

S.I.A.E.P. DE NORT-SUR-ERDRE

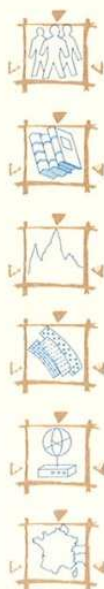
**PRECISION DES LIMITES DE ZONES A RISQUE FORT VIS-
A-VIS DES EFFONDEMENTS D'ORIGINE KARSTIQUE**

AQUIFERE OLIGOCENE DU BASSIN DE SAFFRE

SAFFRE (LOIRE-ATLANTIQUE)

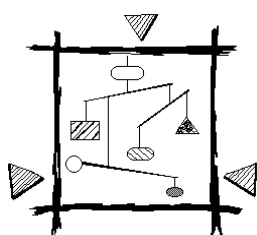
RAPPORT FINAL CALLIGEE N13-44098-C

N° rév	Rédaction	Visa	Vérification	Visa	Approbation	Visa	Date
1	Paul Henri MONDAIN		Paul Henri MONDAIN				Janvier 2014



CALLIGÉE - SIÈGE SOCIAL
Site Atlanpole Ecole Centrale
1, rue de la Noë - BP 82118
44321 NANTES Cedex 3
Tél. 02 40 14 33 71 - Fax 02 40 14 33 72
E-mail : nantes@calligee.fr

CALLIGÉE SUD-OUEST
Innople
Le Prologue 2 - BP 2714
31312 LABEGE Cedex
Tél. 05 62 24 36 97 - Fax 05 61 39 07 28
E-mail : toulouse@calligee.fr



SOMMAIRE

SOMMAIRE	2
TABLE DES ILLUSTRATIONS	3
1 - INTRODUCTION.....	4
2 - RESULTATS DES RECONNAISSANCES	6
2.1 - LOCALISATION DES SECTEURS A ETUDIER	6
2.2 - PRECISIONS APPORTEES PAR LA GEOPHYSIQUE	7
2.2.1 - Nature des investigations réalisées	7
2.2.2 - Principaux résultats obtenus.....	7
2.3 - PRECISIONS APPORTEES PAR LES SONDAGES DE RECONNAISSANCE	13
2.3.1 - Nature des investigations réalisées	13
2.3.2 - Principaux résultats obtenus avec les sondages destructifs.....	14
2.3.3 - Principaux résultats obtenus avec les sondages carottés	17
3 - CARTE DES RISQUES D'EFFONDREMENT	20
3.1 - RAPPEL DES CRITERES RETENUS.....	20
3.2 - REVISION LOCALE DE LA CARTE DES RISQUES	22
3.2.1 - Révisions locales à l'Ouest et au Sud du bourg de Saffré	22
3.2.2 - Révisions locales au droit du bourg de Saffré.....	25
4 - CONCLUSION	30

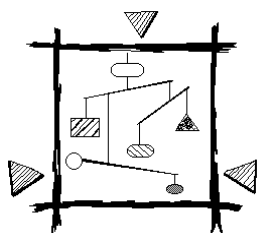


TABLE DES ILLUSTRATIONS

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Localisation des secteurs retenus pour les investigations complémentaires	6
Figure 2 : Implantation des profils géophysiques et des sondages – Secteur d’Augrain Nord8	
Figure 3 : Implantation des profils géophysiques et des sondages – Secteur d’Augrain Sud 8	
Figure 4 : Implantation des profils géophysiques et des sondages – Secteur des Ormes	9
Figure 5 : Implantation des profils géophysiques et des sondages – Secteur des Perrières .	9
Figure 6 : Implantation des profils géophysiques et des sondages – Secteur du Château ..	10
Figure 7 : Implantation des profils géophysiques et des sondages – Secteur sud du bourg	11
Figure 8 : Implantation des profils géophysiques et des sondages – Secteur de la Minoterie	11
Figure 9 : Implantation des profils géophysiques et des sondages – Secteurs du bourg et de la Minoterie.....	12
Figure 10 : Limite de la zone à risque fort dans le secteur des Ormes (ligne orange)	22
Figure 11 : Limite de la zone à risque fort au Nord du village d’Augrain (ligne orange)	23
Figure 12 : Limite de la zone à risque fort au Sud du village d’Augrain (ligne orange)	23
Figure 13 : Limite de la zone à risque fort aux Perrières (ligne orange)	24
Figure 14 : Zonage du risque d’effondrement karstique dans le bourg de Saffré	26
Figure 15 : Carte de zonage du risque karstique d’effondrement à Saffré	29

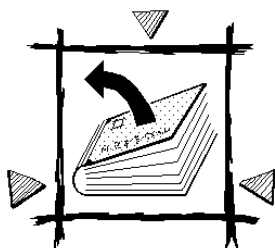
LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 :	Caractéristiques des sondages réalisés en 2013 (données Abrotec)	14
Tableau 2 :	Synthèse de coupes géologiques des sondages destructifs	16
Tableau 3 :	Grille d’évaluation du risque d’effondrement karstique à Saffré.....	21

ANNEXES

Annexe 1 : Résultats de l’examen à la loupe binoculaire de certains échantillons tamisés et photos de la microfaune observée

Annexe 2 : Coupes géologiques des sondages carottés réalisés dans le bourg de Saffré



1 - INTRODUCTION

À la demande et pour le compte du Syndicat Intercommunal d'Alimentation en Eau Potable de Nort-sur-Erdre (44), la société CALLIGÉE (Nantes, 44) est intervenue à partir d'avril 2011, pour délimiter des zones à risques sur la commune de Saffré (44). En effet, des désordres (affaissements, effondrements), attribués à des soutirages karstiques en lien avec l'exploitation de la ressource en eau pour les captages d'eau potable du Syndicat, sont apparus sur une partie du territoire communal. Suite au signalement de nombreux effondrements, les présidents du SDAEP de Loire-Atlantique et du SIAEP de Nort-sur-Erdre ont voulu mieux comprendre quels sont les paramètres contribuant à leur formation, et apporter ainsi des réponses aux habitants de Saffré.

Le SIAEP et les élus de Saffré ont donc souhaité savoir, d'une part si les pompages pour l'eau potable sont réellement la cause de tous les effondrements, et d'autre part s'il est possible de délimiter et de hiérarchiser des zones à risque. Cette étude s'est déroulée sur deux années. Elle a consisté en la réalisation au départ d'une campagne de prospection géophysique et de 4 piézomètres de reconnaissance de façon à préciser la géologie structurale du bassin de Saffré et l'extension de l'aquifère des calcaires marins oligocènes exploités pour les besoins AEP. Par la suite, une étude hydrogéologique a été entreprise afin de mieux comprendre les modalités d'écoulement des eaux souterraines et de cerner l'extension de l'influence des pompages AEP (cf. Rapports CALLIGÉE N11-44084-A et B).

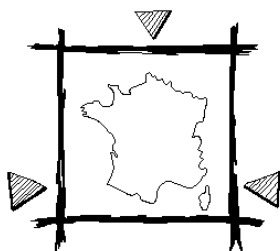
Cette étude a mis en évidence que l'exploitation des captages contribue en été à abaisser de plusieurs mètres le niveau de la nappe en dessous de ce qui était son niveau naturel d'été. La recharge brutale de l'aquifère à l'automne apparaît comme le mécanisme déclencheur du phénomène d'effondrement karstique. Ainsi les prélèvements AEP exercent un rôle sur le mécanisme d'apparition de ces effondrements en accentuant, sous certaines conditions de recharge, un phénomène naturel qui existait déjà à Saffré bien avant la mise en service des captages. Au terme de cette étude, une carte de délimitation des zones à risque karstique d'effondrement a été établie. À l'interface entre les différentes zones, une frange d'incertitude est indiquée pour signifier que la limite exacte entre deux zones ne peut être, compte tenu des informations dont on dispose, placée avec une précision inférieure à la centaine de mètres.

A la suite de cette étude, le SIAEP de Nort-sur-Erdre a donc décidé d'engager une étude complémentaire destinée à préciser les limites de la zone à risque fort d'effondrement karstique, tout spécialement dans certains secteurs urbanisés où existe un enjeu fort par rapport aux habitations existantes. Il s'agit de réaliser dans ces secteurs des investigations complémentaires permettant de mieux positionner la limite de la zone à risque fort afin de statuer si une habitation est considérée comme étant ou non dans cette zone à risque fort.

C'est l'objet de la présente étude qui s'est déroulé en plusieurs phases :

- Phase 1 : Elaboration d'un protocole des reconnaissances envisagées, avec rédaction d'un cahier des charges pour la réalisation de ces reconnaissances et évaluation de leur coût. (Note intermédiaire Calligée N13-44098-A – Mai 2013))
- Phase 2 : Réalisation d'investigations géophysiques permettant de préciser la position de failles et la nature des formations géologiques proches de la surface (sables ou argiles/marnes). Elle a également permis d'orienter la campagne de sondages prévue ensuite en précisant l'implantation et le nombre de sondages à réaliser. (Rapport Calligée N13-44098-B – Juillet 2013)
- Phase 3 : Réalisation par l'entreprise Abrotec de 8 sondages destructifs et 12 sondages carottés au cours de l'été (Rapport Abrotec RP PA13 9116 Saffré Ind B – Novembre 2013)
- Phase 4 : Synthèse finale des résultats débouchant sur une délimitation plus précise de la zone à risque fort dans les secteurs où des enjeux liés aux habitations avaient été identifiés.

Le présent rapport porte sur cette dernière phase de l'étude.



2 - RESULTATS DES RECONNAISSANCES

2.1 - LOCALISATION DES SECTEURS A ETUDIER

Par les investigations complémentaires mises en œuvre il s'agissait d'acquérir des informations permettant de mieux positionner la limite de la zone à risque fort afin de statuer si dans les secteurs urbanisés concernés une habitation est à considérer comme étant ou non dans la zone à risque fort d'effondrement karstique. Le but final était de parvenir à délimiter le risque fort à l'échelle parcellaire.

Le SIAEP de Nort-sur-Erdre a ainsi pointé sur la commune de Saffré 6 secteurs (Fig. 1), dont deux secteurs sont fortement urbanisés : le centre du bourg de Saffré et la partie sud du village d'Augrain.

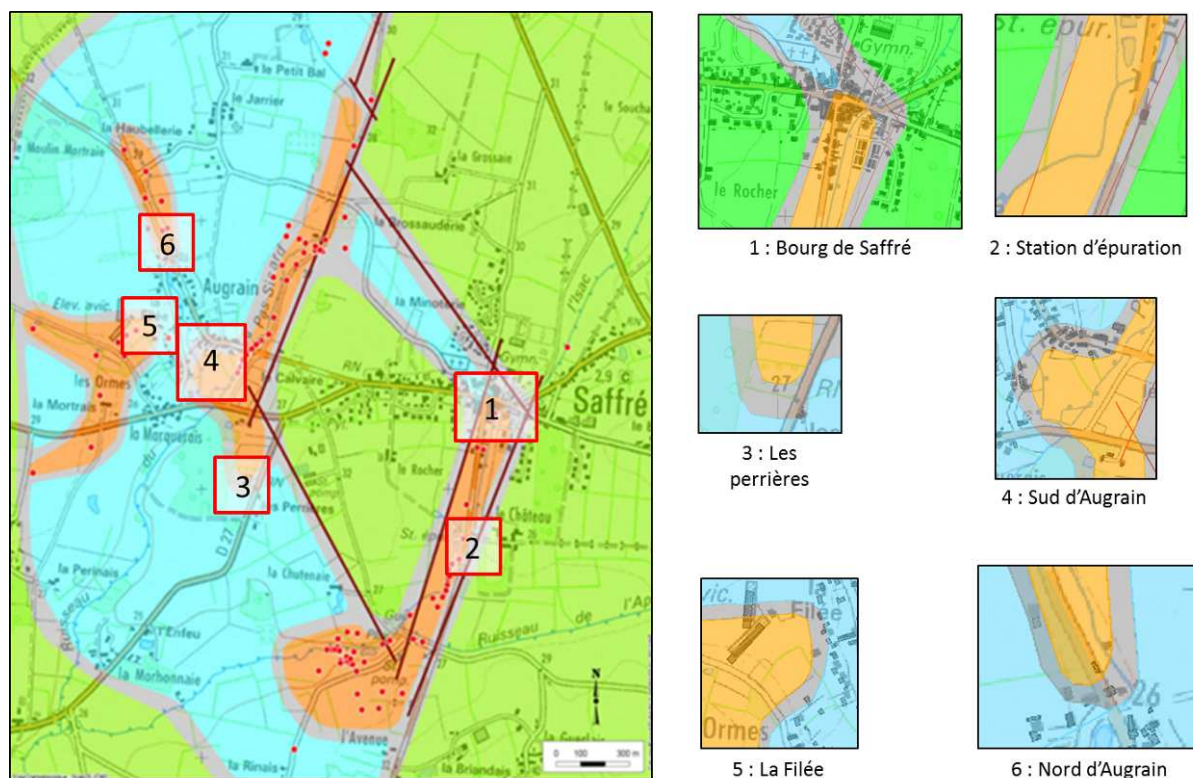


Figure 1 : Localisation des secteurs retenus pour les investigations complémentaires

2.2 - PRECISIONS APPORTEES PAR LA GEOPHYSIQUE

2.2.1 - Nature des investigations réalisées

La prospection géophysique s'est déroulée les 3, 4, 5 et 24 juin 2013. Elle a consisté en la réalisation de profils électromagnétiques à l'aide d'un conductivimètre EM34-3 (Geonics Instrument). Le pas d'acquisition des mesures était de 10 m, et l'espacement des bobines a varié entre 10 et 20 m, ce qui autorise une profondeur d'investigation comprise entre 7,5 et 30 m suivant le dispositif de mesure (dipôle horizontal ou vertical). Un écartement supplémentaire de 40 m a été utilisé sur un profil pour disposer d'une plus grande profondeur d'investigation.

Les profils ont été implantés de manière à recouper perpendiculairement les limites présumées des secteurs à risque fort. Un total de 24 profils (G1 à G24) était prévu, avec une longueur variant entre 70 et 250 m. Toutefois, après un premier dépouillement des données, un profil complémentaire a été réalisé (G3-4) et certains profils ont été prolongés pour mieux mettre en évidence certaines limites à l'occasion d'une seconde intervention le 24 juin 2013. Les graphes des profils de résistivités obtenus figurent dans le rapport N13-44098-B relatif à la description détaillée des reconnaissances géophysiques.

2.2.2 - Principaux résultats obtenus

Pour certains profils géophysiques, les mesures obtenues ont permis de préciser assez bien la limite de la zone à risques fort et ne nécessitent pas la réalisation de sondages complémentaires. Pour d'autres la réalisation de sondages s'avère une étape utile pour affiner l'interprétation des mesures géophysiques :

- **Augrain nord** : les profils G6 et G7 permettent de cerner assez bien l'extension de la présence de dépôts marneux en surface (Fig. 2). Les dernières maisons situées à la sortie du village et à l'Ouest de la route sont implantées sur ces terrains marneux et sont donc en dehors de la zone à risque fort. Une incertitude subsiste pour la dernière maison du village située de l'autre côté de la route en bordure du ruisseau de Puceul. C'est pourquoi un sondage de vérification a été préconisé (S2). Il sera comparé aux résultats du sondage S16 implanté au droit des marnes présentes en surface. A la demande du SIAEP, un troisième sondage (S18) a été prévu à proximité d'une maison située plus au Nord, en dehors du village.

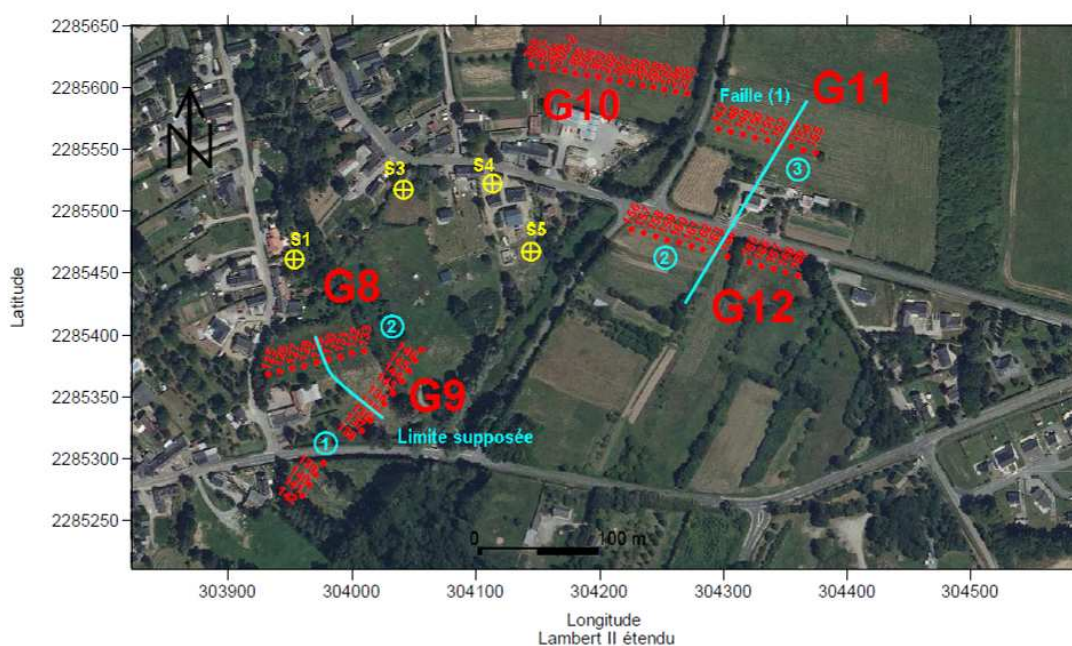
- **Augrain sud** : les profils G8 et G9 établissent la limite entre les terrains marneux et sableux de surface au-delà des premières maisons de la rue de la Filée (Fig. 3). En conséquence ces maisons sont localisées en dehors de la zone à risque fort. Pour déterminer la limite de cette zone plus au Nord et à l'Ouest, la réalisation de sondages complémentaires est préconisée (S1, S3, S4 et S5).

Les profils G11 et G12 placent la faille (1) limitant le compartiment central du bassin de Saffré juste au droit du pignon d'une maison. Bien que le corps de la maison soit situé sur le compartiment à risque nul, la proximité de la faille constituant la limite orientale de la zone à risque fort exige de considérer la maison dans la zone à risque fort.



① Marnes - ② Calcaires avec recouvrement sableux

Figure 2 : Implantation des profils géophysiques et des sondages – Secteur d’Augrain Nord



① Marnes - ② Calcaires avec recouvrement sableux - ③ Marnes argileuses sur calcaires

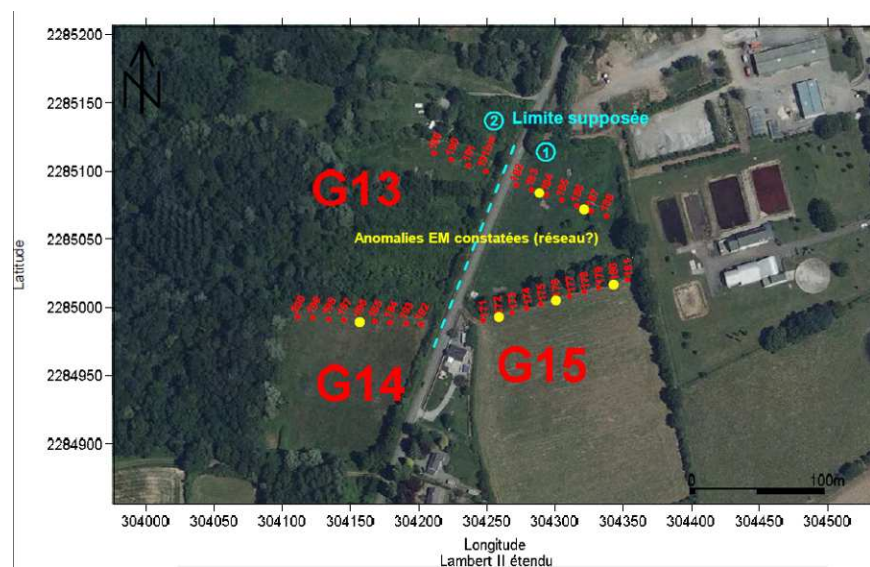
Figure 3 : Implantation des profils géophysiques et des sondages – Secteur d’Augrain Sud

• **Les Ormes** : les profils G2, G3 et G3-4 permettent de placer la limite d'extension vers l'Est de la zone à risque fort constituant la partie ouest de la zone investiguée (Fig. 4). La quasi-totalité des maisons se trouvent donc en zone à risque faible. Une incertitude subsiste cependant sur un îlot de 3 maisons, c'est pourquoi le sondage S17 a été préconisé.



① Marnes - ② Calcaires avec recouvrement sableux

Figure 4 : Implantation des profils géophysiques et des sondages – Secteur des Ormes



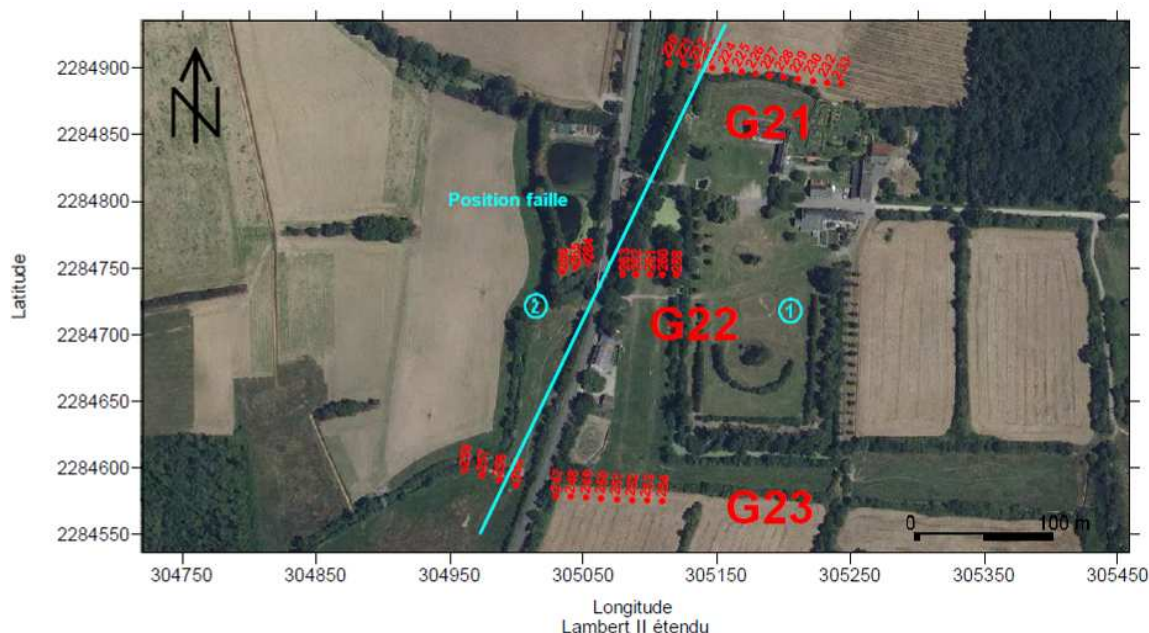
① Marnes argileuses sur calcaires - ② Calcaires avec ou sans recouvrement sableux

Figure 5 : Implantation des profils géophysiques et des sondages – Secteur des Perrières

• **Les Perrières** : les profils G13 à G15 placent au droit de la RD 27 la limite d'extension des dépôts sableux surmontant les calcaires et reconnus à l'Ouest (Fig. 5). Ainsi les maisons du hameau des Perrières se trouvent situées sur des terrains marneux dont l'épaisseur augmente en direction de l'Est, donc en zone à risque faible.

Rappelons qu'un piézomètre (Pz4) existe à proximité du profil G13 sur la bordure orientale de la RD27. Il a recoupé 4,9 m d'argiles renfermant des cailloux calcaires avant d'atteindre le toit des calcaires aquifères.

• **Le Château** : les profils G21 à G23 mettent en évidence de forts contrastes de résistivités permettant de bien localiser la limite entre la zone à risque fort à l'Ouest et celle à risque nul à l'Est (Fig. 6). Il en découle que les maisons situées en bordure de route au Sud du Château appartiennent bien à la zone à risque nul.



① Argiles vertes - ② Calcaires avec recouvrement sablo-argileux

Figure 6 : Implantation des profils géophysiques et des sondages – Secteur du Château

• **Le Sud du bourg de Safré** : les profils G19 et G20 (Fig. 7) mettent aussi bien en évidence la faille qui borde à l'Est du couloir faillé de l'Isac. Celle-ci se trouve décalée vers l'Ouest par rapport à la faille mise en évidence plus au Sud du côté du château. Est-ce un décalage de faille ou bien une faille secondaire délimitant un compartiment intermédiaire entre le bloc affaissé à l'Ouest et le bloc surélevé à l'Est ? Les sondages S10, S14 et S15 devraient permettre d'apporter une réponse (Fig. 8).

Les profils G16 à G18 situés de l'autre côté de l'Isac, à l'Ouest de la RD39, montrent des contrastes de résistivités moins tranchés qui ne permettent pas de positionner aussi finement le tracé de la faille limitant vers l'Ouest le couloir effondré emprunté par le cours de l'Isac et classé en zone à risque fort. Il n'en demeure pas moins que toutes les maisons qui bordent la RD39 sont bien en zone à risque fort. La position plus précise de la faille sera affinée grâce à la réalisation de deux sondages en bordure sud du parking du centre bourg (Fig. 8). Cette faille se trouverait un peu plus décalée vers l'Ouest par rapport à ce que l'on pensait initialement.

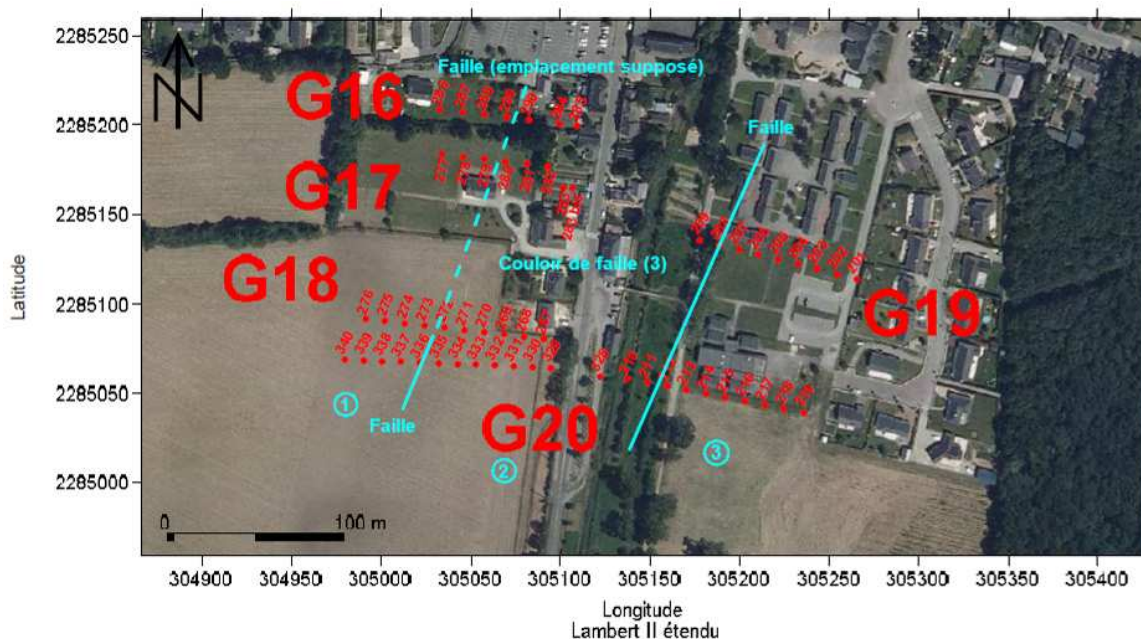


Figure 7 : Implantation des profils géophysiques et des sondages – Secteur sud du bourg

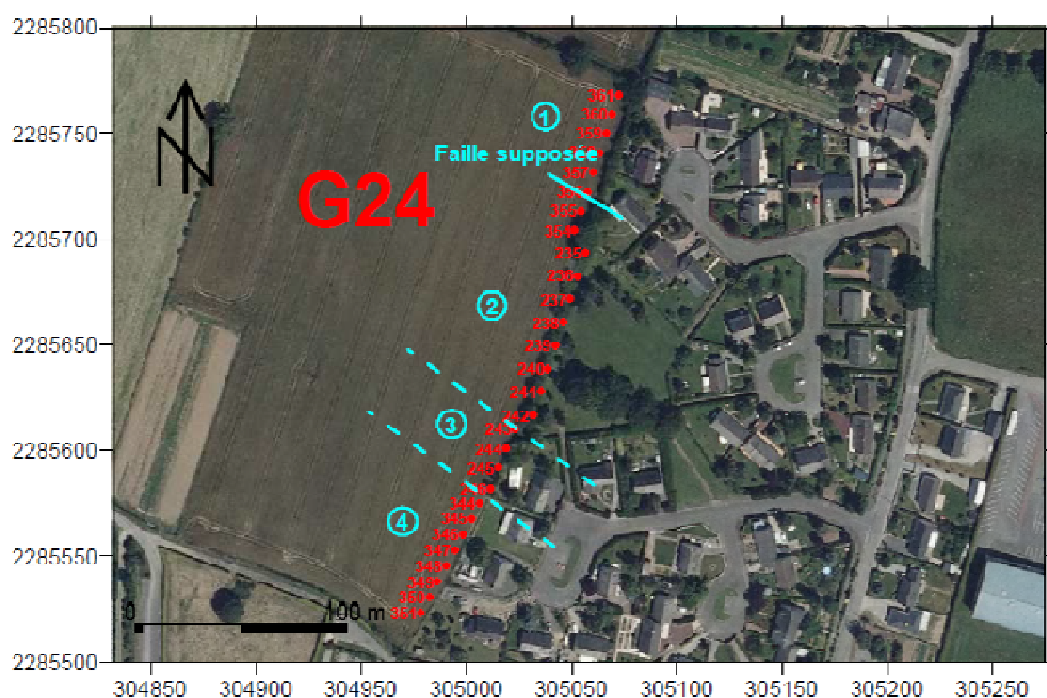


Figure 8 : Implantation des profils géophysiques et des sondages – Secteur de la Minoterie



Figure 9 : Implantation des profils géophysiques et des sondages – Secteurs du bourg et de la Minoterie

- **La partie nord du bourg de Saffré** : dans ce secteur très urbanisé, la réalisation de profils géophysiques n'était pas envisageable, c'est pourquoi elle a été remplacée par la foration de 4 sondages carottés (Fig. 9).

- **La Minoterie** : le profil G24 vient conforter l'interprétation géologique de toute cette partie nord du bourg, où l'on suppose la présence d'une paléo-vallée comblée de sables pliocènes plus ou moins argileux mise en évidence par le sondage Pz30 (Fig. 8 et 9). Il suggère que la faille bordant au Nord le compartiment central effondré du bassin ne passerait pas aux abords de cette paléo-vallée, mais plus au Nord que ce qui avait été imaginé initialement. Un sondage de contrôle (S8) a donc été préconisé pour vérifier si les calcaires sont bien présents au Nord de cette structure pliocène.

- **L'Avenue** : Ce secteur est situé en limite sud de la zone d'étude retenue pour la reconnaissance géologique du bassin de Saffré car il coïncide avec la limite d'extension du bassin de Saffré tel qu'indiqué sur la carte géologique de Nort-sur-Erdre à 1 / 50 000. Les habitations concernées se trouvent en dehors de la dépression du bassin à plus de 5 m au-dessus du cours de l'Isac et à proximité de zones d'affleurement des terrains schisto-gréseux paléozoïques. On se situe en outre en aval de la zone de résurgence de la nappe et bien plus au Sud de la zone d'effondrement la plus méridionale. Plusieurs failles sont indiquées dans ce secteur et le sous-sol serait plutôt constitué par les sables et graviers du début de la série éocène que par des calcaires oligocènes. Ce contexte géologique fait donc que les habitations de l'Avenue se situent en dehors de la zone à risque fort.

2.3 - PRECISIONS APPORTEES PAR LES SONDAGES DE RECONNAISSANCE

2.3.1 - Nature des investigations réalisées

Les sondages destructifs, au nombre de 8, ont été réalisés entre le 15 et le 18 juillet dans les villages des Ormes, de la Filée et d'Augrain. Ils ont été forés autant que possible à la tarière de 150 mm avec enregistrement des paramètres de foration en continu. Cependant lorsque des terrains plus compacts ont été rencontrés, la foration s'est poursuivie au tricône.

Les forages carottés ont été privilégiés dans le bourg de Saffré pour bien identifier les faciès compte tenu de la complexité du contexte géologique local, et en raison du faible espace disponible pour l'accès d'une grosse sondeuse. Initialement 10 sondages étaient prévus, mais deux sondages complémentaires (S19 et S20) ont été nécessaires pour mieux préciser la localisation des grandes failles d'orientation S-SO / N-NE qui délimitent le couloir faillé recoupant le centre bourg de Saffré et emprunté par le cours de l'Isac. Ils ont été réalisés entre le 20 septembre et la 3 octobre à l'aide d'un carottier simple de 114 mm.

Ces sondages ont pour la plupart été descendus à une douzaine de mètres. Certains (S10 et S13) ont été arrêtés plus tôt dès lors que, au regard des formations recoupées à faible profondeur, on était certain de ne pas rencontrer les calcaires aquifères avant 12 m. A l'inverse le sondage S14 a été descendu jusqu'à 13,5 m pour s'assurer que le toit des calcaires aquifères avait bien été atteint. Leurs principales caractéristiques sont résumées dans un tableau (Tab.1).

Les échantillons et les carottes recueillies sur les sondages sont pour le moment consultables à CALLIGEE. A l'avenir, il est envisagé de les stocker dans les locaux du SIAEP de l'usine des eaux de la Janveraie à Saint Mars-du-Désert. Le Laboratoire des Géosciences de l'Université de Rennes souhaiterait par la suite recueillir tout ce matériel

pour le mettre dans sa lithothèque en vue d'un examen sédimentologique et paléontologique plus approfondi.

Tableau 1 : Caractéristiques des sondages réalisés en 2013 (données Abrotec)

Sondage	Localisation	Nature	Réalisation	Profondeur	Niveau d'eau
S1	La Filée	destructif	18/07	12,0 m	2,50 m
S2	Augrain Nord	destructif	16/07	12,0 m	1,80 m
S3	Augrain Sud	destructif	17/07	12,0 m	4,10 m
S4	Augrain Sud	destructif	17/07	12,0 m	4,10 m
S5	Augrain Sud	destructif	17/07	12,0 m	4,00 m
S6	Centre bourg Nord	carotté	03/10	12,0 m	6,80 m
S7	Centre bourg Nord	carotté	24/09	12,0 m	7,70 m
S8	Minoterie	carotté	20/09	12,0 m	7,20 m
S9	Centre bourg Nord	carotté	27/09	12,0 m	sec
S10	Centre bourg Sud-Est	carotté	19/09	6,0 m	4,30 m
S11	Centre bourg Nord	carotté	30/09	12,0 m	3,10 m
S12	Centre bourg Sud	carotté	17 et 18 /09	12,0 m	6,70 m
S13	Centre bourg Sud	carotté	18/09	8,0 m	6,80 m
S14	Centre bourg Sud	carotté	25 et 26/09	13,5 m	6,80 m
S15	Centre bourg Sud	carotté	25/09	12,0 m	10,70 m
S16	Augrain Nord	destructif	15/07	12,0 m	1,55 m
S17	Les Ormes	destructif	18/07	12,0 m	3,30 m
S18	Augrain Nord	destructif	18/07	12,0 m	5,00 m
S19	Centre bourg Nord	carotté	02/10	12,0 m	6,10 m
S20	Centre bourg Sud	carotté	01/10	12,0 m	5,70 m

Les coupes brutes des sondages figurent dans le rapport Abrotec « RP PA13 9116 Saffré Ind B » de novembre 2013. Les carottes et les échantillons des forages destructifs collectés tous les mètres ont fait l'objet par ailleurs d'une analyse plus détaillée permettant d'établir des coupes géologiques plus précises quant aux différents faciès lithologiques rencontrés. Des tamisages à 355 µm, suivis d'une observation à la loupe binoculaire du refus, ont été réalisés sur certains échantillons pour examen la microfaune présente (cf. [annexe 1](#)). Celle-ci permet en effet de caractériser plus précisément les milieux de dépôt des sédiments (marin, lacustre, saumâtre) et de se recaler dans la stratigraphie de la série oligocène.

Les niveaux d'eau indiqués dans le tableau restent très indicatifs. Ils ont été mesurés par le foreur lors de la foration et ne sont pas nécessairement représentatifs de niveaux stabilisés, les sondages ayant été rebouchés immédiatement après leur foration.

Par comparaison, voici les niveaux d'eau mesurés dans l'aquifère des calcaires oligocènes mesurés lors des deux campagnes de sondages :

- Le 16/07/13 sur la PZ6 à Augrain sud : 4,47 m / TN
- Le 19/09/13 sur le piézomètre de référence de la nappe (Pz5) : 4,55 m / TN

2.3.2 - Principaux résultats obtenus avec les sondages destructifs

Les sondages destructifs, dans le contexte géologique où ils ont été implantés, ont pour objectif principal de placer une limite de changement de faciès dans les terrains

surmontant les calcaires aquifères. A savoir s'il s'agit plutôt de marnes ou plutôt de sables qui surmontent les calcaires aquifères sous-jacents. Dans le premier cas de figure, les calcaires ne sont pas soumis à la karstification du fait de la présence d'un horizon imperméable au-dessus. Dans le second cas la présence d'une couverture meuble, perméable et peu épaisse surmontant les calcaires constitue un contexte qui peut être propice au développement d'effondrements à la condition toutefois que ces derniers soient fracturés et situés au voisinage d'écoulements superficiels susceptibles d'alimenter l'aquifère calcaire (Rapport Calligée N11-44084-B).

L'analyse des échantillons recueillis sur les huit sondages destructifs est résumée dans un tableau de synthèse (Tab.2). Elle fait apparaître une certaine similitude entre les différents horizons lithologiques rencontrés sur ces sondages et permet de distinguer de haut en bas quatre horizons lithologiques distincts :

- Des **limons bruns argileux** légèrement sableux à cailloutis sur une épaisseur variant entre 1 et 3,5 m ;
- Des **argiles marneuses plastiques** brunes à jaunâtres. à cailloutis sur 1 à 2,5 m d'épaisseur. Sur le sondage S1 ces argiles marneuses sont blanchâtres et légèrement sableuses ;
- Des **marnes** beiges à jaunâtres sur une épaisseur de 1 à 4 m selon les sondages. Cet horizon n'a pas été reconnu sur 3 sondages : S17, S18 et S4 ;
- Des **calcaires marneux** beiges ou des **marno-calcaires** qui apparaissent à partir d'une profondeur variant entre 4 et 7 m ;
- Des **calcaires** blanchâtres n'apparaissent qu'à partir d'une profondeur supérieure à 10 m. Ces derniers prennent une teinte beige à jaune lorsque deviennent plus marneux (S18).

On constate ainsi que sur tous les sondages réalisés qu'une couverture limono-argileuse puis argilo-marneuse de 4 à 7 m d'épaisseur surmonte les calcaires aquifères. Ces derniers présentent à leur partie supérieure un faciès plutôt marneux résultant probablement de leur altération. Les faciès franchement calcaires n'apparaissent qu'au-delà de 10 m de profondeur. Aucun indice de vide n'a été rencontré en cours de foration.

L'analyse de la microfaune à la loupe binoculaire a permis de reconnaître des microfossiles attestant que les horizons de calcaires marneux rencontrés à partir de 4 à 6 m de profondeur correspondent bien à un faciès marin. Des oursins, bryozoaires (coraux), miliolles et archiacines ont été observés ([voir photos en annexe 1](#)). Ils confirment bien que ces horizons correspondent aux calcaires à archiacines de la série oligocène reconnus sur le forage Montavon et constituant l'aquifère exploité par les captages AEP.

La comparaison entre la présence d'une saturation en eau sur les échantillons recueillis et les niveaux d'eau mesurés à l'issue de la foration (Tab. 2), montre que les horizons argileux et marneux surmontant les calcaires sont à l'origine d'une certaine captivité de l'aquifère. Ceci est manifeste sur les sondages S1, S3, S4, S17 et dans une moindre mesure en S5.

Ainsi sur tous les sondages réalisés, on constate que l'aquifère exploité est surmonté d'une couche de formations argilo-marneuses d'au moins 4 m d'épaisseur qui empêche tout développement d'une karstification en profondeur. Le voisinage de ces sondages ne peut donc être considéré comme une zone à risque fort d'effondrement. Aucune couverture sableuse n'a été mise en évidence dans les secteurs reconnus par les sondages.

Tableau 2 : Synthèse de coupes géologiques des sondages destructifs

Secteur	Les Ormes	La Filée	Augrain Nord			Augrain Sud		
Sondage	S17	S1	S16	S2	S18	S3	S4	S5
Limon argileux légèrement sableux brun à cailloutis	0 à 3 m	0 à 1 m	0 à 1 m	0 à 1 m	1 à 3,5 m	0 à 2 m	0 à 2 m	0 à 1 m
Argile marneuse plastique brune à jaunâtre à cailloutis	3 à 4,5 m		1 à 3,3 m	1 à 3 m	3,5 à 6 m	2 à 3 m	2 à 4 m	1 à 2 m
Argile marneuse blanchâtre légèrement sableuse		1 à 3 m						
Marne beige à jaunâtre		3 à 4 m	3,3 à 4 m	3 à 7 m		3 à 4 m		2 à 5 m
Calcaire marneux beige	4,5 à 8,8 m	4 à 7,3 m						
Calcaire plus marneux beige ou marno-calcaire	8,8 à 12 m	7,3 à 10,6 m	4 à 12 m	7 à 12 m	6 à 10 m	4 à 12 m	4 à 10,8 m	5 à 10,2 m
Calcaire blanchâtre		10,6 à 12 m					10,8 à 12 m	10,2 à 12 m
Calcaire marneux compact beige à jaune					10 à 12 m			
Présence d'eau constatée en cours de foration	vers 4,5 m	en dessous de 3 m	en dessous de 4 m	en dessous de 3 m	en dessous de 3,5 m	en dessous de 4 m	en dessous de 4 m	en dessous de 5 m
Profondeur niveau d'eau en fin de foration (/ TN)	2,50	1,80	4,10	4,10	4,00	1,55	3,30	5,00

2.3.3 - Principaux résultats obtenus avec les sondages carottés

La prospection géophysique a fourni des précisions sur la position et la direction des différentes failles structurant le bassin de Saffré et tout particulièrement celles du couloir faillé implanté dans le centre bourg de Saffré et s'étendant vers le Sud le long de la route de Grandchamp-des-Fontaines. Les sondages carottés sont essentiellement destinés à vérifier la prolongation de ces failles dans des secteurs fortement urbanisés tel que le centre du bourg. Ils permettront aussi de mieux préciser la nature des terrains constituant les différents compartiments délimités par ces failles.

Les coupes géologiques détaillées des 12 sondages carottés, obtenues après examen des carottes, sont présentées dans l'[annexe 2](#) où sont aussi consignées les observations faites sur quelques échantillons tamisés prélevés sur les carottes.

Les principales informations sur la structure géologique du bassin fournies par ces sondages sont les suivantes :

- **le sondage S10** implanté au Sud-Est du bourg recoupe, sous 2,70 m de limons argilo-sableux et d'argiles sableuses à cailloutis, des argiles vertes identiques à celles connues dans le secteur du Château et appartenant à la base de la série oligocène. Ainsi tout le secteur situé à l'Est de la faille reconnue par géophysique plus au Sud ([Fig. 7](#)) constitue une zone à risque nul puisque les calcaires ne sont pas présents. Cette faille passe entre les sondages S10 et S15 ([Fig. 9](#)).

- **le sondage S15** présente une coupe géologique distincte de celle du S10. Les argiles vertes n'ont pas été rencontrées. Sous 5,20 m de dépôts variés mais demeurant essentiellement argilo-marneux, le sondage recoupe des marnes crème à jaunâtre englobant des blocs plus franchement calcaires sur environ 4 m. Au sommet de cet horizon des archiacines, des miliolles, des bryozoaires et autres foraminifères marins ont été observés. Il appartient donc bien à la formation des calcaires marins à archiacines qui se présente ici sous un faciès particulièrement marneux. A partir de 9,10 m de profondeur on rencontre uniquement des marnes plastiques beige puis grises. Le sondage S15 est donc implanté dans un compartiment intermédiaire bordé par deux failles. En l'absence de calcaires francs et de recouvrement sableux, tout ce compartiment peut être considéré à risque nul.

- **le sondage 14** est situé de l'autre côté de la faille qui le sépare du compartiment où est implanté le S15 ([Fig. 7 et 8](#)). Il révèle en effet une coupe géologique différente avec, sur une couverture limono-argileuse à cailloutis de 2,3 m, 5 m d'argiles plastiques, 3,9 m de sables siliceux propre, 1,8 m d'argiles plastiques plus ou moins sableuses et enfin des calcaires marneux très friables appartenant à la formation aquifère des calcaires à archiacines. Cette coupe s'apparente à celle des piézomètres Pz28 et Pz29 réalisés en janvier 2013 au sein du couloir faillé de la route de Grandchamp-des-Fontaines où par le passé plusieurs effondrements ont été observés. Ce compartiment correspond à une zone à risque fort.

- **les sondages S12 et S13** présentent une coupe géologique comparable à celle du piézomètre Pz27 réalisé il y a un an un peu plus d'un an, à l'Ouest en bordure du parking ([Fig. 9](#)). Ces ouvrages recoupent essentiellement des marnes et des argiles plastiques. Des lentilles plus calcaires associées à des marnes beiges ou jaunâtres ont été rencontrées entre 1,2 et 5,6 m de profondeur. Dans ces horizons très peu de microfaune a été observée. Néanmoins des oogones de chara ont été rencontrées. Elles sont caractéristiques d'un milieu d'eau douce ou saumâtre. Ces lentilles

carbonatées sont donc bien à rattacher à la série oligocène supérieure caractérisée par des dépôts laguno-lacustres qui surmonte les calcaires marins aquifères. Ce compartiment est donc à considérer à risque nul compte tenu de l'épaisseur de la série argilo-marneuse qui recouvre l'aquifère.

- **le sondage S20** diffère totalement des deux précédents sondages car il recoupe quasi exclusivement des marno-calcaires blancs à beiges. A sa base des calcaires francs compacts ont été rencontrés. Il permet de placer entre les sondages S13 et S20 la faille qui limite vers l'ouest du couloir faillé de la route de Grandchamp (Fig. 9).

- **le sondage S9** présente une coupe caractéristique des formations géologiques du couloir faillé avec des marno-calcaires rencontrés à partir de 4,6 m de profondeur qui sont à rattacher aux calcaires marins à archiacines et qui passent à un faciès franchement marneux à la base du sondage.

- **le sondage S11**, pourtant peu éloigné du précédent, montre une coupe géologique très différente avec la présence d'argiles plastiques verdâtres puis grises dès 1 m de profondeur. Cet ouvrage se trouve donc implanté en dehors du couloir faillé, dans un compartiment surélevé faisant apparaître les argiles vertes de la base de série oligocène. Ce compartiment est donc situé en zone à risque nul.

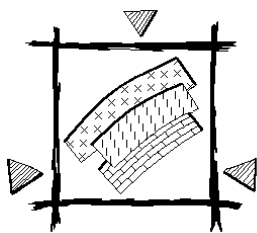
- **le sondage S19** a été implanté entre les sondages S9 et S11 de façon à préciser la position de la faille limitant vers l'Est le couloir faillé de Grandchamp. Sa coupe géologique s'apparente à celle du sondage S9. On rencontre des faciès plus marneux mais la présence d'archiacines et de miliolites confirme bien que nous sommes au niveau de l'aquifère marin oligocène. La faille recherchée est donc située entre les sondages S9 et S11.

- **le sondage S6** recoupe 7,2 m de limon argileux, sables argileux et argiles sableuses avant de rencontrer la formation aquifère des calcaires marins à archiacines. Les faciès véritablement calcaires n'apparaissent qu'à partir de 9 m de profondeur. Au-dessus le faciès est marneux avec une intercalation de sables argileux. Cette coupe s'apparente à celle du piézomètre Pz15 voisin situé plus à l'Ouest, à proximité du cimetière où le toit des calcaires marins oligocène a été rencontré à 5,10 m de profondeur. Sur cet ouvrage, les créneaux de pompage AEP ne sont pas perceptibles (Rapport N11-44084-B). Ce dernier élément indique que le sondage S6 est situé en dehors du couloir faillé au sein duquel les créneaux de pompage AEP sont enregistrés (Pz28, Pz29 et Pz30).

- **le sondage S7** qui est implanté de l'autre côté de la route par rapport au S6, n'a pas rencontré les calcaires oligocènes mais uniquement des argiles sableuses, des sables argileux puis à partir de 8,5 m des argiles plastiques. Ces faciès sont comparables à ceux qui avaient été rencontrés plus au Nord-Est sur le piézomètre Pz30. La présence de ce matériel alluvial argilo-sableux, avec parfois des lentilles graveleuses, est associée à la présence d'une paléo-vallée orientée selon un axe WNW-ESE ayant érodé les terrains oligocènes et ultérieurement comblée par des dépôts attribués au Pliocène. Le sondage S7 serait donc situé en bordure sud de cette paléo-vallée.

- **le sondage S8** a rencontré en dessous de 10 m de profondeur des marnes beiges riche en microfaune marine oligocène (archiacines, miliolites, radioles d'oursin ...) résultant très probablement de l'altération des calcaires marins oligocènes. Cet ensemble est surmonté par un niveau intercalaire de sables moyens remaniant des éléments calcaires oligocènes marins, puis par 8,8 m d'argiles brunes et de limon. Ce

sondage est donc implanté au Nord de la paléo-vallée reconnue par S7 et Pz30. Il permet aussi d'affirmer que le compartiment du bassin de Saffré contenant les calcaires marins s'étend plus au Nord que ce qui avait été envisagé de prime abord (cf. rapport N11-44084-A). Il faut de plus en déduire que la paléo-vallée a été creusée au sein de ce même compartiment, et non à la faveur d'une faille délimitant deux compartiments distincts. A partir des données géophysiques (profil G24) et des observations de terrain, cette faille principale délimitant vers le Nord l'extension de l'aquifère calcaire a été repoussée dans ce secteur d'une centaine de mètres plus au Nord.



3 - CARTE DES RISQUES D'EFFONDREMENT

3.1 - RAPPEL DES CRITERES RETENUS

En vue d'établir une cartographie du risque d'effondrement, une grille d'évaluation de ce risque a été préalablement élaborée en fonction de différents critères à prendre en compte. Les critères retenus découlent directement de l'analyse du contexte hydrogéologique propice au développement de ces effondrements. Par ordre de priorité, il s'agit des cinq critères suivants :

- *critère lithologique* : la présence dans le sous-sol de la formation aquifère des calcaires oligocènes est indispensable. Deux cas sont distingués, selon que ces calcaires se trouvent à faible ou à plus grande profondeur ;
- *critère objectif* : existence ou absence d'effondrements recensés dans l'inventaire qui a été établi ;
- *critère structural* : présence ou non d'une faille majeure mise en évidence par l'étude de synthèse géologique du bassin ;
- *critère hydrologique* : existence ou non en surface d'un écoulement superficiel (Isac, Pas-Sicard, Ruisseau de Puceul, Apsiguais) ;
- *critère de couverture* : présence ou absence d'un recouvrement perméable à dominante sableuse au-dessus des calcaires.

Le croisement de ces cinq critères permet d'aboutir à une grille d'évaluation retenant 3 types de risques (Tab. 3) ;

- un risque nul correspondant aux secteurs où les calcaires aquifères sont absents dans le sous-sol, ou bien sont présents à une profondeur supérieure à 10 m et surmontés par des terrains peu perméables où les faciès sableux sont négligeables ou absents ;
- un secteur à risque faible concernant les zones où les calcaires sont présents en profondeur et où aucun effondrement n'a été signalé. Il est faible aussi dans les secteurs où, bien que ponctuellement un effondrement ait été signalé, aucun des trois autres critères nécessaires n'est rempli ;
- un secteur à risque fort correspondant avant tout à des secteurs où l'existence de plusieurs effondrements est avérée, mais également des secteurs où aucun effondrement n'a été recensé, mais où plusieurs autres critères favorables existent.

Tableau 3 : Grille d'évaluation du risque d'effondrement karstique à Safré

Présence de calcaires	Effondrements	Faïlle majeure	Cours d'eau	Recouvrement sableux	Risque		
à faible profondeur ($< 10\text{ m}$)	Oui	oui	oui	oui	Fort		
				non	Fort		
			non	oui	oui	Fort	
		non			Fort		
		non		oui	oui	Fort	
			non		Faible		
	non		oui	oui	oui	Fort	
		non			Faible		
		non		oui	oui	Fort	
			non		Faible		
			à plus grande profondeur	<div></div>			
non	<div></div>						
	non	<div></div>					
	non	non		oui	Faible		
				non	Nul		
Non	Pas de karstification en l'absence de calcaires				Nul		

Les investigations par géophysique et par sondages mises en œuvre dans cette étude, visaient particulièrement à :

- Rechercher l'existence à faible profondeur des calcaires marins oligocènes ;
- Affiner la localisation de failles principales ;
- Préciser la nature lithologique des terrains recouvrant les calcaires aquifères.

Les informations acquises ont ainsi permis de proposer dans les secteurs identifiés par le SIAEP à enjeu fort, en raison de la présence d'habitations, une nouvelle délimitation de la zone à risque fort et une réduction de la zone d'incertitude attenante. Le pas d'acquisition des mesures géophysiques (10 m) permet de réduire la largeur de la zone d'incertitude à environ 25 m dans les secteurs investigués.

3.2 - REVISION LOCALE DE LA CARTE DES RISQUES

3.2.1 - Révisions locales à l'Ouest et au Sud du bourg de Saffré

• **Les Ormes** : les profils géophysiques G2 à G4 ainsi que le sondage S17 ont permis de préciser l'extension d'une couverture argilo-marneuse au-dessus des calcaires aquifères qui s'avèrent ici particulièrement marneux à leur partie supérieure. L'extension de la zone à risque fort située à l'Ouest du hameau des Ormes et à la Mortrais se trouve ainsi limitée vers l'Est. Elle s'arrête au droit des poulaillers, sans concerner les habitations des Ormes et de la Filée (Fig. 10).

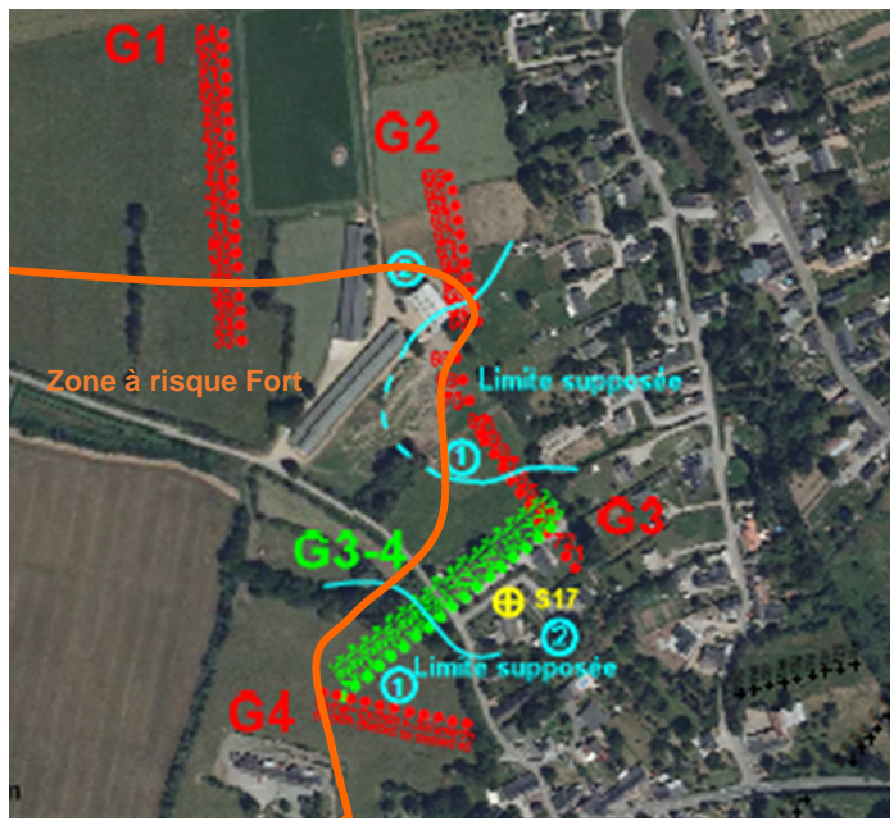


Figure 10 : Limite de la zone à risque fort dans le secteur des Ormes (ligne orange)

• **Augrain nord** : les sondages S16, S2 et S18 associés aux indications de la géophysique (profils G5 à G7) ont permis de circonscrire la zone à risque fort aux abords immédiats du lit du ruisseau de Puceul et de l'interrompre au Nord des habitations du village d'Augrain (Fig. 11). Le village d'Augrain s'avère en effet construit sur des formations argilo-marneuses recouvrant les calcaires dont la présence explique le maintien en eau de la mare du village durant l'été.

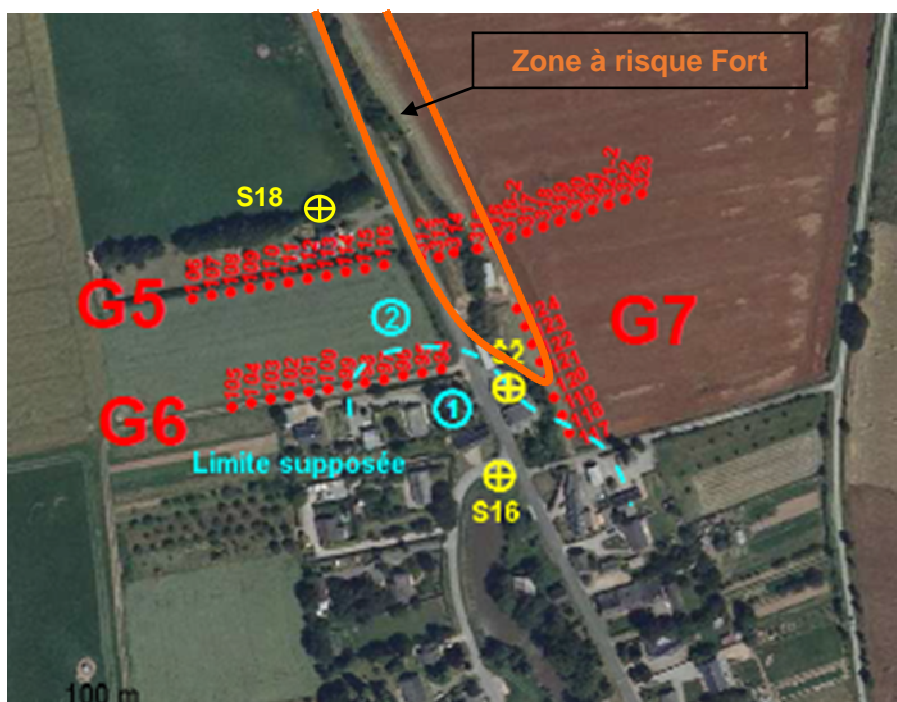


Figure 11 : Limite de la zone à risque fort au Nord du village d'Augrain (ligne orange)



Figure 12 : Limite de la zone à risque fort au Sud du village d'Augrain (ligne orange)

• **Augrain sud** : les données des sondages S1, S3, S4 et S5, ainsi que les profils G8 et G9 conduisent à placer la limite de la zone à risque fort juste à l'entrée sud du village (Fig. 12). Seules deux habitations sont situées dans cette zone : les bâtiments de l'entreprise de maçonnerie et la première maison du village située juste en face, de l'autre côté de la route

La faille dont la position exacte à l'extrémité sud-est du village d'Augrain a été définie à partir des profils G11 et G12 (Fig. 3), fixe la limite orientale de la zone à risque fort. Elle passe au droit du pignon d'une habitation qui se trouve incluse dans cette même zone.

• **Les Perrières** : les résultats des profils G13 à G15 et la coupe géologique fournie par le piézomètre Pz4 conduisent à placer la limite d'extension de la zone à risque fort aux abords de la RD 27 (Fig. 13). Ainsi les maisons du hameau des Perrières se trouvent situées en dehors de la zone à risque fort.



Figure 13 : Limite de la zone à risque fort aux Perrières (ligne orange)

• **Le Château** : les profils G21 à G23 permettent de bien localiser la faille qui constitue la limite entre la zone à risque fort à l'Ouest et celle à risque nul à l'Est (Fig. 6). Il en découle que les maisons situées en bordure de route au Sud du Château appartiennent bien à la zone à risque nul.

3.2.2 - Révisions locales au droit du bourg de Saffré

Les informations fournies par la géophysique et les sondages carottés permettent de mieux cerner la position des failles majeures délimitant le couloir faillé central qui est subparallèle à la route de Grandchamp-des-Fontaines. Elles confirment également la présence à l'extrémité nord de ce couloir d'une paléo-vallée comblée par des formations argilo-sableuses attribuées au Pliocène (Fig. 9). Elles conduisent également à repousser d'une centaine de mètres vers le NNE la faille qui limite l'extension de la formation des calcaires oligocènes en direction du Nord-Est.

L'agencement des différentes failles et les coupes géologiques levées sur les carottes des sondages permettent de préciser le zonage des zones à risque d'effondrement karstique pour chaque compartiment limité par ces failles (Fig. 14) :

- **Le couloir central faillé** classé en zone à risque fort :

Large d'une centaine de mètres, ce couloir central s'étend vers le SSW avec une disposition légèrement oblique par rapport à la route de Grandchamp-des-Fontaines. Il est emprunté par le cours de l'Isac dès que ce dernier pénètre dans le centre du bourg.

Dans ce compartiment, la présence des calcaires aquifères a été reconnue en sondage à partir d'une profondeur de l'ordre de 5 m dans sa partie nord (au Sud de l'école Saint Joseph – S9 et S19) et vers 10 m de profondeur au Sud du centre bourg (piézomètres Pz28 et Pz29, S20). Plusieurs cas d'effondrement sont signalés dans ce compartiment. Ces derniers sont principalement localisés à proximité du cours de l'Isac et leur densité augmente vers le Sud (Fig. 14 et 15).

Différentes études géotechniques réalisées dans ce compartiment signalent la présence d'argiles peu consolidées au-dessus de ces calcaires, sans pour autant avoir rencontré des formations sous-consolidées, voire même décomprimées et encore moins de vides karstiques. Lors de la foration des différents sondages, aucune cavité karstique n'a été rencontrée. Toutefois des fuites de fluide de foration ont parfois été rencontrées au droit des formations argileuses surmontant les calcaires, confirmant ainsi leur caractère peu consolidé.

Tous ces éléments amènent à considérer que l'ensemble de ce couloir faillé devait être classé en zone à risque fort compte tenu du contexte géologique et hydrogéologique local. On retrouve en effet réunis les différents critères favorables à l'apparition d'effondrements (Tab. 3), tout spécialement en bordure de l'Isac. Toutefois le cas le plus défavorable correspondant à la présence d'alluvions sableuses très perméables surmontant directement les calcaires aquifères n'a jamais été rencontré. Ce sont plutôt des formations de nature limono-argileuse ou franchement argileuse qui sont rencontrées au-dessus des marno-calcaires aquifères. Dans la partie nord de ce compartiment les deux sondages réalisés (S9 et S19) inciteraient même à mettre ce secteur en zone à risque faible puisque ce sont des limons argileux à cailloutis et des argiles plastiques qui surmontent les calcaires.

Toutefois compte tenu de la densité de l'habitat en centre bourg, c'est le principe de précaution qui prévaut et qui amène à considérer que l'ensemble du compartiment doit être classé en risque fort. La complexité géologique du sous-sol liée à l'interférence de plusieurs failles majeures structurant le bassin de Saffré ne permet pas d'établir un zonage plus précis sur la base des informations dont on dispose. Cet objectif ne pourrait être atteint que par la réalisation d'un nombre beaucoup plus important de sondages carottés.

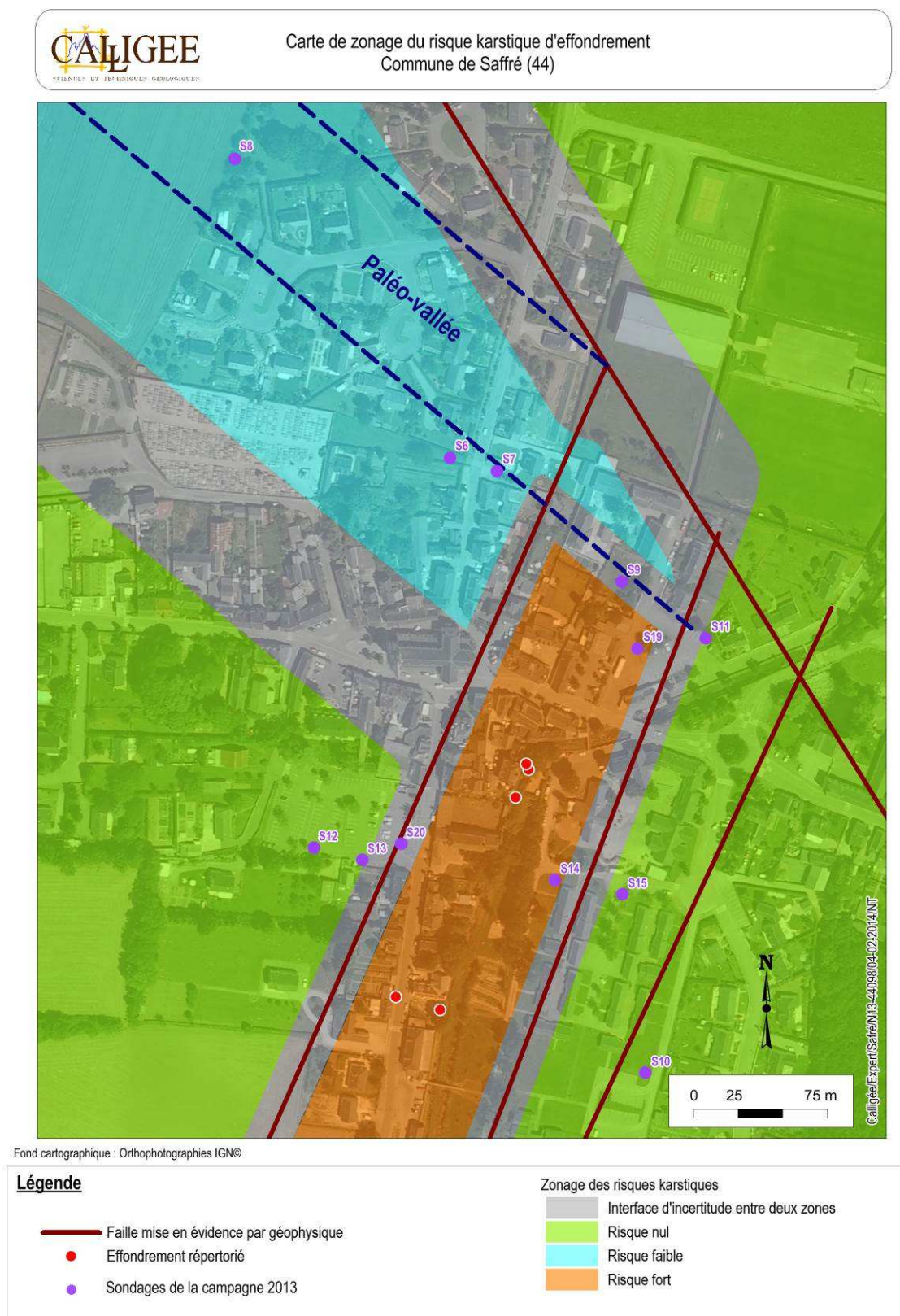


Figure 14 : Zonage du risque d'effondrement karstique dans le bourg de Saffré

- **Le compartiment oriental** classé en zone à risque nul :

A l'Est de la faille la plus orientale reconnue, les calcaires oligocènes sont absents. Ce compartiment, au sein duquel est implanté le château de Saffré, est constitué par des argiles vertes reconnues en S10 qui appartiennent à la base de la série sédimentaire oligocène et qui sont donc antérieures aux dépôts calcaires. Ce compartiment est donc en zone à risque nul.

- **Le compartiment intermédiaire** classé en zone à risque nul :

Ce compartiment, où ont été forés les sondages S11 et S15, est un compartiment intermédiaire entre les deux précédents. Par le jeu des failles qui l'encadrent, il se trouve surélevé par rapport au compartiment situé à l'Ouest et abaissé par rapport à celui situé à l'Est. Il se biseaute vers le Sud (Fig. 15). Dans ce compartiment les calcaires oligocènes sont soit absents (S11), soit représentés par une faible épaisseur (4 m en S15) et un faciès plutôt marneux encadré par des formations imperméables : 5,20 m de dépôts variés à dominante argilo-marneuse au-dessus et des marnes plastiques en dessous. Par analogie avec le compartiment oriental ce compartiment a été classé en zone à risque nul.

- **Le compartiment nord-est** classé en zone à risque nul :

Ce compartiment se trouve surélevé tout comme le compartiment oriental. Le sous-sol est constitué par des argiles vertes recouvertes par des dépôts limono-argileux à cailloutis. Sur des forages géothermiques réalisés au Nord de la Minoterie, ces argiles vertes ont été reconnues jusqu'à au moins 60 m de profondeur, sous un recouvrement de 5 m de limons argileux à cailloutis de quartz. Ici aussi les calcaires oligocènes sont absents et le risque d'effondrement est nul.

La position de la faille limitant vers le Sud ce compartiment a été décalée d'une centaine de mètres vers le Nord pour tenir compte des résultats du profil géophysique G24 et du sondage S8 (Fig. 9).

- **Le compartiment sud-ouest** classé en zone à risque nul :

Ce compartiment correspond au bloc le plus affaissé du bassin de Saffré qui est de plus basculé vers le SSE. C'est dans ce compartiment que la série oligocène est la plus complète. Les calcaires aquifères sont recouverts par une puissante série à dominante marneuse qui atteint plus de 30 m au droit des captages AEP. Ce sont ces horizons qui ont été recoupés par les sondages S12, S13 et le piézomètre Pz27 implantés sur le parking derrière la mairie. Compte tenu de la forte épaisseur de terrains imperméables surmontant les calcaires, tout ce compartiment est classé à risque nul.

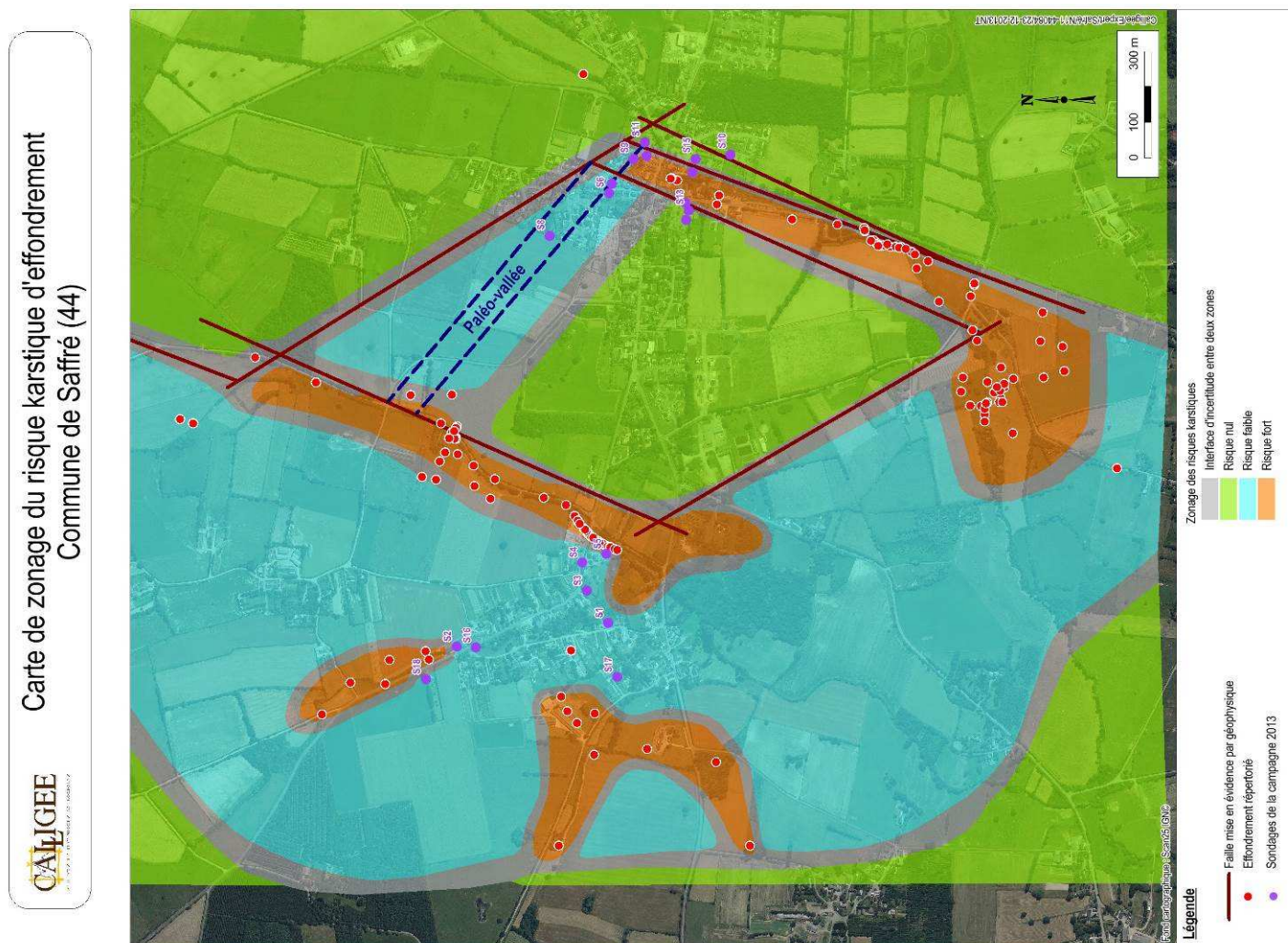
En raison du basculement du bloc vers le Sud-Est, le toit des calcaires aquifères remonte progressivement en direction du Nord. C'est ainsi qu'on le rencontre à des profondeurs inférieures à 10 m du côté du cimetière (Pz15 et S6). La limite entre ce compartiment à risque nul en raison de la profondeur du toit des calcaires, et la zone où les calcaires remontent à moins de 10 m de profondeur est difficile à placer. Elle se situe dans une bande s'étalant entre l'église et le cimetière et se poursuivant vers le Nord-Ouest.

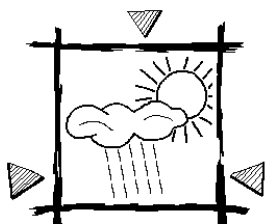
- **Le compartiment nord-ouest** classé en zone à risque faible :

Tout ce compartiment où les calcaires aquifères remontent à proximité de la surface a été classé en zone à risque faible dans la mesure où il n'existe pas à proximité d'écoulements superficiels et où aucun effondrement d'origine karstique n'a été répertorié. En outre aucune faille reconnue n'affecte ce secteur hormis celles qui le limitent au Nord-Est et à l'Est.

La paléo-vallée comblée par des sédiments argilo-sableux sur au moins une quinzaine de mètres et dont le tracé précis reste délicat à établir, est intégrée dans ce compartiment. La coupe du piézomètre Pz30 indique la présence de cette paléo-vallée dans le coin sud-ouest du stade, soit dans l'axe du couloir faillé central qui est classé en risque fort. La présence d'alluvions probablement pliocènes à forte composante argileuse et sur une épaisseur supérieure à 10 m aboutit au classement en zone à risque faible de cette extrémité nord du couloir central faillé qui de surcroît n'est parcouru par aucun écoulement superficiel.

Figure 15 : Carte de zonage du risque karstique d'effondrement





4 - CONCLUSION

L'ensemble des résultats fournis par les investigations complémentaires a permis de préciser localement l'extension de la zone à risque fort d'effondrement karstique et la zone d'incertitude attenante. La plupart de ces résultats a conduit à réduire l'extension de cette zone en apportant des précisions sur la nature des terrains recouvrant les calcaires et sur la position des failles majeures structurant le bassin de Saffré.

Cette étude aboutit à une nouvelle carte de zonage du risque (Fig. 15) qui diffère un peu de la première carte élaborée à l'issue de l'étude générale portant sur le bassin de Saffré (Rapport CALLIGEE N11-44084-B) :

- Le décalage vers le Nord de la faille limitant le compartiment central effondré du bassin de Saffré a pour conséquence d'étendre la zone à risque faible au-delà du cimetière, dans le secteur de la minoterie.
- La confirmation de la présence, au sein de cette zone à risque faible, d'une paléo-vallée creusée dans les marno-calcaires oligocènes aquifères et comblée par des argiles sableuses.
- Une précision sur la position des failles bordant le couloir faillé qui se développe au Sud du bourg et recoupe en oblique la route de Grandchamp-des-Fontaines. Il est classé en zone à risque fort.
- Un compartiment intermédiaire bordant vers l'Est le couloir faillé a été mis en évidence au niveau du bourg. Il a été rattaché à la zone à risque nul qui se développe plus largement vers l'Est.

Les faciès particulièrement marneux des calcaires marins oligocènes rencontrés en sondage et l'absence de vides reconnus en cours de foration confirment qu'il ne peut pas exister de vides karstiques importants en profondeur au sein de la formation des calcaires à Archiacines. Les effondrements qui sont susceptibles de se développer concernent les terrains qui recouvrent les calcaires aquifères exploités pour l'AEP, à la condition qu'ils soient particulièrement meubles (ou peu consolidés) et suffisamment perméables pour permettre une circulation de fluide (eau ou air).

Les précisions apportées par la géophysique et les sondages ont ainsi permis de conclure à un classement en zones à risque faible de la plupart des parcelles sur lesquelles les habitations se trouvaient implantées au sein de la frange d'incertitude bordant une zone à risque fort. Ainsi pour les investigations locales menées à l'extérieur du bourg de Saffré, le diagnostic d'un classement en zone à risque fort n'a été confirmé que pour trois maisons : 2 situées à l'entrée sud-est du village d'Augrain, et 1 implantée en partie sur une faille délimitant la zone à risque fort identifiée le long du cours du ruisseau du Pas-Sicard.

En ce qui concerne le couloir faillé établi au centre du bourg, l'ensemble de cette structure géologique a été classé en zone à risque fort en raison de la conjonction des différents critères pouvant conduire à la formation d'effondrements superficiels. Quatre, répartis en deux secteurs localisés en bordure de l'Isac, sont d'ailleurs recensés dans la zone urbanisée. Ils soulignent le rôle déterminant exercé par les écoulements superficiels de l'Isac dans la mise en place de ces effondrements.

Il convient toutefois de préciser que le fait que l'ensemble de cette zone classé en zone à risque fort, ne veut pas dire que tôt ou tard toutes les habitations comprises dans cette zone seront confrontées à des effondrements. Dans cette perspective, il ne faudrait alors pas parler de zone à risque d'effondrement, mais plutôt de zone de certitude d'effondrement !

Ici compte tenu de la densité de l'habitat en centre bourg, c'est le principe de précaution qui prévaut et qui amène à considérer que l'ensemble du compartiment doit être classé en risque fort. La complexité géologique du sous-sol liée à l'interférence de plusieurs failles majeures structurant le bassin de Saffré ne permet pas d'établir un zonage plus précis sur la base des informations dont on dispose. A l'avenir, en cas d'apparitions de désordres sur certaines habitations implantées au sein de ce couloir faillé, il conviendra de procéder à des investigations géotechniques poussées pour établir un diagnostic sur l'origine de ces désordres et vérifier ainsi s'ils sont provoqués par un effondrement d'origine karstique.

ANNEXES

Annexe 1 : Résultats de l'examen à la loupe binoculaire de certains échantillons tamisés et photos de la microfaune observée

Annexe 2 : Coupes géologiques des sondages carottés réalisés dans le bourg de Saffré

ANNEXE 1 :

**Résultats de l'examen à la loupe binoculaire de certains échantillons tamisés
et photos de la microfaune observée**

Tableau A : Description des observations faites à l'aide d'une loupe binoculaire sur les échantillons tamisés à 355 µm des sondages destructifs

Sondage	Profondeur échantillon	Lithologie	Observations
S1	4,0 à 5,0 m	Calcaire marneux	Eléments calcaires remaniés associés à des grains de quartz roulés
	8,0 à 9,0 m	Marno-calcaire	Matériel très fin avec foraminifères dont des archiacines et des miliolles – faciès marin
	11 à 12 m	Calcaire blanchâtre	Matériel très fin avec foraminifères dont des archiacines et des miliolles – faciès marin
S2	5,0 à 6,0 m	Marne beige à jaunâtre	Matériel très fin avec foraminifères dont des archiacines et des ostracodes – faciès marin
	8,0 à 12,0 m	Marno-calcaire	Matériel très fin avec de nombreux foraminifères marins
S3	4,0 à 5,0 m	Marno-calcaire	Matériel recristallisé avec dissolution (moules internes) – Miliolles – faciès marin
	7,0 à 8,0 m	Marno-calcaire	Horizon riche en quartz oxydés et très fossilifère – faciès marin
	10 à 11 m	Marno-calcaire	Matériel recristallisé avec dissolution et peu de quartz – foraminifères marins
S4	4,0 à 5,0 m	Marno-calcaire	Pas de quartz détritique – nombreux foraminifères marins
	7,0 à 8,0 m	Marno-calcaire	Calcaire fossilifère blanc recristallisé avec éléments dissous – faciès marin
	11 à 12 m	Calcaire blanchâtre	Horizon brun ocre avec oxydes de fer et grains de quartz - calcaire recristallisé avec dissolution - faciès marin
S5	7,0 à 8,0 m	Marno-calcaire	Matériel remanié avec foraminifères marins cassés et moules internes, peu de quartz
	11 à 12 m	Calcaire blanchâtre	Calcaire recristallisé avec moules internes – fantômes de fossiles non identifiables
S16	5,0 à 6,0 m	Marno-calcaire	Matériel remanié avec de nombreux foraminifères cassés ou très usés (miliolles, archiacines) – faciès marin
S17	5,0 à 6,0 m	Calcaire marneux	Calcaire recristallisé à foraminifères marins
	11 à 12 m	Marno-calcaire	Calcaire marin avec gros quartz, bryozoaires et miliolles abondantes
S18	6,0 à 7,0 m	Calcaire marneux	Calcaire marin avec gros quartz, bryozoaires et oursins
	10 à 11 m	Marno-calcaire	Calcaire marin avec débris d'oursin et nombreux foraminifères

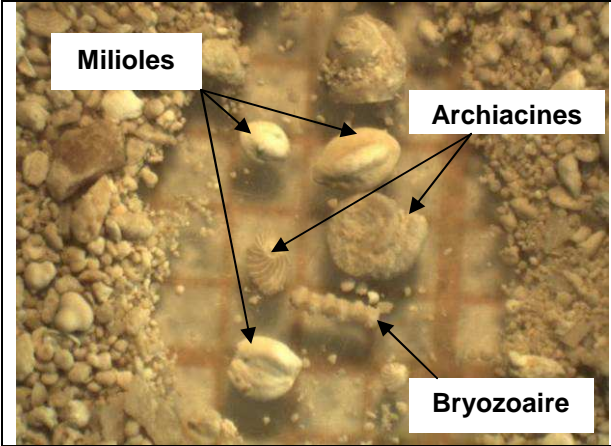
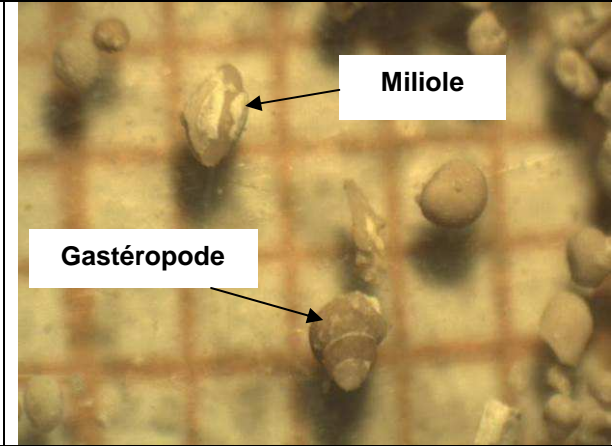

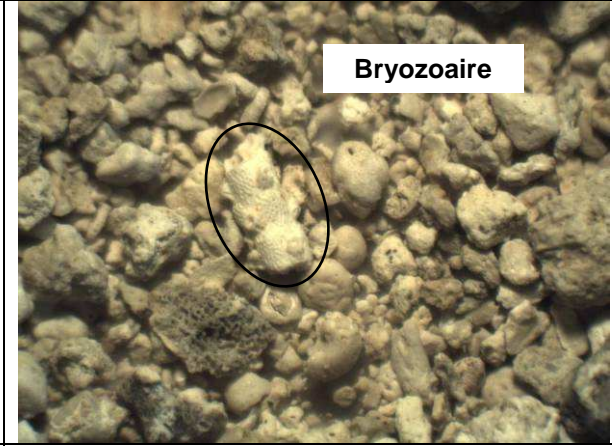

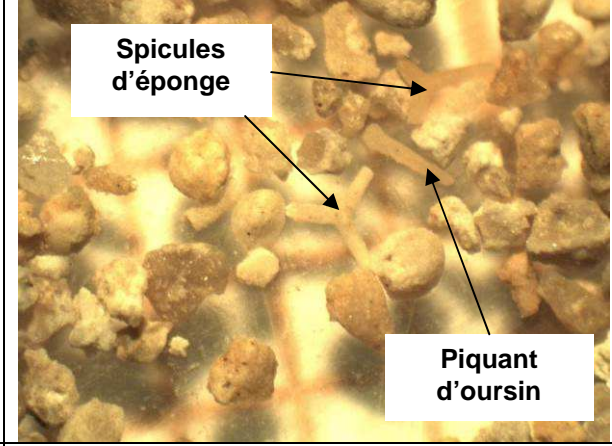
Tableau B1 : Description des observations faites à l'aide d'une loupe binoculaire sur les échantillons tamisés à 355 µm des sondages carottés

Sondage	Profondeur échantillon	Lithologie	Observations
SC6	6,60 m	Sable argileux à éléments calcaires	Horizon remanié avec calcaire ocre, grains de quartz et nombreux fossiles marins cassés ou usés (milioles, archiacines, bryozoaires)
	7,20 m	Marne beige à ocre	Nombreux fossiles marins cassés ou usés : moules internes, archiacines, Elphidium, Eggerella, bryozoaires
	9,40 m	Calcaire beige très altéré	Rognons calcaires, quartz, fragments de lamellibranches, moules internes de gastéropodes, bryozoaires, miliolles cassées
	10,65 m	Calcaire marron altéré	Calcaire recristallisé brun très fossilifère : moules internes de gastéropodes, archiacines, miliolles
	11,50 m	Marne beige à débris calcaires	Calcaire marneux très friable, finement recristallisé avec moules internes et fantômes
SC7	7,78 à 7,85 m	Argile très sableuse	Sable blanc quartzeux mal classé avec quelques fragments calcaires et feldspaths
	8,60 à 8,70 m	Argile plastique orangée	Argile litée ocre compacte avec quartz et oxydes de fer en plaquettes
	9,30 à 9,40 m	Argile plastique jaune	Argile litée ocre compacte riche en oxydes de fer, tubes remplis (racines ?) – Paléosol ?
	11,64 à 11,7 m	Argile plastique jaune	Argile ocre avec sable plus brun en lamines constitué de quartz roulés et de feldspaths
SC8	9,00 à 9,80 m	Sable moyen à fin et blocs calcaires	Sables et calcaire à miliolles et gastéropodes Faciès marin
	10,50 m	Marnes beiges	Calcaires dissous riche en foraminifères : archiacines, miliolles, Eggerella ...
	12,0 m	Marnes beiges	Niveau très fossilifère avec archiacines, miliolles, ostracodes, gastéropodes et oursins
SC9	5,80 m	Marno-calcaire	Mélange de quartz et de calcaire très fossilifère : archiacines et gastéropodes usés
	9,20 m	Marno-calcaire	Horizon très fossilifère riche en archiacines et bryozoaires très abimés
	12,0 m	Marne beige	Eléments très fin de calcaire recristallisé avec aucun fossile identifiable
SC11	2,50 m	Argile verte plastique	Quelques niveaux indurés vert et brun aucune microfaune décelée
SC12	2,40 à 2,70 m	Marne beige et rognons calcaires	Aucune microfaune décelée
	4,10 m	Argile plastique jaunâtre	Eléments de calcaire recristallisé aucune microfaune décelée
	5,10 m	Argile plastique marneuse noire	Eléments de calcaire recristallisé et granules calcaires - aucune microfaune décelée
	7,80 m	Argile plastique plus marneuse	Eléments indurés bruns lités (débris végétaux ?) - Aucune microfaune décelée
	8,50 m	Argile plastique verdâtre	Eléments très finement sableux avec pyrite Aucune microfaune décelée

Tableau B2 : Description des observations faites à l'aide d'une loupe binoculaire sur les échantillons tamisés à 355 µm des sondages carottés (suite)

Sondage	Profondeur échantillon	Lithologie	Observations
SC13	1,50 m	Blocs calcaires et cailloutis quartzeux	Rognons calcaires et gros grains de quartz avec moules internes de gastéropodes et oogones de chara – milieu laguno-lacustre
	2,50 m	Marnes à blocs calcaires	Mélange d'éléments calcaires et de socle quartzitique – nombreux bryozoaires usés
	3,75 m	Calcaires marneux friables	Très peu de matériel récupéré sur le tamis – quelques fragments lités (débris végétaux ?)
	6,00 m	Argiles plastiques peu marneuses	Eléments vert foncé à noir avec matières organiques et concrétions de fer
	8,00 m	Marnes grises	Eléments calcaires en rognons ou granuleux aucune microfaune décelée
SC14	5,70 à 5,80 m	Argile plastique sableuse	Grains de quartz roulés, oxydes de fer et feldspaths roulés – pas de microfaune
	9,50 m	Sable siliceux fin à moyen	Grains de quartz émoussés luisants mal classés et feldspaths
	13,20 m	Calcaires marneux friables	Mélange de sable et de calcaire recristallisé traces de fossiles dissous non identifiabiles
SC15	3,00 à 3,10 m	Sables argileux blanchâtre	Sable quartzeux azoïque
	5,40 à 5,50 m	Marnes à blocs de calcaire	Horizon riche en fossiles marins : archiacines, miliolles, gastéropodes, bryozoaires, Elphidium
	12,0 à 12,1 m	Marne plastique grise	Aucun élément supérieur à 355 µm recueilli
SC19	6,10 m	Marnes à blocs calcaires	Nombreux fossiles marins usés ou cassés : archiacines, miliolles, gastéropodes, bryozoaires
	7,65 m	Marnes à blocs calcaires	Nombreux foraminifères cassés ou déformés (miliolles), spicules, radioles d'oursin cassées
	8,20 m	Marnes à blocs calcaires	Mélange de quartz, calcaire et micaschiste avec fossiles cassés : miliolles, archiacines, eggerella, coquilles brisées
	9,95 m	Marnes à blocs calcaires	Calcaire marin très fossilifère : bryozoaires usés, miliolles, archiacines, eggerella, Elphidium, gastéropodes ...
	11,50 m	Marnes à débris calcaires	Calcaire recristallisé compact, quelques quartz, Bryozoaires ?
SC20	1,70 m	Marno-calcaire	Calcaire marneux blanc en grains, a priori non fossilifère
	3,60 m	Marno-calcaire	Calcaire blanc, rares quartz et micaschistes Aucune microfaune décelée
	5,40 m	Marno-calcaire	Mélange de micaschistes et de calcaires avec des moules internes de gastéropodes
	8,80 m	Marno-calcaire	Présence d'ostracodes et d'oogones de chara évoquant un milieu laguno-lacustre
	11,70 m	Marno-calcaire	Calcaire marneux blanc à moules internes de gastéropodes et tubes rayés (vers ?)

Photographies de fossiles de la microfaune vivant à l'Oligocène
 (quadrillage : 1 carreau = 1 mm²)

 <p>Miliolites</p> <p>Archiacines</p> <p>Bryozoaire</p>	 <p>Miliole</p> <p>Gastéropode</p>
Sondage S1 entre 8 et 9 m – La Fliée	Sondage S16 entre 4 et 5 m – Augrain Nord
 <p>Archiacine</p>	 <p>Bryozoaire</p>
Sondage S1 entre 8 et 9 m – La Fliée	Sondage SC6 à 7,20 m – Bourg de Saffré
 <p>Oogone de Chara</p>	 <p>Spicules d'éponge</p> <p>Piquant d'oursin</p>
Sondage SC13 à 1,50 m Parking du centre bourg derrière la mairie	Sondage SC19 à 7,75 m Parking de l'école St Joseph au Nord du bourg

ANNEXE 2 :

Coupes géologiques des sondages carottés réalisés dans le bourg de Saffré

Coupe géologique et technique du forage SC6 de SAFFRE

Profondeur (m)	Log	Description lithologique	Côte en mNGF	Arrivée d'eau	Coupe du sondage	Foration
0		remblai	25			
		limon argileux brun très peu sableux à passées plus ou moins riches en graviers et cailloutis de quartz				
1		limon argilo-sableux marron saturé en eau à passées avec ou sans cailloutis de quartz				
2		sable argileux marron et graviers de quartz				
		argile sableuse marron à jaunâtre				
		sable argileux fin à moyen marron à orangé, graviers de quartz au top	20			
3		sable argileux à fraction d'argile importante, sec, couleur marron à jaunâtre				
4		argile sableuse marron à jaunâtre				
		sable argileux jaunâtre à marron, compact, avec cailloutis de quartz au sommet				
5		argile sableuse jaunâtre, compacte				
6		sable argileux marron à jaunâtre à cailloutis de quartz au top				
7		sable argileux beige à cailloutis calcaires				
	argile sableuse beige à cailloutis calcaires					
	marne beige à ocre					
8	sable très argileux ocre au sommet, gris vert à veines d'argiles à la base	quaternaire				
	sable argileux beige à graviers de quartz et cailloutis calcaires					
	marne beige à ocre à cailloutis de calcaire blanc					
9	calcaire beige très altéré avec tâches ocre					
10	calcaire marron altéré plus induré, dans une matrice grumeleuse de calcaire ocre					
11	calcaire jaunâtre très grumeleux entièrement recristallisé					
12	marne beige à débris de calcaire beige oligocène					

MAITRE D'OUVRAGE :

SIAEP de Nort-sur-Erdre

SOCIETE DE FORAGE : ABROTEC

DATE DE REALISATION : 03/10/13

USAGE : rebouché

LOCALISATION :

SAFFRE SC6

Loire-Atlantique

COORDONNEES : Lambert 93


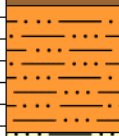
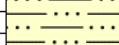
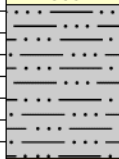
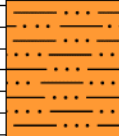
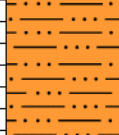

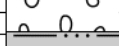
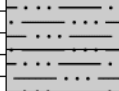


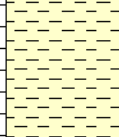
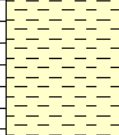

X: 355495.57 Y: 6721350.6

Z: 27 m NGF

NIVEAU STATIQUE :

▼ 6.8 m le 03/10/2013

Coupe géologique et technique du forage SC7 de SAFFRE

Profondeur (m)	Log	Description lithologique	Côte en mNGF	Arrivée d'eau	Coupe du sondage	Foration			
0		lim on à graviers	25						
1		argile sableuse orangé à rouge à la base							
2		argile sableuse fine beige à passages orangés							
3		argile sableuse grise à grains grossiers (pluri mm)							
4		sable argileux orangé à passées plus rouges	20						
5									
6									
7		sable argileux orangé à fraction d'argile plus faible							
8		graviers mm à cm (dont quartz et schiste)							
8		argile très sableuse grise à rosée							
9		sable grossier à passées argileuses, couleur grise							
9		argile plastique jaune orangé à flammèches rouges							
10		argile plastique jaune à veines sableuses rouilles à la base							
11									
12									

MAITRE D'OUVRAGE :

SIAEP de Nort-sur-Erdre

SOCIETE DE FORAGE : ABROTEC

DATE DE REALISATION : 24/09/13

USAGE : rebouché

LOCALISATION :

SAFFRE SC7

Loire-Atlantique

COORDONNEES : Lambert 93

X: 355521.49 Y: 6721342.33

Z: 27.5 m NGF

NIVEAU STATIQUE :

▼ 7,7 m le 24/09/2013

Coupe géologique et technique du forage SC8 de SAFFRE

Profondeur (m)	Log	Description lithologique	Côte en mNGF	Arrivée d'eau	Coupe du sondage	Foration
0	V V V	terre végétale limoneuse	25			
1	V V V V	limon marron légèrement argileux sec à graviers de quartz				
2		limon marron argileux à graviers de quartz				
3		argile brune à passées plus ou moins riche en sables et graviers (dont quartz), ponctuellement tâches noires de Mg et coloration rouille.	20			
4						
5						
6						
7		sables moyen à fin gris à jaunâtre, à blocs de calcaire et quelques veines argileuses marron				
8						
9		sables moyen à fin argileux				
10		argile plastique marron à passées noirâtres				
11		marnes beige à passées plus ou moins sableuses et plastiques				
12						

MAITRE D'OUVRAGE :

SOCIETE DE FORAGE :

DATE DE REALISATION :

USAGE :

LOCALISATION :

SAFFRE SC8

Loire-Atlantique

COORDONNEES : Lambert II

X: Y:

Z: 28 m NGF

NIVEAU STATIQUE :



Coupe géologique et technique du forage SC9 de SAFFRE

Profondeur (m)	Log	Description lithologique	Côte en mNGF	Arrivée d'eau	Coupe du sondage	Foration
0		terre végétale				
1		limon avec graviers de taille hétérogène				
2		limon argileux et sableux à cailloutis de quartz, passées d'hydromorphie	25			
3		limon argileux et sableux à graviers quartzueux.				
4		sable et graviers quartzueux dans une matrice grise argileuse				
5		argile plastique à passées sableuses et niveaux riches en m.o et cailloutis (dont silex).				
6						
7		marno-calcaire à passées plus ou moins argileuses et contenant plus ou moins de blocs de calcaire avec à la base un horizon induré de 8 cm	20			
8						
9						
10						
11		marne à débris calcaire couleur blanche à orangée				
12		marno-calcaire orangé				
		marnes beige	15			

MAITRE D'OUVRAGE :

SIAEP de Nort-sur-Erdre

SOCIETE DE FORAGE : ABROTEC

DATE DE REALISATION : 27/09/13

USAGE : rebouché

LOCALISATION :

SAFFRE SC9

Loire-Atlantique

COORDONNEES : Lambert 93

X: 355592.17 Y: 6721281.69


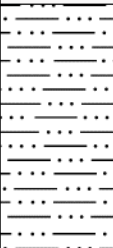
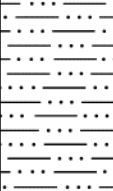



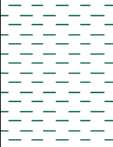

Z: 27 m NGF

NIVEAU STATIQUE :



sec m le 27/09/2013

Coupe géologique et technique du forage SC10 de SAFFRE

Profondeur (m)	Log	Description lithologique	Côte en mNGF	Arrivée d'eau	Coupe du sondage	Foration
0		terre végétale	25			
1		limon argilo-sableux sec à cailloutis de quartz jaunâtre				
2		argiles sableuses compactes à grains de quartz rouille et veines grises				
		transition sable - argiles plastiques verdâtres				
3		argiles plastiques verdâtres avec passées légèrement sableuses et veines de graviers de quartz, rares débris de m.o				
4						
5						
6						

MAITRE D'OUVRAGE :

SIAEP de Nort-sur-Erdre

SOCIETE DE FORAGE : ABROTEC

DATE DE REALISATION : 19/09/13

USAGE : rebouché

LOCALISATION :

SAFFRE SC10

Loire-Atlantique

COORDONNEES : Lambert 93

X: 355602.68 Y: 6721007.94



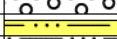




Z: 28 m NGF

NIVEAU STATIQUE :



4,3 m le 19/09/2013

Coupe géologique et technique du forage SC11 de SAFFRE

Profondeur (m)	Log	Description lithologique	Côte en mNGF	Arrivée d'eau	Coupe du sondage	Foration
0		revêtement bitume				
		remblais de cailloutis				
1		transition argiles molles et graviers allochtones				
		sable quartzeux moyen très argileux, saturé en eau. Couleur jaunâtre à orangé				
		mélange graviers, argiles grises à vertes, sable marron et éléments rubéfiés				
2			25			
3						
4						
5						
6		argile plastique verdâtre				
7			20			
8						
9						
10		argile plastique verdâtre à fractions sableuses et éléments carbonnatés	quaternaire			
11		argile grise à tâches rouilles				
12			15			

MAITRE D'OUVRAGE :

SIAEP de Nort-sur-Erdre

SOCIETE DE FORAGE : ABROTEC

DATE DE REALISATION : 30/09/13

USAGE : rebouché

LOCALISATION :

SAFFRE SC11

Loire-Atlantique

COORDONNEES : Lambert 93






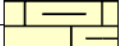
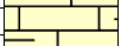
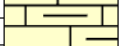
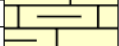
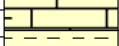
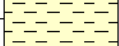
X: 355638.15 Y: 6721250.21

Z: 27 m NGF

NIVEAU STATIQUE :

▼ 3,1 m le 30/09/2013

Coupe géologique et technique du forage SC12 de SAFFRE

Profondeur (m)	Log	Description lithologique	Côte en mNGF	Arrivée d'eau	Coupe du sondage	Foration
0		bitume	25			
		remblai de cailloux				
1		argile marneuse brune à cailloutis calcaires et quartz, devenant plus claire à la base				
2		marnes beiges et calcaire rosâtre	20			
3		marnes beiges et calcaire rosâtre				
4		argile plastique jaunâtre faiblement marneuse				
5		argile plastique jaunâtre faiblement marneuse				
6		argile plastique marneuse noire à verdâtre avec lentilles grises plus calcaire	20			
7		argile plastique marneuse noire à verdâtre avec lentilles grises plus calcaire				
8		argile plastique marneuse noire à verdâtre avec lentilles grises plus calcaire				
9		argile plastique verdâtre				

MAITRE D'OUVRAGE :

SIAEP de Nort-sur-Erdre

SOCIETE DE FORAGE : ABROTEC

DATE DE REALISATION : 17 et 18/09/13

USAGE : rebouché

LOCALISATION :

SAFFRE SC12

Loire-Atlantique

COORDONNEES : Lambert 93

X: 355420.26 Y: 6721134.83




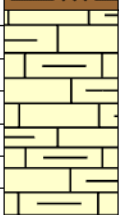

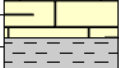

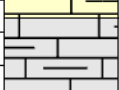

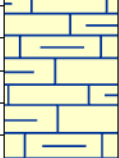

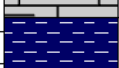
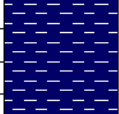

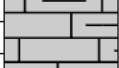
Z: 26.7 m NGF

NIVEAU STATIQUE :



6,7 m le 18/09/2013

Coupe géologique et technique du forage SC13 de SAFFRE

Profondeur (m)	Log	Description lithologique	Côte en mNGF	Arrivée d'eau	Coupe du sondage	Foration
0		bitume	25			
		remblais de cailloux de nature et de taille hétérogène				
1		limon de couleur brun foncé, riche en m.o, argileux et sableux à débris de calcaire				
2		blocs calcaires et cailloutis quartzeux remaniés dans une matrice marneuse beige à marron				
3		marnes à blocs calcaires pluri cm, couleur jaunâtre et tâches rouilles				
		argile plastique faiblement marneuse grise à brune	20			
		calcaire marneux très friable beige				
4		calcaire marneux très friable gris				
		banc calcaire				
5		alternance de passées d'argile plastique marneuse bleutée et de calcaire marneux friable beige ponctué de m.o				
		banc calcaire	20			
6		marnes plastiques de couleur gris foncé				
		argiles plastiques bleutées faiblement marneuses				
7		marnes grises à beige à la base				
8						

MAITRE D'OUVRAGE :

SIAEP de Nort-sur-Erdre

SOCIETE DE FORAGE : ABROTEC

DATE DE REALISATION : 18/09/13

USAGE : rebouché

LOCALISATION :

SAFFRE SC13

Loire-Atlantique

COORDONNEES : Lambert 93

X: 355444.92 Y: 6721129.48






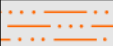










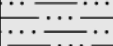
Z: 26.7 m NGF

NIVEAU STATIQUE :



6,8 m le 18/09/2013

Coupe géologique et technique du forage SC14 de SAFFRE

Profondeur (m)	Log	Description lithologique	Côte en mNGF	Arrivée d'eau	Coupe du sondage	Foration
0		terre végétale et limon brun avec cailloux de quartz	25			
1		limon brun argileux à petits graviers de quartz				
		limon brun argileux à graviers de quartz pluri cm				
2		limon brun argileux à petits graviers de quartz				
		sable argileux orangé à gris, à graviers de quartz	20			
3		mélange d'argile plastique grise et de sable fin orangé légèrement argileux				
4		argile plastique orangée à passées sableuses				
5		argile plastique légèrement sableuse orangée à veines rougeâtres et quelques minces passées de sable fin orange				
6		niveau sablo-graveleux à matrice argileuse	15			
7		argile plastique légèrement sableuse orangée à veines rougeâtres et quelques minces passées de sable fin orange				
8		argile plastique légèrement sableuse orangée à veines d'argile grise et minces passées de sable fin orange				
9		sable quartziqye propre fin à moyen faiblement argileux de couleur grise				
10		argiles plastiques orangées à veines rouilles et fines passées sableuses grises				
11		argile sableuse jaunâtre à grise à la base				
12		sable argileux gris à jaunâtre				
13		argile plastique brune				
		calcaire marneux très friable				

MAITRE D'OUVRAGE :

SIAEP de Nort-sur-Erdre

SOCIETE DE FORAGE : ABROTEC

DATE DE REALISATION : 25 et 25/09/13

USAGE : rebouché

LOCALISATION :

SAFFRE SC14

Loire-Atlantique

COORDONNEES : Lambert 93

X: 355556.65 Y: 6721118.38

Z: 27 m NGF

NIVEAU STATIQUE :



6,8 m le 26/09/13

Coupe géologique et technique du forage SC15 de SAFFRE

Profondeur (m)	Log	Description lithologique	Côte en mNGF	Arrivée d'eau	Coupe du sondage	Foration	
0	V V V	terre végétale brune riche en cailloutis de quartz	25				
1		argile limono-sableuse, brune, riche en graviers de quartz					
		argile limoneuse riche en sable et en m.o, couleur noir					
2		argile à limon sableuse, grise, riche en graviers de quartz					
		argile jaunâtre plastique très peu sableuse					
3		argile sableuse marron					
		argile grise plastique légèrement sableuse contenant quelques veines d'argile sableuse marron					
		sable argileux blanchâtre					
		argile sableuse marron à passées riches en cailloux de quartz					
4		marnes à débris de calcaire, couleur blanchâtre	20				
		argile plastique					
5		marnes marron devenant beige à la base en s'enrichissant en lentilles blanches					
6		marnes crème à jaunâtre à blocs blancs de calcaire plus ou moins consolidé					
7							
8							
9							
10		marnes beiges plastiques légèrement sableuses					15
		marnes plastiques bariolées grises à jaunâtres					
11		marne plastique grise					
12							

MAITRE D'OUVRAGE :

SIAEP de Nort-sur-Erdre

SOCIETE DE FORAGE : ABROTEC

DATE DE REALISATION : 25/09/13

USAGE : rebouché

LOCALISATION :

SAFFRE SC15

Loire-Atlantique

COORDONNEES : Lambert 93

X: 355591.35 Y: 6721107.83

Z: 27 m NGF

NIVEAU STATIQUE :



10,7 m le 25/09/13

Coupe géologique et technique du forage SC19 de SAFFRE

Profondeur (m)	Log	Description lithologique	Côte en mNGF	Arrivée d'eau	Coupe du sondage	Foration
0	V V V	terre végétale à graviers de quartz	25			
1		limon brun sableux à graviers et cailloutis de quartz				
2		limon très argileux à graviers de quartz, litages plus ou moins marqués marron à jaune et rares tâches noires				
		argile grise à marron, à cailloutis de quartz				
3		argile sableuse jaunâtre à marron à passées plus ou moins riches en cailloutis de quartz ou graviers				
4		argile sableuse jaunâtre à marron à faible fraction graveleuse et veines d'argile plastique gris clair	20			
5		argile plastique grise à marron de plus en plus riche en éléments calcaire vers la base, rares dépôts marron foncé à noirs.				
6		marne plus ou moins consolidée beige à marron clair, à éléments calcaires				
7						
8						
9						
10		marne de couleur marron à débris de calcaire très altéré et petits graviers de quartz	quaternaire			
11		marne beige à débris de calcaire très altéré				
12		marne beige		15		

MAITRE D'OUVRAGE :

SIAEP de Nort-sur-Erdre

SOCIETE DE FORAGE : ABROTEC

DATE DE REALISATION : 02/10/2013

USAGE : rebouché

LOCALISATION :

SAFFRE SC19

Loire-Atlantique

COORDONNEES : Lambert 93

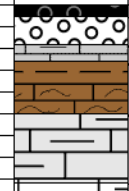
X: 355601.91 Y: 6721240.58

Z: 27 m NGF

NIVEAU STATIQUE :

▼ 6,1 m le 02/10/2013

Coupe géologique et technique du forage SC20 de SAFFRE

Profondeur (m)	Log	Description lithologique	Côte en mNGF	Arrivée d'eau	Coupe du sondage	Foration
0		bitume remblais de cailloux de nature et de taille hétérogène marnes grises à débris calcaire graviers de taille hétérogène (mm à pluri cm) dans une matrice argileuse marron foncé marnes plastiques à passées calcaires, couleur grise à flammèches orangées				
1						
2		marno-calcaire de couleur blanche				
3			15			
4		marno-calcaire blanc à beige résultant d'un calcaire remanié, cailloutis de taille hétérogène et débris de schiste à la base				
5						
6						
7						
8			10			
9		marno-calcaire blanc à beige, à passées argileuses à blocs de calcaire				
10						
11						
12		calcaire beige à tâches orangées d'oxydation	quaternaire			

MAITRE D'OUVRAGE :

SIAEP de Nort-sur-Erdre

SOCIETE DE FORAGE : ABROTEC

DATE DE REALISATION : 01/10/13

USAGE : rebouché

LOCALISATION :

SAFFRE SC20

Loire-Atlantique

COORDONNEES : Lambert 93

X: 355467.84 Y: 6721137.04

Z: 18 m NGF

NIVEAU STATIQUE :

▼ 5,7 m le 01/10/2013