifiée ouverte, remplissage d'argiles	BD10
		N 100 °E 63 N		Fracture très Karstifiée ouverte, remplissage d'argiles	BD11
		N 108 °E 90		Fracture courbe Karstifiée ouverte, remplissage d'argiles	BD11
		N 110 °E 68 N		Fracture Karstifiée ouverte, remplissage d'argiles	BD12
		N 165 °E 60 W		Fracture Karstifiée ouverte, remplissage d'argiles	BD13
		N 110 °E 55 S			BD13
Condat sur Trincou	Le Petit Roc	N 110 °E 90		Karst	
Brantome	Le Moulin de Lafon	N 105 °E 90		Fracture Karstifiée	
Valeuil	Grotte de l'Ecole	N 115 °E 90		Karst	
	Chemin du moulin de Valeuil	N 105 °E 90		Karst	
	D106, Les Genets	N 116 °E 90		Fracture Karstifiée	
	D106, Les Genets	N 108 °E 90		Fracture Karstifiée	
Bourdeilles	La Forge du Diable	N 118 °E 90		Karst pénétrable	
	Le Bernoux	N 116 °E 90		Karst pénétrable	
		N 96 °E 90		Fracture Karstifiée, remplissage d'argiles	SLT1
		N 81 °E 90			SLT2
		N 65 °E 90			SLT3
		N 53 °E 90			SLT4
		N 174 °E 90		Fracture Karstifiée, remplissage d'argiles	SLT5
		N 77 °E 90		Fracture Karstifiée, remplissage d'argiles	SLT6
		N 23 °E 90			SLT7
		N 98 °E 90		Fracture Karstifiée, remplissage d'argiles	SLT8
		N 66 °E 80 N			SLT9
		N 172 °E 80 W			SLT10
		N 152 °E 80 W			SLT11
		N 11 °E 90		Remplissage d'argile	SLT12
		N 112 °E 80 N			SLT13
		N 19 °E 90		Fracture Karstifiée, remplissage d'argiles	SLT14

Sariat-La-Canéda	Carrière de Sariat SAS Garrigou TP Carrières	N 69 °E 75 N		Remplissage d'argile	SLT15
		N 100 °E 90		Fracture Karstifiée, remplissage d'argiles	SLT16
		N 81 °E 90			SLT17
		N 130 °E 90			SLT18
		N 60 °E 90			SLT19
		N 171 °E 90			SLT20
		N 42 °E 90			SLT21
		N 144 °E 90			SLT22
		N 94 °E 90			SLT23
		N 173 °E 90			SLT24
		N 164 °E 90			SLT25
		N 170 °E 90		Fracture Karstifiée, remplissage d'argiles	SLT26
		N 92 °E 90		Fracture Karstifiée, remplissage d'argiles	SLT27
		N 117 °E 90			SLT28
		N 105 °E 90		Fracture Karstifiée, remplissage d'argiles	SLT29
		N 11 °E 90		Fracture Karstifiée, remplissage d'argiles	SLT30
		N 99 °E 90		Fracture Karstifiée, remplissage d'argiles	SLT31
		N 13 °E 58 W		Fracture Karstifiée, remplissage d'argiles	SLT32
		N 94 °E 90		Fracture Karstifiée, remplissage d'argiles	SLT33
		N 173 °E 72 W		Fracture Karstifiée, remplissage d'argiles	SLT34
		N 5 °E 90			SLT35
		N 92 °E 90			SLT36
		N 171 °E 90			SLT37
		N 63 °E 90			SLT38
		N 71 °E 90			SLT39
		N 72 °E 90			SLT40
		N 108 °E 90		Fracture Karstifiée, remplissage d'argiles	SLT41
		N 167 °E 75 W		Fracture Karstifiée, remplissage d'argiles	SLT42
		N 90 °E 90		Fracture Karstifiée, remplissage d'argiles	SLT43
		N 3 °E 90		Fracture Karstifiée, remplissage d'argiles	SLT44
		N 17 °E 90		Fracture Karstifiée, remplissage d'argiles	SLT45
		N 105 °E 90		Fracture Karstifiée, remplissage d'argiles	SLT46
		N 164 °E 73 W		Fracture Karstifiée, remplissage d'argiles	SLT47
		N 10 °E 90			SLT48
		N 178 °E 88 W			SLT49
		N 98 °E 90			SLT50
		N 12 °E 90			SLT51
		N 82 °E 90			SLT52
		N 80 °E 90			SLT53
		N 178 °E 90			SLT54
		N 16 °E 90			SLT55
		N 11 °E 90			SLT56
		N 5 °E 90			SLT57
N 98 °E 90			SLT58		
N 33 °E 90			SLT59		
N 95 °E 90		Fracture Karstifiée, remplissage d'argiles	SLT60		
N 109 °E 90			SLT61		
N 24 °E 90			SLT62		
N 103 °E 90			SLT63		
N 38 °E 90			SLT64		
N 83 °E 90		Fracture Karstifiée, remplissage d'argiles	SLT65		
N 7 °E 90			SLT66		
N 63 °E 90			SLT67		
N 9 °E 90			SLT68		
N 124 °E 90			SLT69		
N 45 °E 90			SLT70		
N 178 °E 58 W		Fracture Karstifiée, remplissage d'argiles	SLT71		
N 13 °E 59 W		Fracture Karstifiée, remplissage d'argiles	SLT72		
N 73 °E 90			SLT73		
N 85 °E 90		Fracture Karstifiée, remplissage d'argiles	SLT74		
N 70 °E 90			SLT75		
N 176 °E 65 W		Fracture Karstifiée, remplissage d'argiles	SLT76		
N 105 °E 90		Fracture Karstifiée, remplissage d'argiles	SLT77		

		N 6 °E 63 W			SLT78
		N 83 °E 90			SLT79
		N 82 °E 90			SLT80
		N 134 °E 90			SLT81
		N 177 °E 90			SLT82
		N 89 °E 90			SLT83
		N 67 °E 90			SLT84
		N 3 °E 90			SLT85
		N 52 °E 90			SLT86
		N 144 °E 90			SLT87
		N 88 °E 90		Fracture Karstifiée, remplissage d'argiles	SLT88
		N 170 °E 65 W		Fracture Karstifiée, remplissage d'argiles	SLT89
		N 42 °E 90			SLT90
		N 81 °E 90			SLT91
		N 173 °E 90			SLT92
		N 64 °E 90			SLT93
		N 176 °E 50 W			SLT94
		N 72 °E 90		Fracture Karstifiée, remplissage d'argiles	SLT95
		N 65 °E 90		Fracture Karstifiée, remplissage d'argiles	SLT96
		N 75 °E 90		Fracture Karstifiée, remplissage d'argiles	SLT97
		N 163 °E 90			SLT98
		N 79 °E 90		Fracture Karstifiée, remplissage d'argiles	SLT99
		N 175 °E 70 W		Fracture Karstifiée, remplissage d'argiles	SLT100
		N 161 °E 72 W		Fracture Karstifiée, remplissage d'argiles	SLT101
		N 57 °E 90		Fracture Karstifiée, remplissage d'argiles	SLT102
		N 172 °E 68 W		Fracture Karstifiée, remplissage d'argiles	SLT103
		N 61 °E 90		Fracture Karstifiée, remplissage d'argiles	SLT104
		N 165 °E 60 W			SLT105
		N 63 °E 90			SLT106
		N 6 °E 90			SLT107
		N 61 °E 90			SLT108
		N 72 °E 80 N			SLT109
		N 164 °E 63 W			SLT110
		N 165 °E 63 W			SLT111
		N 52 °E 90		Fracture Karstifiée, remplissage d'argiles	SLT112
		N 77 °E 90			SLT113
		N 168 °E 53 W			SLT114
		N 169 °E 90			SLT115
		N 44 °E 90			SLT116
		N 115 °E 90			SLT117
		N 103 °E 90			SLT118
		N 48 °E 90			SLT119
		N 83 °E 80 S			SLT120
N 170 °E 80 E			SLT121		
N 76 °E 90			SLT122		
N 91 °E 90			SLT123		
N 8 °E 80 W			SLT124		
N 91 °E 90			SLT125		
N 168 °E 83 W			SLT126		
N 78 °E 80 N			SLT127		
N 179 °E 73 W			SLT128		
N 81 °E 80 N			SLT129		
N 57 °E 80 N			SLT130		
N 120 °E 80 N			SLT131		
N 178 °E 90			SLT132		
N 49 °E 90			SLT133		
N 177 °E 78 W			SLT134		
N 23 °E 80 W			SLT135		
N 161 °E 80 W			SLT136		
N 38 °E 90			SLT137		
N 51 °E 90			SLT138		
N 102 °E 80 S			SLT139		
N 9 °E 85 W			SLT140		

Santonien

Communes	Lieux	Direction	Pendage	Tectoglyphes, Informations diverses	Code
Vezac	La Combe de Lama Est Carrière souterraine	N 77 °E	55 S	Fracture karstifiée, remplissage d'argile	CLE1
		N 18 °E	90		CLE2
		N 19 °E	90		CLE3
		N 18 °E	90		CLE4
		N 131 °E	80 W		CLE5

Campanien

Communes	Lieux	Direction	Pendage	Tectoglyphes, Informations diverses	Code
Maurens	LaDoux Ouest Carrière souterraine	N 49 °E	90	Fracture Karstifiée, remplissage d'argiles	LDO1
		N 155 °E	90		LDO2
		N 10 °E	90	Fracture Karstifiée, remplissage d'argiles	LDO3
		N 160 °E	90		LDO4
		N 10 °E	90	Fracture Karstifiée, remplissage d'argiles	LDO5
		N 20 °E	90		LDO6
		N 166 °E	80 E	Remplissage d'argiles	LDO7
		N 168 °E	90		LDO8
		N 40 °E	80 E		LDO9
		N 15 °E	90		LDO10
		N 10 °E	87 E		LDO11
		N 130 °E	90		LDO12
		N 140 °E	90		LDO13
		N 11 °E	90		LDO14
		N 163 °E	90		LDO14
		N 23 °E	85 E		LDO15
		N 2 °E	90		LDO16
		N 156 °E	90	Fracture Karstifiée ouverte, remplissage d'argiles	LDO17
		N 151 °E	90		LDO18
		N 15 °E	65 E	Fracture Karstifiée ouverte, remplissage d'argiles	LDO19
		N 1 °E	90		LDO20
		N 16 °E	90	En relais	LDO21
		N 28 °E	90		LDO22
		N 16 °E	90	Fracture Karstifiée, remplissage d'argiles	LDO23
		N 20 °E	90		LDO24
		N 9 °E	90		LDO25
		N 17 °E	90		LDO26
		N 43 °E	90		LDO27
		N 14 °E	90		LDO28
		N 9 °E	90		LDO29
		N 145 °E	90		LDO30
		N 12 °E	90		LDO31
		N 5 °E	90		LDO32
		N 37 °E	90		LDO33
		N 10 °E	90		LDO34
		N 60 °E	90	Se rejoignent	LDO35
		N 46 °E	63 W		LMZ1
		N 146 °E	79 N		LMZ2
		N 68 °E	90		LMZ3
		N 177 °E	90		LMZ4
		N 158 °E	90		LMZ5
		N 35 °E	79 E		LMZ6
		N 170 °E	90		LMZ7
		N 19 °E	90		LMZ8
		N 159 °E	90		LMZ9
		N 55 °E	90		LMZ10
N 135 °E	90		LMZ11		
N 36 °E	79 E		LMZ12		
N 134 °E	90		LMZ13		
N 40 °E	90		LMZ14		
N 31 °E	90		LMZ15		
N 36 °E	90		LMZ16		
N 58 °E	90		LMZ17		
N 133 °E	90		LMZ18		
N 147 °E	90		LMZ19		
N 37 °E	90		LMZ20		
N 120 °E	87 E		LMZ21		
N 132 °E	82 N		LMZ22		
N 38 °E	90		LMZ23		
N 9 °E	90		LMZ24		
N 13 °E	83 N		LMZ25		
N 155 °E	90	Ecailles?	LMZ26		
N 23 °E	90		LMZ27		
N 99 °E	81 N		LMZ28		

N 18 °E	80 E		LMZ29
N 18 °E	79 E		LMZ30
N 98 °E	90		LMZ31
N 21 °E	73 E		LMZ32
N 122 °E	90		LMZ33
N 23 °E	87 E		LMZ34
N 107 °E	80 N		LMZ35
N 19 °E	90		LMZ36
N 15 °E	90		LMZ37
N 121 °E	80 S		LMZ38
N 175 °E	90		LMZ39
N 8 °E	90		LMZ40
N 90 °E	90		LMZ41
N 155 °E	90		LMZ42
N 17 °E	78 E		LMZ43
N 151 °E	90		LMZ44
N 17 °E	90		LMZ45
N 9 °E	90		LMZ46
N 105 °E	90		LMZ47
N 137 °E	85 E		LMZ48
N 134 °E	90		LMZ49
N 89 °E	86 S		LMZ50
N 118 °E	90		LMZ51
N 126 °E	90		LMZ52
N 0 °E	90		LMZ53
N 105 °E	90		LMZ54
N 1 °E	90		LMZ55
N 34 °E	90		LMZ56
N 85 °E	80 S		LMZ57
N 9 °E	90		LMZ58
N 56 °E	90		LMZ59
N 165 °E	90		LMZ60
N 63 °E	90		LMZ61
N 8 °E	90		LMZ62
N 101 °E	80 N		LMZ63
N 154 °E	90		LMZ64
N 170 °E	90		LMZ65
N 90 °E	81 S		LMZ66
N 136 °E	70 S		LMZ67
N 67 °E	90		LMZ68
N 129 °E	75 N		LMZ69
N 123 °E	70 N		LMZ70
N 17 °E	68 E		LMZ71
N 175 °E	90		LMZ72
N 30 °E	80 W		LMZ73
N 135 °E	80 S		LMZ74
N 36 °E	82 W		LMZ75
N 130 °E	79 S		LMZ76
N 131 °E	65 N		LMZ77
N 57 °E	81 W		LMZ78
N 52 °E	90	Carrière du Gyé de le Roque	LMZ79
N 152 °E	65 E		LMZ80
N 129 °E	79 N		LMZ81
N 26 °E	67 E	SAS Carrières de Thiviers	LMZ82
N 100 °E	90		LMZ83
N 25 °E	90		LMZ84
N 3 °E	75 E		LMZ85
N 97 °E	90		LMZ86
N 175 °E	60 E		LMZ87
N 6 °E	90		LMZ88
N 66 °E	90		LMZ89
N 159 °E	90		LMZ90
N 2 °E	90		LMZ91
N 88 °E	90		LMZ92
N 129 °E	90		LMZ93
N 30 °E	90		LMZ94
N 39 °E	90		LMZ95
N 51 °E	90		LMZ96

N 139 °E	69 S		LMZ97
N 156 °E	90		LMZ98
N 115 °E	90		LMZ99
N 25 °E	90		LMZ100
N 1 °E	90		LMZ101
N 130 °E	90		LMZ102
N 5 °E	90		LMZ103
N 53 °E	83 W		LMZ104
N 165 °E	90		LMZ105
N 86 °E	84 N		LMZ106
N 69 °E	65 N		LMZ107
N 47 °E	71 S		LMZ108
N 149 °E	90		LMZ109
N 75 °E	90		LMZ110
N 155 °E	90		LMZ111
N 68 °E	90		LMZ112
N 58 °E	85 W		LMZ113
N 5 °E	90		LMZ114
N 103 °E	62 N		LMZ115
N 155 °E	90		LMZ116
N 120 °E	90		LMZ117
N 178 °E	90		LMZ118
N 178 °E	80 W		LMZ119
N 117 °E	78 S		LMZ120
N 165 °E	90		LMZ121
N 102 °E	90		LMZ122
N 78 °E	90		LMZ123
N 165 °E	90		LMZ124
N 49 °E	90		LMZ125
N 160 °E	90		LMZ126
N 164 °E	90		LMZ127
N 159 °E	90		LMZ128
N 27 °E	82 E		LMZ129
N 168 °E	90		LMZ130
N 86 °E	90		LMZ131
N 21 °E	90		LMZ132
N 98 °E	90		LMZ133
N 60 °E	90		LMZ134
N 45 °E	88 E		LMZ135
N 46 °E	86 W		LMZ136
N 159 °E	90		LMZ137
N 169 °E	90		LMZ138
N 27 °E	90		LMZ139
N 140 °E	90		LMZ140
N 61 °E	90		LMZ141
N 157 °E	90		LMZ142
N 105 °E	90		LMZ143
N 162 °E	90		LMZ144
N 77 °E	77 N		LMZ145
N 150 °E	80 E		LMZ146
N 125 °E	90		LMZ147
N 42 °E	90		LMZ148
N 153 °E	90		LMZ149
N 57 °E	90		LMZ150
N 145 °E	90		LMZ151
N 45 °E	90		LMZ152
N 153 °E	90		LMZ153
N 78 °E	90		LMZ154
N 75 °E	90		LMZ155
N 169 °E	90		LMZ156
N 162 °E	90		LMZ157
N 128 °E	90		LMZ158
N 28 °E	90		LMZ159
N 58 °E	90		LMZ160
N 168 °E	90		LMZ161

Eocène

Communes	Lieux	Direction	Pendage	Tectoglyphes, Informations diverses	Code
Montguyard	Affleurement Bordure de route (poubelles)	N 124 °E	90		MGD1
		N 45 °E	65 E		MGD2
		N 43 °E	90		MGD3
		N 138 °E	90		MGD4
		N 117 °E	90		MGD5
		N 125 °E	75 S		MGD6
		N 110 °E	90		MGD7
		N 165 °E	90		MGD8
		N 145 °E	75 S		MGD9
		N 105 °E	90		MGD10
		N 167 °E	90		MGD11
		N 28 °E	90		MGD12
		N 163 °E	90		MGD13
		N 92 °E	90		MGD14
		N 161 °E	85 S		MGD15
		N 143 °E	90		MGD16
		N 112 °E	90		MGD17
		N 130 °E	80 N		MGD18
		N 139 °E	85 E		MGD19
		N 27 °E	78 W		MGD20
		N 37 °E	90		MGD21
		N 125 °E	80 N		MGD22
		N 22 °E	66 W		MGD23
		N 5 °E	70 W		MGD24
		N 87 °E	90		MGD25
		N 95 °E	90		MGD26
		N 22 °E	90		MGD27
		N 113 °E	80 N		MGD28
		N 27 °E	78 W		MGD29
		N 88 °E	90		MGD30
		N 23 °E	80 W		MGD31
		N 11 °E	75 W		MGD32
		N 95 °E	90		MGD33
		N 122 °E	90		MGD34
		N 28 °E	85 W		MGD35

Rupélien

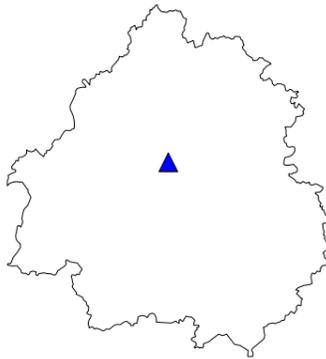
Communes	Lieux	Direction	Pendage	Tectoglyphes, Informations diverses	Code	
Plaisance	Carrère de Mandacou SAS Calcaires et diorites du Périgord (Carrières de Thiviers)	N 9 °E	90		PLC1	
		N 79 °E	81 S		PLC2	
		N 81 °E	90	Fracture Karstifiée, remplissage d'argiles	PLC3	
		N 157 °E	78 E		PLC4	
		N 101 °E	88 S		PLC5	
		N 30 °E	85 W		PLC6	
		N 95 °E	87 S		PLC7	
		N 95 °E	88 N		PLC8	
		N 10 °E	90		PLC9	
		N 25 °E	90		PLC10	
		N 28 °E	90		PLC11	
		N 65 °E	80 S		PLC12	
		N 174 °E	90		PLC13	
		N 81 °E	85 S		PLC14	
		N 58 °E	73 W		PLC15	
		N 90 °E	85 S		PLC16	
		N 157 °E	90		PLC17	
		N 96 °E	85 N		PLC18	
		N 95 °E	86 N		PLC19	
		N 147 °E	90		PLC20	
		N 108 °E	90		PLC21	
		N 86 °E	90		PLC22	
		N 103 °E	90		PLC23	
		N 92 °E	90		PLC24	
		N 10 °E	90		PLC25	
		N 95 °E	90		PLC26	
		N 89 °E	90		PLC27	
		N 132 °E	90		PLC28	
		N 79 °E	90		PLC29	
		N 2 °E	62 E		PLC30	
		N 10 °E	90		PLC31	
		N 101 °E	90		PLC32	
		N 93 °E	79 N		PLC33	
		N 96 °E	87 N		PLC34	
		N 10 °E	87 W		PLC35	
	N 12 °E	90		PLC36		
	N 112 °E	90		PLC37		
	N 18 °E	90		PLC38		
	N 92 °E	83 N		PLC39		
	N 164 °E	90		PLC40		
	N 5 °E	86 W		PLC41		
	N 107 °E	80 N		PLC42		
	N 16 °E	90		PLC43		
	N 5 °E	90		PLC44		
	N 92 °E	90		PLC45		
	N 7 °E	90		PLC46		
	N 11 °E	90		PLC47		
	N 67 °E	90		PLC48		
	N 13 °E	90		PLC49		
	N 84 °E	90		PLC50		
	N 140 °E	80 W		PLC51		
	N 125 °E	90		PLC52		
	N 77 °E	90		PLC53		
	N 9 °E	90		PLC54		
	N 147 °E	90		PLC55		
	N 97 °E	90		PLC56		
	N 13 °E	90		PLC57		
	N 57 °E	62 N		PLC58		
	N 112 °E	90		PLC59		
	N 5 °E	90		PLC60		
	N 57 °E	90		PLC61		
	N 86 °E	90		PLC62		
	N 14 °E	90		PLC63		
	N 7 °E	90		PLC64		
	N 91 °E	90		PLC65		
	Fonroque	Carrère de Mandacou SAS Calcaires et diorites du Périgord (Carrières de Thiviers)	N 146 °E	90		PLC66
			N 136 °E	90		PLC67
N 146 °E			90		PLC68	
N 89 °E			90		PLC69	
N 85 °E			90		PLC70	
N 14 °E			90		PLC71	
N 167 °E			90		PLC72	
N 7 °E			80 E		PLC73	
N 102 °E			87 N		PLC74	
N 12 °E			88 W		PLC75	
N 85 °E		90		PLC76		
N 85 °E		88 N		PLC77		
N 142 °E		70 N		PLC78		
N 16 °E		90		PLC79		
N 70 °E		90		PLC80		
N 173 °E		90		PLC81		
N 1 °E		77 W		PLC82		
N 10 °E		90		PLC83		
N 92 °E		90		PLC84		
Palier Supérieur Front Sud		N 76 °E	90		PLC85	
	N 7 °E	90		PLC86		
	N 177 °E	80 E		PLC87		
	N 98 °E	90		PLC88		
	N 61 °E	90		PLC89		
	N 77 °E	90		PLC90		
	N 91 °E	90		PLC91		
	N 135 °E	90		PLC92		
	N 160 °E	90		PLC93		
	N 94 °E	90		PLC94		
N 70 °E	90		PLC95			
N 67 °E	90		PLC96			
N 9 °E	90		PLC97			
N 160 °E	90		PLC98			
N 111 °E	80 W		PLC99			
N 93 °E	90		PLC100			
N 163 °E	90		PLC101			
N 99 °E	75 W		PLC102			
N 71 °E	81 N		PLC103			
N 110 °E	90		PLC104			
Carrère de Mandacou SAS Calcaires et diorites du Périgord (Carrières de Thiviers)	N 116 °E	90		PLC105		
	N 18 °E	90		PLC106		
	N 75 °E	90		PLC107		
	N 80 °E	90		PLC108		
	N 89 °E	90		PLC109		
	N 30 °E	90		PLC110		
	N 147 °E	90		PLC111		
	N 30 °E	90		PLC112		
	N 107 °E	90		PLC113		
	N 13 °E	90		PLC114		
N 24 °E	90		PLC115			
N 166 °E	90		PLC116			
N 84 °E	90		PLC117			
N 85 °E	90		PLC118			
N 158 °E	90		PLC119			
N 61 °E	90		PLC120			
N 41 °E	90		PLC121			
N 70 °E	90		PLC122			
N 106 °E	90		PLC123			
N 36 °E	90		PLC124			
N 93 °E	90		PLC125			
N 20 °E	90		PLC126			
N 92 °E	90		PLC127			
N 5 °E	90		PLC128			
Lavoir Affleurement	N 150 °E	90		FRQ1		
	N 115 °E	90		FRQ2		
	N 78 °E	90		FRQ3		
	N 120 °E	90		FRQ4		
	N 109 °E	90		FRQ5		

Miocène

Communes	Lieux	Direction	Pendage	Tectoglyphes, Informations diverses	Code
Soumensac	Chemin de ronde Affleurement 1	N 28 °E	90		SMS1
		N 25 °E	90		SMS2
		N 145 °E	65 E		SMS3
		N 36 °E	90		SMS4
		N 151 °E	78 E		SMS5
		N 91 °E	90		SMS6
		N 127 °E	80 N		SMS7
		N 163 °E	83 W		SMS8
		N 32 °E	78 E		SMS9
		N 36 °E	90		SMS10
		N 16 °E	90		SMS11
		N 119 °E	70 N		SMS12
		N 91 °E	90		SMS13
		N 165 °E	90		SMS14
		N 99 °E	90		SMS15
		N 119 °E	90		SMS16
		N 105 °E	90		SMS17
		N 35 °E	90		SMS18
		N 37 °E	90		SMS19
		N 21 °E	90		SMS20
		N 114 °E	90		SMS21
		N 75 °E	75 N		SMS22
		N 108 °E	90		SMS23
		N 41 °E	65 E		SMS24
		N 101 °E	90		SMS25
		N 133 °E	90		SMS26
		N 38 °E	90		SMS27
		N 38 °E	90		SMS28
		N 114 °E	90		SMS29
		N 20 °E	90		SMS30
		N 74 °E	90		SMS31
		N 28 °E	90		SMS32
		N 117 °E	90		SMS33
		N 79 °E	90		SMS34
		N 19 °E	90		SMS35
		N 100 °E	90		SMS36
		N 100 °E	90		SMS37
		N 30 °E	90		SMS38
	N 28 °E	90		SMC39	
	N 163 °E	90		SMC40	
	N 125 °E	90		SMC41	
	N 140 °E	90		SMC42	
	N 15 °E	82 E		SMC43	
	N 135 °E	90		SMC44	
	N 11 °E	90		SMC45	
	N 30 °E	90		SMC46	
	N 107 °E	90		SMC47	
	N 5 °E	90		SMC48	
	N 126 °E	90		SMC49	
	N 171 °E	90		SMC50	
	N 73 °E	90		SMC51	
	N 103 °E	90		SMC52	
	N 61 °E	67 S		SMC53	
	N 140 °E	80 N		SMC54	
	N 18 °E	65 W		SMC55	
	N 135 °E	87 W		SMC56	
	N 105 °E	80 S		SMC57	
	N 100 °E	80 S		SMC58	
	N 60 °E	90		SMC59	
	N 131 °E	80 N		SMC60	
	N 64 °E	90		SMC61	
	N 110 °E	90		SMC62	
	Carrière ouverte abandonnée Affleurement 3				

Annexe 3

Fiche descriptive de la source du Toulon



Lieu-dit ou dénomination usuelle : Sources du Toulon (L'Abîme et le Cluzeau)
Commune : PERIGUEUX
Département : DORDOGNE

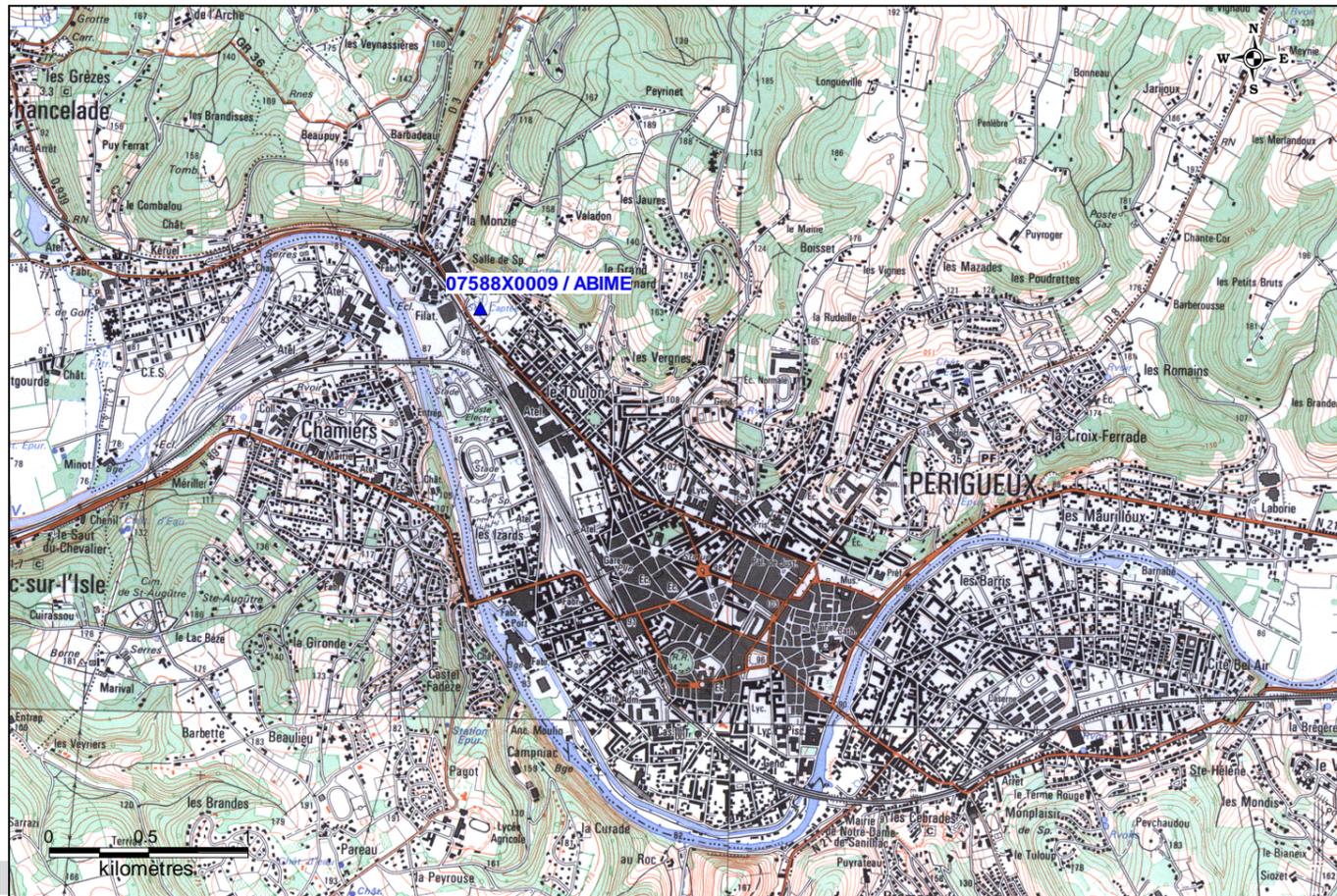
Identification de la station

Indice national : **07588X0009/ABIME & 7588X0008/SOURCE (CLUZEAU)**

Localisation

Coordonnées Lambert 93 : X L93 = 519.420 km Y L93 = 6458.149 km
Coordonnées Lambert 2 Etendu :
Altitude au sol (m NGF) : Z = 83 m (EPD)

Plan de situation d'après IGN à 1/25 000 et Accès

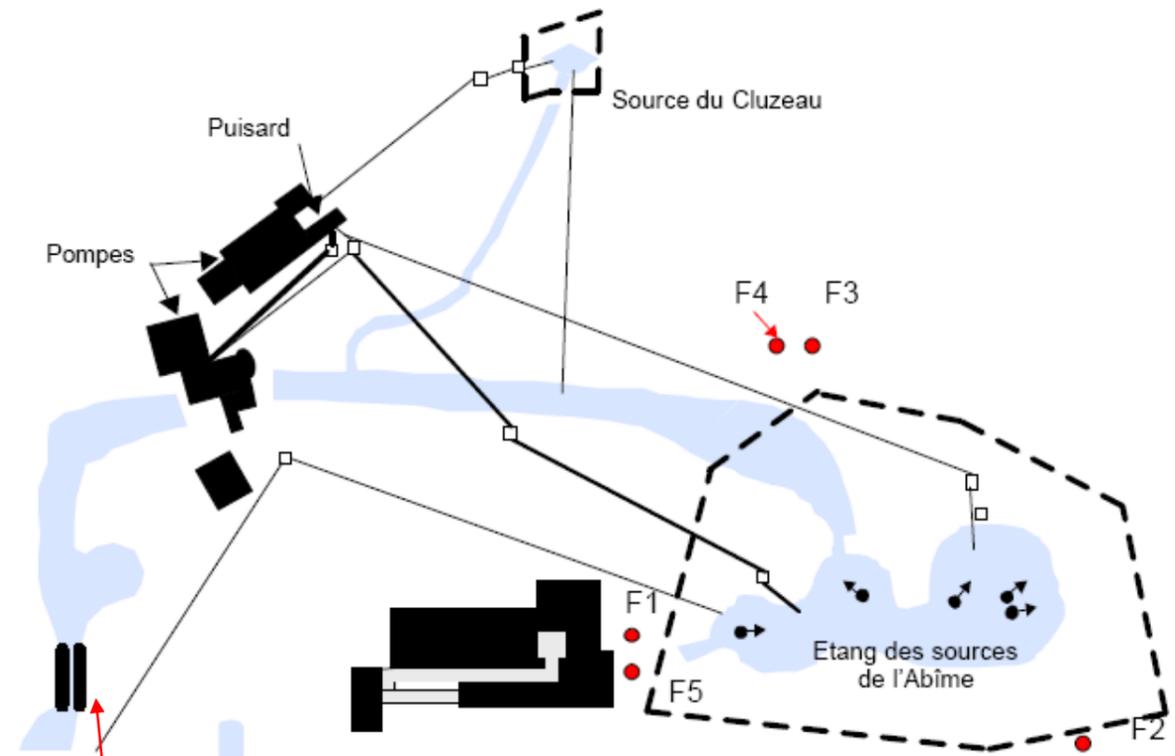


Gestion par la Lyonnaise des eaux pour l'AEP de Périgueux
Appartenance aux réseaux quantitatif RPin et qualitatif RCS

Caractéristiques de l'ouvrage

A - L'abîme (07588X0009)

B - Le Cluzeau (07588X0008)



La source de l'Abîme donne naissance à un étang de 605 m² de surface et d'une profondeur qu'on pensait autrefois insondable d'où le nom, mais qui, selon des plongées exécutées, n'excède pas 7 mètres.

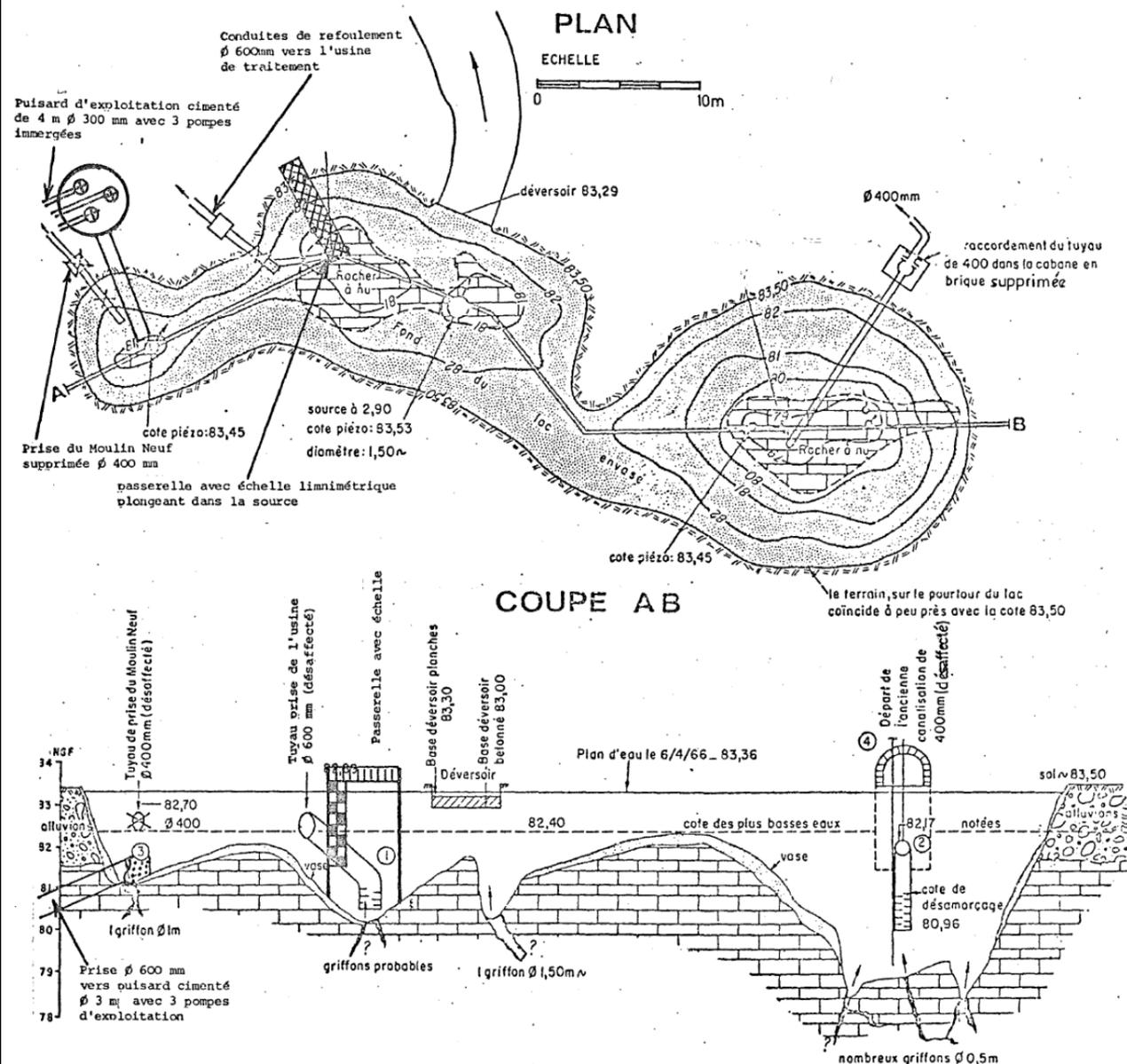
La source du Cluzeau se situe 160 m plus au nord et son nom provient du terme « cluzau » (abri sous roche) d'où l'eau de la source sortait autrefois.

Système aquifère observé

Aquifère du **TURONIEN** et du **CONIACIEN**

La source de l'Abîme est formée de 5 griffons à 6 griffons alignés selon une direction nord-ouest – sud-est entre 3 et 7 m de profondeur dans les calcaires qui se situent à approximativement 2 m sous les alluvions.

La source du Cluzeau sort d'un amas d'éboulis calcaires et de silex juste au pied du coteau.



Plusieurs recherches par sondages, forages, géophysique (électriques et sismiques) ont été réalisés sur le site et autour des sources du Toulon. Ces travaux sont décrits dans des rapports de compte rendu d'exécution. Ils ont mis en évidence sous le site du Toulon, une vaste dépression entre les sources du Cluzeau et de l'Abîme, qui peut être une doline d'effondrement, remblayée par des argiles et des amas de blocs calcaires

Il est constaté deux phénomènes importants :

- la liaison entre les deux sources (Abîme et Cluzeau), car la mise en service de l'Abîme fait baisser le Cluzeau.
- Des sondages nivelés indiquent une charge positive, en étiage, de 1 à 2,5 m, du plan d'eau de l'Abîme par rapport à la nappe des alluvions de l'Isle. Il constate que cette charge piézométrique protège naturellement les sources d'éventuelles pollutions de la nappe alluviale environnante.

Les sources du TOULON, dont l'origine se situe sur les plateaux situés au Nord des captages, représentent un des exutoires de la nappe aquifère souterraine contenue dans les calcaires du Turonien et du Coniacien

Ces eaux remontent en surface grâce à la présence du croisement des 2 anticlinaux perpendiculaires dits de PERIGUEUX et du TOULON.

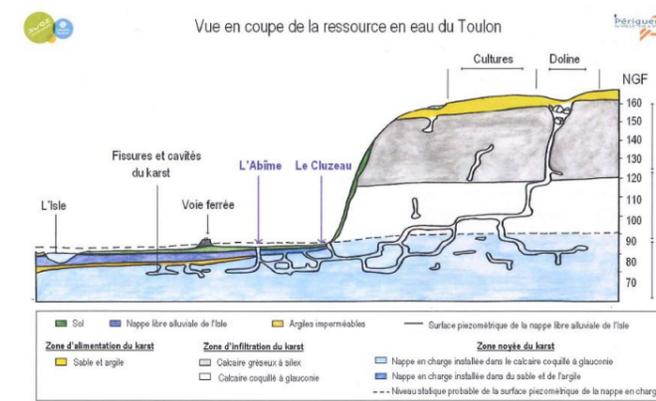
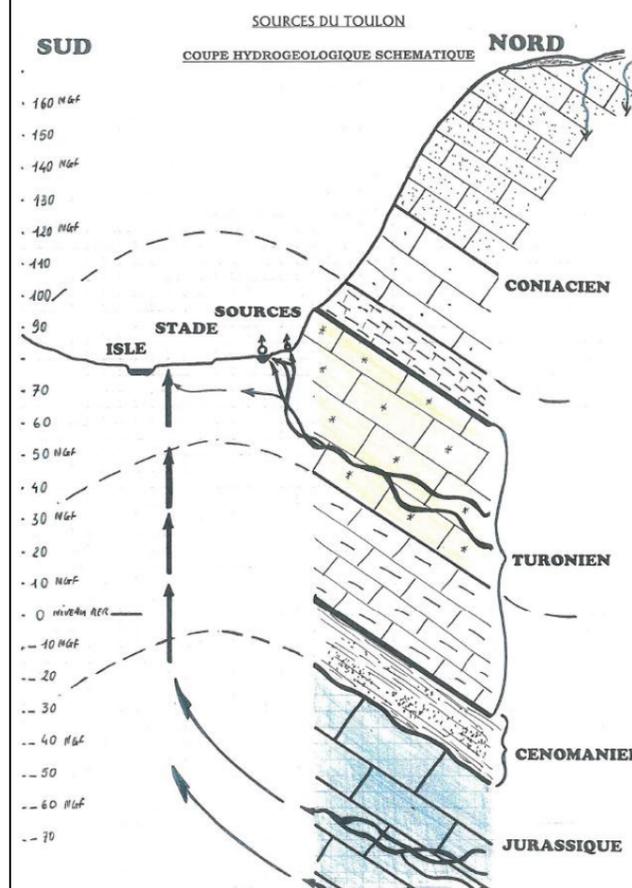


Fig. 2 - Schéma d'alimentation des sources du Toulon (d'après BURGEAP, 1966 et BRGM, 1984 complétée)

L'origine de l'eau alimentant les sources se trouve certainement dans toute la région située au Nord, c'est-à-dire le Plateau de Cornille et de Champcevinel. Les terrains y sont constitués de calcaire crétacés allant du Turonien au Campanien et sont recouverts par un tiers environ du Sidérolithique (Tertiaire) et des sables et galets de quartz du Pliocène qui jouent le rôle de filtre pour les précipitations. La limite de la surface d'alimentation du bassin versant pose beaucoup de problèmes. Ce n'est qu'au sud et au sud-est que la vallée de l'Isle offre des limites bien déterminées. À l'est et au nord-est, la faille du Change est peut-être une limite. Dans le cas contraire l'extension du bassin versant irait jusqu'aux affleurements cénonaniens selon une ligne Négrondes-Sorges-Sarliac. Quant aux limites du nord et du nord-ouest, il se peut qu'elles soient définies par la vallée de la Beaurnonne, mais il n'est pas impossible qu'il existe une alimentation au-delà provenant du NW selon une direction parallèle à l'axe de l'anticlinal.

Mesures de débits disponibles

Historique de mesures issues de la bibliographie

Selon de nombreuses observations, le débit naturel (hors pompage) des sources est évalué à (Sourisseau, 1984)

- 20 l/s en étiage et 70 l/s en crue pour le Cluzeau
- 160 l/s en étiage et 460 l/s en crue pour l'Abîme

Période de mesure 03/1989 à 08/1991 : **Débit min = 791 m³/h & Débit max = 2270 m³/h**
Débit normal = 1250 m³/h

(Angéli, 1996)

Précédemment, Von Stempel, au cours de sa thèse avait mesuré des débits plus importants (Débit normal de 2200 m³/h). Angéli (1996) explique ces différences notamment par la qualité des courbes d'étalonnage hauteur-débit

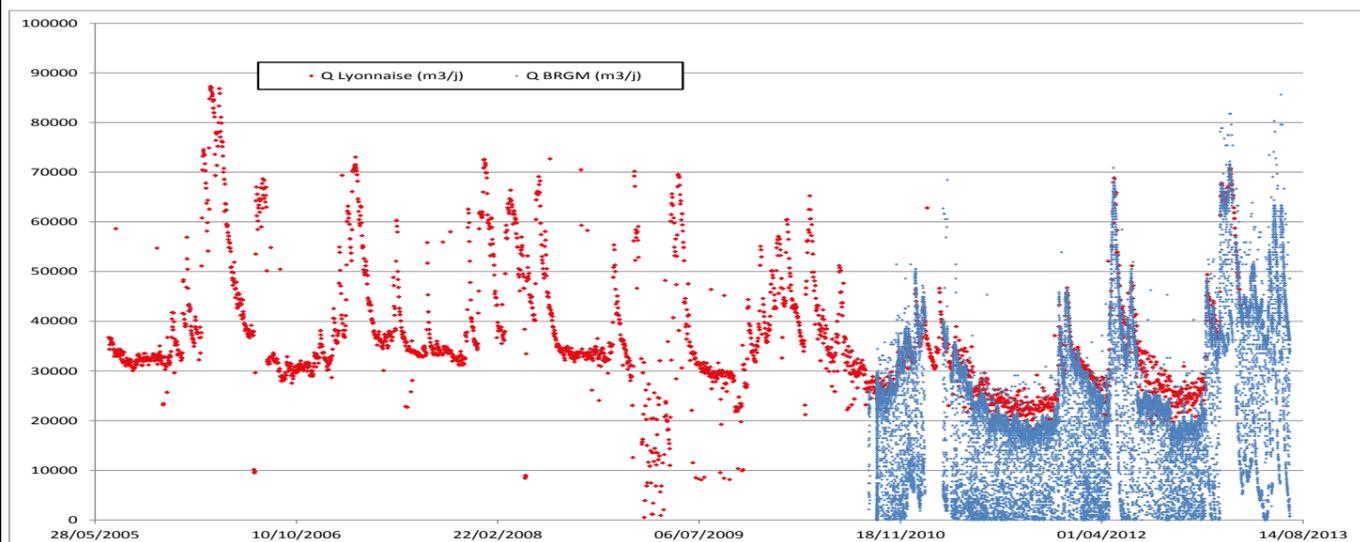
Mesures actuelles

Depuis les années 1970, le débit du trop-plein des sources est suivi. Lyonnaise des eaux réalise ses propres mesures. Les volumes sont enregistrés depuis 07/2005. Au même endroit, le BRGM a mis en place un enregistreur depuis le 31/08/2010.

Caractéristiques du capteur : MDS5 (SEBA), capteur de Pression, Température et conductivité au pas de temps horaire



Chronique piézométrique :



Il existe une ancienne courbe de tarage pour laquelle 7 mesures ont été réalisées entre 08/2009 et 02/2010 mais qui n'est pas précise : il manque notamment des valeurs dans les basses et hautes eaux.

Les débits mesurés sont compris entre **255 m³/h** (24/09/2009) et **2 581 m³/h** (09/02/2010).

Informations complémentaires

Von Stempel (1972) :

La réponse des sources aux précipitations fut constatée être de 5 à 10 jours après des pluies. Il y a aussi des réponses de 12 à 14 jours comme en avril et en septembre 1968. Ceci montre que l'alimentation des sources peut bien provenir des points éloignés de la source de 5 à 15 km en amont, ainsi que la géologie le permettrait. En hiver et lors de forts orages en été, où l'infiltration se fait très rapidement, la source réagit entre 1 et 2 jours aux précipitations.

Les deux sources ont des caractéristiques chimiques presque identiques entre elles ce qui prouve qu'elles proviennent très vraisemblablement du même aquifère.

Les deux sources ont pratiquement toujours la même température variant de 12° à 14°C. Ce n'est qu'au début des crues que l'eau atteint parfois plus que 14°C, ce qui veut dire que l'eau emmagasinée dans les réservoirs est réchauffée pendant l'été et chassée par les premières pluies.

Origine des données

Von Stempel, C., 1972. Etude des ressources en eau de la région de Périgueux (Dordogne) ; *Université de Bordeaux 1*, 245 p.

Sourisseau, B., 1984. Protection des sources du toulon. Détermination des périmètres de protection ; *BRGM, 85-AGI-260-AQI*, 90p.

Angeli, B., 1996. Rapport de synthèse, Sources du Toulon - Etudes préliminaires à l'établissement des périmètres de protection ; *Bureau d'études géologiques Angéli*.

Vouvé, J., 1997. Protection du captage AEP de la source de l'Abîme ; *Commune de Périgueux*

Annexe 4

Fiche descriptive de la source de Ley Fonts



Lieu-dit ou dénomination usuelle : **Source de Ley Fonts**
 Commune : **COURS-DE-PILE**
 Département : **DORDOGNE**

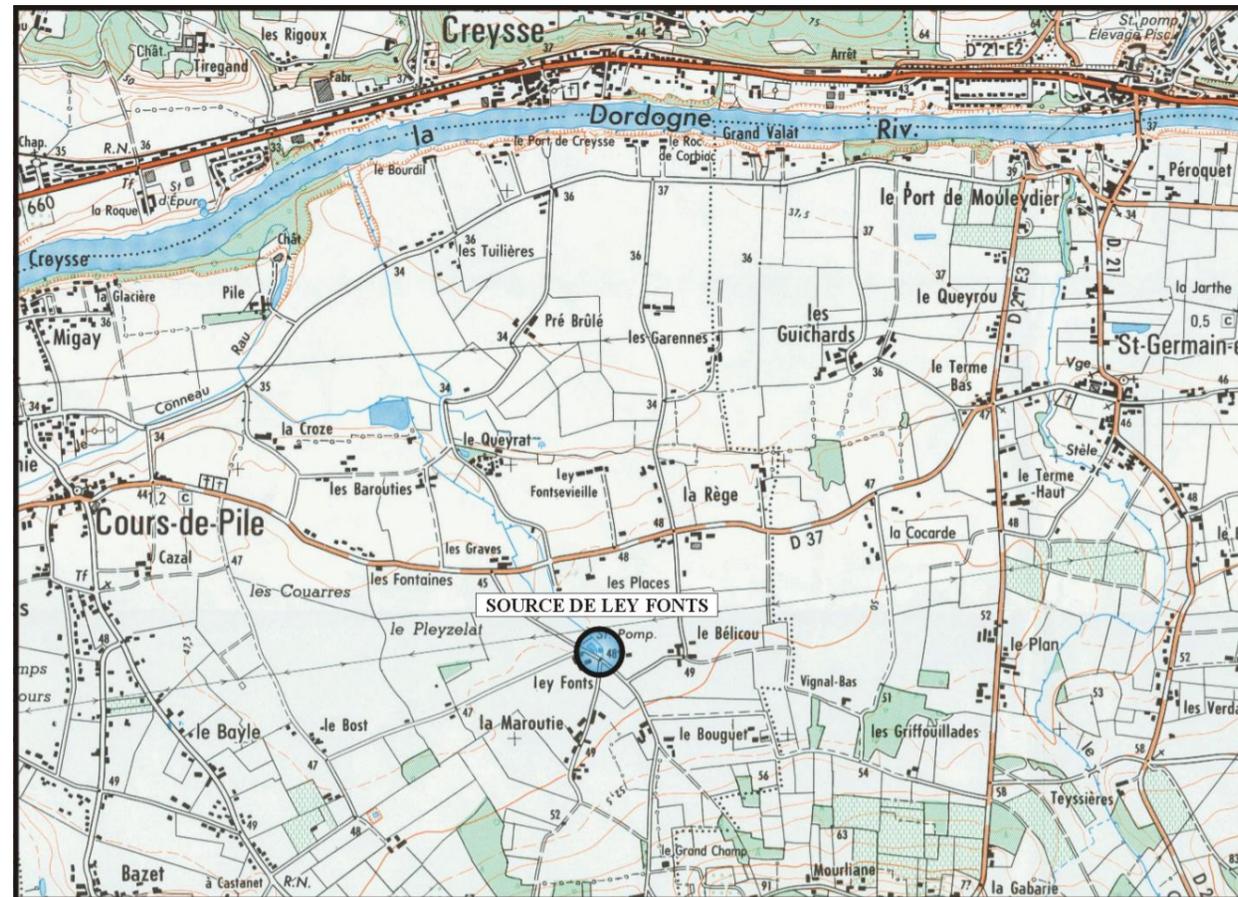
Identification de la station

Indice national : **08067X0008/HY**

Localisation

Coordonnées Lambert 93 : X L93 = 507.946 km Y L93 = 6418.199 km
 Coordonnées Lambert 2 Etendu :
 Altitude au sol (m NGF) : Z = 48 m (ENG)

Plan de situation d'après IGN à 1/25 000 et Accès

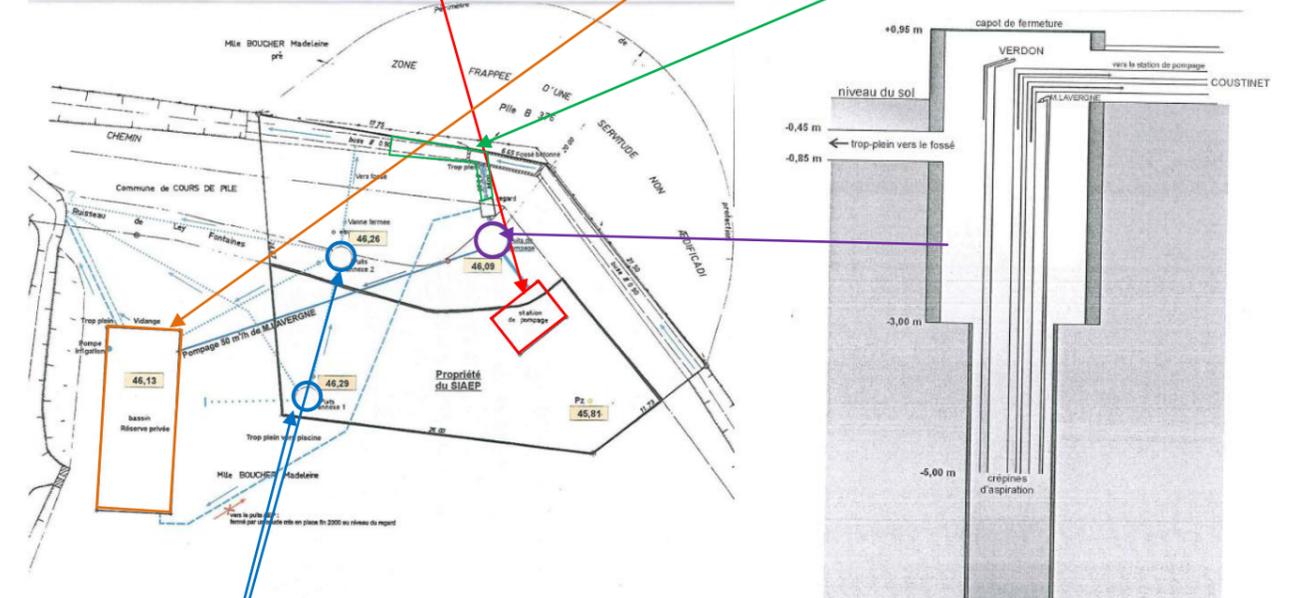


Gestion

Gestion par la Saur pour le compte du SIAEP d'Issigeac

Appartenance au réseau

Caractéristiques de l'ouvrage



La source de « Ley Fonts » est captée dans un puits de 12 m de profondeur environ. Les crépines d'aspiration sont plongées dans le puits à 5 m de profondeur environ. Elle capte les eaux par pompage (débordement naturel et rabattement de la nappe). Ces eaux subissent un traitement *in situ* (désinfection) et sont directement envoyées vers les réservoirs SIAEP.

Le puits de captage principal est équipé de 3 pompes pour le SIAEP (2 pompes de 65 m³/h pour le réservoir de COUSTINET et une de 50 m³/h pour le réservoir de VERDON) et une pompe pour un agriculteur (50 m³/h). La capacité maximum de prélèvement actuelle est de 180 m³/h environ (130 m³/h pour le syndicat et 50 m³/h pour M.LAVERGNE).

Les puits satellites ne sont pas captés. Le puits satellite n°1 peut se vidanger par surverse dans le puits satellite n°2 et dans le ruisseau en aval du site. Le puits satellite n°2 peut se vidanger par surverse dans la bêche de reprise, dans le fossé latéral du captage et dans le ruisseau. Aucune conduite ne connecte le puits principal et les puits annexes.

Le trop-plein du captage est géré par une conduite gravitaire qui déverse les volumes excédentaires dans le fossé latéral du captage qui rejoint le ruisseau quelques dizaines de mètres en aval du site.

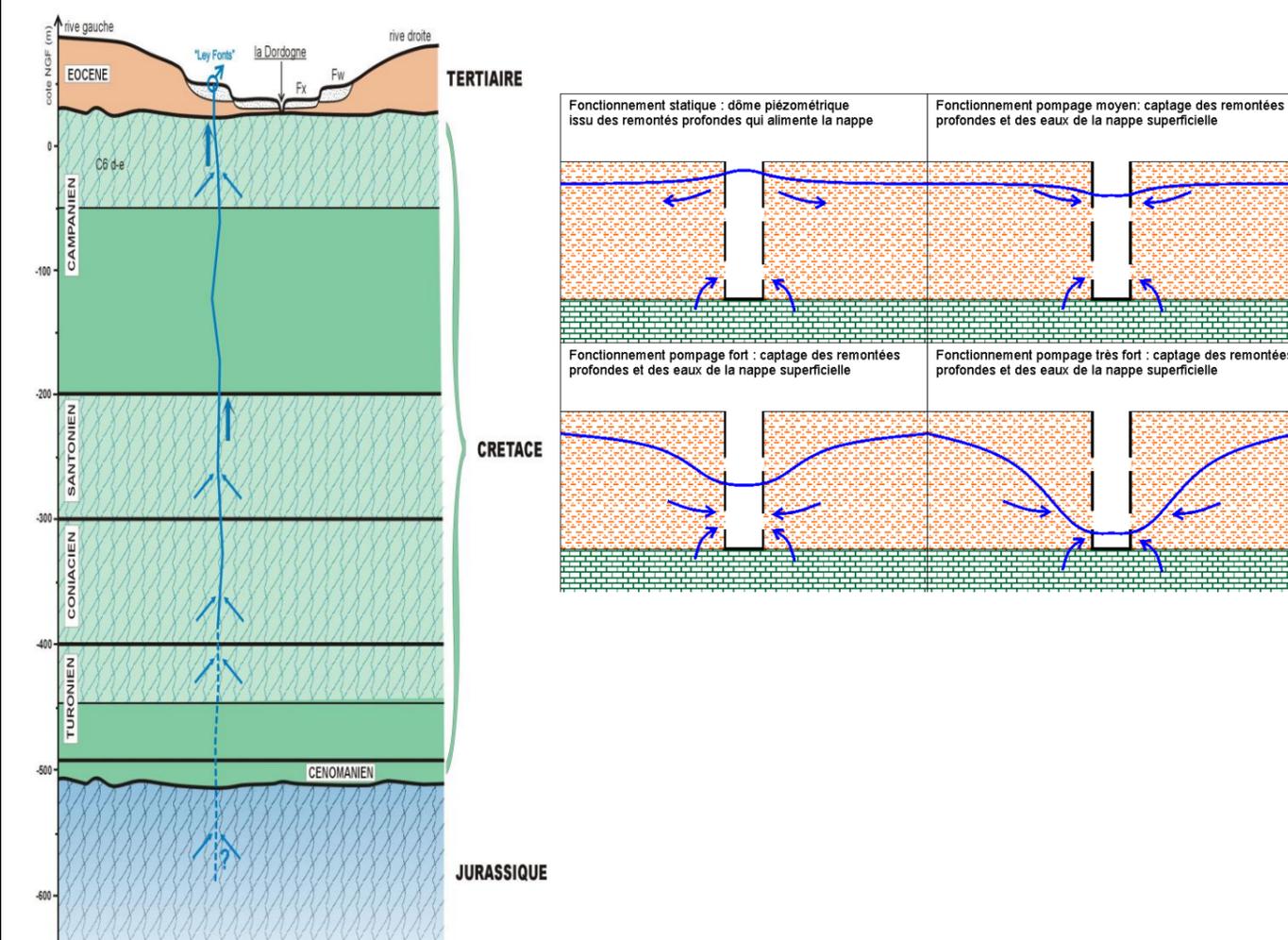
A l'origine, le lieu-dit Ley-Fonts correspondait à un groupe de sources naturelles composé de plusieurs griffons d'eau qui formaient une lagune et donnait naissance au ruisseau actuel qui se jette dans la Dordogne à environ 2,5 km. Cette lagune a fait l'objet d'un remblai (vraisemblablement entre 1968 et 1974) et les différents griffons qui ont été canalisés par la mise en place de puits de captage que sont l'actuel principal et les deux puits satellites.

Système aquifère observé

Aquifère du **CRETACE (Coniacien au Maestrichtien)** et du **JURASSIQUE** sans possibilité d'identifier lequel participe précisément + participation probable de la **nappe alluviale** en basses eaux et en pompage

L'accident majeur de la région est une flexure dont l'axe est orienté NE-SW et qui recoupe tout le sommet du Crétacé et le tertiaire fluviatile. Cette flexure, probablement datée de l'Éocène moyen à supérieur, a conduit à une descente du toit du Crétacé au nord-est par un rejet de faille inverse et conduit à un décalage de 50 à 150 m au niveau du Lias. La source de Ley-Fonts se trouve dans l'axe de la flexure NE-SW.

Au droit du captage de Ley Fonts, les aquifères présents sont l'aquifère des basses terrasses (libres), les aquifères Crétacés (captifs) et l'aquifère Jurassique (captifs). L'aquifère Éocène est très peu développé. La piézométrie locale de l'aquifère superficiel indique un dôme au droit du captage de Ley-Fonts. Ce dôme est interprété comme le résultat d'une drainance verticale ascendante depuis les aquifères artésiens profonds favorisée par une fracturation dans l'axe de la flexure régionale. La présence de ce bombement piézométrique n'est pas prouvée lorsque le pompage est sollicité.



Echelle verticale : 1 / 4 000

légende :



(SHE, 2002)

Informations complémentaires

La source de Ley Fonts est d'origine profonde, température stable comprise entre 19 et 19,5°C. La résurgence s'effectue à la faveur d'une fissuration importante des calcaires qui permet à l'eau sous pression de jaillir au sein de la nappe alluviale libre, au lieu-dit « Ley Fonts » environ 40 m au-dessus du niveau de la rivière Dordogne.

La température des eaux de la résurgence, bien que nettement supérieure aux températures des eaux superficielles (18°C au lieu de 12,5°C environ) reste par ailleurs faible pour des eaux profondes (notamment pour le Jurassique).

Cette donnée laisse à penser qu'un mélange entre le Jurassique et la base du Crétacé supérieure existe bien et qu'il a pour conséquence de refroidir les eaux lors de leur remontée.

Les eaux issues du puits de Ley Fonts avant et après pompage présentent des caractéristiques identiques. Il s'agit d'eaux bicarbonatées calciques. Le faciès bicarbonaté-calcique des eaux de Ley Fonts semble correspondre à celui des aquifères profonds sous-jacents (Campano-Maastrichtien, Santonien, Coniacien, Turonien et Jurassique). Les 3 aquifères présentant les mêmes faciès géochimiques, il n'est pas possible de déterminer lequel participe majoritairement. De la même manière, des nitrates sont présents en quantités non négligeables dans les eaux de Ley Fonts. La bibliographie indique que les 3 aquifères profonds sont caractérisés par la présence significative de nitrates dans les eaux. Le paramètre nitrates ne permet donc pas non plus de statuer sur la provenance majoritaire des eaux de la source.

L'analyse des paramètres physico-chimiques des eaux ne permettent pas d'affirmer de mélange des eaux pompées avec les eaux de surface mais n'excluent cependant pas totalement ce phénomène. Compte-tenu des faciès géochimiques très proches pour les 3 aquifères profonds sous-jacents, il est possible de penser que les eaux de la source de Ley Fonts ont une origine profonde, mais il n'est pas possible de déterminer quelle nappe est majoritaire dans les débits captés.

Au repos : L'absence de Tritium dans l'ensemble des résultats tend à indiquer qu'il n'existe pas de contribution des eaux superficielles dans le débit des eaux de la source de Ley Fonts, même lorsque le captage est sollicité. Cependant, compte-tenu du seuil de détection du tritium (6UT), il n'est pas possible d'écarter totalement l'hypothèse de venues d'eaux superficielles parasites. En effet, un mélange contenant une faible part d'eau superficielle peut conduire à des valeurs de tritium de l'ordre de 5 à 6 UT dans les eaux du captage sans que celles-ci soient détectables.

La température des eaux de la résurgence, bien que nettement supérieure aux températures des eaux superficielles (18°C au lieu de 12,5°C environ) reste par ailleurs faible pour des eaux profondes (notamment pour le Jurassique). Cette donnée laisse à penser qu'un mélange entre le Jurassique et la base du Crétacé supérieure existe bien et qu'il a pour conséquence de refroidir les eaux lors de leur remontée.

De plus, l'aquifère Jurassique est globalement mal connu et très peu exploité dans le secteur de Bergerac compte-tenu de sa profondeur importante. Le gradient géothermique local reste donc une inconnue.

En pompage : L'hypothèse d'un apport d'eau depuis la nappe superficielle n'est pas clairement établie compte-tenu des faibles contrastes de faciès géochimiques entre les aquifères captifs et l'aquifère libre ainsi que de l'absence de tritium dans les prélèvements. Cependant, les traces de contamination fécale (E-Coli) observées ainsi que la présence chronique de coliformes dans les eaux conduisent à penser qu'il doit sans doute exister des communications hydrauliques.

Origine des données

Mesures de débits disponibles

Historique de mesures issues de la bibliographie

Période de suivi au cours de l'année 2001 (Annexe 6 de S.H.E., 2002) :

09/02/2001 \approx 150 m³/h
27/03/2001 \approx 140 m³/h
26/07/2001 \approx 135 m³/h
01/10/2001 \approx 90 m³/h
06/11/2001 \approx 77 m³/h
28/11/2001 \approx 80 m³/h
18/12/2001 \approx 77 m³/h
06/03/2002 \approx 70 m³/h
25/03/2002 \approx 72 m³/h

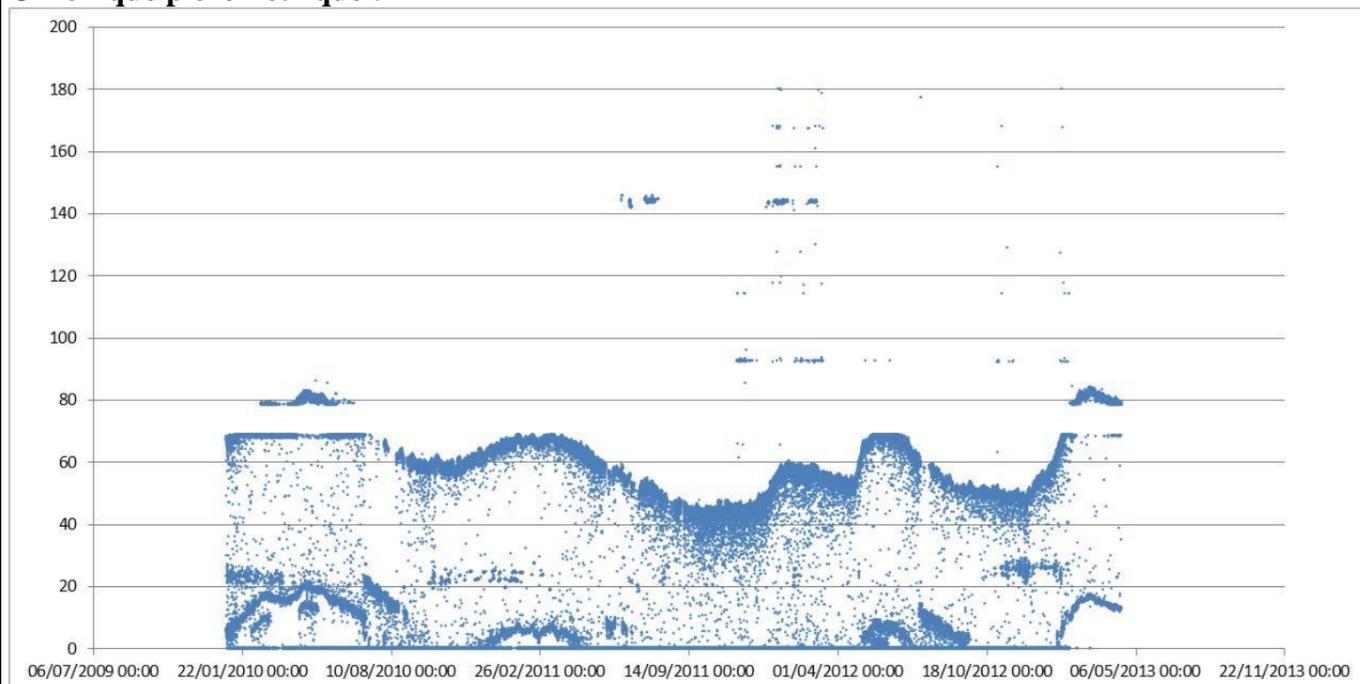
Les débits mesurés au trop-plein du captage, après un arrêt prolongé des pompages, ont varié entre **80 m³/h et 150 m³/h** environ (Le pompage simultané sur les 3 services disponibles ne permet pas de conserver le trop-plein au puits capté).

Mesures actuelles

La Saur suit en continu leurs volumes prélevés. Ils disposent également du suivi des volumes prélevés par l'agriculteur (prélèvements qui se concentrent durant l'été principalement).

Le débit de trop-plein nous intéresse potentiellement. En effet, en l'absence de pompages, l'eau de la source s'écoule à travers la conduite. Cette conduite est équipée d'un débitmètre dont les caractéristiques n'ont pas été communiquées. Il existe une grande imprécision sur les mesures. Ce débit est enregistré et à l'heure actuelle, les données récupérées remontent à janvier 2010

Chronique piézométrique :



Cette chronique est imprécise du fait de la méconnaissance globale du système de mesure et de sa précision

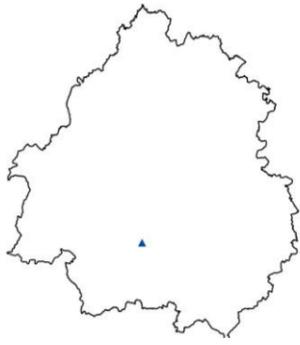
SHE, 2002. Source de Ley Fonts - Etudes préalables à la mise en place des périmètres de protection. S.H.E pour le SIAEP d'Issigeac, 99p.

Safège, 2011. Réhabilitation du captage de Ley Fonts - Etudes hydrogéologiques complémentaires ; *Safège Ingénieurs Conseils pour SIAEP d'Issigeac*

Safège, 2011. Réhabilitation du captage de Ley Fonts - Etudes d'avant-projet ; *Safège Ingénieurs Conseils pour SIAEP d'Issigeac*,

Annexe 5

Fiche descriptive de la source de Falgueyret



Lieu-dit ou dénomination usuelle : **Source de Falguyret**
 Commune : **SAINTE-ALVERE**
 Département : **DORDOGNE**

Identification de la station

Indice national : **08072X0009/HY**

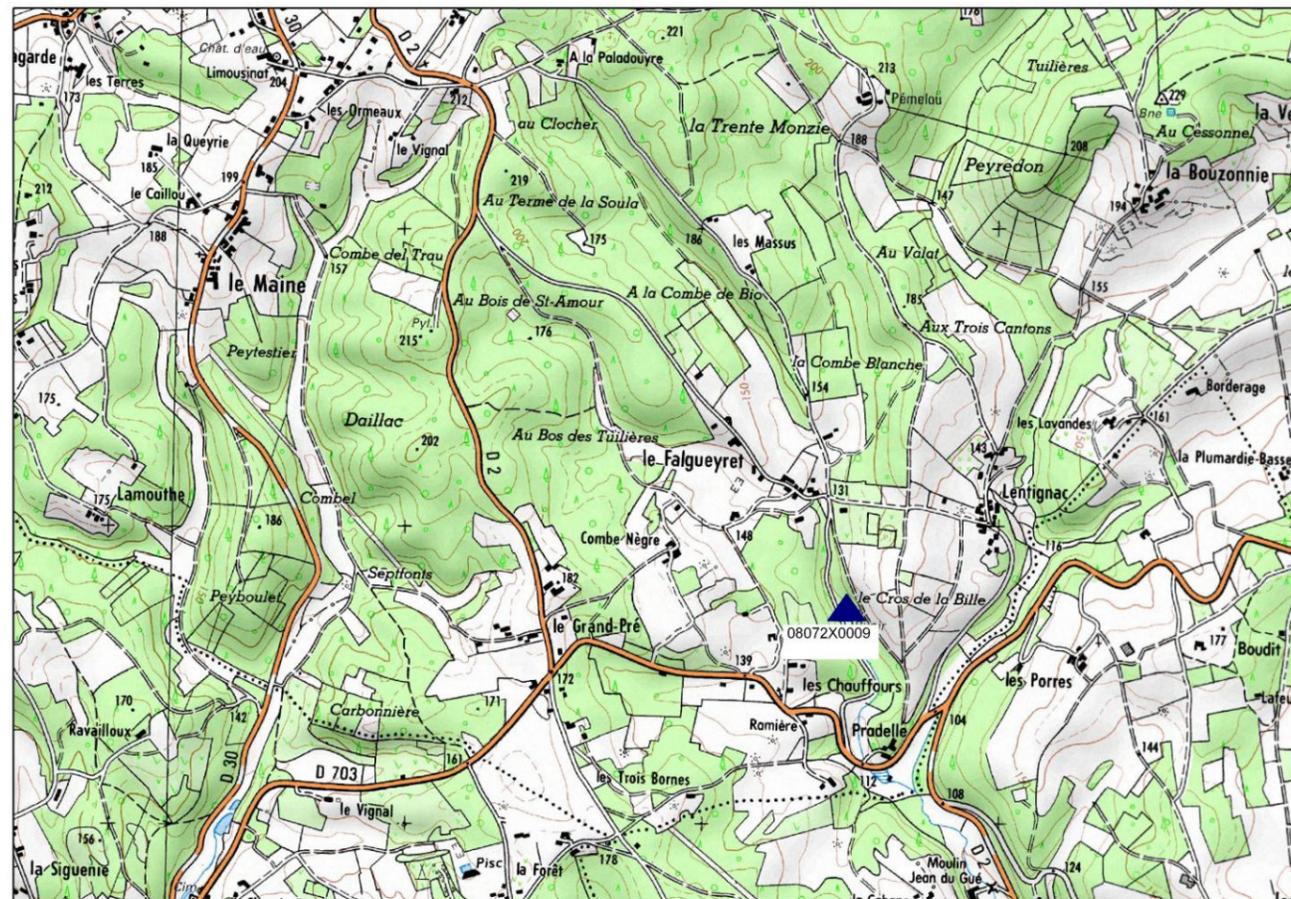
Localisation

Coordonnées Lambert 93 : X L93 = 529.230 km Y L93 = 6427.378 km

Coordonnées Lambert 2 Etendu :

Altitude au sol (m NGF) : Z = 120 m (EPD)

Plan de situation d'après IGN à 1/25 000 et Accès

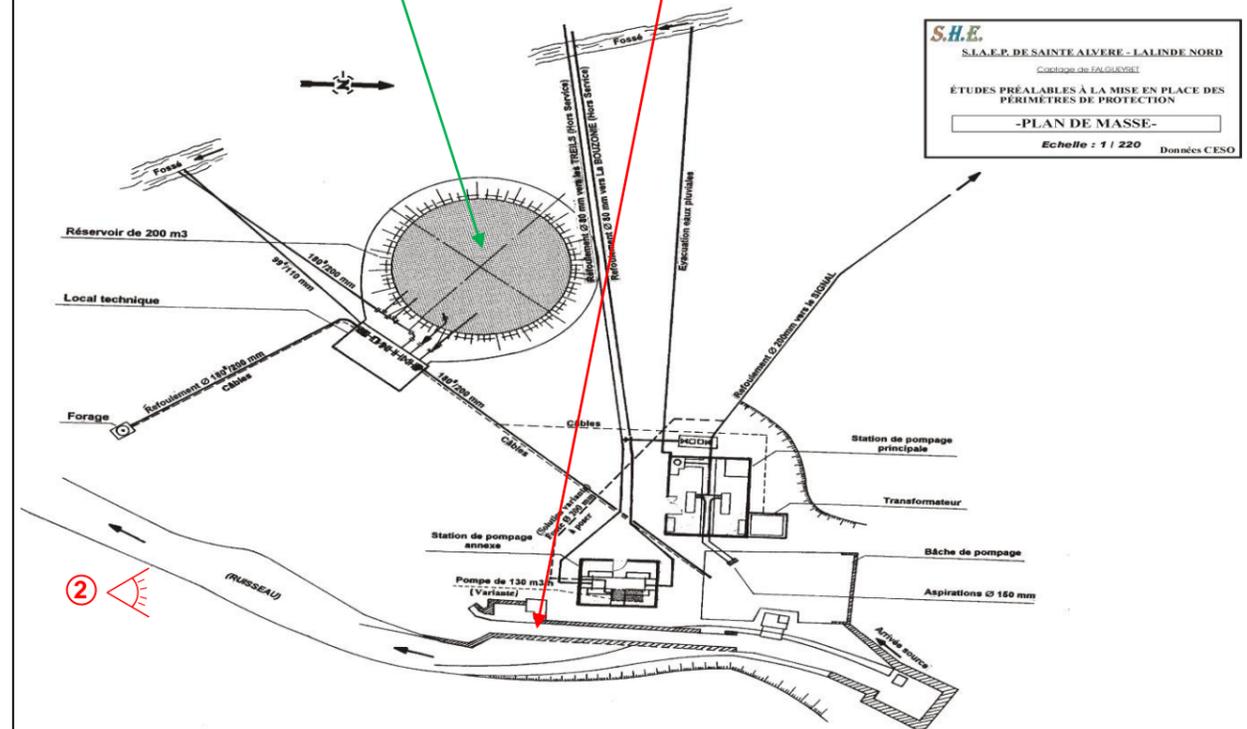
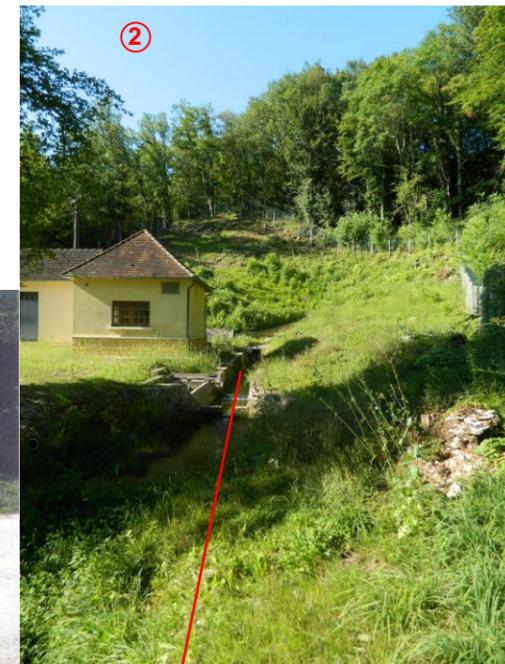


Gestion

Gestion par Véolia pour le SIAEP de Sainte-Alvère – Lalinde nord

Appartenance à aucun réseau

Caractéristiques de l'ouvrage



S.H.E.
 S.I.A.E.P. DE SAINTE ALVERE - LALINDE NORD
 Castage de FALGUYRET
 ETUDES PREALABLES A LA MISE EN PLACE DES PERIMETRES DE PROTECTION
 -PLAN DE MASSE-
 Echelle : 1 / 220 Données CESQ

Système aquifère observé

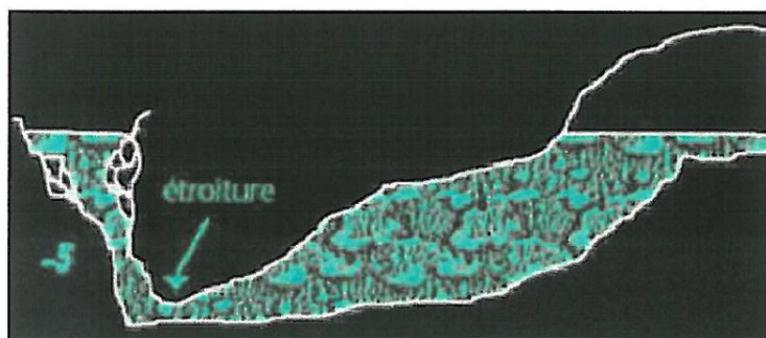
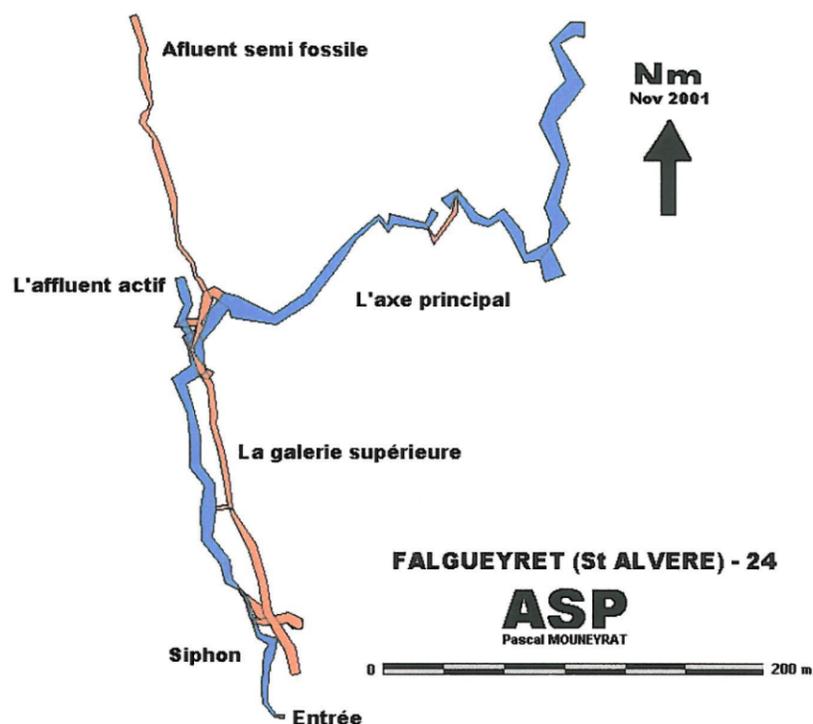
Aquifère du **CAMPANIEN**

Véolia 2011 :

L'aquifère alimentant la source de Falgueyret est situé dans les calcaires rattachés à la partie terminale du Campanien (Crétacé supérieur)

En Décembre 2001, une exploration de la source de Falgueyret a été réalisée par l'association spéléologique du Périgord afin de déterminer la géomorphologie de la ressource.

Le rapport de l'association spéléologique du Périgord a montré l'existence de deux galeries bien distinctes: un axe principal des écoulements d'eau et un axe secondaire qui est un affluent actif de cet écoulement (avec en plus un affluent ancien dans sa partie supérieure en orange sur la figure). De plus, il a été estimé que 60% de la ressource proviendrait de l'axe principal et les 40% restant de l'affluent actif.



« L'entrée du siphon est encombré de Blocs instables.

Profondeur Maxi: -5 m
Étroiture sévère (en plongée)
Longueur: environ 28 mètres
Hauteur: 1,5 m Largeur: 2,5 m »

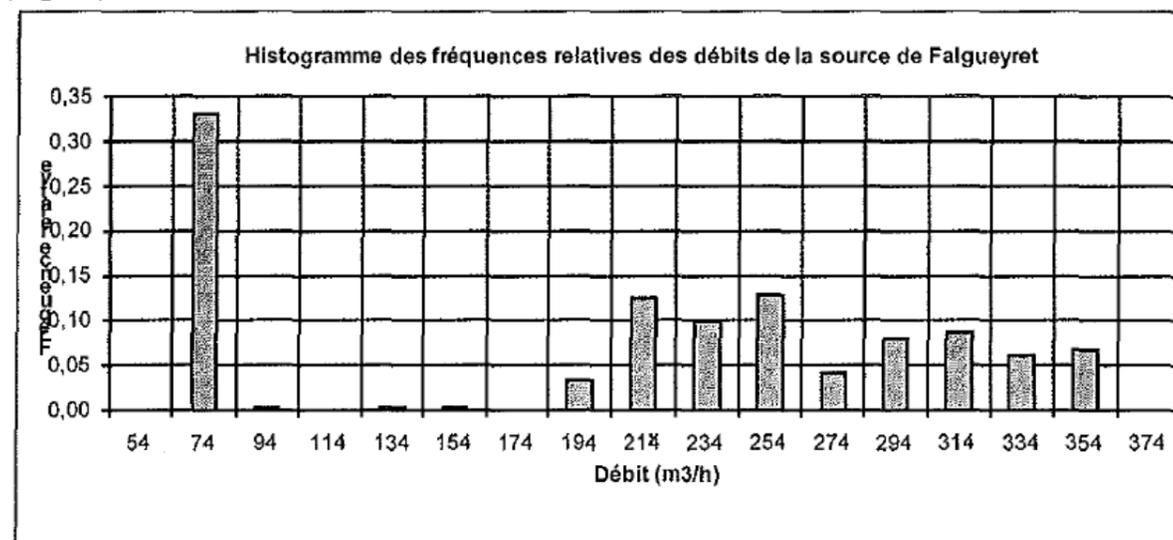
Informations complémentaires

Durant la période estivale, les pluies n'ont pas d'impacts ou très peu sur le débit de la source. A partir de Novembre (début de l'année hydrologique), les précipitations ont un impact significatif sur le débit de la source: on passe radicalement d'un régime avec de faibles débits (environ 60m³/h) à un régime avec de forts débits (supérieurs à 336 m³/h). Durant cette période de 6 mois, les débits minimum sont de l'ordre de 200 m³/h environ. Les paliers formés lors des pics de crue à 336 m³/h sont dus à la mesure. En effet en période de crue, au-delà de cette valeur, les eaux débordent du canal. On a donc une hauteur d'eau limite mesurable par la sonde.

Le débit de la source pendant la période estivale peut être expliqué par un stockage des eaux de pluie dans une galerie en amont de la source. Le débit observé serait alors un débit de base apporté par un cycle antérieur ou une ressource fossile (nappe souterraine). Le changement brutal entre les deux régimes peut provenir d'un déversement ou vidange de la zone de stockage des précipitations (système de trop-plein). Une fois que la zone de stockage a atteint sa capacité maximale elle se déverse et tous les événements ont alors un impact sur le débit de la source.

L'analyse de la turbidité confirme les données, il n'y a donc pas d'erreur de mesure. On a une corrélation entre les pics de turbidité et les pics de crue. De plus, en moyenne, le temps de réaction de la source après un événement pluvieux est de 2,6 jours, ce qui permet d'avoir une marge quant à la gestion de la ressource.

Le regroupement des débits sous forme de classes permet de mieux comprendre le fonctionnement hydrologique de la source. En effet, certaines classes de débit peuvent être plus fréquentes que d'autres. L'histogramme des débits classés est obtenu avec un pas de 20 ml/h (Figure)

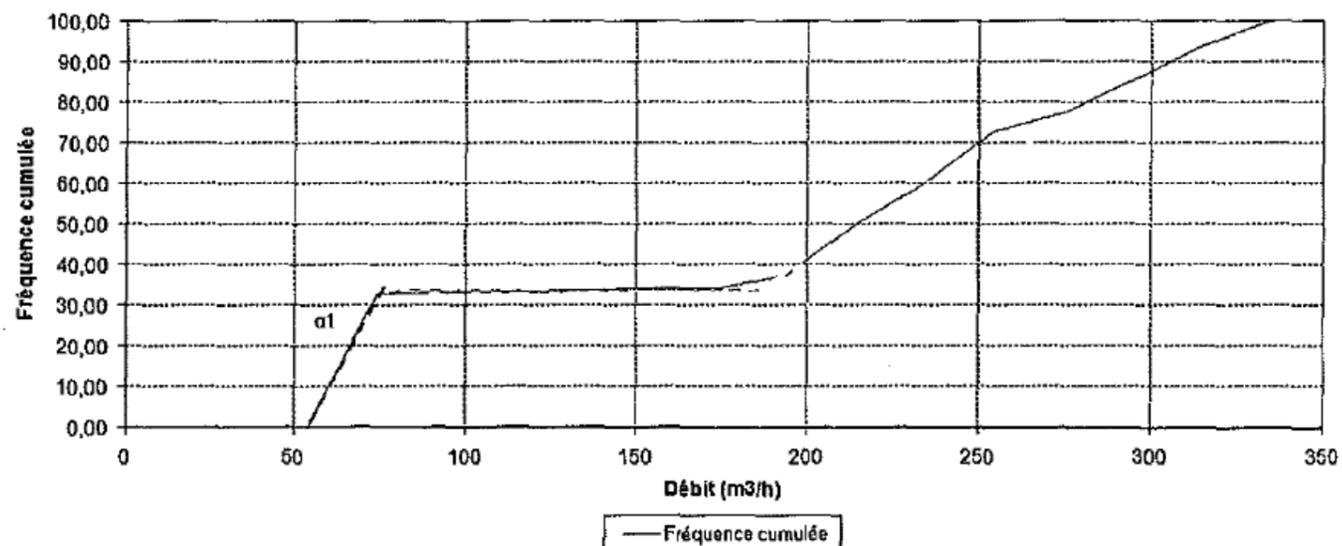


Les débits sont différenciés en deux groupes bien distincts sur la figure :

- De 54 à 94 m³/h (environ 40% des débits)
- De 194 à 374 m³/h (environ 60% des débits)

Il n'existe pas d'intermédiaire entre ces deux groupes. **Ces observations peuvent faire penser à trois phases de fonctionnement: un débit de base, une phase de stockage dans un ou plusieurs réservoir(s) et enfin une phase de vidange ou de débordement d'un ou des réservoir(s).**

La droite représentative des débits classés confirme cette hypothèse.



En effet, elle montre deux ruptures de pente. Selon le guide méthodologique donnant des outils de l'hydrogéologie karstique (BRGM/RP-58237-FR, Mars 2010), lorsque la pente α_1 est supérieure à la pente α_2 , il existe un apport d'une réserve correspondant à un cycle antérieur et lorsque la pente α_2 est inférieure à la pente α_3 , il s'agit de la mise en fonctionnement d'un trop-plein. Entre les deux, il s'agit d'un stockage momentané des eaux.

Cette analyse confirme bien les hypothèses émises en étudiant la relation existante entre les précipitations et les débits de la source.

SHE, 2002 : Eau bicarbonatée calcique

Si l'on compare les eaux de la source à celles du forage on note que pour les premières nous avons une eau bicarbonatée calcique alors que celles du forage (08572X0011) sont bicarbonatée calcique et magnésienne (1,8mg/l de Mg à la source et 16 mg/l au forage). Ce sont donc bien 2 aquifères différents qui sont captés. Le fait de trouver plus de chlorures dans les eaux de la source que dans les eaux profondes n'est pas logique, ce fait peut s'expliquer par une pollution anthropique de surface. La légère augmentation des teneurs en nitrates étaye cette hypothèse

Mesures de débits disponibles

Historique de mesures issues de la bibliographie

(Véolia, 2011)

Débit de **36 m³/h** en débit d'étiage sévère (1989) à **405 m³/h** en période de crue (3 mars 2001)

Le débit naturel de la source (c'est-à-dire sans prélèvements sur la source) n'est pas connu, car non mesuré spécifiquement. Cependant, il s'agit du débit restitué au milieu naturel en l'absence de temps prélèvement pour l'eau potable. Nous avons estimé, et vérifié, que la valeur maximale journalière représente bien le débit de la source.

Mesures actuelles

Un dispositif de mesure du débit retournant au milieu naturel a donc été conçu et réalisé. Sur la base de la mesure d'une chute à partir d'une paroi à lame mince, Veolia a recalibré le canal pour être en mesure d'implanter un tel dispositif. Une sonde de niveau par ultra-sons a été installée au-dessus du plan d'eau. La découpe de la lame déversante a respecté l'état de l'art, et un calibrage a eu lieu.

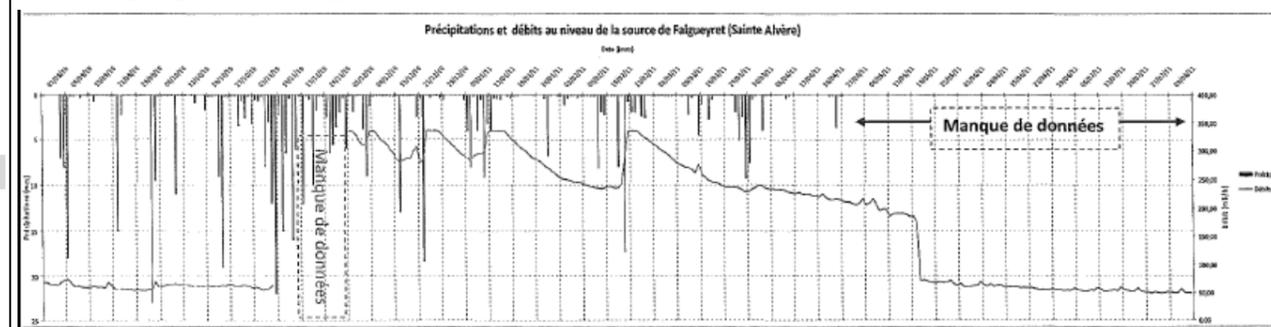


La sonde mesure donc une hauteur d'eau au-dessus de la lame déversante. Une relation simple hauteur/débit permet d'en déduire le débit alimentant la rivière. Les données sont transmises à la télégestion de la station, puis stockées sur le central de télégestion pour analyses des données.

L'ensemble du dispositif est opérationnel depuis septembre 2010

Caractéristiques du capteur : Non communiqué

Chronique piézométrique :



Origine des données

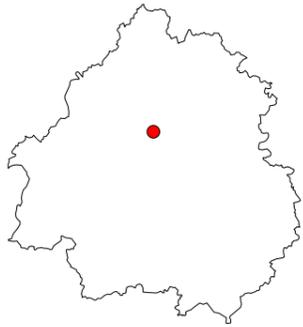
ASP, 2001. Rapport sur l'exploration de la source du Falguyret ; *Association Spéléologique du Périgord*, 21 p.

SHE, 2002. Source de Falguyret - Dossier de demande ; *SIAEP de Ste-Alvère*, 106 p.

Veolia, 2011. Dossier de présentation de la source de Falguyret - Syndicat de Sainte Alvère / Lalinde Nord *Véolia Eau*, 11 p.

Annexe 6

Fiche descriptive de la source des Moulineaux



Lieu-dit ou dénomination usuelle : **Source des Moulineaux**
 Commune : **RAZAC-SUR-L'ISLE**
 Département : **DORDOGNE**

Identification de la station

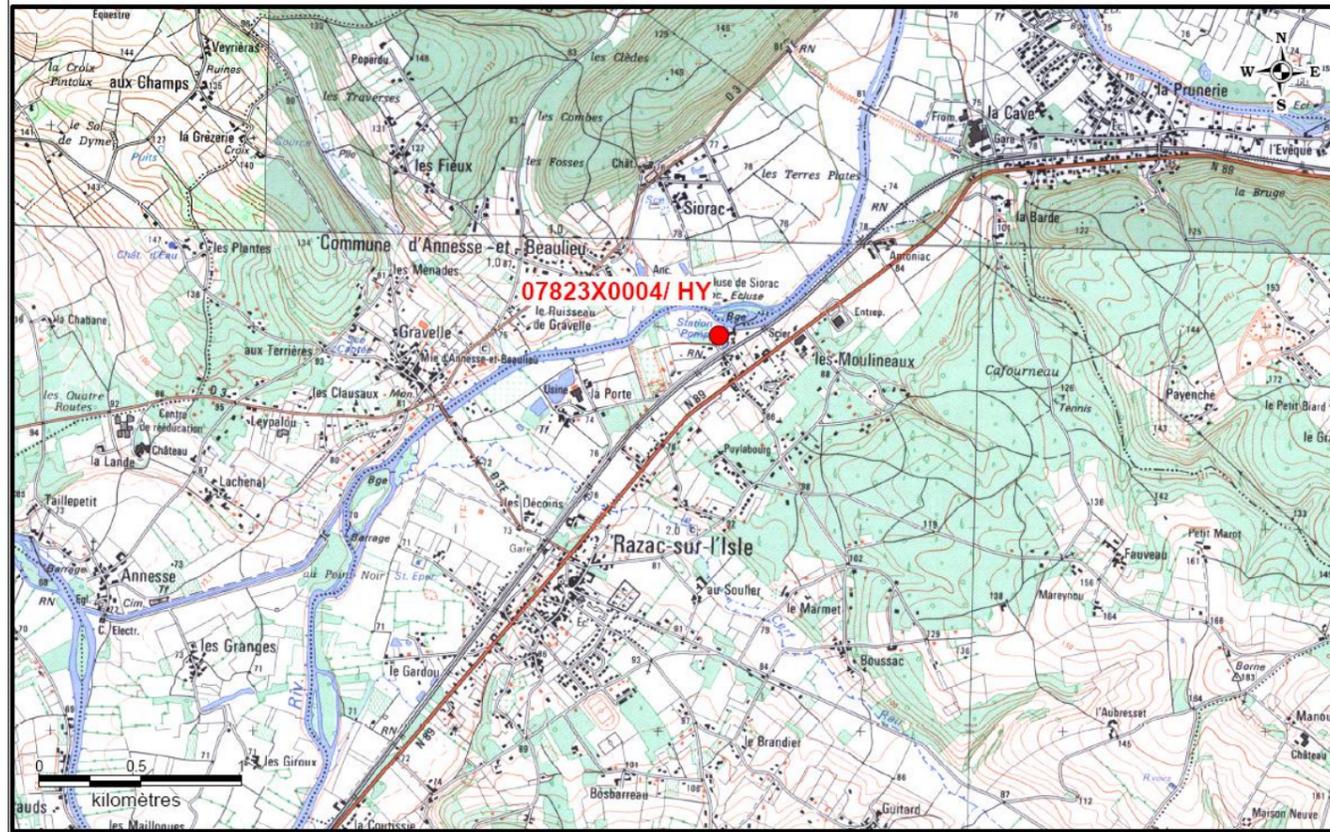
Indice national : **07823X0004/HY**

Localisation

Coordonnées Lambert 93 : X L93 = 512 331 km Y L93 = 6455.736 km
 Coordonnées Lambert 2 Etendu :

Altitude au sol (m NGF) : Z = 72,939 m (Nivellement DGPS le 06/08/2013)

Plan de situation d'après IGN à 1/25 000 et Accès



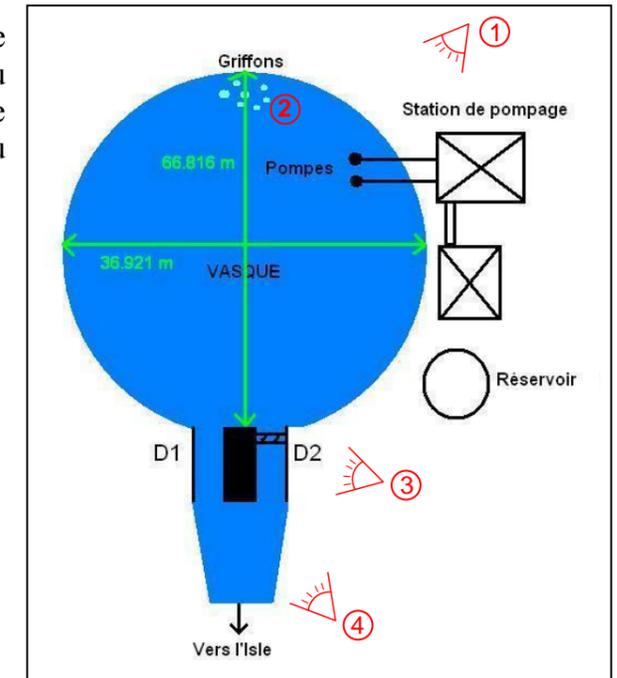
Gestion

Gestion par la Saur pour le compte du SIAEP de la Vallée de l'Isle

Appartenance aux réseaux quantitatif RCD et qualitatif RCS

Caractéristiques de l'ouvrage

Les griffons donnent naissance à une vasque d'une longueur de 67m et d'une largeur de 37m. L'eau s'écoule au niveau de deux déversoirs et donne naissance à un petit cours d'eau qui vient se jeter, au bout d'une vingtaine de mètres dans l'Isle.



① Schéma explicatif (pas à l'échelle)



②



③



④

Systeme aquifere observe

Aquifere du SANTIEN

- Vouvé (1975) : L'alimentation de la resurgence est assuree par des chenaux situes a qqes metres sous le sol (entre 3 et 6m). Ceux-ci fonctionnent de maniere differente selon la saison

- Von Stempel (1972) : Le point d'emergence se situe dans les alluvions modernes de l'Isle juste au-dessous d'une terrasse formee par les alluvions anciennes de cette riviere. Mais la profondeur de la mare atteint 12m a son centre. Ceci prouve que les principaux griffons se situent dans le Santonien moyen ou superieur. D'autres petits griffons de moindre importance se trouvent au bord de la vasque. Mais leur debit est extremement faible par rapport au debit total de la source.

Vu l'enerme debit de cette source, qui a l'etiage donne trois fois plus d'eau que l'abime et le Cluzeau ensemble, la superficie du bassin versant doit etre considerable. Ainsi l'estimation et surtout la localisation de la surface d'alimentation est-elle tres difficile

Mesures de debits disponibles

Historique de mesures issues de la bibliographie

Periode de mesure 10/1970 a XXXX : Debit min = 2 160 m³/h & Debit max = 14 112 m³/h

Debit normal = 2 520 m³/h

Debit le 14/02/1971 : 9 833 m³/h

Debit le 19/04/1971 : 7 396 m³/h

Debit le 23/06/1971 : 13 083 m³/h

Debit le 14/07/1971 : 10 000 m³/h

Debit le 24/08/1971 : 8 729 m³/h

Debit le 26/09/1971 : 5 479 m³/h

(Von Stempel, 1972)

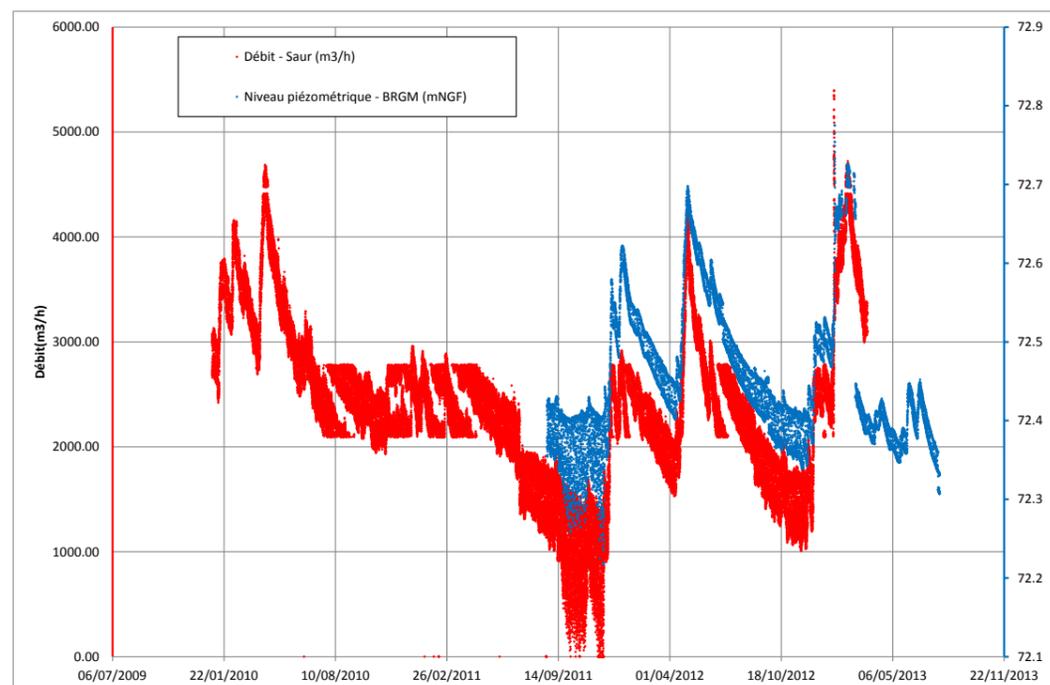
Mesures actuelles

Depuis janvier 2010, la Saur enregistre a l'aide d'une sonde a ultra son la hauteur d'eau au niveau du deversoir laquelle est retranscrite en debit (pas de connaissance de la formule utilisee). Cette sonde n'a pas ete etalonnee depuis longtemps ce qui est probablement a l'origine de derives et « paliers » observables sur la chronique de debit

Depuis le 23/08/2011, le BRGM a installe un enregistreur de pression au niveau d'un des deversoirs.

Caracteristiques du capteur : Unilog (SEBA), capteur de Pression - Temperature et Conductivite au pas de temps horaire.

Chronique piezometrique :



Il n'existe pas de courbe de jaugeage. Dans l'optique d'en realiser une, une evaluation de la faisabilite d'un jaugeage a ete realisee le 25/07/2013 (9h) par la DDT24 au niveau des deux deversoirs. La valeur de debit obtenue est de 2 847,6 m³/h, coherente avec les valeurs historiques :



Informations complementaires

Origine des donnees

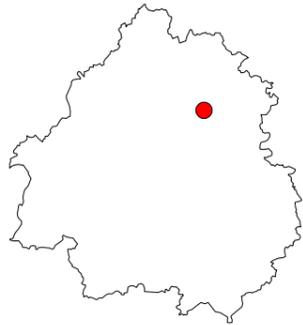
Von Stempel, C., 1972. Etude des ressources en eau de la region de Perigueux (Dordogne) ; *Universite de Bordeaux 1*, 245 p.

Vouvé, J. 1975. Etude en hydrogeologie et paléohydrologie karstiques. Tome 1 : Principes generaux et methodologie analytique appliquee a l'hydrogeologie karstique ; *These de doctorat, Universite Bordeaux 1*, 266p.



Annexe 7

Fiche descriptive de la source de la Glane



Lieu-dit ou dénomination usuelle : **Source de la Glane**
 Commune : **SAINT-JORY-LAS-BLOUX**
 Département : **DORDOGNE**

Identification de la station

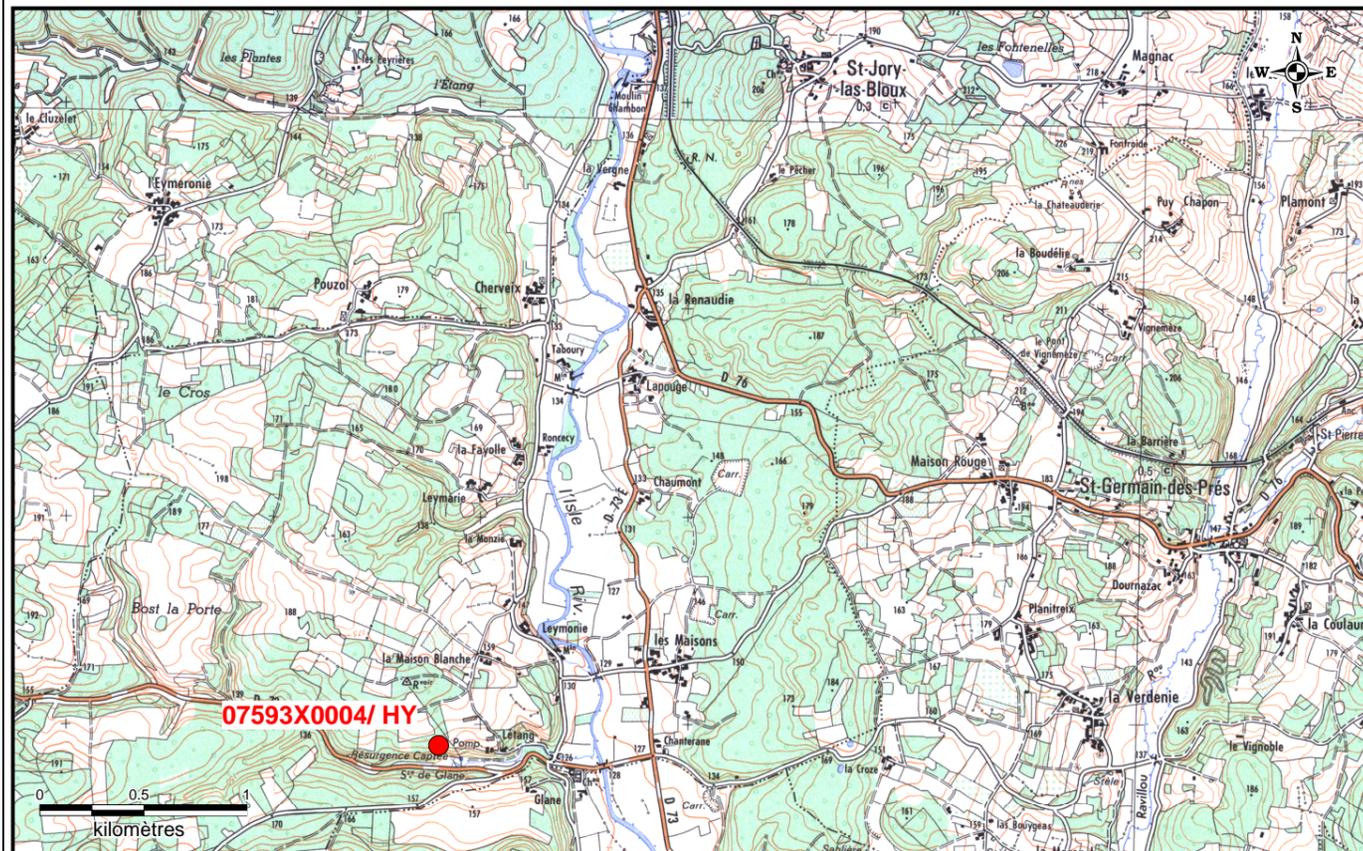
Indice national : **07593X0004/HY**

Localisation

Coordonnées Lambert 93 : X L93 = 539.011 km Y L93 = 6472.407 km
 Coordonnées Lambert 2 Etendu :

Altitude au sol (m NGF) : Z = 129,9325 m (Nivellement DGPS le 06/08/2013)

Plan de situation d'après IGN à 1/25 000 et Accès



Gestion

Gestion par la SOGEDO pour le compte du SIAEP de la Vallée de l'Isle

Appartenance au réseau qualitatif RCS

Caractéristiques de l'ouvrage

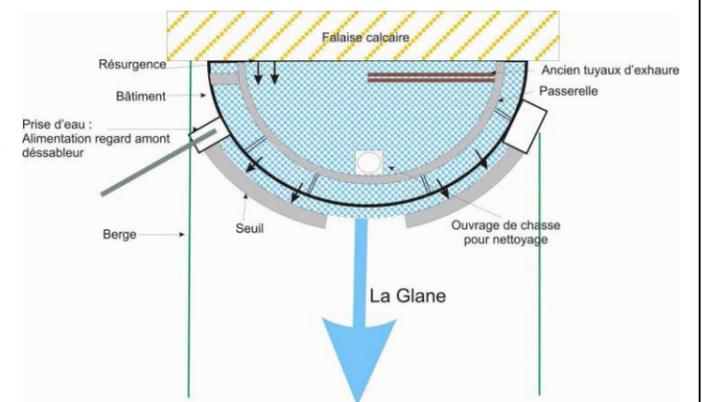


(Hiver – février)



(Eté – Août)

Un bâtiment a été érigé autour de la résurgence de la source de Glane, la vasque est limitée par un mur en béton présentant des ouvertures régulièrement espacées afin d'évacuer le débit excédentaire. Une prise d'eau permet d'acheminer celle-ci jusqu'au dessableur de l'usine de traitement de Glane situé à l'est de la source. L'eau non captée sort du bâtiment par trop plein et forme ensuite le cours d'eau de la Glane, cours d'eau rejoignant l'Isle 650 m à l'ouest de la source.



A l'intérieur du bâtiment de la source, deux tuyaux d'exhaure qui ne sont actuellement plus utilisés sont présent, ainsi qu'une pelle permettant la vidange du réservoir (Marsac-Bernède, 2012)



Seuil



Emergence située à l'intérieur du bâtiment

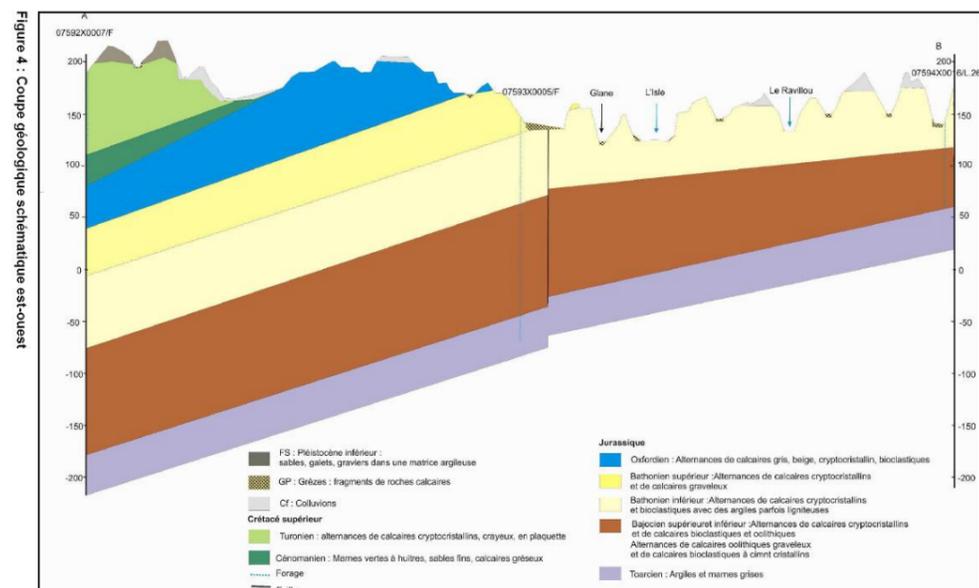
Système aquifère observé

Aquifère du **BATHONIEN** Inférieur à Moyen

- Von Stempel (1972) : L'émergence se situe dans les calcaires lithographiques et oolitiques et les marnes feuilletées du Bathonien inférieur.

Aux alentours immédiats de la source, nous ne trouvons ni gouffre ni dolines ou d'autres indices géomorphologiques significatifs pour l'écoulement souterrain. La source de la Glane est une source de déversement local ou une source d'affleurement de nappe. L'eau sort par des chenaux karstiques et ne s'écoule que par gravité. En période de fortes crues d'autres petites sources se mettent à débiter à côté de l'émergence principale.

- Marsac-Bernède (2012) :



La position souvent perchée de l'ensemble aquifère du Turonien sup et Coniacien au droit du territoire du SIAEP de la Vallée de l'Isle la rend peu productif.

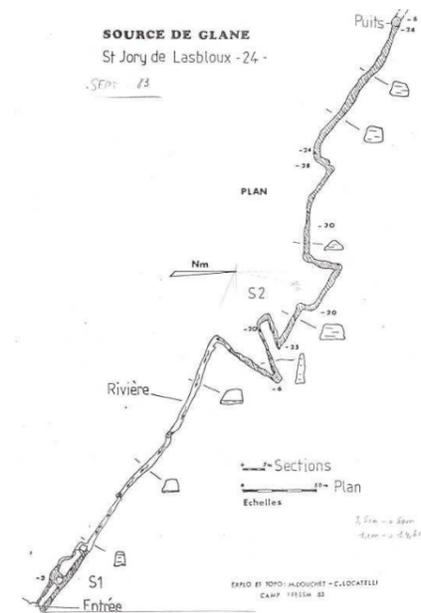
L'ensemble Bathonien-Bajocien est séparé des circulations moins profondes des terrains du Crétacé, lorsque ceux-ci existent, par les calcaires crayo-marneux peu perméables du Turonien Inférieur, d'une quarantaine de mètres d'épaisseur, et par les horizons à faciès marneux imperméables contenus dans le Cénomane.

Localement, les aquifères du Bathonien supérieur et du Bajocien peuvent être indépendants via une séparation due à des faciès géologiques plus ou moins imperméables (calcaires marneux). Ce faciès retrouvé au niveau du forage AEP de Thiviers à Vaunac (n°BSS 07357X0005/F) a une épaisseur d'environ 30 mètres.

L'ensemble Bathonien Bajocien constitue une puissante formation aquifère de plusieurs centaines de mètres, libre lorsqu'elle n'est pas sous recouvrement crétacé. Selon le degré de karstification des calcaires et leur nature plus ou moins marneuse, des niveaux plus productifs peuvent s'individualiser. Les niveaux les plus marneux peuvent constituer autant d'écrans semi perméables susceptibles d'isoler plus ou moins les niveaux les plus productifs. Néanmoins, compte tenu des nombreuses fractures affectant l'ensemble des terrains Bathonien-Bajocien, ces niveaux marneux ne constituent pas une protection continue des niveaux productifs vis-à-vis des pollutions de surface.

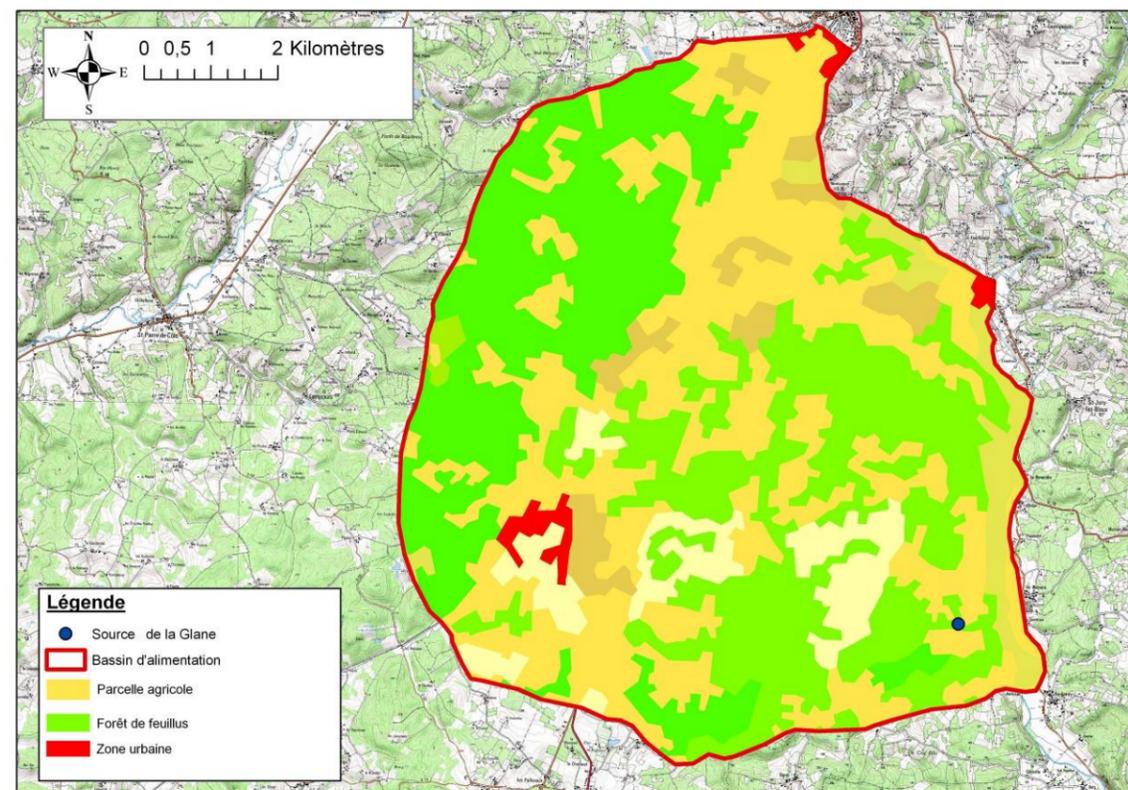
La source s'écoule au travers des calcaires cristallins et cryptocristallins contenant des niveaux marneux du Bathonien inférieur à moyen à la faveur d'un karst largement ouvert.

La source de Glane a fait l'objet d'un repérage spéléologique en 1983 par le FFESSM sur invitation du club spéléologique de Périgueux, qui a permis de relever les caractéristiques de la source sur 600 m à partir de l'émergence. L'exploration du karst s'est faite en zone noyée et dénoyée, la source de Glane prend la forme d'une rivière souterraine avec la présence de siphon. La direction du karst vers l'émergence est nord-ouest / sud-est.



La source de Glane donne naissance au ruisseau de La Glane qui s'écoule en direction de l'Isle. Elle correspond à une résurgence des eaux de la nappe du Bathonien inférieur à moyen, et s'écoule des chenaux karstiques creusés dans les calcaires.

La Bassin d'alimentation est défini à partir du périmètre de protection éloigné (Sourisseau, 1991) :



Mesures de débits disponibles

Historique de mesures issues de la bibliographie

Période de mesure 09/1970 à 02/1972 : **Débit min = 418 m³/h & Débit max = 13 400 m³/h**
Débit normal = 2520 m³/h (Von Stempel, 1972)
 Débit le 14/04/1987 : **5400 m³/h** (Dans Marsac-Bernède, 2012)
 Débit le 09/04/1999 : **1420 m³/h** (Dans SHE, 2001)
 Débit le 02/07/1999 : **1300 m³/h** (Dans SHE, 2001)
 Débit le 12/4/2012 : **288 m³/h** (Donnée Marsac-Bernède, 2012)

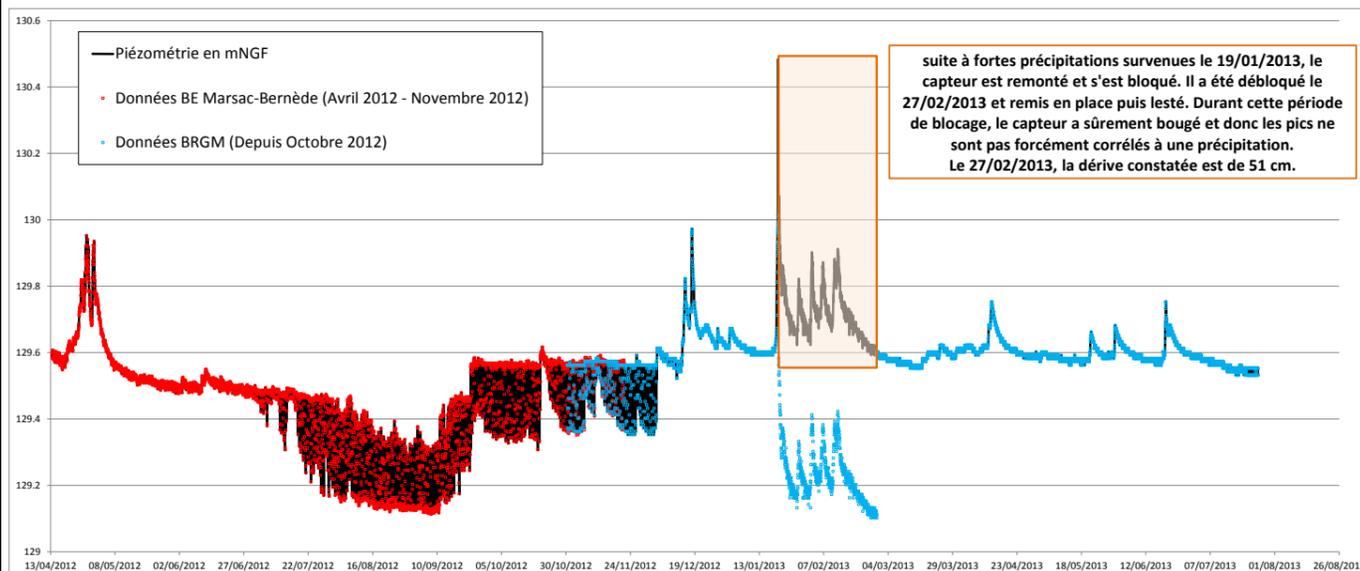
Mesures actuelles

Le bureau d'étude Marsac-Bernède a mis en place un enregistreur de niveau piézométrique en avril 2012 pour les besoins d'une étude (Marsac-Bernède, 2012). Leur capteur a été enlevé en novembre 2012. Afin de pérenniser la donnée, le BRGM a mis en place un autre capteur à partir d'octobre 2012. Celui-ci est lesté depuis février 2012.

Caractéristiques du capteur :
 Orpheus Mini (OTT), capteur de Pression & Température au pas de temps horaire



Chronique piézométrique :



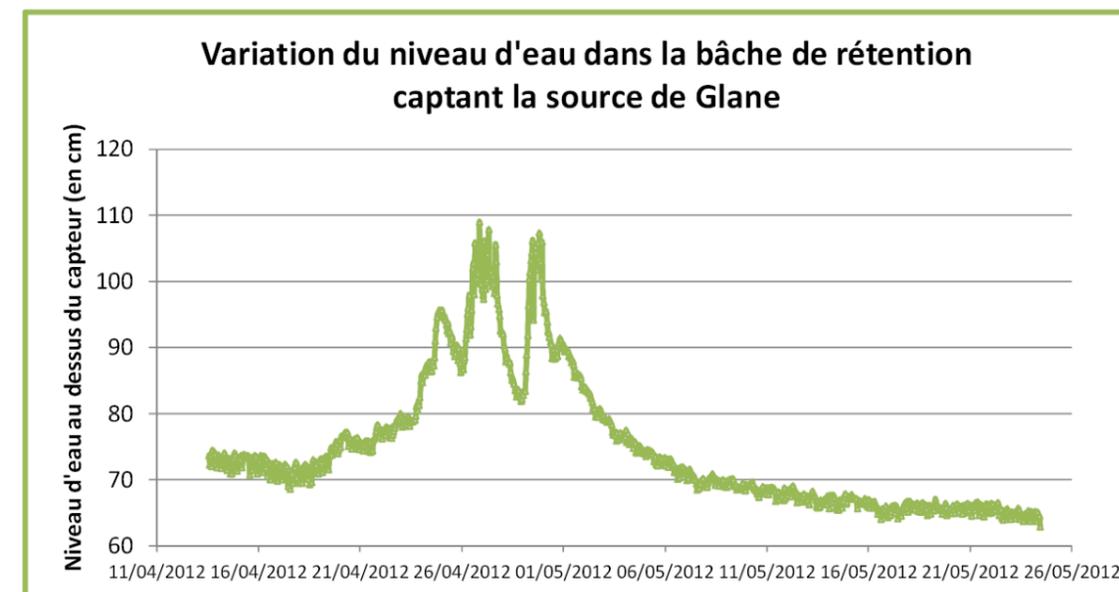
Il n'existe pas de courbe de jaugeage. Dans l'optique d'en réaliser une, une évaluation de la faisabilité d'un jaugeage a été réalisée le **06/08/2013** (9h30) par la DDT24 au niveau du seuil. La valeur de débit obtenue est de **115,2 m³/h** ce qui est très faible. Cette valeur est à prendre avec précautions du fait de l'existence de flux d'eau sous le bâtiment. Par la suite, le jaugeage devra être effectué au niveau du cours d'eau.

Informations complémentaires

Rapport Marsac-Bernède, 2012

• Hautes eaux :

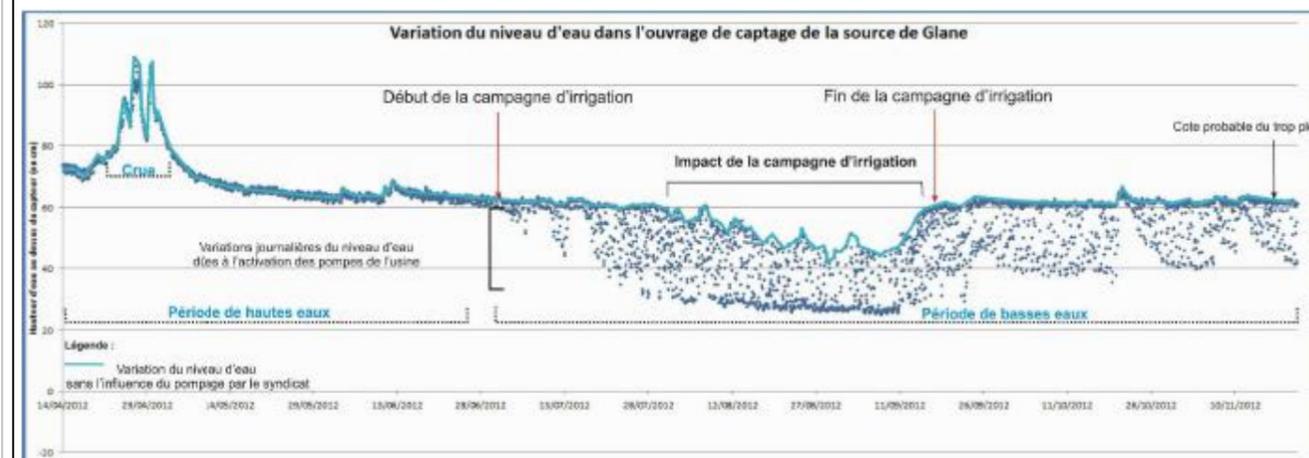
La figure ci-dessous illustre la variation de niveau observé entre le 13 avril et le 25 mai 2012.



Entre le 13 avril et le 25 mai, le niveau d'eau a fluctué au maximum de 46,1 cm. Une période de crue a été observée sur 9 jours entre le 23 avril et le 2 mai 2012. Trois pics de hauteur d'eau ont été atteints avec des variations journalières de l'ordre de 20 cm.

• Etiage :

La figure ci-dessous représente la variation du niveau d'eau dans l'ouvrage de captage de la source de Glane durant les 7 mois de suivi.



La campagne d'irrigation de l'année 2012 a débuté tardivement (juillet 2012) et a également été terminée tardivement (première quinzaine de septembre). La première quinzaine de juin a été fraîche avec de nombreux épisodes pluvieux, les irrigations se sont progressivement mises en place sur la dernière décade de juin et première décade de juillet. A partir du 15 juillet, les exigences climatiques ont été beaucoup plus importantes : Evapo Transpiration Potentielle élevées et absence de pluie efficace. A partir de cette date, le rythme des irrigations s'est intensifié, l'absence de pluie efficace au mois d'août a provoqué le maintien des irrigations tardivement.

Une baisse sensible du niveau d'eau dans la vasque du captage est observée pendant environ deux mois (mi-juillet à mi-septembre). A partir du mois de septembre, le niveau d'eau dans le captage remonte presque à la cote du trop-plein. Cette variation du niveau d'eau entre mi-juillet et mi-septembre est à corréliser avec la campagne d'irrigation, le débit de la source de Glane est fortement impacté en période d'irrigation.

Egalement, à partir de mi-juillet, la diminution de la hauteur d'eau dans la vasque de captage due au fonctionnement des pompes de l'usine de Glane est nettement observée (cf. figure 13). A partir de cette date, le débit de la source étant plus faible, il n'est plus observé de surverse sur le seuil haut, le pompage se fait au détriment direct de la lame d'eau dans la vasque. Lorsque le débit de la source est soutenu (hautes eaux) et que le trop plein est actif, la variation du niveau de l'eau dans la vasque de captage due à l'activation des pompes n'est pratiquement pas observable. Ces observations sont également perceptibles à l'arrêt de la campagne d'irrigation car le rechargement de la nappe n'a pas encore eu lieu (basses eaux).

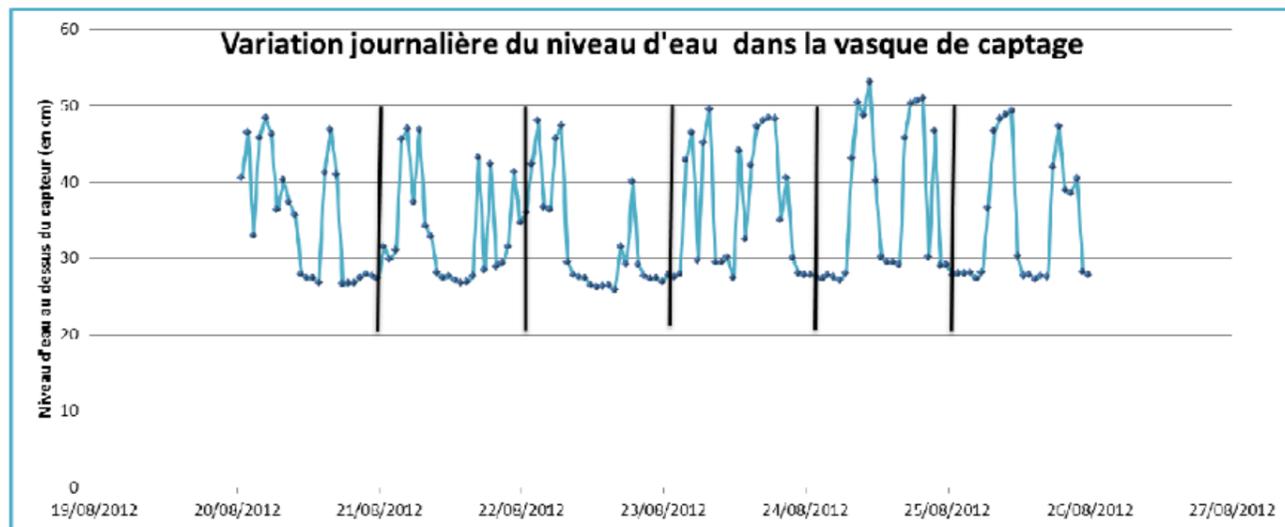


Figure 14 : Variation journalière du niveau d'eau dans la vasque de captage de la source de Glane due au fonctionnement des pompes de la station

Qualité :

circulations sub-superficielles karstiques très rapides et très vulnérables aux pollutions qui sont drainées par la source de Glane. Ces circulations sont assez froides

La source de Glane fait l'objet de prélèvements réguliers par le laboratoire en charge des analyses. Le dernier prélèvement réalisé sur les eaux brutes de la source date du 20/10/2011.

Le faciès de l'eau brute est bicarbonatée calcique.

La température de l'eau du forage agricole n°BSS07593X0005/F situé proche de la source de Glane captant probablement la nappe du Bajocien avec mélange probable avec celle du Bathonien varie entre 15 et 18 °C. La température de l'eau de la source de Glane est stable et basse (proche de 13 °C), elle n'indique pas un mélange avec des eaux plus profondes du Bajocien

Le graphique ci-dessous donne l'évolution du rapport Ca/Mg de l'eau brute issue de la source de Glane (Bathonien), du forage de Las Combas (Bajocien) et du forage de Saint-Pentally -d'Excideuil (Bajocien).

Pesticides :

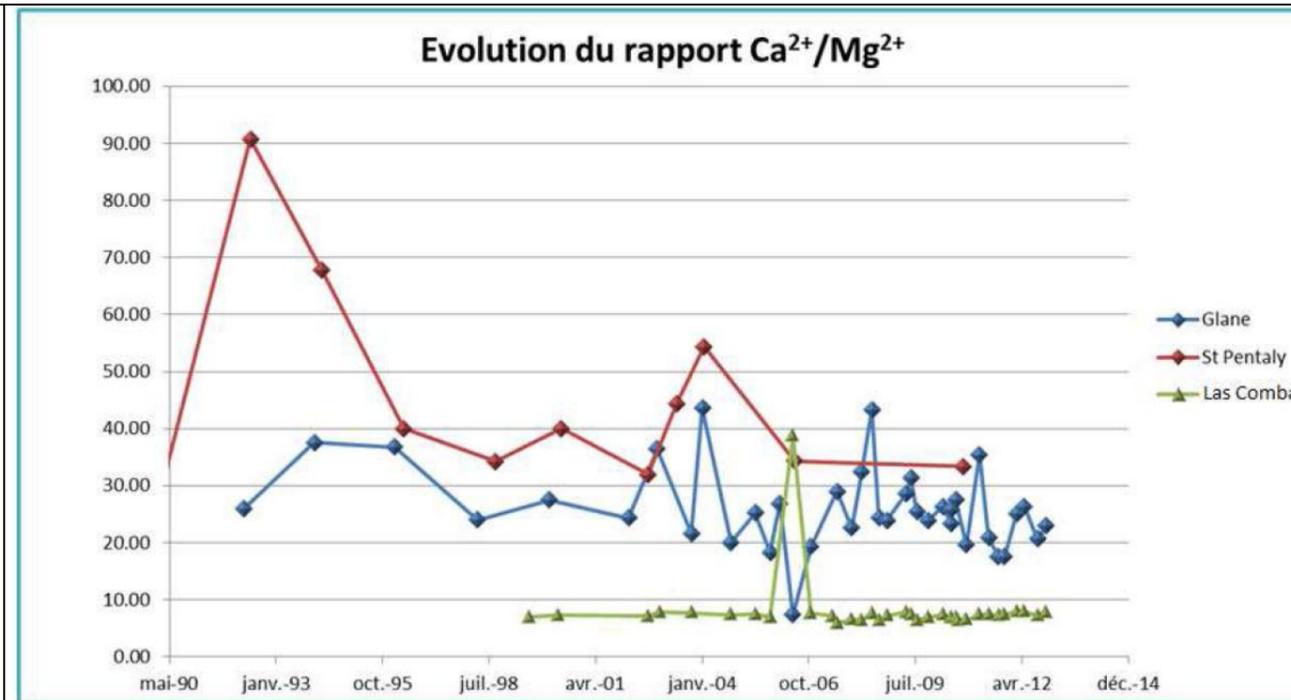


Figure 16 : Evolution du rapport Ca²⁺/Mg²⁺

Les rapports calcium/magnésium moyens des eaux issues de Glane et du forage de Saint-Pentally-d'Excideuil sont relativement proches. Le rapport Ca/Mg des eaux du forage de Las Combas est plus stable et plus faible. La relative variabilité de valeurs de ce rapport pour la source de Glane ainsi que pour le forage de Saint Pentaly est probablement à rapprocher de la proximité des zones d'affleurement et donc de l'incidence forte de la recharge sur la chimie des eaux. Les eaux météoriques favorisent la dissolution du carbonate de calcium ce qui contribue à des teneurs en calcium de l'eau relativement élevées. Le forage de Las Combas situé plus loin des zones d'affleurement, dans une zone où la nappe du Bajocien est semi captive à captive, la qualité de son eau est moins sensible à la recharge naturelle, la teneur en calcium est plus faible. Dans le contexte présent, l'étude comparée du rapport Ca/Mg ne permet pas de différencier les aquifères et de déterminer l'existence ou non de mélange d'eau dans la source de Glane.

Turbidité :

La turbidité atteint des pics dont la valeur est parfois 20 fois supérieure à la valeur limite fixée pour l'eau destinée à la consommation humaine. Les fortes valeurs de turbidité sont d'origine naturelle, à rapprocher des périodes de crue. Ce phénomène est classique pour les sources d'origine karstique.

Nitrate :

La concentration en nitrates dans l'eau brute fluctue entre 12 et 33 mg/l, ces valeurs sont conformes aux limites de qualité pour les eaux destinées à la consommation humaine. La présence de nitrates dans l'eau de la source de Glane révèle une relation entre les eaux captées et les eaux superficielles et donc une vulnérabilité vis-à-vis des pollutions de surface.

De 1998 à 2006, des molécules de pesticides (Simazine, Atrazine et Terbutylasine) ont été identifiées dans l'eau captée. En mai 2005, des dérivés de la molécule Atrazine ont été détectés, la molécule d'atrazine déséthyl est retrouvée de manière récurrente dans l'eau brute de la source de Glane jusqu'à aujourd'hui. Ces molécules sont présentes dans l'eau brute de la source de Glane en concentration inférieure à la limite de qualité pour l'eau brute destinées à la consommation humaine (2 µg/l/pesticide). Cependant, Il a déjà été observé un dépassement des valeurs définies comme étant la limite de qualité fixée pour l'eau destinée à la consommation humaine (0,1µg/l par molécule et 0,5 µg/l pour la totalité des molécules).

Le passage de l'eau sur filtre à charbon actif permet de rendre l'eau conforme pour la consommation d'eau potable.

L'utilisation de l'Atrazine est interdite depuis 2003, sa concentration dans les eaux ainsi que celle de ses dérivés vont diminuer.

Métaux :

La concentration en Fer, Manganèse et Aluminium fluctue de manière significative dans l'eau de la source de Glane. Ces paramètres font l'objet d'une valeur de référence de qualité pour l'eau brute destinée à la consommation humaine, celles-ci ont toutes été dépassées au cours de ces 20 dernières années. Les fortes concentrations de ces éléments sont à corrélérer avec la turbidité et peuvent être attribuées à la présence de particules argileuses dans l'eau.

La présence de nitrates, pesticides, bactéries indicatrices de contamination fécale met en évidence une relation entre l'aquifère du Bathonien et les eaux issues du milieu superficiel. Ces contaminants d'origine anthropique révèlent une vulnérabilité de la ressource malgré la mise en place des périmètres de protection.

Origine des données

Von Stempel, C. 1972. Etude des ressources en eau de la région de Périgueux (Dordogne). Université de Bordeaux 1, 245 p.

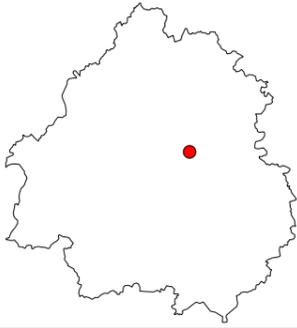
Sourisseau, B. 1991. Expertise du forage de Las Combas - Détermination des périmètres de protection R 33983 AQI 4S 91, 37p.

SHE, 2001. Forage de Las Combas à Vaunac - Dossier de demande d'autorisation de prélèvement d'eau dans le milieu naturel en vue de la consommation humaine et dossier de demande d'institution des périmètres de protection de ce point de prélèvement d'eau, Commune de Thiviers.

E.U.R.L. Marsac-Bernède, 2012. SIAEP de la Vallée de l'Isle (Dordogne) - Etude diagnostique et schéma directeur, volet ressources en eau. Rapport E.U.R.L. Marsac-Bernède Hydrogéologie Environnement Hydraulique, 125 p.

Annexe 8

Fiche descriptive de la source des Michauds



Lieu-dit ou dénomination usuelle : **Source des Michauds**
 Commune : **SAINTE-ORSE**
 Département : **DORDOGNE**

Identification de la station

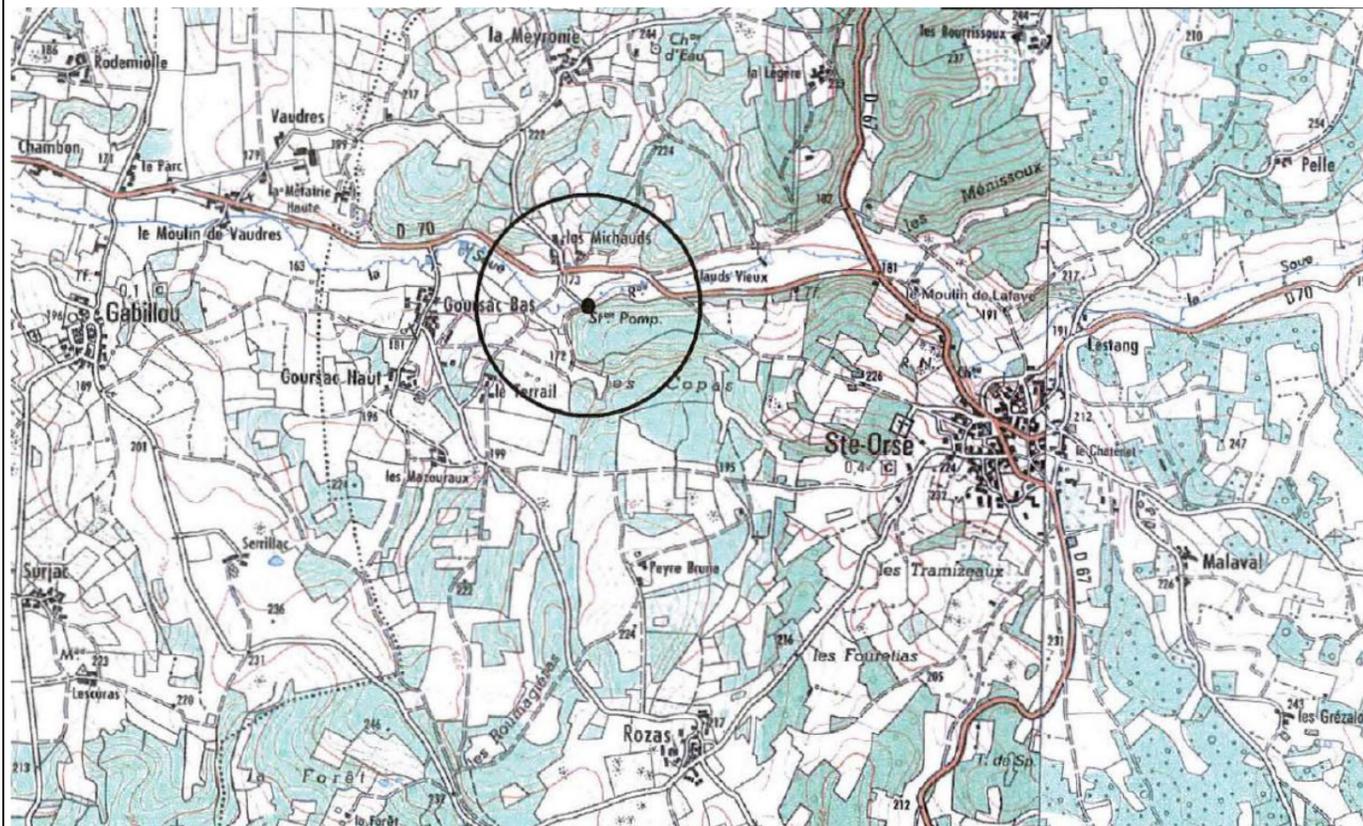
Indice national : **07598X0003/HY**

Localisation

Coordonnées Lambert 93 : X L93 = 547.401 km Y L93 = 6458.293 km
 Coordonnées Lambert 2 Etendu :

Altitude au sol (m NGF) : Z = 170 m (M05)

Plan de situation d'après IGN à 1/25 000 et Accès



Gestion

Gestion par C.E.O (Compagnie des Eaux et de IOzone pour le SIAEP Sainte-Orse)

Appartenance à

Caractéristiques de l'ouvrage

Le captage est implanté en bordure Sud de la vallée de la Soue. Il est situé à proximité d'un bief qui longe le pied des coteaux calcaires au droit du captage.

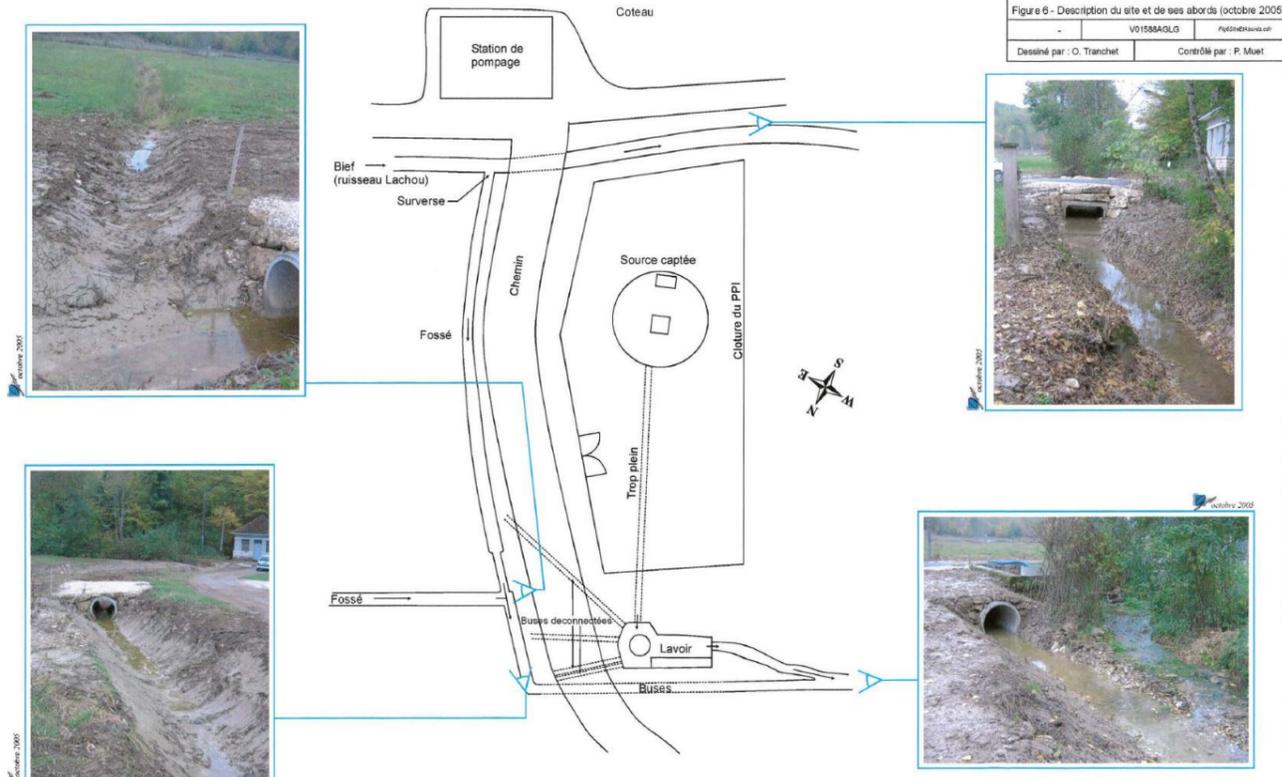
Les abords immédiats du captage ont récemment été aménagés de façon à limiter les risques d'inondation en période de crue.

Suite à ces aménagements, le lavoir est alimenté uniquement par les eaux du trop-plein de la source captée.

Le captage se présente sous la forme d'une bache circulaire d'environ 6,4 m de diamètre et de 2 m de profondeur, équipée de 2 trappes de visite.

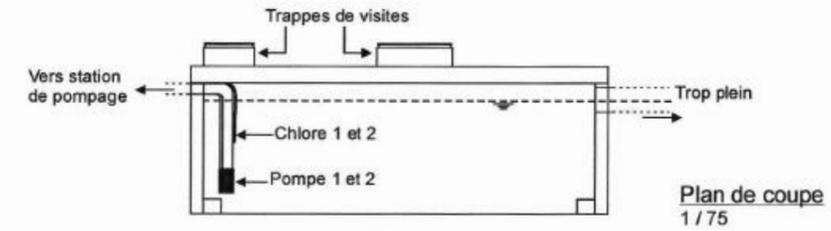
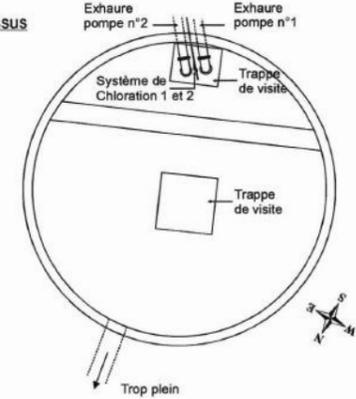
La bache est équipée de 2 pompes de 50 m3/h fonctionnant en alternance, positionnée en bordure Sud de la bache.

(Ginger, 2005)



2010/05		groupe
Commune de SAINTE - ORSE (24)		
S.I.A.E.P. de SAINTE - ORSE		
Captage des Michauds		
Figure 6 - Description du site et de ses abords (octobre 2005)		
-	V0158A0LG	PatriceHauw@st
Dessiné par : O. Tranchet	Contrôlé par : P. Muel	

Vue de dessus 1/75



Plan de coupe 1/75

Système aquifère observé

Aquifère du JURASSIQUE (BAJOCIEN ?)

La source des Michauds est implantée au pied d'un coteau limitant un plateau de morphologie typiquement karstique avec:

- des vallées et vallons secs,
- une absence d'écoulement superficiel pérenne,
- des sources relativement peu nombreuses mais de débits soutenus situées en périphérie du plateau calcaire,
- des pertes de cours d'eau en limite de cause.

Les aquifères karstiques se rencontrent dans les roches carbonatées fissurées. La perméabilité et la porosité, souvent médiocres des roches fissurées sont considérablement améliorées par un phénomène physico-chimique appelé karstification. La source des Michauds appartient à ce type d'aquifère.

Les calcaires jurassiques constituant le causse au nord de Thenon sont karstifiés. Ils forment un réservoir qui repose sur les formations marneuses imperméables du Jurassique inférieur. Le ou les systèmes karstiques drainant cet aquifère sont très mal connus. En particulier, il n'existe pas à notre connaissance, de traçage ou de suivi particulier des débits sur les sources issues de ce karst.

A partir d'éléments topographiques, hydrographiques et géologiques, il apparaît que le causse jurassique au Nord de Thenon est principalement drainé vers le Nord-Ouest. Ce diagnostic est étayé par les éléments suivants:

- au sud et au sud-ouest, les écoulements karstiques sont bloqués le long de la faille de Thenon par les couches moins perméables du Crétacé,
- vers l'ouest, les calcaires s'ennoient sous des formations moins perméables donc moins karstifiées du Crétacé. La karstification est donc bloquée à l'Ouest,
- plusieurs ruisseaux prenant leur source au sud de la faille de Thenon se perdent au contact des calcaires jurassiques,
- le principal point bas du dispositif est représenté par les sources du Blâme à Brouchaud. Celles-ci constituent probablement l'exutoire du principal système karstique du causse.

La vallée de la Soue, affluent du Blâme, constitue le niveau de base local des écoulements souterrains.

L'émergence des Michauds représente l'exutoire d'un système karstique, qui se développe au sein des calcaires jurassiques constituant les coteaux sud de la vallée de la Soue.

En l'absence de traçage ou d'étude spécifique, il est très difficile d'appréhender le bassin d'alimentation de cette source (qui peut être très différent de son bassin versant topographique), ainsi que son fonctionnement.

Mesures de débits disponibles

Historique de mesures issues de la bibliographie

(Ginger, 2005) :

La Soue ne dispose d'aucune station limnimétrique. Aucune mesure ponctuelle de débit n'est disponible auprès des services de la DIREN.

Conformément au cahier des charges, des mesures ponctuelles de débit au trop-plein du captage ont été réalisées en hautes, et en basses eaux:

- les eaux les plus hautes s'observent généralement en mars ou en avril,
- l'étiage prend généralement fin en octobre. Toutefois cette date varie largement d'une année à l'autre en fonction des conditions météorologiques.

Remarque importante:

Compte tenu de la variabilité habituelle des débits des sources karstiques, la caractérisation des conditions hydrologiques en hautes et basses eaux à l'aide d'une mesure ponctuelle reste aléatoire. Les mesures ont été réalisées sur les eaux du trop-plein du captage après arrêt des pompes, soit à l'aide d'un courantomètre électromagnétique, soit par empotage (NDA : temps mis pour remplir un contenant). Le tableau ci-dessous présente les résultats obtenus:

21/11/2004 (« Basses eaux ») : **61,5 m³/h**

14/04/2005 (« Hautes eaux ») : **170 m³/h**

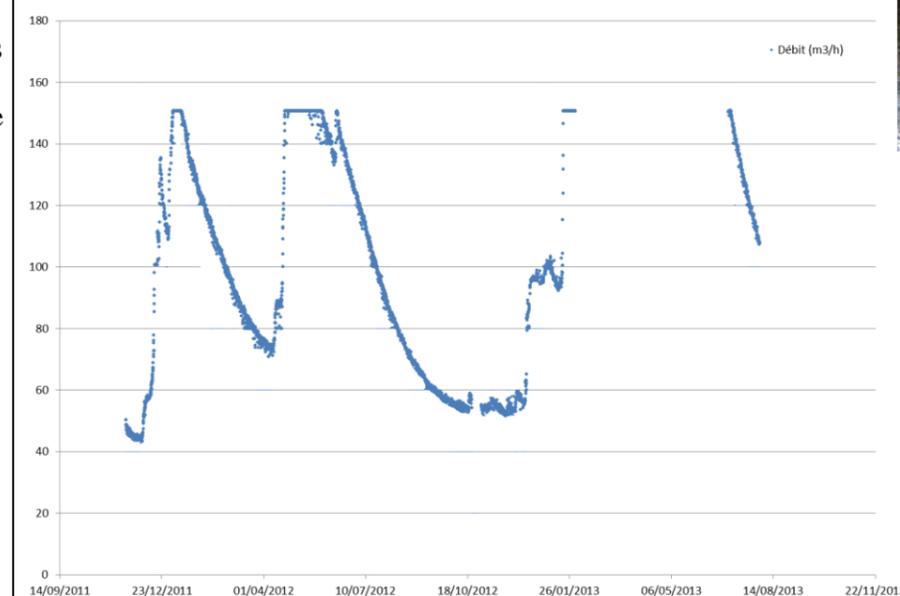
06/09/2005 (« Basses eaux ») : **64,4 m³/h**

Mesures actuelles

Le trop-plein récupère l'ensemble de l'eau non prélevée. Il est équipé d'un débitmètre. En période hors pompage, le débit mesuré correspond au débit naturel de la pompe

Caractéristiques du capteur : Non communiqué

Chronique piézométrique :



Information téléphonique (donnée par Nicolas Conan le 30/09) : courant septembre, le débitmètre est tombé en panne

Informations complémentaires

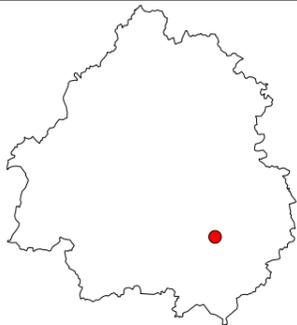
Origine des données

Ginger Environnement (2005) – SIAEP de Sainte-Orse (24) – Captage d'AEP des « Michauds » - Dossier technique



Annexe 9

Fiche descriptive de la source de Fongauffier



Lieu-dit ou dénomination usuelle : **Fongauffier**
 Commune : **SAGELAT**
 Département : **DORDOGNE**

Identification de la station

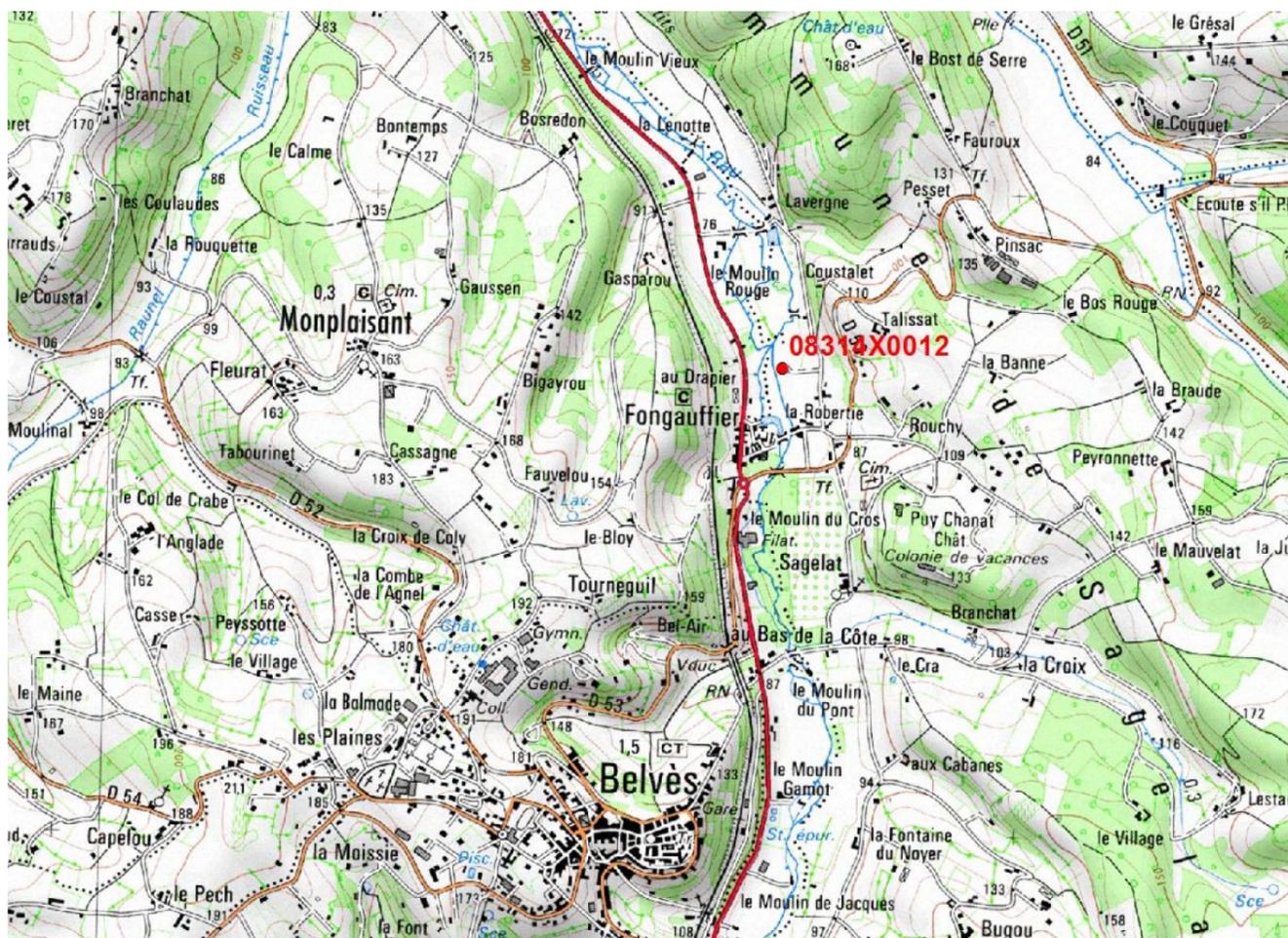
Indice national : **08314X0012/HY**

Localisation

Coordonnées Lambert 93 : X L93 = 542.834 km Y L93 = 6412.011 km
 Coordonnées Lambert 2 Etendu :

Altitude au sol (m NGF) : Z = 78 m (EPD)

Plan de situation d'après IGN à 1/25 000 et Accès



Gestion

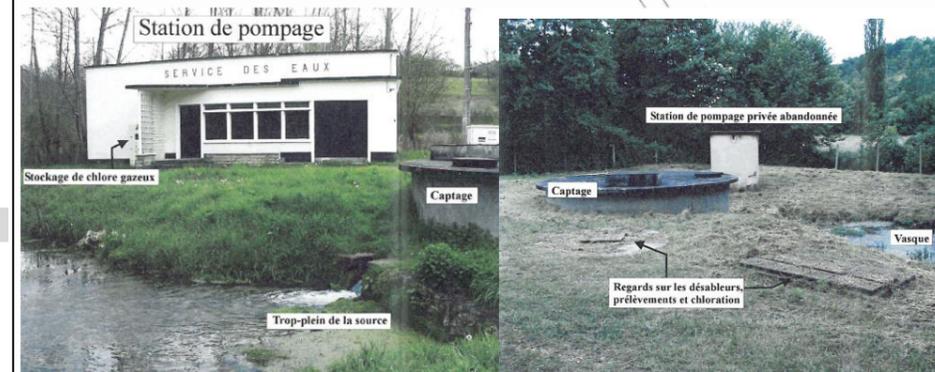
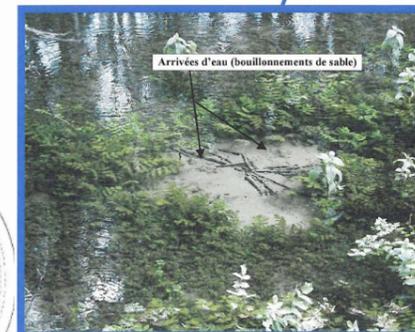
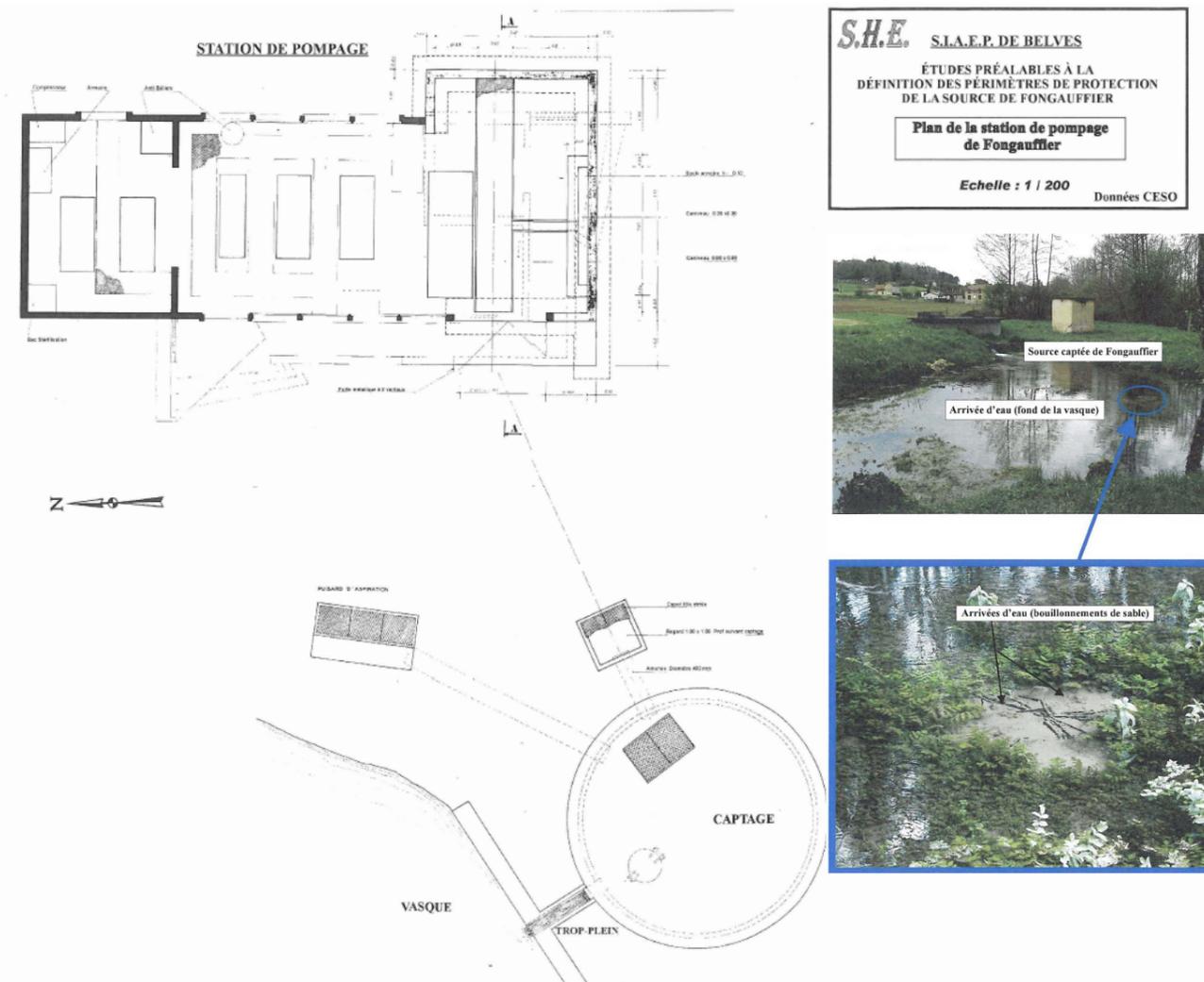
Gestion par SIAEP de Belvès

Appartenance à aucun réseau

Caractéristiques de l'ouvrage

L'ouvrage de captage de la source de Fongauffier est un ouvrage circulaire bétonné de 5,7 m de diamètre et de 4,6 m de profondeur par rapport au sol. La partie supérieure du cuvelage dépasse le sol de 0,6 m. L'évacuation de l'eau de la source se fait par un trop-plein à -0,9 m par rapport au sol. Le rejet de l'eau dans «La Nauze » s'effectue à une vingtaine de mètres en aval du trop-plein. (Figure ci-dessous)

Le pompage s'effectue dans deux ouvrages aménagés utilisés en tant que dessableurs à quelques mètres de l'aménagement de la source. L'acheminement de l'eau de l'ouvrage bétonné jusqu'aux dessableurs a lieu par l'intermédiaire d'une conduite Ø 500 mm.



SHE, 2004)

Système aquifère observé

Aquifère du **CONIACIEN-SANTONIEN**

Les températures (eau hypertherme) et les conductivités mesurées sur les résurgences de Fongauffier indiquent que l'eau a pour origine un aquifère semi-profond situé entre 50 et 200 m de profondeur. A priori, cet aquifère est le **SANTONIEN-CONIACIEN** composé de calcaires gréseux et bioclastiques. La résurgence de Fongauffier est donc liée à l'arrivée d'eau sous pression de la nappe du SANTONIEN-CONIACIEN à la faveur d'une fissuration importante. L'origine profonde de cette eau est confirmée par la régularité des débits, l'absence de turbidité en période pluvieuse, de nitrates et de pesticides.

La région de BELVES est influencée d'un point de vue géologique par l'anticlinal de SAINT-CYPRIEN - CAMPAGNAC-LES-QUERCY. Cet accident d'axe Nord-Ouest - Sud-Est fait remonter les calcaires anciens du JURASSIQUE Supérieur pour les mettre en contact, au niveau de failles, avec les calcaires plus récents du CRETACE Supérieur, 5,5 km environ au NordEst du bourg de BELVES.

Les mouvements importants engendrés lors de cette phase tectonique ont provoqué l'apparition de deux familles de failles de directions approximatives N150°E et N80°E.

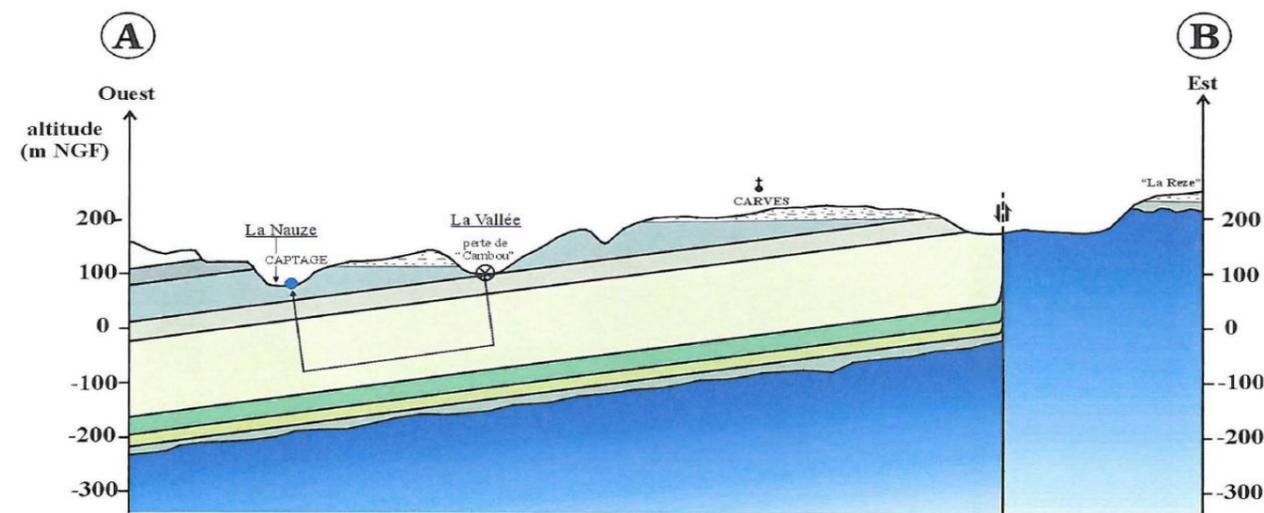
Dans le secteur d'étude, il est possible de recenser les différents aquifères suivants:

- Aquifère SANTONIEN-CONIACIEN : Cet aquifère est formé par les calcaires gréseux et bioclastiques du SANTONIEN Inférieur et du CONIACIEN Supérieur. Le toit de cet aquifère est représenté par les calcaires marno-gréseux du SANTONIEN Supérieur et Moyen.
- Aquifère TURONIEN: Il est constitué par les calcaires bioclastiques du TURONIEN Supérieur. La nappe captive est limitée par les calcaires marneux du TURONIEN Inférieur à la base et du CONIACIEN Inférieur au sommet.
- Aquifère JURASSIQUE: Cet aquifère profond, composé de calcaires oolithiques, dolomitiques et lithographiques, est réalimenté par les affleurements jurassiques à l'Est de la faille de SAINT-CYPRIEN. D'une puissance de plusieurs centaines de mètres, il est protégé par les calcaires marneux du JURASSIQUE Supérieur

Par ailleurs, et comme le montrent les photographies du captage et de la source de la vasque il s'agit de sources artésiennes et non pas de sources de dépressions topographique dans la plaine alluviale. Les alluvions assez argileuses ne semblent pas être le siège d'une nappe alluviale importante susceptible de donner naissance à des sources ayant de tels débits.

La résurgence de Fongauffier est liée à l'arrivée d'eau sous pression de la nappe du Santonien-Coniacien à la faveur d'une fissuration importante. L'origine profonde de cette eau est confirmée par la régularité des débits, l'absence de turbidité en période pluvieuse, de nitrates et de pesticide sur les 2 sources étudiées

Il est à noter qu'une source «chaude» peu importante est présente à une cinquantaine de mètres en aval de la source captée. Le débit de cette source n'excède pas quelques m³/h en hautes eaux et sa température a varié de 14,7°C à 18,1°C de janvier à juin 2001. L'origine plus profonde d'une partie de l'eau captée à Fongauffier n'est donc pas à exclure compte tenu de la présence de cette résurgence.



LEGENDE :

Complex d'altérations

CRETACE

CAMPANIEN 4-5
Calcaires sableux jaunâtres

CAMPANIEN 3
Calcaires crayeux

CAMPANIEN 2
Calcaires crayeux à silex

SANTONIEN Moyen et Supérieur
Calcaires argileux et gréseux à glauconites

SANTONIEN Inférieur
Calcaires gréseux jaunâtres

CONIACIEN
Calcaires marneux et bioclastiques à niveaux gréseux

Echelles : 1/10 000

1/50 000

TURONIEN Moyen et Supérieur
Calcaires crayeux beiges puis gréseux

TURONIEN Inférieur
Calcaires crayeux blanchâtres

CENOMANIEN
Argiles carbonatées

JURASSIQUE
Calcaire marneux, oolithique, dolomitique...

Mesures de débits disponibles

Historique de mesures issues de la bibliographie

La source de Fongauffier est constituée de la résurgence captée et d'une seconde, située dans la vasque à quelques mètres en aval, qui n'est pas captée pour l'AEP (cette dernière forme 20 % du débit total des deux résurgences)

08/09/1999 = 300 m ³ /h	(SHE, 2004)
29/09/1999 = 310 m ³ /h	(SHE, 2004)
15/02/2000 = 390 m ³ /h	(SHE, 2004)
10/04/2000 = 335 m ³ /h	(SHE, 2004)
26/10/2000 = 260 m ³ /h	(SHE, 2004)

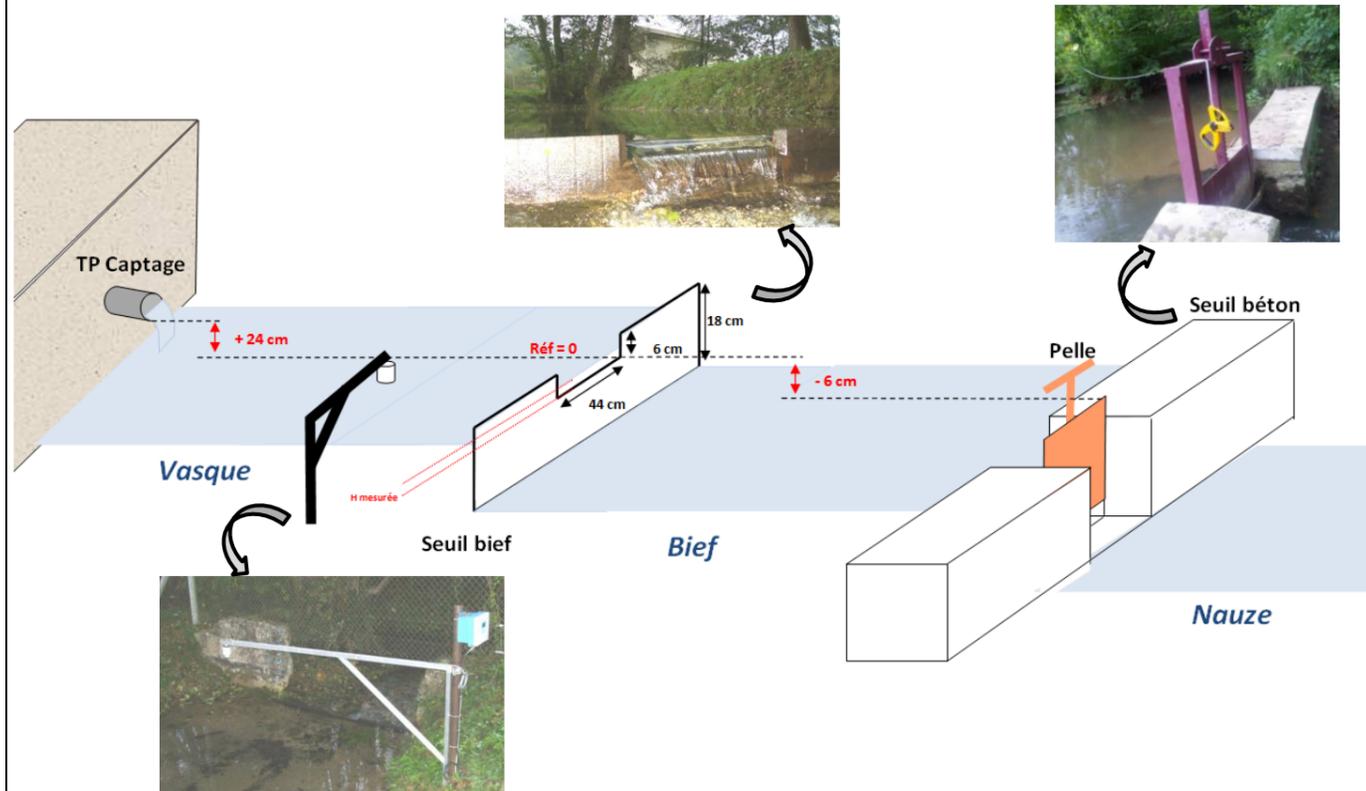
Mesures actuelles

En juillet 2012, Infraconcept a mis en place une station de jaugeage au niveau de la vasque permettant de mesurer l'ensemble des arrivées d'eau (partie captée et non captée).

Le capteur enregistre le niveau d'eau dans la vasque : il n'y a pas de courbe de tarage associée. Sur les recommandations d'Infraconcept « avec une charge d'eau de moins de 6 cm on peut appliquer manning strickler, au-dessus, il faudrait se servir des débits de pompage (ce sera possible bientôt car l'exploitant a autorisé l'archivage des données de pompages, absentes des chroniques jusque-là.) ainsi on pourra reconstituer une partie du calage »

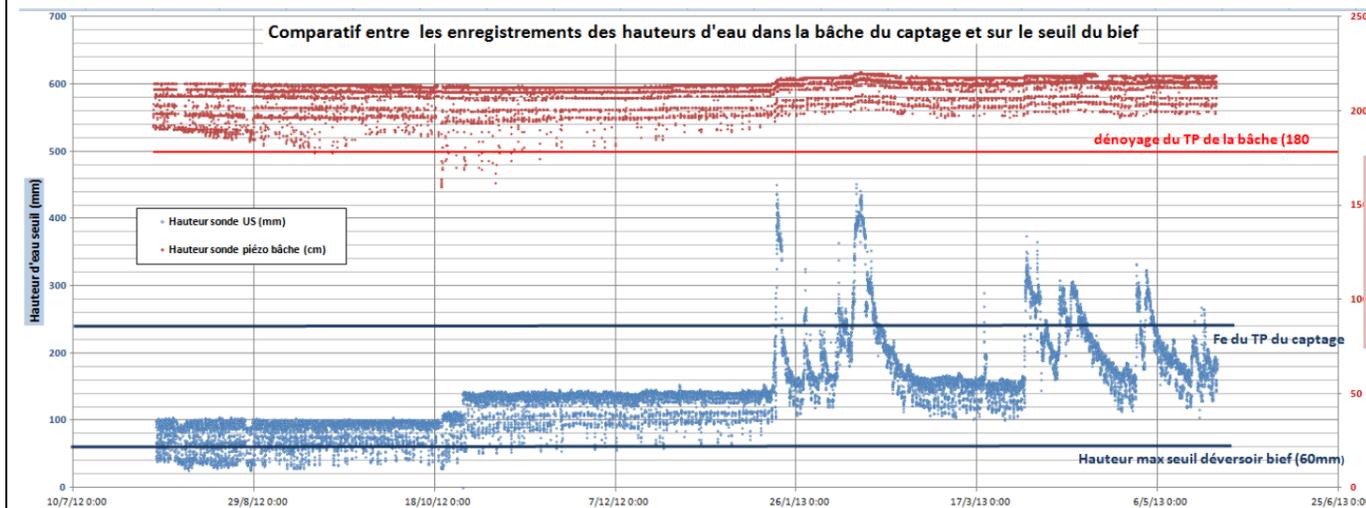
Le débit mesuré correspond au débit non prélevé pour l'AEP.

Bientôt, une sonde enregistreur sera mise en place en aval du seuil afin de valider/invalider les mesures.



Caractéristiques du capteur : Non communiqué

Chronique piézométrique :



Informations complémentaires

D'une manière générale, les analyses effectuées lors de l'étude mettent en évidence une eau de bonne qualité physico-chimique, conforme aux normes de potabilité en vigueur. Les pollutions bactériennes ponctuelles observées sont éliminées par chloration lors du pompage.

L'eau de la source captée est peu vulnérable aux pollutions sur son bassin d'alimentation supposé

Existence de bulides dans la vasque

Origine des données

SIAEP de BELVES, 2004 ; dossier de mise à l'enquête publique - Source de Fongauffier (comprend notamment une étude préalable à la mise en place des périmètres de protection (SHE,2001) et un rapport d'enquête hydrogéologique (Pelissier-Hermitte, 2003).

Annexe 10

Liste des 94 points utilisés pour l'analyse statistique des données hydrochimiques



Géosciences pour une Terre durable

brgm

Centre scientifique et technique

3, avenue Claude-Guillemin

BP 36009

45060 – Orléans Cedex 2 – France

Tél. : 02 38 64 34 34 - www.brgm.fr

BRGM Aquitaine

Parc Technologique Europarc

24, avenue Léonard de Vinci

33600 – Pessac – France

Tél. : 05 57 26 52 70