

ANNEXE 6 :

**Accord du Syndicat d'Eau Potable et du Syndicat
d'Assainissement**

contenu du message	
de	"Guy MORIN" <president@assainissement-nacre.fr>
à	"cabinet.alcea" <cabinet.alcea@orange.fr>
date	26/10/18 10:18
objet	RE: Projet d'aménagement d'un lotissement à CRESSERONS - Demande de raccordement EU

Bonjour Madame,

Suite à votre demande, nous pouvons vous confirmer que les réseaux, le poste de relèvement et la station d'épuration de notre syndicat sont suffisamment dimensionnés pour collecter et traiter les eaux usées de votre futur projet.

A votre disposition.

Cordialement



M.Guy MORIN

Président du Syndicat Intercommunal d'Assainissement
de la Côte de Nacre
3, rue de l'église
14440 DOUVRES LA DELIVRANDE

De : cabinet.alcea [mailto:cabinet.alcea@orange.fr]

Envoyé : mercredi 24 octobre 2018 14:23

À : Guy MORIN <president@assainissement-nacre.fr>

Objet : Projet d'aménagement d'un lotissement à CRESSERONS - Demande de raccordement EU

Monsieur le Président,

La société CLAUDE JEAN INVESTISSEMENT a le projet de réaliser un lotissement sur une emprise de 7.6 ha, de 113 logements, sur la commune de Cresserons (cf. plan de situation en pièce jointe).

Le maître d'ouvrage nous a chargé de réaliser le dossier de déclaration au titre de la Loi sur l'Eau pour cette opération.

Dans le cadre de la réalisation de ce dossier, je vous remercie de me transmettre votre accord écrit pour le raccordement à la station d'épuration, des eaux usées du futur projet.

Cet accord de principe indique que la station est en mesure de traiter les futures eaux usées du projet d'habitat. La demande de raccordement sera faite ultérieurement par le maître d'oeuvre (Cabinet SODEREF).

Vous en remerciant par avance, sincères salutations,

SYNDICAT D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE

Siège Social MAIRIE DE DOUVRES-LA- DELIVRANDE (14440)

☎ 02.31.96.40.89 - 📠 02.31.36.24.25 📧 secretariat@assainissement-nacre.fr

Le 03 DEC. 2018

ALCEA

Le Haut des Landres

14310 LANDES-SUR-AJON

A L'ATTENTION DE MADAME AURELIE LETELLIER

N/Réf. : DB/ML

V/Correspondant : Monsieur Daniel BEROT

Service Secréariat du Syndicat

Tél. : 02.31.96.40.89

Courriel : secretariat@assainissement-nacre.fr

OBJET :

PROJET DE LOTISSEMENT A CRESSERONS – RACCORDEMENT EAU POTABLE

Madame,

Par courriel, vous m'avez interrogé sur la capacité de desserte en eau potable d'un projet de lotissement projeté à CRESSERONS par la Société CLAUDE JEAN INVESTISSEMENT.

J'ai l'honneur de vous donner l'avis technique du Délégué du Service Public de distribution d'eau potable, la Société VEOLIA.

Je vous prie d'agréer, Madame, l'assurance de mes salutations distinguées.



Jean-Michel GODET

Président du Syndicat d'AEP
DE DOUVRES-CRESSERONS-PLUMETOT
ET LUC-SUR-MER



Affaire suivie par Philippe CHAPRON
Tél. : 02 50 10 00 20
Fax : 02 50 10 01 01
Philippe.chapron@veolia.com

SIAEP DOUVRES
Mairie de Douvres la Délivrande
8 route de Caen
14440 DOUVRES LA DELIVRANDE

Nos Réf. : BG 18-306

Colombelles, le 12 Novembre 2018

Objet : Demande de renseignements

Nature du projet : SIAEP DOUVRES
Dossier n° : PROJET DE LOTISSEMENT 113 LOGEMENTS
Commune : ROUTE DE LA DELIVRANDE CRESSERONS

Monsieur,

Le projet peut être raccordé au réseau public par la route de la Délivrande, et ou par la rue des Campanules.

Les raccordements sur réseaux existants seront à la charge du promoteur.

Le compteur sera posé en regard en limite de propriété.

L'aménageur devra se rapprocher de nos services pour la demande de branchement et nous communiquer ses besoins en eau.

En attente du plan de projet pour étudier la défense incendie et le diamètre des canalisations.

Je vous prie de croire, Monsieur, à l'assurance de ma considération distinguée.

Le Manager de Service Local,

Philippe CHAPRON

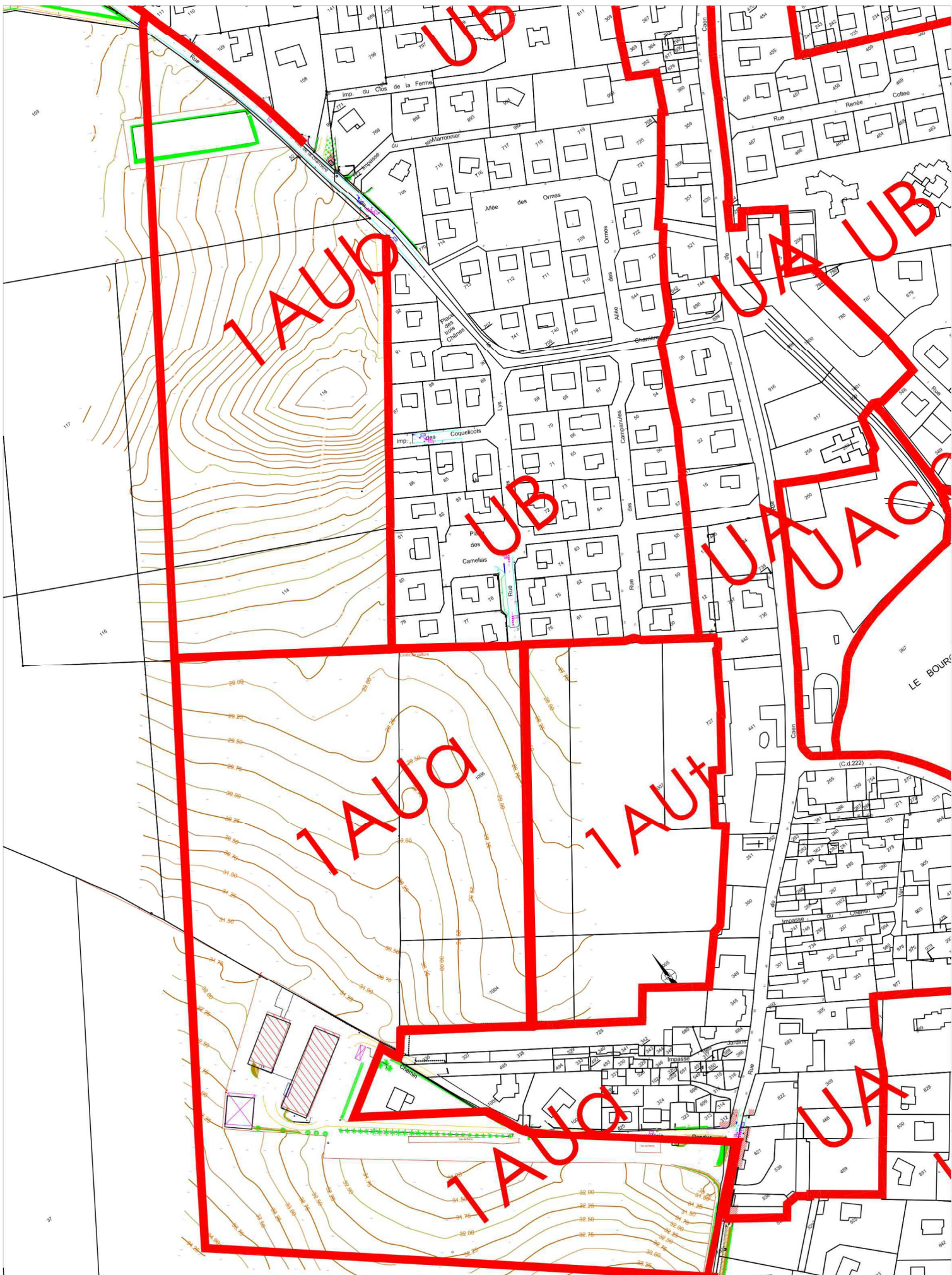
ANNEXE 7 :
Plan topographique

Projet de création d'un quartier d'habitat sur la commune de CRESSERONS

CLAUDE JEAN INVESTISSEMENT

Plan topographique

Echelle : 1/2000



ANNEXE 8 :

Etude géotechnique réalisée par SOLUGEO

MAITRE D'OUVRAGE :

CLAUDE JEAN INVESTISSEMENT



**CRESSERONS (14)
 Chemin de la Haie Pendue**

Création d'un lotissement

Etude géotechnique G2 AVP – N° AF.17152 – pièce 01

Date	Indice	Nb de pages	Commentaires	Visa
16/11/2017	A	38	Version initiale	L. FORTIER 

SOMMAIRE

1. PRESENTATION DE L'ETUDE.....	3
1. Mission géotechnique	3
2. Programme des investigations	3
2. CONTEXTE GEOTECHNIQUE GENERAL.....	4
1. Descriptif du site	4
2. Enquête documentaire	4
3. RESULTATS DES INVESTIGATIONS.....	6
1. Stratigraphie	6
2. Hydrologie	7
3. Essais de perméabilité	7
4. ORIENTATION GEOTECHNIQUE DU PROJET	8
1. Descriptif du projet	8
2. Maquette géotechnique générale	8
3. Classes de plateformes, couches de forme et structures de chaussée envisageables	9
4. Paramètres de dimensionnement de l'infiltration des E. P.	11
5. Fondations et dallages des maisons	11
5. SUITES DE L'ETUDE.....	12
CONDITIONS GENERALES DE VENTE	13
MISSIONS GEOTECHNIQUES (NORME NFP 94-500)	15
ANNEXES.....	17
1. Localisation de la zone d'étude	18
2. Implantation des investigations	19
3. Coupes des sondages	20
4. Essais de perméabilité	29
5. Liste des abréviations utilisées	38

1. PRESENTATION DE L'ETUDE

1. Mission géotechnique

A la demande de CLAUDE JEAN INVESTISSEMENT, nous avons réalisé l'étude géotechnique d'avant-projet de la création d'un lotissement à Cresserons.

Les buts de cette étude sont de :

- dresser la maquette du contexte géotechnique et hydrologique du site,
- fournir une estimation des coefficients de perméabilité des horizons rencontrés,
- évaluer les classes de plateformes prévisibles après terrassement et les épaisseurs de couche de forme sous chaussée à envisager,
- préciser les solutions envisageables pour le système d'infiltration des eaux pluviales de l'opération,
- déterminer les solutions de fondations envisageables (structure + dallage) pour les maisons et immeubles du lotissement.

Notre mission est de type G2 AVP suivant les termes de la norme NF.P.94-500 (Missions Géotechniques Types – Révision Novembre 2013) précisés en annexe.

Les différents éléments se rapportant à cette affaire sont les suivants :

- notre proposition technique et financière référencée DE.17.0024 – v2 en date du 10/11/2017,
- un plan d'emprise et de masse général du projet de lotissement,
- la lettre de commande de CLAUDE JEAN INVESTISSEMENT en date du 27/10/2017.

2. Programme des investigations

A cet effet, nous avons réalisé la campagne de sondages suivante :

- 8 sondages de reconnaissance géologique à la tarière continue notés RG1 à RG8 descendus entre 3 et 5 m de profondeur,
- 24 essais de perméabilité (de type Porchet à niveau variable) sur la hauteur des sondages précédents.

Les plans de situation et d'implantation, ainsi que les résultats des essais de perméabilité et les coupes de sondages, sont présentés en annexe du présent rapport.

Nous avons repéré la cote altimétrique de nos têtes de sondages par rapport à des références NGF fournies sur le site www.geoportail.fr.

2. CONTEXTE GEOTECHNIQUE GENERAL

1. Descriptif du site

La zone de l'étude se situe au Sud-Ouest de Cresserons, le long du chemin de la Haie Pendue. Elle correspond à des champs de culture exploités.

Il s'agit d'un terrain globalement en légère pente vers le Nord-Est.

Les constructions existantes périphériques au terrain ne présentent aucun désordre significatif d'origine géotechnique.

2. Enquête documentaire

Contexte géologique prévisible

Source : carte géologique du BRGM au 1/50 000^{ème} de Caen.

Succession lithologique attendue :

- **Limons éoliens** : en surface, épaisseur de l'ordre de quelques mètres.
- **Substratum calcaire** (calcaire bioclastique – Calcaire de Ranville) : environ 10 à 15 m d'épaisseur.

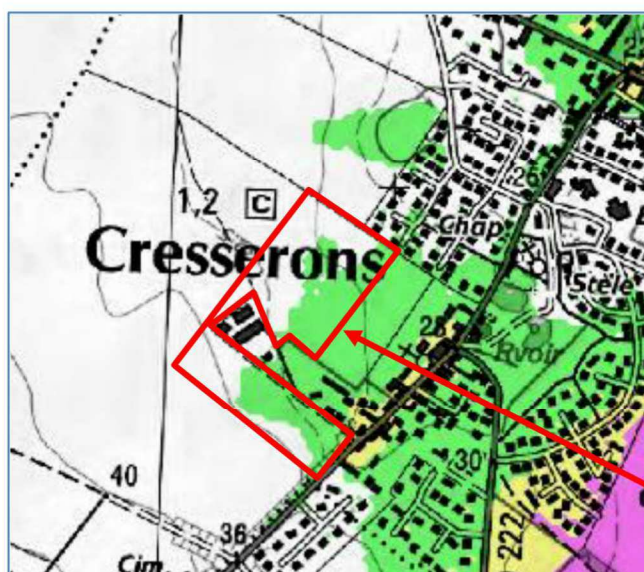


Caillasses de Blainville :
calcaire bioclastique

Couverture superficielle de limons éoliens

Risques naturels

DESCRIPTION	ETAT	SOURCE
Plan de Prévention des Risques Naturels	Néant	DREAL Normandie
Aléa retrait-gonflement des argiles	Aléa faible	www.argiles.fr
Risque d'inondations	Hors zone inondable par débordement de la Capricieuse	DREAL Normandie
Risque de remontées de nappe	En zone de risque de remontée de la nappe jusqu'à 2,5 à 5 m de profondeur en période de très hautes eaux sur la moitié Sud-Est de la zone étudiée (cf. carte ci-dessous)	DREAL Normandie
Risque sismique	Très faible (zone 1)	Décret n°2010-1255 du 22 octobre 2010



Profondeur de l'eau et nature du risque

- Débordements de nappe observés
- 0 à 1 m : risque d'inondation des réseaux et sous-sols
- de 1 m à 2.5 m : risque d'inondation des sous-sols
- 2.5 m à 5 m : risque pour les infrastructures profondes

*Extrait de la carte du risque de remontée de nappe en période de très hautes eaux
(DREAL Normandie – février 2014)*

3. RESULTATS DES INVESTIGATIONS

1. Stratigraphie

Horizon	Description
Terre végétale	Il s'agit d'une terre végétale limono-argileuse marron foncé.
Limons	Ce sont des limons plus ou moins sableux marron, d'origine éolienne.
Calcaire	Il s'agit d'un calcaire beige blanchâtre.

Les profondeurs de ces différents horizons au droit de nos sondages sont les suivantes :

	RG1	RG2	RG3	RG4	RG5	RG6	RG7	RG8
Terre végétale	0.0 / 0.4	0.0 / 0.4	0.0 / 0.4	0.0 / 0.4	0.0 / 0.4	0.0 / 0.4	0.0 / 0.3	0.0 / 0.4
Limons	0.4 / 3.5	0.4 / 3.0	0.4 / 2.5	0.4 / 3.0	0.4 / 4.0	0.4 / 3.0	0.3 / 3.0	0.4 / 4.5
Calcaire	3.5 / 5.0	-	2.5 / 3.0	-	4.0 / 5.0	-	-	4.5 / 5.0

2. Hydrologie

Lors de notre intervention le 31/10/2017, aucunes venues d'eau n'ont été détectées au droit de nos sondages.

Cependant, nous rappelons que, selon la DREAL Normandie, la nappe est susceptible de remonter jusqu'à 2,5 à 5,0 m de profondeur aux extrémités Sud-Est de la zone étudiée en période de très hautes eaux.

3. Essais de perméabilité

Des essais de perméabilité ont été réalisés dans nos sondages RG1 à RG8 à différentes profondeurs. Leurs feuilles de résultats détaillées sont jointes en annexe du présent rapport.

En synthèse, nous avons mesuré les coefficients de perméabilité suivants :

Essai	Tranche de profondeurs (m)		Profondeur moyenne (m)	K en m/s	K en mm/h	Horizon
RG1	5.00	4.78	4.9	9.0E-08	0.3	Calcaire
RG1	4.78	2.80	3.8	2.3E-06	8.3	Calcaire / limons
RG1	2.80	1.74	2.3	4.4E-06	15.8	Limons
RG2	3.00	2.30	2.7	1.8E-06	6.5	Limons
RG2	2.30	1.58	1.9	3.6E-06	13.0	Limons
RG2	1.58	1.52	1.6	2.9E-06	10.4	Limons
RG3	3.00	2.46	2.7	2.1E-06	7.6	Calcaire
RG3	2.46	1.53	2.0	5.2E-06	18.7	Limons
RG3	1.53	1.24	1.4	2.3E-06	8.3	Limons
RG4	3.00	2.57	2.8	3.5E-06	12.6	Limons
RG4	2.57	1.49	2.0	3.3E-06	11.9	Limons
RG4	1.49	1.11	1.3	1.6E-06	5.8	Limons
RG5	5.00	4.57	4.8	2.4E-06	8.6	Calcaire
RG5	4.57	3.08	3.8	1.5E-06	5.4	Calcaire / limons
RG5	3.08	2.96	3.0	3.2E-06	11.5	Limons
RG6	3.00	2.31	2.7	2.2E-06	7.9	Limons
RG6	2.31	1.54	1.9	1.1E-06	4.0	Limons
RG6	1.54	1.49	1.5	2.0E-06	7.2	Limons
RG7	3.00	2.62	2.8	1.2E-06	4.3	Limons
RG7	2.62	1.55	2.1	3.4E-06	12.2	Limons
RG7	1.55	1.30	1.4	1.0E-11	0.0	Limons
RG8	5.00	4.53	4.8	4.8E-07	1.7	Calcaire
RG8	4.53	3.09	3.8	1.8E-06	6.5	Calcaire / limons
RG8	3.09	2.86	3.0	4.6E-06	16.6	Limons

4. ORIENTATION GEOTECHNIQUE DU PROJET

1. Descriptif du projet

Le projet consiste en la construction d'un lotissement d'immeubles collectifs et de maisons individuelles desservi par des voiries de desserte intérieure.

La gestion des eaux pluviales des voiries collectives seront réalisée au moyen de tranchées drainantes ou noues d'infiltration éventuellement reprises par des bassins d'infiltration enterrés.

La gestion des eaux pluviales des toitures des maisons et des immeubles sera a priori traitée à la parcelle.

Par ailleurs, nous supposons, par la suite, un trafic faible sur la voirie de desserte intérieure de ce lotissement.

2. Maquette géotechnique générale

D'après les résultats de nos sondages et les informations de notre enquête documentaire, nous pouvons retenir la maquette géotechnique suivante pour l'ensemble du projet :

- La stratigraphie représentative du terrain se compose d'une couverture épaisse de limons d'environ 2,5 à 4,5 m d'épaisseur surmontant directement le substratum calcaire.
- Les limons ont a priori une tenue mécanique moyenne et le calcaire sous-jacent d'excellentes caractéristiques mécaniques.
- Les limons et le sommet du calcaire ont une perméabilité globalement faible :
 - 0 à 18,7 mm/h dans les limons (valeur représentative : 4,5 mm/h)
 - 0,3 à 8,6 mm/h dans le calcaire (valeur représentative : 2,5 mm/h).
- Le toit de la nappe phréatique au droit du projet se situe en permanence en-dessous de 5 m de profondeur sur la moitié Nord-Ouest de la zone étudiée et est susceptible de remonter jusqu'à 2,5 à 5,0 m de profondeur sur la moitié Sud-Est de la zone étudiée.

Nous proposons de retenir le zonage suivant, lié au risque de remontée de la nappe jusqu'à 2,5 à 5,0 m de profondeur en période de très hautes eaux établi par la DREAL Normandie :



3. Classes de plateformes, couches de forme et structures de chaussée envisageables

Au vu de la maquette géotechnique décrite précédemment et selon le tableau IX du fascicule I du GTR, on pourra s'attendre à obtenir, après décapage de la terre végétale et recompactage des limons, une plate-forme au minimum de catégorie **PST 1 / AR1 sur les limons**.

En conséquence, l'obtention d'une plateforme de catégorie PF2- ($K_w \geq 50 \text{ MPa/m}$) nécessitera, selon les recommandations de l'annexe 3 du GTR :

- soit le décapage des limons végétalisés de surface (terre végétale) puis l'apport d'une couche de forme de 0,60 m d'épaisseur minimum surmontant un géotextile anti-contaminant (40 cm de 0/150 en partie inférieure + 20 cm de 0/31,5 en partie supérieure)
- soit le décapage des limons végétalisés de surface (terre végétale) puis le traitement des limons en place à la chaux et au liant hydraulique sur 0,35 m d'épaisseur (la formulation précise sera à établir par l'entreprise, mais un dosage à 1 % de chaux et 5 % de liant hydraulique est a priori envisageable),

Sur cette plateforme PF2-, on pourra alors réaliser les voiries dont les épaisseurs de couches de fondations et de roulement seront dimensionnées en fonction de la classe de trafic envisagée et de la durée de vie prévue pour la chaussée.

En première approche, le Guide pour la Construction des Chaussées à Faible Trafic du CETE OUEST de 2002 propose les structures de chaussée suivantes pour un trafic faible T5 (moins de 750 véhicules/jour dans les 2 sens) :

Trafic	T5		T4		T3-		T3+	
	PF2-	PF2+	PF2-	PF2+	PF2-	PF2+	PF2-	PF2+
GNT	6 BBS 16 GNT	6 BBS 12 GNT	6 BBS 15 GNT 15 GNT	6 BBS 19 GNT	7 BBSG 16 GNT 20 GNT	7 BBSG 24 GNT	9 BBSG 17 GNT 20 GNT	9 BBSG 25 GNT
GB2	4 BBM 12 GB2 *	4 BBM 10 GB2 *	4 BBM 15 GB2	4 BBM 13 GB2	6 BBSG 16 GB2	6 BBSG 13 GB2	6 BBSG 18 GB2	6 BBSG 15 GB2
GB3	4 BBM 11 GB3 *	4 BBM 8 GB3 *	4 BBM 14 GB3	4 BBM 12 GB3 *	6 BBSG 14 GB3	6 BBSG 12 GB3 *	6 BBSG 16 GB3	6 BBSG 13 GB3
GE3	4 BBM 11 GE3 *	4 BBM 8 GE3 *	4 BBM 14 GE3	4 BBM 13 GE3 *	6 BBSG 15 GE3	6 BBSG 13 GE3 *	6 BBSG 17 GE3	6 BBSG 14 GE3
GC3					6 BBSG 31 GC3	6 BBSG 28 GC3	6 BBSG 33 GC3	6 BBSG 29 GC3
SC3	6 BBSG 23 SC3	6 BBSG 19 SC3	6 BBSG 26 SC3	6 BBSG 22 SC3	8 BBSG 27 SC3	8 BBSG 23 SC3	8 BBSG 28 SC3	8 BBSG 24 SC3

Abréviations et légende

- ES : enduit superficiel
- BBS : béton bitumineux souple
- BBSG : béton bitumineux semi-grenu
- BBM : béton bitumineux mince
- GNT : grave non traitée de type B2
- GB2 : grave bitume de classe 2
- GB3 : grave bitume de classe 3
- GE3 : grave émulsion de type 3
- GC3 : grave ciment de classe 3
- SC3 : sable ciment de classe 3

Enfin, il sera nécessaire que l'entreprise adjudicatrice des terrassements procède aux essais de laboratoire permettant de justifier les éventuelles solutions de traitement envisagées. Par expérience, les limons de ce secteur sont des matériaux traitables à la chaux et au liant hydraulique à des dosages courants de 1,0 à 1,5 % CaO + 5 à 6 % liant hydraulique.

Des planches d'essais sur site seront nécessaires pour vérifier que le dosage final de traitement retenu permette bien d'atteindre la portance minimale de plateforme escomptée dans le dimensionnement des voiries du projet.

4. Paramètres de dimensionnement de l'infiltration des E. P.

Au stade actuel de notre étude, nous pouvons retenir **un coefficient de perméabilité faible à moyen des limons et du sommet du calcaire.**

Ainsi, la création de bassins de rétention et d'infiltration des eaux pluviales des voiries du lotissement permettant l'écrêtement des pluies d'orage associés à une infiltration superficielle en amont dans des noues ou des tranchées drainantes sera vraisemblablement nécessaire.

Nous attirons l'attention sur le fait que la profondeur de ces bassins devra être limitée à 2,5 m dans la zone 2 (risque de remontée de la nappe en période de très hautes eaux). L'emploi additionnel d'un débit de fuite de ces bassins vers le réseau public permettra de limiter leurs dimensions. Cet aspect devra être étudié dès le stade des études de projet car il impactera directement la conception du plan du futur lotissement.

Par ailleurs, au stade actuel de notre étude, l'infiltration superficielle des eaux de toiture des futures maisons du lotissement directement à la parcelle est envisageable. Des solutions de puisards descendus jusqu'au calcaire seront également envisageables dans la zone 1.

5. Fondations et dallages des maisons

La mise en œuvre de fondations superficielles (massifs ou semelles filantes) reposant dans les limons sera envisageable pour des maisons d'habitation et des immeubles collectifs de type RdC à R + 1.

Les contraintes de calcul de ces semelles seront moyennes mais a priori suffisantes pour ce type d'ouvrages.

Pour des bâtiments de plus forte élévation, la mise en œuvre de fondations par puits descendus jusqu'au calcaire pourra s'avérer nécessaire.

Par ailleurs, sous réserve du décapage intégral de la terre végétale sous leurs emprises, les planchers bas de rez-de-chaussée des immeubles et des maisons pourront être traités en dallages sur terre-plein.

Une couche de forme minimale de 30 à 50 cm d'épaisseur (selon le type d'ouvrage prévu) de matériaux graveleux, inertes, insensibles à l'eau et soigneusement compactés devra être mise en place sous ces dallages. Celle-ci devra surmonter un géotextile anti-contaminant. Une granulométrie de matériaux de type 0/31,5 sera envisagée.

Nous insistons sur le fait que le dimensionnement des fondations et des dallages des ouvrages de chaque lot nécessitera la réalisation d'études géotechniques G2 AVP spécifiques à chaque projet et comportant des sondages adaptés aux caractéristiques des ouvrages.

5. SUITES DE L'ETUDE

Le présent rapport conclut la mission G2 AVP qui nous a été confiée pour cette affaire. Cette mission ne concerne que les voiries collectives et les ouvrages d'infiltration E.P. collectifs du lotissement. Le dimensionnement des fondations et des dallages des ouvrages de chaque lot nécessitera la réalisation d'études géotechniques G2 AVP spécifiques à chaque projet et comportant des sondages adaptés aux caractéristiques des ouvrages.

Nous rappelons qu'à ce stade Avant-Projet, les calculs et valeurs dimensionnelles présentés précédemment ne constituent pas un dimensionnement du projet. Selon l'enchaînement des missions au sens de la norme NFP 94-500, la présente étude géotechnique de conception G2 phase AVP doit être complétée par une mission de type G2 phase PRO. A défaut d'être confiée à un géotechnicien, cette dernière sera assumée par l'équipe de maîtrise d'œuvre générale qui, de facto, assurera la conception des ouvrages géotechniques en phase Projet et sera réputée en posséder les compétences.

Dressé par :

L. FORTIER

Ingénieur-Géologue E.N.S.G.

Gérant-Directeur de SOLUGEO

CONDITIONS GENERALES DE VENTE

1. Avertissement, préambule

Toute commande et ses avenants éventuels impliquent de la part du co-contractant, ci-après dénommé « le Client », signataire du contrat et des avenants, acceptation sans réserve des présentes conditions générales.

Les présentes conditions générales prévalent sur toutes autres, sauf conditions particulières contenues dans le devis ou dérogation formelle et explicite. Toute modification de la commande ne peut être considérée comme acceptée qu'après accord écrit de SOLUGEO.

2. Déclarations obligatoires à la charge du Client, (DT, DICT, ouvrages exécutés)

Dans tous les cas, la responsabilité de SOLUGEO ne saurait être engagée en cas de dommages à des ouvrages publics ou privés (en particulier, ouvrages enterrés et canalisations) dont la présence et l'emplacement précis ne lui auraient pas été signalés par écrit préalablement à sa mission.

Conformément au décret n° 2011-1241 du 5 octobre 2011 relatif à l'exécution de travaux à proximité de certains ouvrages souterrains, aériens ou subaquatiques de transport ou de distribution, le Client doit fournir, à sa charge et sous sa responsabilité, l'implantation des réseaux privés, la liste et l'adresse des exploitants des réseaux publics à proximité des travaux, les plans, informations et résultats des investigations complémentaires consécutifs à sa Déclaration de projet de Travaux (DT). Ces informations sont indispensables pour permettre les éventuelles DICT (le délai de réponse est de 15 jours) et pour connaître l'environnement du projet. En cas d'incertitude ou de complexité pour la localisation des réseaux sur domaine public, il pourra être nécessaire de faire réaliser, à la charge du Client, des fouilles manuelles pour les repérer. Les conséquences et la responsabilité de toute détérioration de ces réseaux par suite d'une mauvaise communication sont à la charge exclusive du Client.

La déclaration à la DREAL de tout forage réalisé de plus de 10 m de profondeur (art. L 411-1 du code minier) et la déclaration auprès de la DDT du lieu des travaux des sondages et forages destinés à la recherche, à la surveillance ou au prélèvement d'eaux souterraines (art. R 214-1 du code de l'environnement) seront à la charge du Client.

3. Cadre de la mission, objet et nature des prestations, prestations exclues, limites de la mission

Le terme « prestation » désigne exclusivement les prestations énumérées dans le devis de SOLUGEO. Toute prestation différente de celles prévues fera l'objet d'un prix nouveau à négocier. Il est entendu que SOLUGEO s'engage à procéder selon les moyens actuels de son art, à des recherches consciencieuses et à fournir les indications qu'on peut en attendre. Son obligation est une obligation de moyen et non de résultat au sens de la jurisprudence actuelle des tribunaux. SOLUGEO réalise la mission dans les strictes limites de sa définition donnée dans son offre (validité limitée à trois mois à compter de la date de son établissement), confirmée par le bon de commande ou un contrat signé du Client.

La mission et les investigations éventuelles sont strictement géotechniques et n'abordent pas le contexte environnemental. Seule une étude environnementale spécifique comprenant des investigations adaptées permettra de détecter une éventuelle contamination des sols et/ou des eaux souterraines.

SOLUGEO n'est solidaire d'aucun autre intervenant sauf si la solidarité est explicitement convenue dans le devis ; dans ce cas, la solidarité ne s'exerce que sur la durée de la mission.

Par référence à la norme NF P 94-500, il appartient au maître d'ouvrage, au maître d'œuvre ou à toute entreprise de faire réaliser impérativement par des ingénieries compétentes chacune des missions géotechniques (successivement G1, G2, G3 et G4 et les investigations associées) pour suivre toutes les étapes d'élaboration et d'exécution du projet. Si la mission d'investigations est commandée seule, elle est limitée à l'exécution matérielle de sondages et à l'établissement d'un compte rendu factuel sans interprétation et elle exclut toute activité d'étude ou de conseil. La mission de diagnostic géotechnique G5 engage le géotechnicien uniquement dans le cadre strict des objectifs ponctuels fixés et acceptés.

4. Plans et documents contractuels

SOLUGEO réalise la mission conformément à la réglementation en vigueur lors de son offre, sur la base des données communiquées par le Client. Le Client est seul responsable de l'exactitude de ces données. En cas d'absence de transmission ou d'erreur sur ces données, SOLUGEO est exonéré de toute responsabilité.

5. Limites d'engagement sur les délais

Sauf indication contraire précise, les estimations de délais d'intervention et d'exécution données aux termes du devis ne sauraient engager SOLUGEO. Sauf stipulation contraire, il ne sera pas appliqué de pénalités de retard et si tel devait être le cas elles seraient plafonnées à 5% de la commande. En toute hypothèse, la responsabilité de SOLUGEO est dérogée de plein droit en cas d'insuffisance des informations fournies par le Client ou si le Client n'a pas respecté ses obligations, en cas de force majeure ou d'événements imprévisibles (notamment la rencontre de sols inattendus, la survenance de circonstances naturelles exceptionnelles) et de manière générale en cas d'événement extérieur à SOLUGEO modifiant les conditions d'exécution des prestations objet de la commande ou les rendant impossibles.

SOLUGEO n'est pas responsable des délais de fabrication ou d'approvisionnement de fournitures lorsqu'elles font l'objet d'un contrat de négoce passé par le Client ou SOLUGEO avec un autre prestataire.

6. Formalités, autorisations et obligations d'information, accès, dégâts aux ouvrages et cultures

Toutes les démarches et formalités administratives ou autres, en particulier l'obtention de l'autorisation de pénétrer sur les lieux pour effectuer des prestations de la mission sont à la charge du Client. Le Client se charge d'une part d'obtenir et communiquer les autorisations requises pour l'accès du personnel et des matériels nécessaires à SOLUGEO en toute sécurité dans l'enceinte des propriétés privées ou sur le domaine public, d'autre part de fournir tous les documents relatifs aux dangers et aux risques cachés, notamment ceux liés aux réseaux, aux obstacles enterrés et à la pollution des sols et des nappes. Le Client s'engage à communiquer les règles pratiques que les intervenants doivent respecter en matière de santé, sécurité et respect de l'environnement : il assure en tant que de besoin la formation du personnel, notamment celui de SOLUGEO, entrant dans ces domaines, préalablement à l'exécution de la mission. Le Client sera tenu responsable de tout dommage corporel, matériel ou immatériel dû à une spécificité du site connue de lui et non clairement indiquée à SOLUGEO avant toutes interventions.

Sauf spécifications particulières, les travaux permettant l'accessibilité aux points de sondages ou d'essais et l'aménagement des plates-formes ou grutage nécessaires aux matériels utilisés sont à la charge du Client.

Les investigations peuvent entraîner d'inévitables dommages sur le site, en particulier sur la végétation, les cultures et les ouvrages existants, sans qu'il y ait négligence ou faute de la part de son exécutant. Les remises en état, réparations ou indemnités correspondantes sont à la charge du Client.

7. Implantation, nivellement des sondages

Au cas où l'implantation des sondages est imposée par le Client ou son conseil, SOLUGEO est exonéré de toute responsabilité dans les événements consécutifs à ladite implantation. La mission ne comprend pas les implantations topographiques permettant de définir l'emprise des ouvrages et zones à étudier ni la mesure des coordonnées précises des points de sondages ou d'essais. Les éventuelles altitudes indiquées pour chaque sondage (qu'il s'agisse de cotes de références rattachées à un repère arbitraire ou de cotes NGF) ne sont données qu'à titre indicatif. Seules font foi les profondeurs mesurées depuis le sommet des sondages et comptées à partir du niveau du sol au moment de la réalisation des essais.

8. Hydrogéologie

Les niveaux d'eau indiqués dans le rapport correspondent uniquement aux niveaux relevés au droit des sondages exécutés et à un moment précis. En dépit de la qualité de l'étude les aléas suivants subsistent, notamment la variation des niveaux d'eau en relation avec la météo ou une modification de l'environnement des études. Seule une étude hydrogéologique spécifique permet de déterminer les amplitudes de variation de ces niveaux, les cotes de crue et les PHEC (Plus Hautes Eaux Connues).

9. Recommandations, aléas, écart entre prévision de l'étude et réalité en cours de travaux

Si, en l'absence de plans précis des ouvrages projetés, SOLUGEO a été amené à faire une ou des hypothèses sur le projet, il appartient au Client de lui communiquer par écrit ses observations éventuelles sans quoi, il ne pourrait en aucun cas et pour quelque raison que ce soit lui être reproché d'avoir établi son étude dans ces conditions.

L'étude géotechnique s'appuie sur les renseignements reçus concernant le projet, sur un nombre limité de sondages et d'essais, et sur des profondeurs d'investigations limitées qui ne permettent pas de lever toutes les incertitudes inévitables à cette science naturelle. En dépit de la qualité de l'étude, des incertitudes subsistent du fait notamment du caractère ponctuel des investigations, de la variation d'épaisseur des remblais et/ou des différentes couches, de la présence de vestiges enterrés. Les conclusions géotechniques ne peuvent donc conduire à traiter à forfait le prix des fondations compte tenu d'une hétérogénéité, naturelle ou du fait de l'homme, toujours possible et des aléas d'exécution pouvant survenir lors de la découverte des terrains. Si un caractère évolutif particulier a été mis en lumière (notamment glissement, érosion, dissolution, remblais évolutifs, tourbe), l'application des recommandations du rapport nécessite une actualisation à chaque étape du projet notamment s'il s'écoule un laps de temps important avant l'étape suivante. L'estimation des quantités des ouvrages géotechniques nécessite, une mission d'étude géotechnique de conception G2 (phase projet). Les éléments géotechniques non décelés par l'étude et mis en évidence lors de l'exécution (pouvant avoir une incidence sur les conclusions du rapport) et les incidents importants survenus au cours des travaux (notamment glissement, dommages aux avoisinants ou aux existants) doivent obligatoirement être portés à la connaissance de SOLUGEO ou signalés aux géotechniciens chargés des missions de suivi géotechnique d'exécution G3 et de supervision géotechnique d'exécution G4, afin que les conséquences sur la conception géotechnique et les conditions d'exécution soient analysées par un homme de l'art.

10. Rapport de mission, réception des travaux, fin de mission, délais de validation des documents par le client

A défaut de clauses spécifiques contractuelles, la remise du dernier document à fournir dans le cadre de la mission fixe le terme de la mission. La date de la fin de mission est celle de l'approbation par le Client du dernier document à fournir dans le cadre de la mission. L'approbation doit intervenir au plus tard deux semaines après sa remise au Client, et est considérée implicite en cas de silence. La fin de la mission donne lieu au paiement du solde de la mission.

11. Réserve de propriété, confidentialité, propriété des études, diagrammes

Les coupes de sondages, plans et documents établis par les soins de SOLUGEO dans le cadre de sa mission ne peuvent être utilisés, publiés ou reproduits par des tiers sans son autorisation. Le Client ne devient propriétaire des prestations réalisées par SOLUGEO qu'après règlement intégral des sommes dues. Le Client ne peut pas les utiliser pour d'autres ouvrages sans accord écrit préalable de SOLUGEO. Le Client s'engage à maintenir confidentielle et à ne pas utiliser pour son propre compte ou celui de tiers toute information se rapportant au savoir-faire de SOLUGEO, qu'il soit breveté ou non, portée à sa connaissance au cours de la mission et qui n'est pas dans le domaine public, sauf accord préalable écrit de SOLUGEO. Si dans le cadre de sa mission, SOLUGEO mettrait au point une nouvelle technique, celle-ci serait sa propriété. SOLUGEO serait libre de déposer tout brevet s'y rapportant, le Client bénéficiant, dans ce cas, d'une licence non exclusive et non cessible, à titre gratuit et pour le seul ouvrage étudié.

<p>12. Modifications du contenu de la mission en cours de réalisation</p> <p>La nature des prestations et des moyens à mettre en œuvre, les prévisions des avancements et délais, ainsi que les prix sont déterminés en fonction des éléments communiqués par le client et ceux recueillis lors de l'établissement de l'offre.</p> <p>Des conditions imprévisibles par SOLUGEO au moment de l'établissement de son offre touchant à la géologie, aux hypothèses de travail, au projet et à son environnement, à la législation et aux règlements, à des événements imprévus, survenant en cours de mission autorisent SOLUGEO à proposer au Client un avenant avec notamment modification des prix et des délais. A défaut d'un accord écrit du Client dans un délai de deux semaines à compter de la réception de la lettre d'adaptation de la mission. SOLUGEO est en droit de suspendre immédiatement l'exécution de sa mission, les prestations réalisées à cette date étant rémunérées intégralement, et sans que le Client ne puisse faire état d'un préjudice. Dans l'hypothèse où SOLUGEO est dans l'impossibilité de réaliser les prestations prévues pour une cause qui ne lui est pas imputable, le temps d'immobilisation de ses équipes est rémunéré par le client.</p> <p>13. Modifications du projet après fin de mission, délai de validité du rapport</p> <p>Le rapport constitue une synthèse de la mission définie par la commande. Le rapport et ses annexes forment un ensemble indissociable. Toute interprétation, reproduction partielle ou utilisation par un autre maître de l'ouvrage, un autre constructeur ou maître d'œuvre, ou pour un projet différent de celui objet de la mission, ne saurait engager la responsabilité de SOLUGEO et pourra entraîner des poursuites judiciaires. La responsabilité de SOLUGEO ne saurait être engagée en dehors du cadre de la mission objet du rapport. Toute modification apportée au projet et à son environnement ou tout élément nouveau mis à jour au cours des travaux et non détecté lors de la mission d'origine, nécessite une adaptation du rapport initial dans le cadre d'une nouvelle mission. Le Client devra faire actualiser le dernier rapport de mission en cas d'ouverture du chantier plus de 6 mois après sa date d'émission. Il en sera de même en cas de travaux de terrassements, de démolition ou de réhabilitation du site (à la suite d'une contamination des terrains et/ou de la nappe) modifiant entre autres les qualités mécaniques, les dispositions constructives et/ou la répartition de tout ou partie des sols sur les emprises concernées par l'étude géotechnique.</p> <p>14. Conditions d'établissement des prix, variation dans les prix, conditions de paiement, acompte et provision, retenue de garantie</p> <p>Les prix unitaires s'entendent hors taxes. Ils sont majorés de la T.V.A. au taux en vigueur le jour de la facturation. Ils sont établis aux conditions économiques en vigueur à la date d'établissement de l'offre. Ils sont fermes et définitifs pour une durée de trois mois. Au-delà, ils sont actualisés par application de l'indice "Sondages et Forages TP 04" pour les investigations in situ et en laboratoire, et par application de l'indice « SYNTEC » pour les prestations d'études, l'indice de base étant celui du mois de l'établissement du devis.</p> <p>Aucune retenue de garantie n'est appliquée sur le coût de la mission.</p> <p>Dans le cas où le marché nécessite une intervention d'une durée supérieure à un mois, des factures mensuelles intermédiaires sont établies. Lors de la passation de la commande ou de la signature du contrat, SOLUGEO peut exiger un acompte dont le montant est défini dans les conditions particulières et correspond à un pourcentage du total estimé des honoraires et frais correspondants à l'exécution du contrat. Le montant de cet acompte est déduit de la facture ou du décompte final. En cas de sous-traitance dans le cadre d'un ouvrage public, les factures de SOLUGEO sont réglées directement et intégralement par le maître d'ouvrage, conformément à la loi n°75-1334 du 31/12/1975.</p> <p>Les paiements interviennent à réception de la facture et sans escompte. En l'absence de paiement au plus tard le jour suivant la date de règlement figurant sur la facture, il sera appliqué à compter dudit jour et de plein droit, un intérêt de retard égal au taux d'intérêt appliqué par la Banque Centrale Européenne à son opération de refinancement la plus récente majorée de 10 points de pourcentage. Cette pénalité de retard sera exigible sans qu'un rappel soit nécessaire à compter du jour suivant la date de règlement figurant sur la facture.</p> <p>En sus de ces pénalités de retard, le Client sera redevable de plein droit des frais de recouvrement exposés ou d'une indemnité forfaitaire de 40 €.</p> <p>Un désaccord quelconque ne saurait constituer un motif de non paiement des prestations de la mission réalisées antérieurement. La compensation est formellement exclue : le Client s'interdit de déduire le montant des préjudices qu'il allègue des honoraires dus.</p> <p>15. Résiliation anticipée</p> <p>Toute procédure de résiliation est obligatoirement précédée d'une tentative de conciliation. En cas de force majeure, cas fortuit ou de circonstances indépendantes de SOLUGEO, celui-ci a la faculté de résilier son contrat sous réserve d'en informer son Client par lettre recommandée avec accusé de réception. En toute hypothèse, en cas d'inexécution par l'une ou l'autre des parties de ses obligations, et 8 jours après la mise en demeure visant la présente clause résolutoire demeurée sans effet, le contrat peut être résilié de plein droit. La résiliation du contrat implique le paiement de l'ensemble des prestations régulièrement exécutées par SOLUGEO au jour de la résiliation et en sus, d'une indemnité égale à 20 % des honoraires qui resteraient à percevoir si la mission avait été menée jusqu'à son terme.</p> <p>16. Répartition des risques, responsabilités et assurances</p> <p>SOLUGEO n'est pas tenu d'avertir son Client sur les risques encourus déjà connus ou ne pouvant être ignorés du Client compte tenu de sa compétence. Ainsi par exemple, l'attention du Client est attirée sur le fait que le béton armé est inévitablement fissuré, les revêtements appliqués sur ce matériau devant avoir une souplesse suffisante pour s'adapter sans dommage aux variations d'ouverture des fissures. Le devoir de conseil de SOLUGEO vis-à-vis du Client ne s'exerce que dans les domaines de compétence requis pour l'exécution de la mission spécifiquement confiée. Tout élément nouveau connu du Client après la fin de la mission doit être communiqué à SOLUGEO qui pourra, le cas échéant, proposer la réalisation d'une mission complémentaire. A défaut de communication des éléments nouveaux ou d'acceptation de la mission complémentaire, le Client en assumera toutes les conséquences.</p> <p>En aucun cas, SOLUGEO ne sera tenu pour responsable des conséquences d'un non-respect de ses préconisations ou d'une modification de celles-ci par le Client pour quelque raison que ce soit. L'attention du Client est attirée sur le fait que toute estimation de quantités faite à partir de données obtenues par prélèvements ou essais ponctuels sur le site objet</p>	<p>des prestations est entachée d'une incertitude fonction de la représentativité de ces données ponctuelles extrapolées à l'ensemble du site.</p> <p>Toutes les pénalités et indemnités qui sont prévues au contrat ou dans l'offre remise par SOLUGEO ont la nature de dommages et intérêts forfaitaires, libératoires et exclusifs de toute autre sanction ou indemnisation.</p> <p><u>Assurance décennale obligatoire</u></p> <p>SOLUGEO bénéficie d'un contrat d'assurance au titre de la responsabilité décennale afférente aux ouvrages soumis à obligation d'assurance, conformément à l'article L.241-1 du Code des assurances (Contrat d'assurance SMABTP « Global Ingénierie » n° C39789V 7302000/001 465713). Conformément aux usages et aux capacités du marché de l'assurance et de la réassurance, le contrat impose une obligation de déclaration préalable et d'adaptation de la garantie pour les ouvrages dont la valeur HT (travaux et honoraires compris) excède au jour de la déclaration d'ouverture de chantier un montant de 15 M€. Il est expressément convenu que le client a l'obligation d'informer SOLUGEO d'un éventuel dépassement de ce seuil, et accepte, de fournir tous éléments d'information nécessaires à l'adaptation de la garantie. Le client prend également l'engagement, de souscrire à ses frais un Contrat Collectif de Responsabilité Décennale (CCRD), contrat dans lequel SOLUGEO sera expressément mentionné parmi les bénéficiaires. Par ailleurs, les ouvrages de caractère exceptionnel, voir inusuels sont exclus du présent contrat et doivent faire l'objet d'une cotation particulière. Le prix fixé dans l'offre ayant été déterminé en fonction de conditions normales d'assurabilité de la mission, il sera réajusté, et le client s'engage à l'accepter, en cas d'éventuelle surcotisation qui serait demandée à SOLUGEO par rapport aux conditions de base de son contrat d'assurance. A défaut de respecter ces engagements, le client en supportera les conséquences financières (notamment en cas de défaut de garantie de SOLUGEO, qui n'aurait pu s'assurer dans de bonnes conditions, faute d'informations suffisantes). Le maître d'ouvrage est tenu d'informer SOLUGEO de la DOC (déclaration d'ouverture de chantier).</p> <p><u>Ouvrages non soumis à l'obligation d'assurance</u></p> <p>Les ouvrages dont la valeur HT (travaux et honoraires compris) excède un montant de 15 M€ HT doivent faire l'objet d'une déclaration auprès de SOLUGEO qui en référera à son assureur pour détermination des conditions d'assurance. En tout état de cause, il appartiendra au client de prendre en charge toute éventuelle sur cotisation qui serait demandée à SOLUGEO par rapport aux conditions de base de son contrat d'assurance. Toutes les conséquences financières d'une déclaration insuffisante quant au coût de l'ouvrage seront supportées par le client et le maître d'ouvrage.</p> <p>SOLUGEO assume les responsabilités qu'il engage par l'exécution de sa mission telle que décrite au présent contrat. A ce titre, il est responsable de ses prestations dont la défectuosité lui est imputable. SOLUGEO sera garanti en totalité par le Client contre les conséquences de toute recherche en responsabilité dont il serait l'objet du fait de ses prestations, de la part de tiers au présent contrat, le client ne garantissant cependant SOLUGEO qu'au delà du montant de responsabilité visé ci-dessus pour le cas des prestations défectueuses. La responsabilité globale et cumulée de SOLUGEO au titre ou à l'occasion de l'exécution du contrat sera limitée à trois fois le montant de ses honoraires sans pour autant excéder les garanties délivrées par son assureur, et ce pour les dommages de quelque nature que ce soit et quel qu'en soit le fondement juridique. Il est expressément convenu que SOLUGEO ne sera pas responsable des dommages immatériels consécutifs ou non à un dommage matériel tels que, notamment, la perte d'exploitation, la perte de production, le manque à gagner, la perte de profit, la perte de contrat, la perte d'image, l'immobilisation de personnel ou d'équipements.</p> <p>17. Cessibilité de contrat</p> <p>Le Client reste redevable du paiement de la facture sans pouvoir opposer à quelque titre que ce soit la cession du contrat, la réalisation pour le compte d'autrui, l'existence d'une promesse de porte-fort ou encore l'existence d'une stipulation pour autrui.</p> <p>18. Litiges</p> <p>En cas de litige pouvant survenir dans l'application du contrat, seul le droit français est applicable. Seules les juridictions du ressort du siège social de SOLUGEO sont compétentes, même en cas de demande incidente ou d'appel en garantie ou de pluralité de défendeurs.</p>
---	--

Janvier 2015

MISSIONS GEOTECHNIQUES (NORME NFP 94-500)

Le Maître d’Ouvrage doit associer l’ingénierie géotechnique au même titre que les autres ingénieries à la Maîtrise d’Œuvre et ce, à toutes les étapes successives de conception, puis de réalisation de l’ouvrage. Le Maître d’Ouvrage, ou son mandataire, doit veiller à la synchronisation des missions d’ingénierie géotechnique avec les phases effectives à la Maîtrise d’Œuvre du projet.

L’enchaînement et la définition synthétique des missions d’ingénierie géotechnique sont donnés ci-après. Deux ingénieries géotechniques différentes doivent intervenir : la première pour le compte du Maître d’Ouvrage ou de son mandataire lors des étapes 1 à 3, la seconde pour le compte de l’entreprise lors de l’étape 3.

Enchaînement des missions G1 à G4	Phases de la maîtrise d’œuvre	Mission d’ingénierie géotechnique et Phase de la mission		Objectifs à atteindre pour les ouvrages géotechniques	Niveau de management des risques géotechniques attendu	Prestations d’investigations géotechniques à réaliser
Étape 1 : Etude géotechnique préalable (G1)		Etude géotechnique préalable (G1) Phase Etude de Site (ES)		Spécificités géotechniques du site	Première identification des risques présentés par le site	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
	Etude préliminaire, Esquisse, APS	Etudes géotechnique préalable (G1) Phase Principes Généraux de Construction (PGC)		Première adaptation des futurs ouvrages aux spécificités du site	Première identification des risques pour les futurs ouvrages	Fonctions des données existantes et de la complexité géotechnique
Étape 2 : Etude géotechnique de conception (G2)	APD/AVP	Etude géotechnique de conception (G2) Phase Avant-projet (AVP)		Définition et comparaison des solutions envisageables pour le projet	Mesures préventives pour la réduction des risques identifiés, mesures correctives pour les risques résiduels avec détection au plus tôt de leur survenance	Fonction du site et de la complexité du projet (<i>choix constructifs</i>)
	PRO	Etudes géotechniques de conception (G2) Phase Projet (PRO)		Conception et justifications du projet		Fonction du site et de la complexité du projet (<i>choix constructifs</i>)
	DCE/ACT	Etude géotechnique de conception (G2) Phase DCE/ACT		Consultation sur le projet de base/choix de l’entreprise et mise au point du contrat de travaux		
Étape 3 : Etudes géotechniques de réalisation (G3/G4)		A la charge de l’entreprise	A la charge du maître d’ouvrage			
	EXE/VISA	Etude de suivi géotechniques d’exécution (G3) Phase Etude (<i>en interaction avec la phase suivi</i>)	Supervision géotechnique d’exécution (G4) Phase Supervision de l’étude géotechnique d’exécution (<i>en interaction avec la phase supervision du suivi</i>)	Etude d’exécution conforme aux exigences du projet, avec maîtrise de la qualité, du délai et du coût	Identification des risques résiduels, mesures correctives, contrôle du management des risques résiduels (<i>réalité des actions, vigilance, mémorisation, capitalisation des retours d’expérience</i>)	Fonction des méthodes de construction et des adaptations proposées si des risques identifiés surviennent
	DET/AOR	Etude et suivi géotechniques d’exécutions (G3) Phase Suivi (<i>en interaction avec la Phase Etude</i>)	Supervision géotechnique d’exécution (G4) Phase Supervision du suivi géotechnique d’exécution (<i>en interaction avec la phase Supervision de l’étude</i>)	Exécution des travaux en toute sécurité et en conformité avec les attentes du maître d’ouvrage		Fonction du contexte géotechnique observé et du comportement de l’ouvrage et des avoisinants en cours de travaux
A toute étape d’un projet ou sur un ouvrage existant	Diagnostic	Diagnostic géotechnique (G5)		Influence d’un élément géotechnique spécifique sur le projet ou sur l’ouvrage existant	Influence de cet élément géotechnique sur les risques géotechniques identifiés	Fonction de l’élément géotechnique étudié

Classification des missions d’ingénierie géotechnique en page suivante

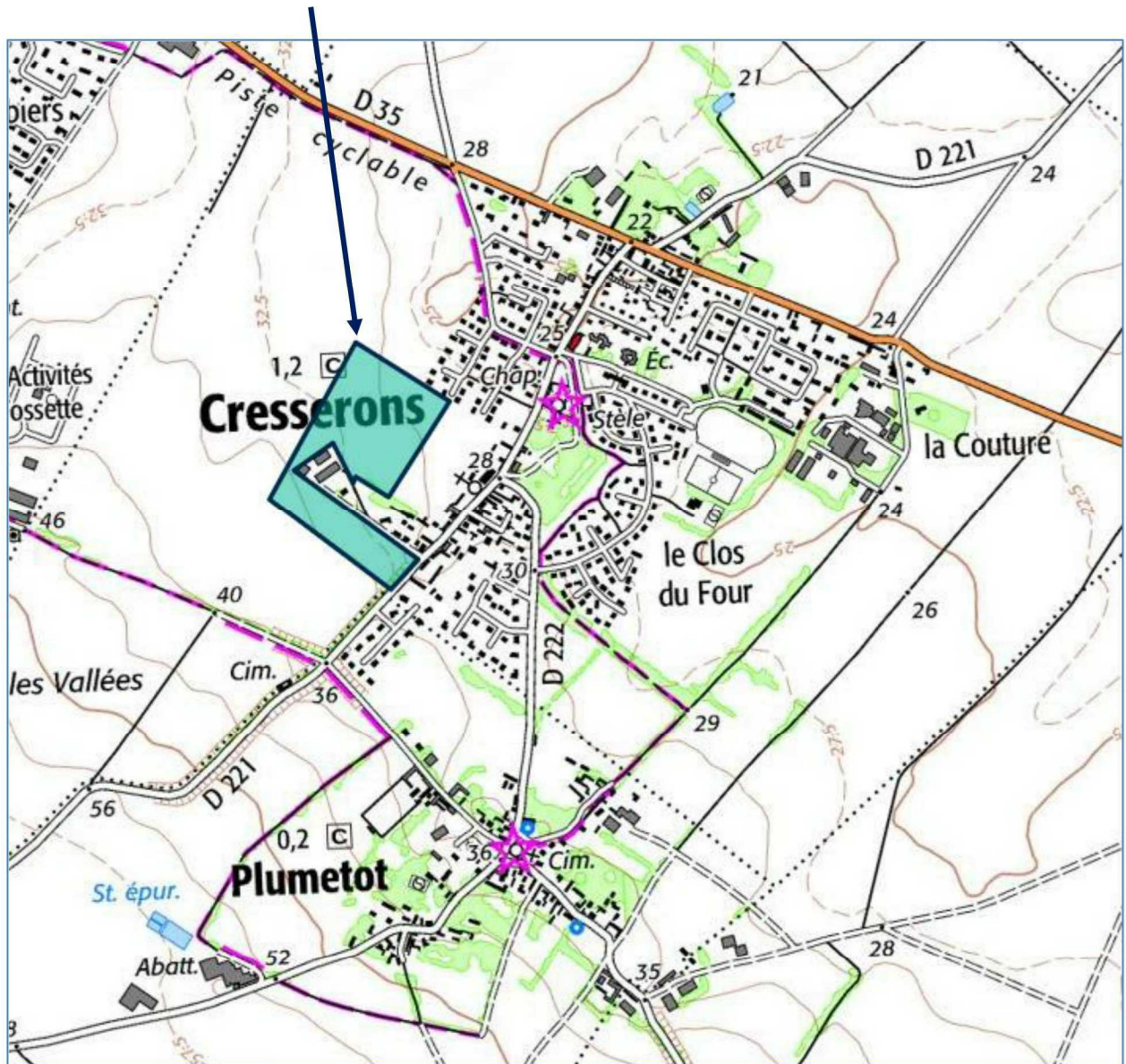
Janvier 2015

L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étapes 1 à 3) doit suivre les étapes de conception et de réalisation de tout projet pour contribuer à la maîtrise des risques géotechniques. Le maître d'ouvrage ou son mandataire doit faire réaliser successivement chacune de ces missions par une ingénierie géotechnique. Chaque mission s'appuie sur des données géotechniques adaptées issues d'investigations géotechniques appropriées.

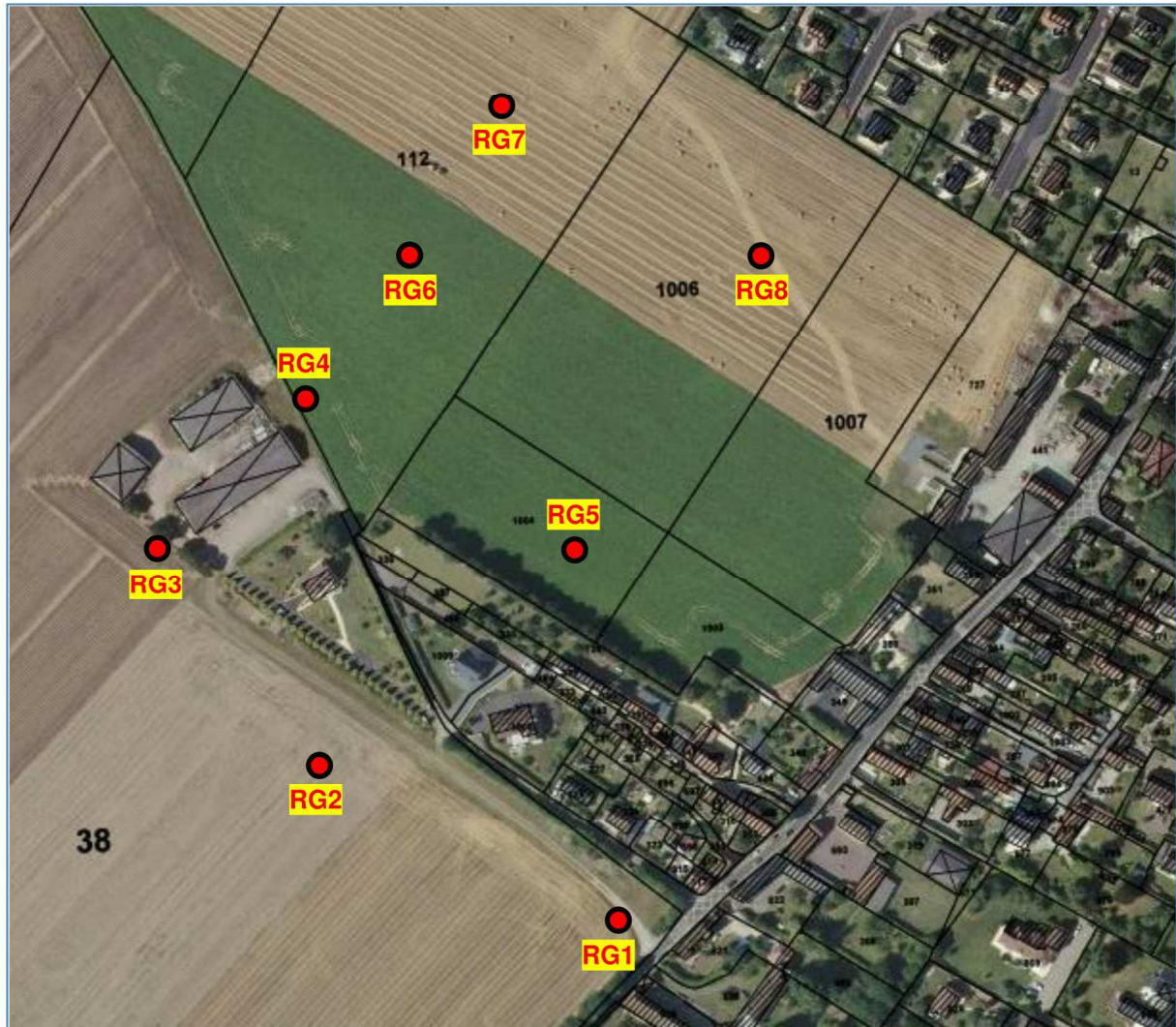
<p>ETAPE 1 : ETUDE GEOTECHNIQUE PREALABLE (G1)</p> <p>Cette mission exclut toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages géotechniques qui entre dans le cadre de la mission d'étude géotechnique de conception (étape 2). Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire. Elle comprend deux phases:</p> <p><u>Phase Étude de Site (ES)</u></p> <p>Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques d'un site. - Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisinants avec visite du site et des alentours.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats. - Fournir un rapport donnant pour le site étudié un modèle géologique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs. <p><u>Phase Principes Généraux de Construction (PGC)</u></p> <p>Elle est réalisée au stade d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour réduire les conséquences des risques géotechniques importants identifiés. Elle s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats. - Fournir un rapport de synthèse des données géotechniques à ce stade d'étude (première approche de la ZIG, horizons porteurs potentiels, ainsi que certains principes généraux de construction envisageables (notamment fondations, terrassements, ouvrages enterrés, améliorations de sols). <p>ETAPE 2 : ETUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)</p> <p>Cette mission permet l'élaboration du projet des ouvrages géotechniques et réduit les conséquences des risques géotechniques importants identifiés. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend trois phases:</p> <p><u>Phase Avant-projet (AVP)</u></p> <p>Elle est réalisée au stade de l'avant-projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats. - Fournir un rapport donnant les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet, les principes de construction envisageables (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions générales vis-à-vis des nappes et des avoisinants), une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique et la pertinence d'application de la méthode observationnelle pour une meilleure maîtrise des risques géotechniques. <p><u>Phase Projet (PRO)</u></p> <p>Elle est réalisée au stade du projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées suffisamment représentatives pour le site. - Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fournir un dossier de synthèse des hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du projet (valeurs caractéristiques des paramètres géotechniques en particulier), des notes techniques donnant les choix constructifs des ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions vis-à-vis des nappes et des avoisinants), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités. <p><u>Phase DCE / ACT</u></p> <p>Elle est réalisée pour finaliser le Dossier de Consultation des Entreprises et assister le maître d'ouvrage pour l'établissement des Contrats de Travaux avec le ou les entrepreneurs retenus pour les ouvrages géotechniques.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Établir ou participer à la rédaction des documents techniques nécessaires et suffisants à la consultation des entreprises pour leurs études de réalisation des ouvrages géotechniques (dossier de la phase Projet avec plans, notices techniques, cahier des charges particulières, cadre de bordereau des prix et d'estimatif, planning prévisionnel). - Assister éventuellement le maître d'ouvrage pour la sélection des entreprises, analyser les offres techniques, participé à la finalisation des pièces techniques des contrats de travaux. 	<p>ETAPE 3 : ETUDES GEOTECHNIQUES DE REALISATION (G3 et G 4, distinctes et simultanées)</p> <p>ETUDE ET SUIVI GEOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)</p> <p>Cette mission permet de réduire les risques géotechniques résiduels par la mise en œuvre à temps de mesures correctives d'adaptation ou d'optimisation. Elle est confiée à l'entrepreneur sauf disposition contractuelle contraire, sur la base de la phase G2 DCE/ACT. Elle comprend deux phases interactives:</p> <p><u>Phase Étude</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats. - Étudier dans le détail les ouvrages géotechniques: notamment établissement d'une note d'hypothèses géotechniques sur la base des données fournies par le contrat de travaux ainsi que des résultats des éventuelles investigations complémentaires, définition et dimensionnement (calculs justificatifs) des ouvrages géotechniques, méthodes et conditions d'exécution (phasages généraux, suivis, auscultations et contrôles à prévoir, valeurs seuils, dispositions constructives complémentaires éventuelles). - Élaborer le dossier géotechnique d'exécution des ouvrages géotechniques provisoires et définitifs: plans d'exécution, de phasage et de suivi. <p><u>Phase Suivi</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Suivre en continu les auscultations et l'exécution des ouvrages géotechniques, appliquer si nécessaire des dispositions constructives prédéfinies en phase Étude. - Vérifier les données géotechniques par relevés lors des travaux et par un programme d'investigations géotechniques complémentaire si nécessaire (le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats). - Établir la prestation géotechnique du dossier des ouvrages exécutés (DOE) et fournir les documents nécessaires à l'établissement du dossier d'interventions ultérieures sur l'ouvrage (DIUO). <p>SUPERVISION GEOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)</p> <p>Cette mission permet de vérifier la conformité des hypothèses géotechniques prises en compte dans la mission d'étude et suivi géotechniques d'exécution. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend deux phases interactives:</p> <p><u>Phase Supervision de l'étude d'exécution</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Donner un avis sur la pertinence des hypothèses géotechniques de l'étude géotechnique d'exécution, des dimensionnements et méthodes d'exécution, des adaptations ou optimisations des ouvrages géotechniques proposées par l'entrepreneur, du plan de contrôle, du programme d'auscultation et des valeurs seuils. <p><u>Phase Supervision du suivi d'exécution</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Par interventions ponctuelles sur le chantier, donner un avis sur la pertinence du contexte géotechnique tel qu'observé par l'entrepreneur (G3), du comportement tel qu'observé par l'entrepreneur de l'ouvrage et des avoisinants concernés (G3), de l'adaptation ou de l'optimisation de l'ouvrage géotechnique proposée par l'entrepreneur (G3). - Donner un avis sur la prestation géotechnique du DOE et sur les documents fournis pour le DIUO. <p>A TOUTES ETAPES : DIAGNOSTIC GEOTECHNIQUE (G5)</p> <p>Pendant le déroulement d'un projet ou au cours de la vie d'un ouvrage, il peut être nécessaire de procéder, de façon strictement limitative, à l'étude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques, dans le cadre d'une mission ponctuelle. Ce diagnostic géotechnique précise l'influence de cet ou ces éléments géotechniques sur les risques géotechniques identifiés ainsi que leurs conséquences possibles pour le projet ou l'ouvrage existant.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats. - Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans la globalité du projet ou dans l'étude de l'état général de l'ouvrage existant. - Si ce diagnostic conduit à modifier une partie du projet ou à réaliser des travaux sur l'ouvrage existant, des études géotechniques de conception et/ou d'exécution ainsi qu'un suivi et une supervision géotechniques seront réalisés ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étape 2 et/ou 3). <p style="text-align: right;">Janvier 2015</p>
--	---

ANNEXES

1. Localisation de la zone d'étude



2. Implantation des investigations



3. Coupes des sondages

SONDAGE : RG1

AFFAIRE : AF.17152

DATE : 31/10/2017

PROFONDEUR (m) : 5.0
COTE : 30.7

NGF

COTE NGF	DESCRIPTION	LITHO.	PROF.	NIVEAU D'EAU	OUTIL	EQUIPEMENT
30.3	Terre végétale	/// \\\	0.4 m			
		-----	0.5			
		-----	1.0			
		-----	1.5			
		-----	2.0			
	Limons marron	-----	2.5		Tar. cont.	
		-----	3.0			
27.2	3.5 m	-----	3.5			
		nnnnn	4.0			
	Calcaire beige blanc	nnnnn	4.5			
25.7	5.0 m	nnnnn	5.0		5.0	
			5.5			
			6.0			
			6.5			
			7.0			
			7.5			
			8.0			
			8.5			
			9.0			

CRESSERONS - Lotissement



SONDAGE : RG2

AFFAIRE : AF.17152

DATE : 31/10/2017

PROFONDEUR (m) : 3.0
COTE : 31.5

NGF

COTE NGF	DESCRIPTION	LITHO.	PROF.	NIVEAU D'EAU	OUTIL	EQUIPEMENT
31.1	Terre végétale	/// \\\	0.5			
		-----	1.0			
		-----	1.5		Tar. cont.	
	Limon marron	-----	2.0			
		-----	2.5			
28.5		-----	3.0			3.0
			3.5			
			4.0			
			4.5			
			5.0			
			5.5			
			6.0			
			6.5			
			7.0			
			7.5			
			8.0			
			8.5			
			9.0			

SONDAGE : RG3

AFFAIRE : AF.17152

DATE : 31/10/2017

PROFONDEUR (m) : 3.0
COTE : 33.1

NGF

COTE NGF	DESCRIPTION	LITHO.	PROF.	NIVEAU D'EAU	OUTIL	EQUIPEMENT
32.7	Terre végétale	/// \\\	0.5			
30.6	Limon marron	-----	1.0			
		-----	1.5		Tar. cont.	
		-----	2.0			
30.1	Calcaire beige blanc	n n n n	2.5			
30.1		n n n n	3.0		3.0	
			3.5			
			4.0			
			4.5			
			5.0			
			5.5			
			6.0			
			6.5			
			7.0			
			7.5			
			8.0			
			8.5			
			9.0			

CRESSERONS - Lotissement



SONDAGE : RG4

AFFAIRE : AF.17152

DATE : 31/10/2017

PROFONDEUR (m) : 3.0
COTE : 31.6

NGF

COTE NGF	DESCRIPTION	LITHO.	PROF.	NIVEAU D'EAU	OUTIL	EQUIPEMENT
31.2	Terre végétale	/// \\\	0.5			
		-----	1.0			
		-----	1.5		Tar. cont.	
	Limon marron	-----	2.0			
		-----	2.5			
28.6		-----	3.0			3.0
			3.5			
			4.0			
			4.5			
			5.0			
			5.5			
			6.0			
			6.5			
			7.0			
			7.5			
			8.0			
			8.5			
			9.0			

CRESSERONS - Lotissement



SONDAGE : RGS

AFFAIRE : AF.17152

DATE : 31/10/2017

PROFONDEUR (m) : 5.0
COTE : 29.4

NGF

COTE NGF	DESCRIPTION	LITHO.	PROF.	NIVEAU D'EAU	OUTIL	EQUIPEMENT
29.0	Terre végétale	/// \\\	0.5			
		-----	1.0			
		-----	1.5			
		-----	2.0			
	Limon marron	-----	2.5		Tar. cont.	
		-----	3.0			
		-----	3.5			
25.4		-----	4.0			
	Calcaire beige blanc	nnnn	4.5			
		nnnn	5.0			
24.4		nnnn	5.0		5.0	
			5.5			
			6.0			
			6.5			
			7.0			
			7.5			
			8.0			
			8.5			
			9.0			

SONDAGE : RG6

AFFAIRE : AF.17152

DATE : 31/10/2017

PROFONDEUR (m) : 3.0
COTE : 30.1

NGF

COTE NGF	DESCRIPTION	LITHO.	PROF.	NIVEAU D'EAU	OUTIL	EQUIPEMENT
29.7	Terre végétale	/// \\\	0.5			
27.1	Limon marron	-----	1.0			
			1.5		Tar. cont.	
			2.0			
			2.5			
			3.0			3.0
			3.5			
			4.0			
			4.5			
			5.0			
			5.5			
			6.0			
			6.5			
			7.0			
			7.5			
			8.0			
			8.5			
			9.0			

SONDAGE : RG7

AFFAIRE : AF.17152

DATE : 31/10/2017

PROFONDEUR (m) : 3.0
COTE : 29.2

NGF

COTE NGF	DESCRIPTION	LITHO.	PROF.	NIVEAU D'EAU	OUTIL	EQUIPEMENT
28.9	0.3 m Terre végétale	/// \\\ /// \\\ /// \\\	0.5			
			1.0			
			1.5		Tar. cont.	
			2.0			
			2.5			
26.2	3.0 m Limon marron		3.0			3.0
			3.5			
			4.0			
			4.5			
			5.0			
			5.5			
			6.0			
			6.5			
			7.0			
			7.5			
			8.0			
			8.5			
			9.0			

CRESSERONS - Lotissement



SONDAGE : RG8

AFFAIRE : AF.17152

DATE : 31/10/2017

PROFONDEUR (m) : 5.0

COTE : 28.4

NGF

COTE NGF	DESCRIPTION	LITHO.	PROF.	NIVEAU D'EAU	OUTIL	EQUIPEMENT
28.0	Terre végétale	/// \\\	0.5			
		.....	1.0			
		.....	1.5			
		.....	2.0			
	Limon marron	.....	2.5		Tar. cont.	
		.....	3.0			
		.....	3.5			
		.....	4.0			
23.9		.....	4.5			
	Calcaire beige blanc	n n n n				
23.4		n n n n	5.0		5.0	
			5.5			
			6.0			
			6.5			
			7.0			
			7.5			
			8.0			
			8.5			
			9.0			

4. Essais de perméabilité

Essai d'infiltration multiple à niveau variable

Cavité cylindrique verticale

Affaire : **CRESSERONS**

N° d'affaire : **AF.17152**

Essai : **RG1**

Date : **13/11/2017**

Cote :

Diamètre de la cavité (m) : **0.064**

Hauteur de la cavité (m) : **5.00**

MESURES

Temps	Mesures (cm)
00:00:00	477.8
00:12:30	477.9
00:17:10	267.2
00:32:19	292.9
00:34:50	157.0
00:44:23	190.0

PERMEABILITE

Tranche de profondeurs (m)		K (m/s)
5.00	4.78	9.0E-08
4.78	2.80	2.3E-06
2.80	1.74	4.4E-06

Essai d'infiltration multiple à niveau variable

Cavité cylindrique verticale

Affaire : **CRESSERONS**

N° d'affaire : **AF.17152**

Essai : **RG2**

Date : **13/11/2017**

Cote :

Diamètre de la cavité (m) : **0.064**

Hauteur de la cavité (m) : **3.00**

MESURES

Temps	Mesures (cm)
00:00:00	225.4
00:16:45	233.7
00:17:32	151.8
00:25:57	164.2
00:27:13	145.7
00:35:04	157.8

PERMEABILITE

Tranche de profondeurs (m)		K (m/s)
3.00	2.30	1.8E-06
2.30	1.58	3.6E-06
1.58	1.52	2.9E-06

Essai d'infiltration multiple à niveau variable

Cavité cylindrique verticale

Affaire : CRESSERONS

N° d'affaire : AF.17152

Essai : RG3

Date : 13/11/2017

Cote :

Diamètre de la cavité (m) : 0.064

Hauteur de la cavité (m) : 3.00

MESURES

Temps	Mesures (cm)
00:08:25	242.8
00:24:43	249.8
00:27:15	139.6
00:39:24	166.8
00:41:15	115.5
00:47:52	132.0

PERMEABILITE

Tranche de profondeurs (m)		K (m/s)
3.00	2.46	2.1E-06
2.46	1.53	5.2E-06
1.53	1.24	2.3E-06

Essai d'infiltration multiple à niveau variable

Cavité cylindrique verticale

Affaire : **CRESSERONS**

N° d'affaire : **AF.17152**

Essai : **RG4**

Date : **13/11/2017**

Cote :

Diamètre de la cavité (m) : **0.064**

Hauteur de la cavité (m) : **3.00**

MESURES

Temps	Mesures (cm)
00:00:16	255.2
00:07:03	259.2
00:09:37	144.1
00:14:16	153.1
00:15:51	106.0
00:20:42	116.5

PERMEABILITE

Tranche de profondeurs (m)		K (m/s)
3.00	2.57	3.5E-06
2.57	1.49	3.3E-06
1.49	1.11	1.6E-06

Essai d'infiltration multiple à niveau variable

Cavité cylindrique verticale

Affaire : **CRESSERONS**

N° d'affaire : **AF.17152**

Essai : **RG5**

Date : **13/11/2017**

Cote :

Diamètre de la cavité (m) : **0.064**

Hauteur de la cavité (m) : **5.00**

MESURES

Temps	Mesures (cm)
00:00:00	455.4
00:05:31	457.6
00:06:14	306.3
00:09:20	310.2
00:10:49	294.8
00:13:06	298.0

PERMEABILITE

Tranche de profondeurs (m)		K (m/s)
5.00	4.57	2.4E-06
4.57	3.08	1.5E-06
3.08	2.96	3.2E-06

Essai d'infiltration multiple à niveau variable

Cavité cylindrique verticale

Affaire : **CRESSERONS**
N° d'affaire : **AF.17152**
Essai : **RG6**
Date : **13/11/2017**
Cote :

Diamètre de la cavité (m) : **0.064**
Hauteur de la cavité (m) : **3.00**

MESURES

Temps	Mesures (cm)
00:03:53	228.7
00:11:41	233.2
00:14:02	151.3
00:19:45	156.4
00:23:29	146.7
00:28:33	151.4

PERMEABILITE

Tranche de profondeurs (m)		K (m/s)
3.00	2.31	2.2E-06
2.31	1.54	1.1E-06
1.54	1.49	2.0E-06

Essai d'infiltration multiple à niveau variable

Cavité cylindrique verticale

Affaire : **CRESSERONS**

N° d'affaire : **AF.17152**

Essai : **RG7**

Date : **01/11/2017**

Cote :

Diamètre de la cavité (m) : **0.064**

Hauteur de la cavité (m) : **3.00**

MESURES

Temps	Mesures (cm)
00:00:00	261.8
00:06:52	263.0
00:11:08	147.1
00:20:40	162.0
00:22:41	129.0
00:25:06	131.2

PERMEABILITE

Tranche de profondeurs (m)		K (m/s)
3.00	2.62	1.2E-06
2.62	1.55	3.4E-06
1.55	1.30	~ 0

Essai d'infiltration multiple à niveau variable

Cavité cylindrique verticale

Affaire : **CRESSERONS**
N° d'affaire : **AF.17152**
Essai : **RG8**
Date : **01/11/2017**
Cote :

Diamètre de la cavité (m) : **0.064**
Hauteur de la cavité (m) : **5.00**

MESURES

Temps	Mesures (cm)
00:03:51	452.8
00:14:09	453.7
00:16:49	302.3
00:28:23	314.8
00:30:13	284.2
00:33:05	288.4

PERMEABILITE

Tranche de profondeurs (m)		K (m/s)
5.00	4.53	4.8E-07
4.53	3.09	1.8E-06
3.09	2.86	4.6E-06

5. Liste des abréviations utilisées

Outils de forage (diamètres en mm)

T	Ø 64	: taillant de diamètre 64 mm
T	Ø 89	: taillant de diamètre 89 mm
CB	Ø 60	: carottier battu de diamètre 60 mm
CB	Ø 90	: carottier battu de diamètre 90 mm
CR	Ø 86	: carottier rotatif de diamètre 86 mm
CC	Ø 128	: carottier à câble de diamètre 128 mm
CPS	Ø 90	: carottier à piston stationnaire de diamètre 90 mm
Tar	Ø 63	: tarière mécanique de diamètre 63 mm
Tar	Ø 90	: tarière mécanique de diamètre 90 mm
TàM	Ø 60	: tarière à main de diamètre 60 mm
Tri	Ø 64	: tricône de diamètre 64 mm

Divers

PM	: Pelle mécanique
E	: Eau
B	: Boue de bentonite
A	: Air
GSP	: Boue de forage
EI	: Echantillon intact

Essais pressiométrique

E_M	: module de déformation pressiométrique
p_l-p_0 (ou p_l^*)	: pression limite nette de rupture
p_f	: pression de fluage

Essai pénétrométrique

Q_d	: résistance à la pénétration dynamique
-------	---

ANNEXE 9 :

Extrait de la carte des risques de remontées de nappe

« Profondeur de la nappe phréatique en période de très hautes eaux »

Source : DREAL Normandie

Profondeur de la nappe phréatique en période de très hautes eaux



Cresserons

Code insee : 14197

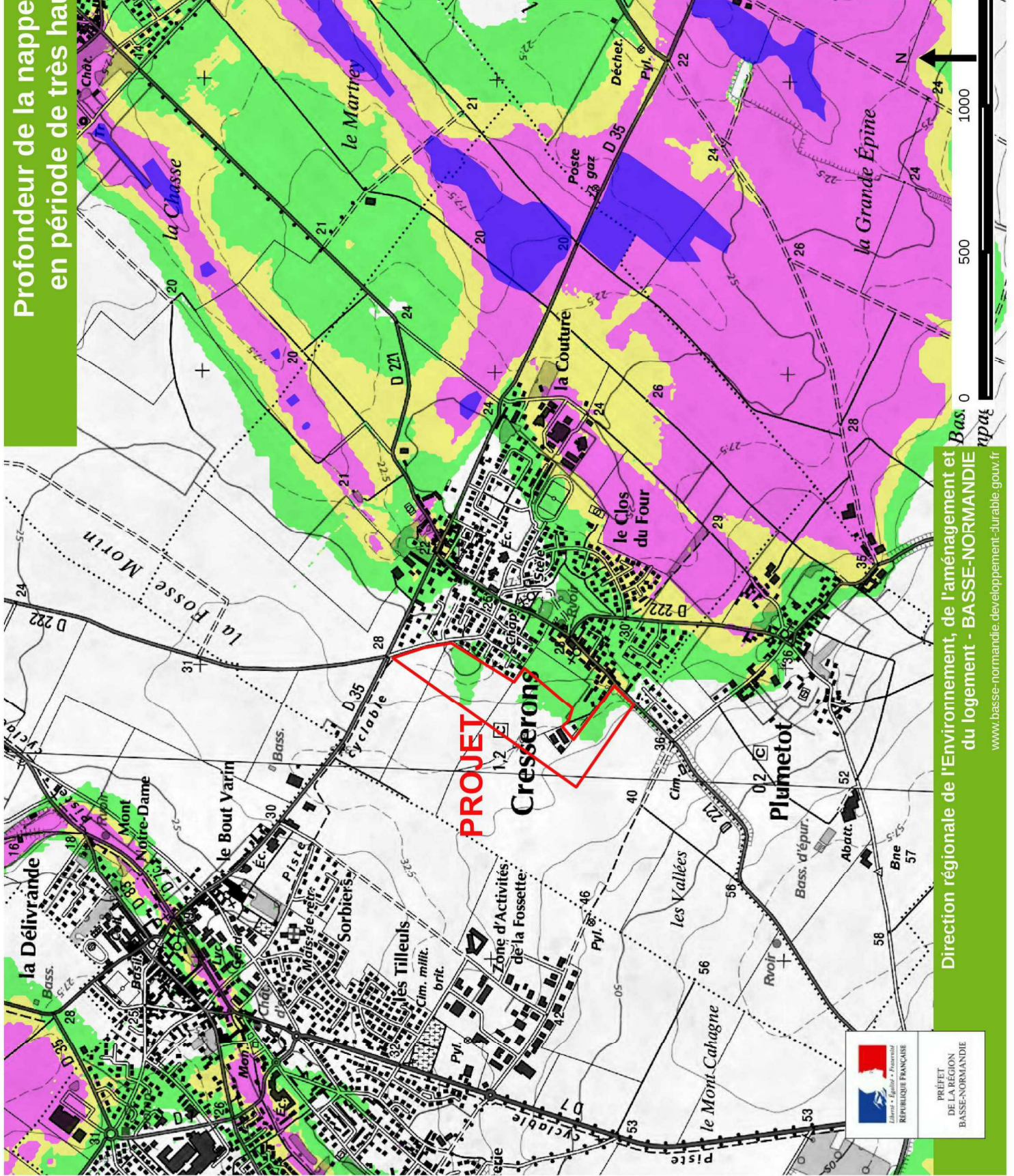
Profondeur de l'eau et nature du risque

- Débordements de nappe observés
- 0 à 1 m : risque d'inondation des réseaux et sous-sols
- de 1 m à 2.5 m : risque d'inondation des sous-sols
- 2.5 m à 5 m : risque pour les infrastructures profondes

Etat de la connaissance : février 2014

Il est fortement conseillé de se rapporter à la notice avant l'interprétation de cette carte.

Sources :
DREAL Basse-Normandie
N Protocole IGN/MEDDE
1500 m 2014-04-11



Direction régionale de l'Environnement, de l'aménagement et du logement - BASSE-NORMANDIE
www.basse-normandie.developpement-durable.gouv.fr



ANNEXE 10 :

**Etude de faisabilité sur le potentiel de développement
en énergies renouvelables**

Source : AFCE

- ETUDE DU POTENTIEL EN ENERGIES RENOUVELABLES -



*Etude de faisabilité sur le potentiel de développement en énergies
renouvelables pour le projet d'aménagement d'un lotissement sur la Commune
de CRESSERONS (14).*

SOMMAIRE

OBJECTIF ET CONTEXTE DE L'ETUDE	2
CHAPITRE I : PROGRAMME ET BESOINS ENERGETIQUES	3
1. Périmètre de l'étude	3
a) <i>Présentation de la zone d'aménagement</i>	<i>3</i>
b) <i>Eléments de Programmation.....</i>	<i>4</i>
2. Evaluation des Besoins	5
CHAPITRE II : ENERGIES MOBILISABLES SUR LE SITE	8
1. Energies Fossiles	9
a) <i>L'électricité.....</i>	<i>9</i>
b) <i>Le Gaz</i>	<i>9</i>
2. Energies Renouvelables	10
a) <i>La Filière Solaire</i>	<i>10</i>
b) <i>La Filière Biomasse</i>	<i>13</i>
c) <i>La Filière Géothermie</i>	<i>16</i>
d) <i>La Filière Eolienne.....</i>	<i>18</i>
3. Synthèse du potentiel de développement des énergies renouvelables de la zone d'aménagement.....	20
CHAPITRE III : POTENTIEL DE DEVELOPPEMENT DES ENERGIES RENOUVELABLES.....	21
1. Approvisionnement en Energie des Logements.....	21
2. Scénarios d'approvisionnement énergétique.....	22
a) <i>Scénario de référence (S0).....</i>	<i>22</i>
b) <i>Scénario Gaz-Solaire (S1).....</i>	<i>23</i>
c) <i>Scénario Gaz-Solaire photovoltaïque (S2).....</i>	<i>26</i>
d) <i>Scenarion PAC Air/Eau (S3).....</i>	<i>29</i>
e) <i>Bilan des scénarios d'approvisionnement en énergie</i>	<i>33</i>
ANNEXES	37
Les principaux Indicateurs de l'Etude	37
a) <i>Le Coût de l'énergie.....</i>	<i>37</i>
b) <i>Le bilan carbone des principales filières énergétiques.....</i>	<i>37</i>

OBJECTIF ET CONTEXTE DE L'ETUDE

La loi « Grenelle 1 » du 03 août 2009 impose, pour toutes les nouvelles zones d'aménagement urbain, zones d'aménagement concerté ou zones industrielles dès les études préalables une étude de faisabilité sur le potentiel de développement en énergies renouvelables.

Cette obligation est retranscrite au sein de l'article L128-4 du Code de l'urbanisme :

« Toute action ou opération d'aménagement telle que définie à l'article L. 300-1 et faisant l'objet d'une étude d'impact doit faire l'objet d'une étude de faisabilité sur le potentiel de développement en énergies renouvelables de la zone... ».

La présente étude du potentiel en énergies renouvelables s'inscrit dans le cadre de l'étude d'impact réalisée pour le projet d'aménagement d'un lotissement de 186 habitations sur la Commune de Cresserons (14).

L'analyse se déroulera en 3 phases :

- **1^{ère} phase : Evaluation des besoins énergétiques du programme ;**
- **2^{ème} phase : Analyse des potentiels d'énergie renouvelable exploitable sur le site ;**
- **3^{ème} phase : Analyse technico-économique des opportunités d'approvisionnement en énergies renouvelables du site.**

CHAPITRE I : PROGRAMME ET BESOINS ENERGETIQUES

1. PERIMETRE DE L'ETUDE

a) PRESENTATION DE LA ZONE D'AMENAGEMENT

Le projet d'aménagement du futur lotissement à Cresserons, commune située dans le Calvados en Normandie, prévoit le développement d'un parc de 186 logements en deux tranches pour une emprise totale de 120 000m².



-Lotissement 186 logements CRESSERONS – Plan masse du projet

b) ELEMENTS DE PROGRAMMATION

Les hypothèses de programmation du futur lotissement intégrées dans l'étude sont issues des éléments de la maîtrise d'ouvrage pour la présente opération projetée sur la Commune de Cresserons.

La création du lotissement prévoit un total de 186 logements en deux tranches avec :

- Tranche 1 :
 - 27 logements individuels (mini intermédiaires groupés par 3 maisons en bande) ;
 - 93 lots libres ;
 - Soit un total de 120 logements.

- Tranche 2 :
 - 14 logements individuels (mini intermédiaires groupés par 3 maisons en bande) ;
 - 52 lots libres ;
 - Soit un total de 66 logements.

- Soit au total 186 logements.



-Répartition des lots – «Projet Lotissement – Cresserons»

2. EVALUATION DES BESOINS

Les futures opérations de construction de logements à Cresserons dans la cadre du projet de lotissement de la présente étude s'identifie exclusivement à de l'habitat de type individuel et de type intermédiaire.

Ainsi, les besoins énergétiques liés à la typologie de bâtiment d'habitation se divisent selon les postes de consommations énergétiques suivants :

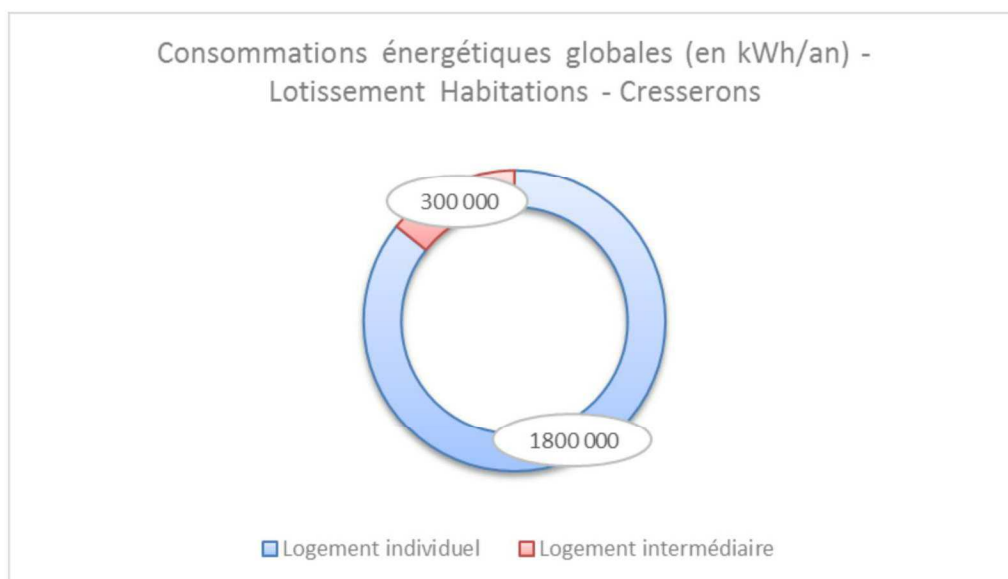
- Les besoins de chaleur pour le chauffage des logements ;
- Les besoins de chaleur pour la production d'eau chaude sanitaire des logements ;
- Les besoins électriques pour les usages spécifiques et non spécifiques des logements ;

Le calcul des besoins résulte à la fois de la nature des constructions réalisées et des activités dispensées dans les bâtiments → Etude du profil de consommation d'un logement ;

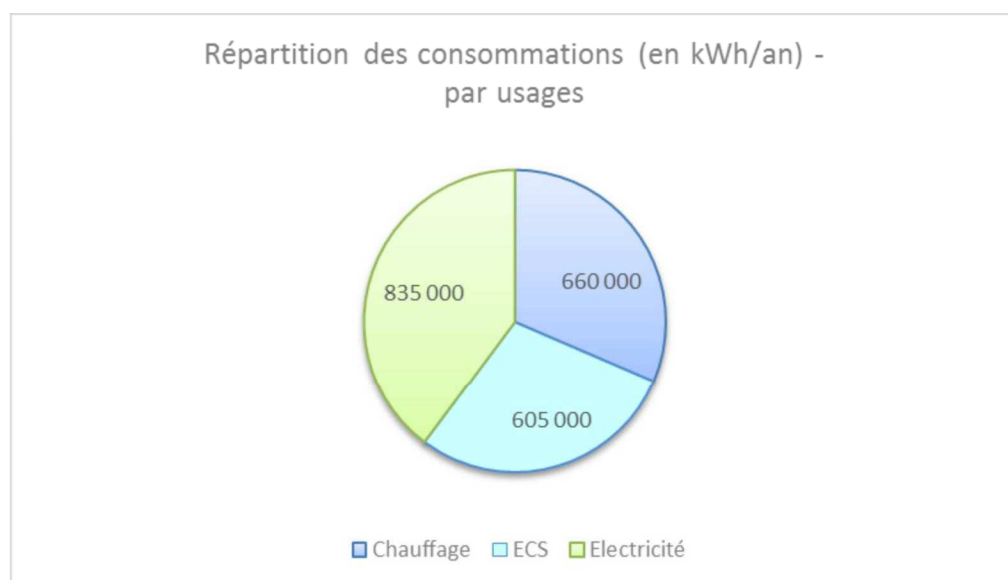
A partir des bases de données internes issues des calculs thermiques réglementaires (RT2012) et des missions de suivi énergétique de notre bureau d'études Effinergie BBC 2017 – BEPOS 2017/BEPAS/... (usages réglementaires et non réglementaires), et des bases de données externes (ADEME, INSEE, ARENE,...), les besoins énergétiques du futur lotissement ont été déterminés selon les principaux postes de consommations des ménages.

Les calculs thermiques pour la consommation de chauffage des logements sont basés sur un **niveau de performance énergétique RT2012.**

La répartition des besoins pour l'ensemble du projet de lotissement à Cresserons s'exprime par les résultats suivants :



La répartition des consommations par usage est la suivante :



Nota : Les données graphiques sont en kWh par an.

Analyse :

Ces données d'entrée permettent de mettre en avant la part des besoins énergétiques pour le projet et leur incidence sur les systèmes de production associés :

- **La part prépondérante des besoins en chaleur** dans le bilan global des consommations énergétiques → **31% pour le chauffage et 29% pour l'eau chaude sanitaire, soit 60% des besoins totaux ;**
- Les besoins en chauffage sont aujourd'hui réduits compte tenu du renforcement des exigences thermiques réglementaires liées au bâti (RT2012 → Indicateur Bbio) ;
- La part des besoins en électricité pour les ménages restent néanmoins non négligeable (besoins en électricité pour les usages réglementaires et spécifiques des bâtiments) → 40%. Ces besoins résultent de la consommation des ménages pour l'éclairage, la ventilation, l'électroménager, l'informatique, les organes de régulation,...

Nota : Il est important de préciser que les valeurs fournies sont issues d'hypothèses de surface liées aux éléments de programmation fournies.

A ce stade, elles ne peuvent être interpréter comme des valeurs de références de la consommation du site mais comme une cartographie, un indicateur, des valeurs relatives pour les usages énergétiques considérés permettant de définir le poids relatif de chacun.

Elles ne peuvent être assimilée à un estimatif de consommation ou à un calcul réglementaire.

CHAPITRE II : ENERGIES MOBILISABLES SUR LE SITE

L'état des lieux des ressources locales est établi afin d'identifier les potentiels exploitables sur le site d'implantation du projet et associer les technologies disponibles pour répondre aux besoins énergétiques de la future zone d'aménagement des logements.

Les alternatives énergétiques sont multiples et doivent intégrer les principaux besoins du futur projet, à savoir la production de chaleur (pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire) et la production d'électricité.

Production d'énergie électrique : A l'échelle du site, une solution globale d'approvisionnement en électricité semble compromise compte tenu de la surface totale de la zone d'aménagement et de la surface totale de bâti, il s'agira dès lors de solution locale à l'échelle du logement. *L'implantation de structure de production électrique collective, type éolienne ou centrale solaire photovoltaïque, sont compromises au regard de l'emprise et de l'implantation du projet.*

Production d'énergie thermique : **L'opportunité du réseau de chaleur* à l'échelle du lotissement a été écartée compte tenu de la configuration du projet (densité du bâti faible). Les potentielles sources d'énergies renouvelables identifiées pour la production de chaleur, telles que le solaire thermique, la thermodynamique,... seront prioritairement développées à l'échelle du logement.**

**Quelques repères technico-économique pour la réalisation d'un réseau de chaleur :*

- Indicateur de faisabilité d'un réseau de chaleur = Densité thermique, c'est-à-dire le rapport entre la quantité d'énergie distribuée par le réseau et la longueur de réseau crée ;

- Valeur clé = 1,5 MWh/ml ;

- Critère ADEME pour le fonds chaleur = 3 MWh/ml ;

➔ **Estimation projet : Densité thermique Réseau de chaleur inférieure à 1 MWh/ml.**

1. ENERGIES FOSSILES

Localement le site est desservi par les principaux réseaux énergétiques :

- a) Électricité ;
- b) Gaz naturel ;

a) L'ELECTRICITE

Cette énergie a l'avantage d'être simple à utiliser et très polyvalente néanmoins elle est difficilement stockable et peu compatible avec une approche écologique de l'énergie. Son impact sur l'environnement est essentiellement lié à son mauvais rendement de production. Seulement un tiers de l'énergie qui entre dans une centrale ressort sous forme d'électricité ce qui conduit l'électricité à être une grande consommatrice de ressources fossiles comme l'uranium, le gaz, le charbon, le fioul,...

Il convient ainsi de limiter et de réserver l'électricité aux seuls besoins spécifiques d'éclairage, d'électroménager, de bureautique,...

b) LE GAZ

Le gaz naturel est une énergie fossile comme le fioul néanmoins moins émettrice de CO₂ à énergie produite équivalente.

- ➔ **Le gaz naturel est considéré comme la solution de référence pour l'étude (distribution du réseau gaz sur le site).**

2. ENERGIES RENOUVELABLES

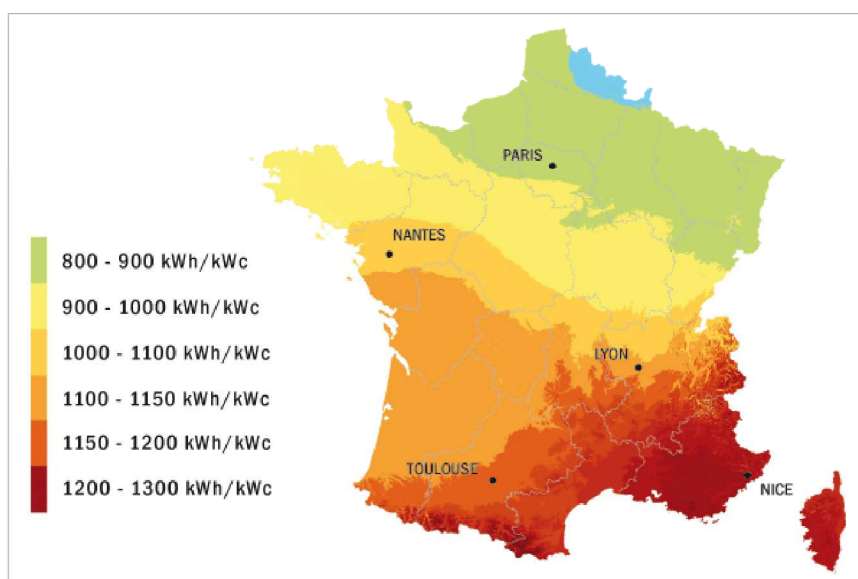
a) LA FILIERE SOLAIRE

L'ensoleillement est présent partout en France avec des potentiels d'exploitation différents, l'un dit « passif » et l'autre « actif ».

→ **L'énergie solaire passive** est la moins chère et l'une des plus efficaces. Elle entre directement dans ce que l'on appelle communément l'approche bioclimatique : il s'agit de réaliser le meilleur compromis architectural, entre apports de chaleur gratuits l'hiver, éclairage naturel optimisé et limitation des surchauffes l'été et en mi-saison. Cette énergie est directement liée au plan masse de la zone d'aménagement et au schéma d'implantation des bâtiments sur celle-ci.

→ **L'énergie solaire active** se décline sous la forme thermique* (pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire), et sous la forme photovoltaïque** (pour la production d'électricité).

La ressource solaire est plus ou moins importante selon la localisation du site :



Carte de France de la production théorique – Ensoleillement – Arebor-énergie

L'ensoleillement du territoire analysé est « faible » à « moyen », un peu plus faible que la moyenne française. Cela ne veut pas dire que les installations solaires ne seront pas pertinentes sur la zone étudiée, mais que les productions seront un peu moins élevées pour une même surface (au minimum 900 à 1000 kWh par kWc installé), et donc la rentabilité un peu plus longue.

*Le solaire thermique :

La filière solaire thermique s'applique prioritairement à l'approvisionnement en eau chaude des bâtiments. Compte tenu des besoins en eau chaude sanitaire du projet d'aménagement pour les logements, cette source d'énergie semble pertinente à l'échelle du projet et à l'échelle de la construction.

- **L'exploitation du solaire thermique peut permettre de couvrir une partie des besoins en Eau Chaude Sanitaire des logements ;**

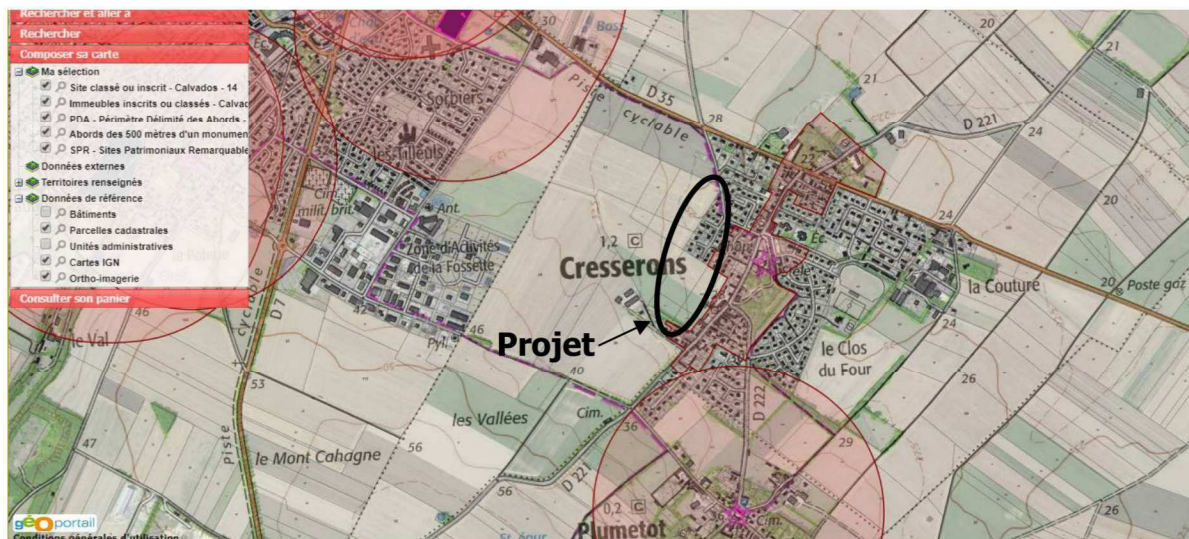
**Le solaire photovoltaïque :

La filière solaire photovoltaïque peut être intéressante à l'échelle du logement compte tenu de la part importante de logements individuels et de la part des besoins en électricité croissante au regard de la réduction des besoins thermiques du bâti liée aux exigences de la réglementation thermique.

- **L'exploitation du solaire photovoltaïque à l'échelle des logements individuels présente une alternative intéressante pour les besoins du projet en conformité avec la réglementation thermique en vigueur ;**

➔ **Contraintes réglementaires :**

La zone d'implantation du projet ne présente pas de contraintes liées à la préservation du patrimoine local (périmètre de protection d'un monument historique) :



*Localisation des périmètres de protection des monuments historiques
(Source : Ministère de la Culture et de la Communication – Direction générale des patrimoines)*

La filière solaire présente un gisement intéressant et indéfiniment renouvelable qui pourrait permettre de satisfaire une part importante des besoins thermiques des futurs logements d'une part, pour les besoins prépondérants en eau chaude sanitaire, et les besoins électriques d'autre part ;

b) LA FILIERE BIOMASSE

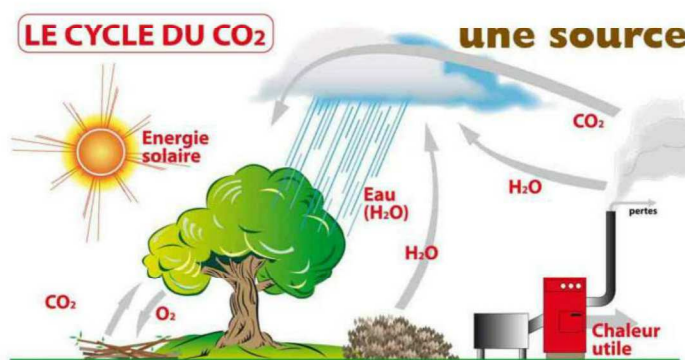
En énergétique, le terme de « biomasse » regroupe toutes les matières organiques qui peuvent dégager de l'énergie soit par combustion directe ou suite à une étape de transformation. La biomasse représente donc aussi bien la fraction biodégradable des déchets industriels ou agricoles que le bois issu directement de la forêt.

Habituellement, les ressources en biomasse peuvent être classées en plusieurs catégories, selon leurs origines :

- le bois, sous forme de bûches, granulés et plaquettes ;
- les sous-produits du bois qui recouvrent l'ensemble des déchets produits par l'exploitation forestière (branchage, écorces, sciures...), par les scieries (sciures, plaquettes...), par les industries de transformation du bois (menuiseries, fabricants de meubles, parquets) et par les fabricants de panneaux ainsi que les emballages tels que les palettes ;
- les sous-produits de l'industrie tels les boues issues de la pâte à papier (liqueur noire) et les déchets des industries agroalimentaires (marcs de raisin et de café, pulpes et pépins de raisin etc.) ;
- les produits issus de l'agriculture traditionnelle (céréales, oléagineux), résidus tels que la paille, la bagasse (résidus ligneux de la canne à sucre) et les nouvelles plantations à vocation énergétique telles que les taillis à courte rotation (saules, miscanthus,...) ;
- les déchets organiques tels que les déchets urbains comprenant les boues d'épuration, les ordures ménagères, et les déchets en provenance de l'agriculture tels que les effluents agricoles.

LE BOIS ENERGIE :

→ Actuellement le Bois Energie est l'une des ressources les plus intéressantes de par son caractère Renouvelable, Neutre pour l'effet de serre (dans le cadre des forêts éco-gérées), Bon marché et Performant.



Cycle du Bois-Energie – Impact neutre sur l'effet de serre

Le gisement disponible est constitué de la ressource forestière, du bois de taille issu de l'entretien des haies,... des sous-produits des industries du bois et des bois de rebut non souillés (voir tableau ci-dessous) garantissant la disponibilité de la ressource.

L'étude « *Bois énergie en Normandie : état des lieux et objectifs 2020* », réalisée par Biomasse Normandie à destination de la DRAF et de l'ADEME pour la Normandie donne un aperçu de la ressource Bois sur le territoire Normand et la disponibilité de la ressource.

Tableau 10 : Mobilisation des produits ligneux pour couvrir les besoins énergétiques
(milliers de tonnes par an)

	Horizon 2012 *	Horizon 2020
Forêts en massif	90 (+ 75)	500
Bocage, boisements agricoles et cultures énergétiques	35 (+ 50)	280
Elagages urbains	35	90
Total forêt, bocage et élagages urbains	160 (+ 125)	870
Produits connexes	20	40
Déchets de bois	65	130
Total connexes et déchets de bois	85	170
Ensemble	245 (+ 125)	1 040

* : entre parenthèses figurent les estimations de consommation supplémentaire de bûches

Tableau 6 : Les ressources annuelles ligneuses en Normandie

	Ressource annuelle milliers de t de matière fraîche /an	Ressource mobilisée milliers de t de matière fraîche /an	Fraction disponible		
			milliers de tonnes / an		% de la ressource annuelle
			matière fraîche	matière sèche	
Ressource primaire	5 295	3 735	1 560	860	29
Total régional	4 345	2 785	1 560	860	36
- forestière	3 170	1 970	1 200	660	38
- bocagère	975	705	270	150	28
- urbaine	200	110	90	50	45
Solde des importations/exportations	950	950	-	-	-
Connexes des industries du bois	735	695	40	25	5
Total régional	570	530	40	25	7
- 1ère transformation (scieries)	350	330	20	10	6
- 2ème transformation (menuiseries)	100	80	20	15	20
- Industries du panneau et du papier	120	120	0	0	0
Solde des importations/exportations	165	165	-	-	-
Bois en fin de vie	295	165	130	100	44
Total régional	225	95	130	100	58
- emballages (classe A)	75	70	5	100	7
- déchets de bois (classes A et B)	150	25	125		83
Solde des importations - exportations	70	70	-	-	-
TOTAL	6 325	4 595	1 730	985	27
<i>Dont à l'échelle régionale</i>	<i>5 140</i>	<i>3 410</i>	<i>1 730</i>	<i>985</i>	<i>34</i>

La lecture de ces 2 tableaux permet d'identifier **985 milliers de tonnes sèches de ressources ligneuses en Normandie par an, ou encore 1 730 milliers de tonnes fraîches par an**. Avec en parallèle, **une évolution de la demande à l'horizon 2020 de 1 000 milliers de tonnes supplémentaires**.

La ressource en bois n'est donc pas un facteur limitant pour développer les projets de chauffage collectif au bois. Localement un accord entre l'ONF, Coforouest, Biocombustibles SA,... garantie l'alimentation en commun des chaufferies collectives et industrielles en plaquettes forestières. De plus, une garantie de la valorisation du bois local peut être demandée par le maître d'ouvrage.

La ressource Biomasse locale peut effectivement permettre de répondre entièrement aux besoins thermiques du futur lotissement sur les moyens et longs termes.

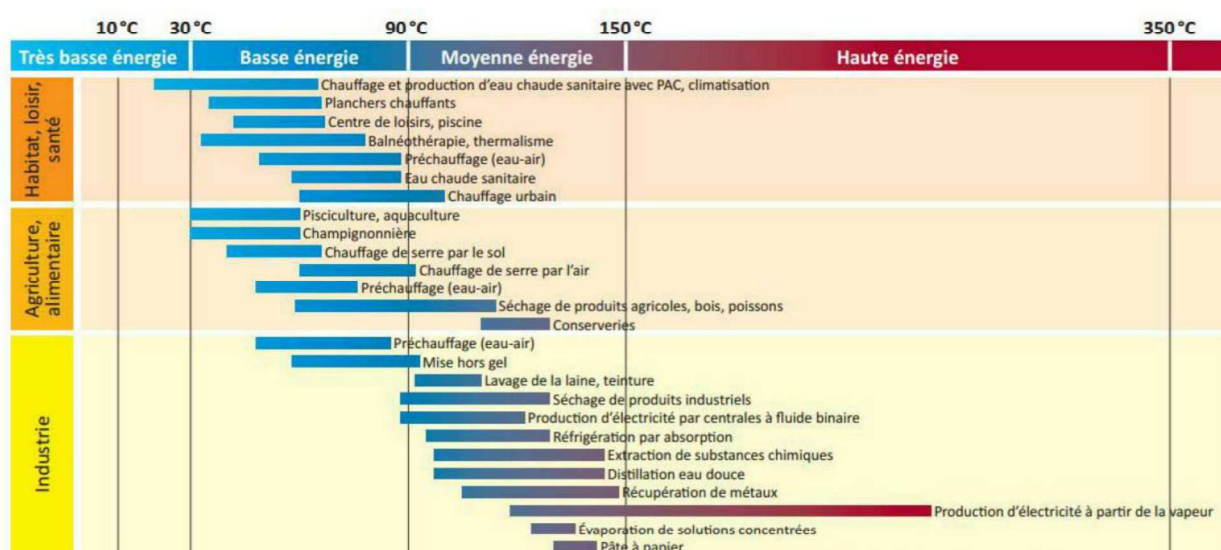
Néanmoins, dans le contexte du projet l'alternative Bois ne pourra être retenue comme une solution collective d'approvisionnement (chaufferie collective Bois) dont l'ampleur des installations (silo, chaufferie, infrastructures routières, zone d'approvisionnement...) et le linéaire de réseau à créer n'est pas en adéquation avec la densité de logements du projet.

Dans le cadre du projet, la solution Bois pourrait être envisagée au cas par cas en solution complémentaire (poêle à bois ou chaudière à granulés).

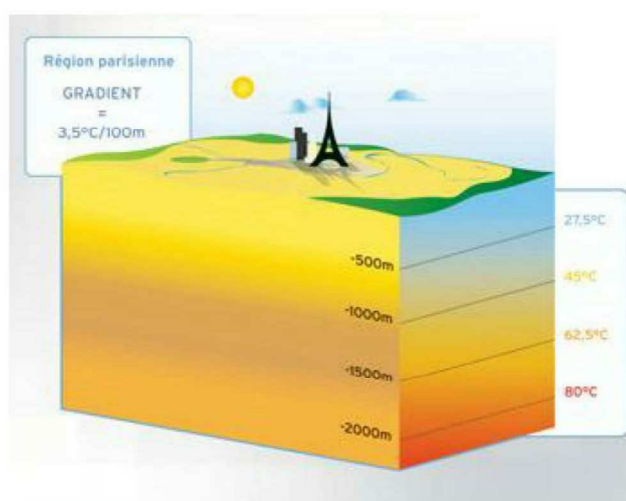
c) LA FILIERE GEOTHERMIE

La géothermie est l'exploitation de la chaleur du sous-sol. Elle couvre l'ensemble des applications permettant de récupérer la chaleur contenue dans le sous-sol ou dans les nappes d'eau souterraines (la température de la terre et de l'eau souterraine est d'autant plus élevée que l'on se rapproche du centre de la terre). Le « gradient géothermal », c'est-à-dire l'accroissement de la température en fonction de la profondeur, est en moyenne sur notre planète de 3,3°C par 100 mètres.

Les gisements géothermiques sont qualifiés en fonction de leur température de haute à très basse énergie et en fonction de l'application, les calories ainsi récupérées peuvent servir à la production de chaleur et/ou de froid :



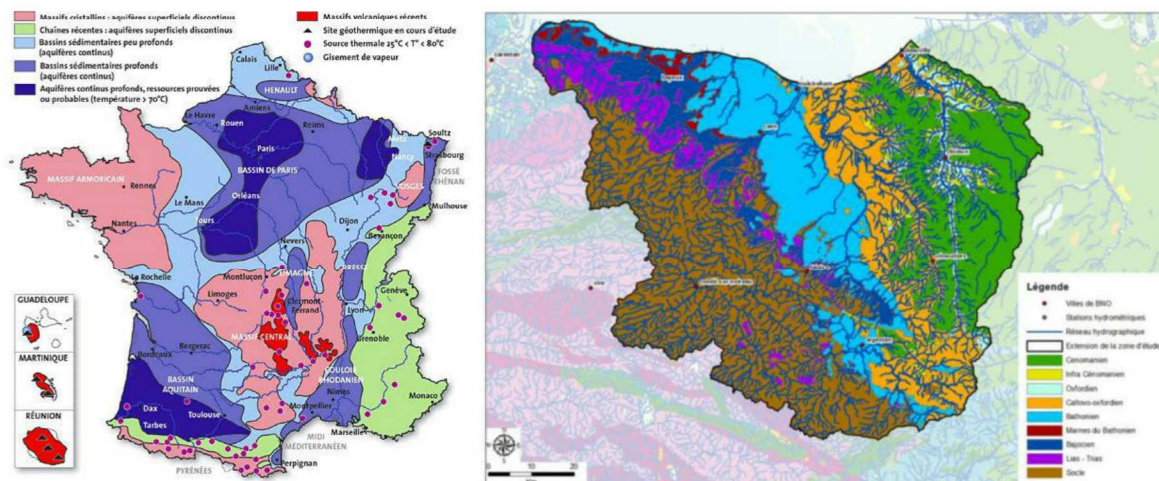
Les principales utilisations de la géothermie en fonction des températures – Géothermie Perspectives



- Géothermie très basse énergie = à la surface de la terre ;
- Géothermie basse énergie = de 1000 à 2500m de profondeur ;
- Géothermie moyenne énergie = de 2500 à 4000m de profondeur ;
- Géothermie haute énergie = jusqu'à 4000m de profondeur ;

Le territoire d'implantation de la future zone d'aménagement des logements sur la Commune de Cresserons (14) est caractérisé par des aquifères peu profonds où la température sera inférieure à 30°C, température très basse, qui peut cependant être utilisée pour le chauffage et le refroidissement adjoint à une pompe à chaleur :

Nature de la nappe phréatique – Données BRGM :

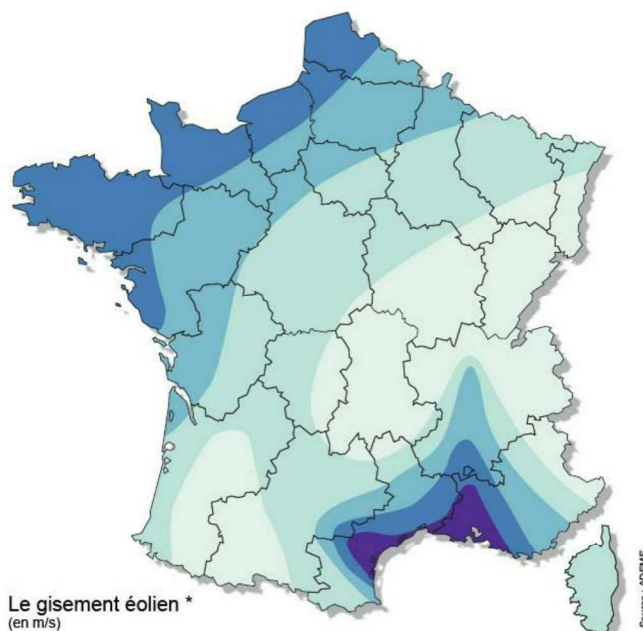


Extrait du rapport du BRGM/RP-62002-FR de Juin 2013

Seul un potentiel de géothermie très basse énergie sera exploitable sur le site (aquifère du Bathonien) à de faibles profondeurs. L'exploitation de cette alternative énergétique demandera un investissement important en études et en conception qui semble disproportionné au regard du gain potentiel maximum escompté et des besoins énergétiques du site.

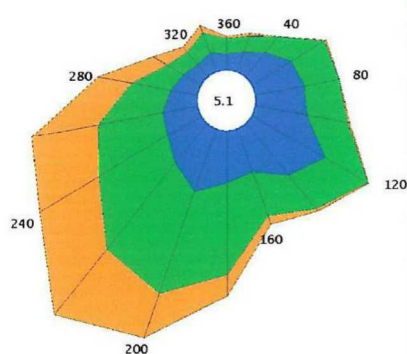
d) LA FILIERE EOLIENNE

La Basse-Normandie possède un potentiel de développement éolien indéniable au regard l'exposition du département favorable aux vents dominants (Voir Rose des vents pour le site ci-dessous) :

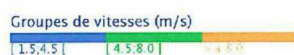


	Bocage dense, bois, banlieue	Rase campagne, obstacles éparés	Prairies plates, quelques buissons	Lacs, mer	Crêtes** collines
Zone 1	< 3,5	< 4,5	< 5,0	< 5,5	< 7,0
Zone 2	3,5 - 4,5	4,5 - 5,5	5,0 - 6,0	5,5 - 7,0	7,0 - 8,5
Zone 3	4,5 - 5,0	5,5 - 6,5	6,0 - 7,0	7,0 - 8,0	8,5 - 10
Zone 4	5,0 - 6,0	6,5 - 7,5	7,0 - 8,5	8,0 - 9,0	10 - 11,5
Zone 5	> 6,0	> 7,5	> 8,5	> 9,0	> 11,5

* Vitesse du vent à 50 mètres au dessus du sol en fonction de la topographie
** Les zones montagneuses nécessitent une étude de gisement spécifique.

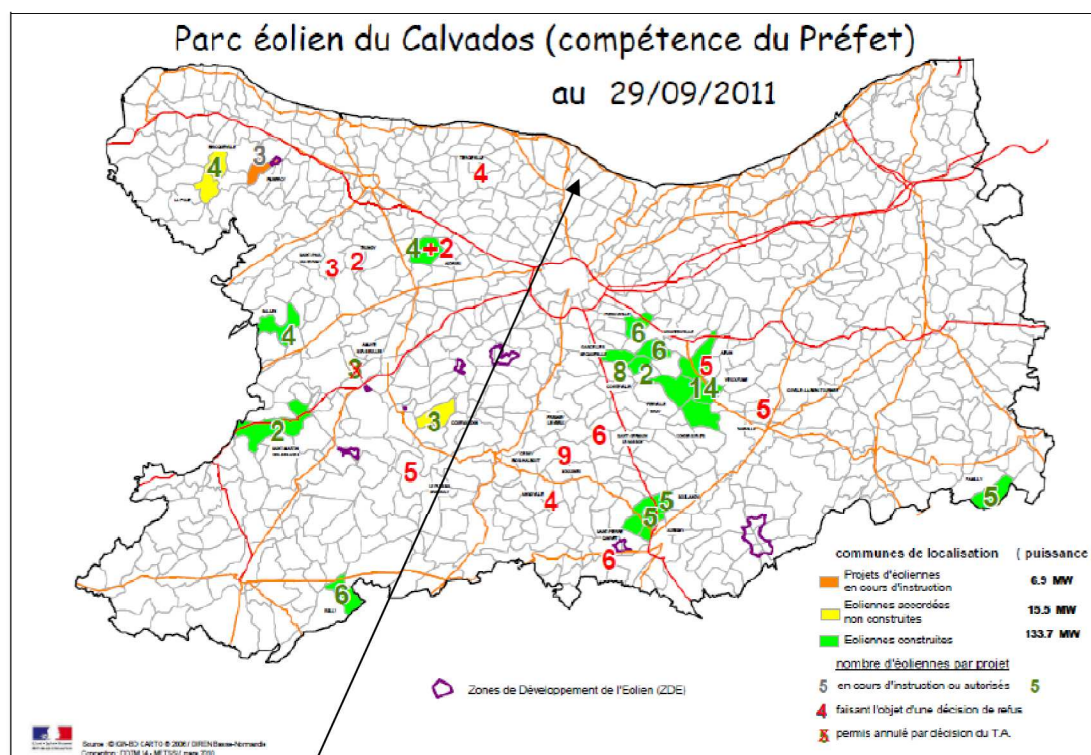


Dir.	[1,5;4,5]	[4,5;8,0]	> 8,0 m/s	Total
20	1,0	0,8	0,1	1,9
40	1,5	1,0	+	2,5
60	2,2	1,9	+	4,2
80	2,4	1,7	+	4,2
100	2,6	2,0	+	4,7
120	4,1	2,4	+	6,5
140	3,3	2,1	0,1	5,4
160	2,2	2,2	0,4	4,8
180	2,5	4,3	1,0	7,8
200	3,2	5,0	2,2	10,4
220	2,5	5,2	4,0	11,7
240	1,9	3,9	3,3	9,1
260	1,8	3,2	3,3	8,2
280	1,4	1,9	1,7	5,0
300	1,0	0,9	0,8	2,7
320	0,8	0,8	0,3	1,9
340	1,0	1,0	0,4	2,3
360	0,8	0,7	0,1	1,6
Total	36,0	40,9	18,0	94,9
[0,1,5]				5,1



Rose des vents – Station Météo France Caen-Carpiquet (14)

La vitesse de vent est 60% du temps supérieure à 4,5 m/s et régulièrement supérieure à 8 m/s.

État du Parc éolien du Calvados²⁶²

Situation de la Commune : La Commune de Cresserons n'apparaît pas dans le Schéma régional éolien de Basse-Normandie : « Liste des communes dont une partie du territoire présente des caractéristiques favorables au développement de l'éolien – Calvados ».

Malgré le potentiel régional important pour le développement de l'éolien, l'emprise du site et l'implantation des futurs logements compromet le recours au grand éolien comme au petit éolien.

3. SYNTHÈSE DU POTENTIEL DE DÉVELOPPEMENT DES ÉNERGIES RENOUVELABLES DE LA ZONE D'AMÉNAGEMENT

<i>Energie</i>	<i>Mobilisation sur le site</i>	<i>Atouts / Avantages</i>	<i>Contraintes / Inconvénients</i>
<i>Electricité</i>	<i>Disponible sur le site</i>	<i>Disponibilité</i>	<i>Coût élevé Faible rendement global Gestion des déchets nucléaires</i>
<i>Gaz</i>	<i>Disponible sur le site</i>	<i>Commune desservie</i>	<i>Energie fossile à fort impact environnemental</i>
<i>Solaire thermique</i>	<i>Etude approfondie à réaliser → orientation Sud des toitures et inclinaison</i>	<i>Energie renouvelable et gratuite</i>	<i>Ombres portées liées à l'environnement et orientation des logements</i>
<i>Solaire photovoltaïque</i>	<i>Etude technico-économique à l'échelle individuelle à réaliser (autoconsommation) → orientation Sud des toitures et inclinaison</i>	<i>Energie renouvelable et gratuite</i>	<i>Ombres portées liées à l'environnement et orientation des logements</i>
<i>Bois</i>	<i>Filière bois locale structurée</i>	<i>Disponibilité de la ressource localement Impact carbone réduit</i>	<i>Solution globale d'approvisionnement non adaptée au projet Densité thermique du réseau de chaleur faible Approvisionnement et stockage du combustible</i>
<i>Thermodynamique</i>	<i>Potentiel d'exploitation et disponibilité de :</i> <ul style="list-style-type: none">- L'Air- L'Eau- Le Sol	<i>Amélioration de l'efficacité d'une solution de chauffage électrique Part d'énergie gratuite provenant d'une source chaude naturelle</i>	<i>Impact sur l'effet de serre du fluide frigorigène</i>
<i>Petit éolien</i>	<i>Zone favorable aux vents</i>	<i>Energie renouvelable et gratuite</i>	<i>Site non adapté</i>
<i>Grand éolien</i>	<i>Zone favorable aux vents</i>	<i>Energie renouvelable et gratuite</i>	<i>Site non adapté</i>

CHAPITRE III : POTENTIEL DE DEVELOPPEMENT DES ENERGIES RENOUVELABLES

Après avoir estimé les niveaux de consommations énergétiques du site, en première partie de l'étude, et analysé les ressources énergétiques locales disponibles, en seconde partie de l'étude, il convient d'étudier les solutions d'approvisionnement en énergie qui permettraient de répondre aux besoins spécifiques du site.

1. APPROVISIONNEMENT EN ENERGIE DES LOGEMENTS

Nous avons donc étudié 3 scénarios pour le projet, que nous avons comparé au scénario de base (S0-Niveau RT2012) :

<i>Solutions techniques</i>	<i>Chauffage</i>	<i>Eau chaude sanitaire</i>	<i>Energie d'appoint</i>
<i>S0 : Gaz + Ballon thermodynamique</i>	<i>Gaz naturel</i>	<i>Gaz naturel + Thermodynamique</i>	<i>Electricité</i>
<i>S1 : Gaz – Solaire thermique</i>	<i>Gaz naturel</i>	<i>Solaire thermique</i>	<i>Gaz</i>
<i>S2 : Gaz – Solaire photovoltaïque</i>	<i>Gaz naturel</i>	<i>Gaz naturel</i>	<i>Sans objet</i>
<i>S3 : Aérothermie</i>	<i>Pompe à chaleur</i>	<i>Pompe à chaleur</i>	<i>Electricité</i>

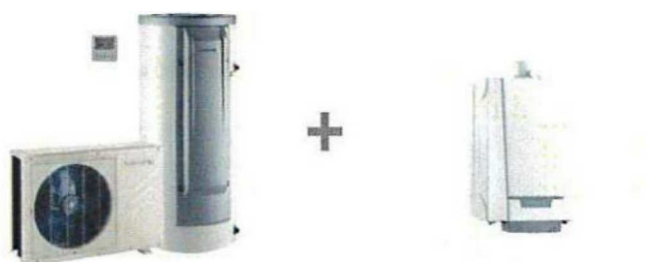
Nota : Les solutions d'approvisionnement en énergie à l'échelle de la zone d'aménagement des logements (solution réseau de chaleur) n'est pas adaptée à l'échelle du projet (Voir Chapitre II – Indicateur de faisabilité d'un réseau de chaleur) → Solution d'approvisionnement énergétique individuelle privilégiée ;

2. SCENARIOS D'APPROVISIONNEMENT ENERGETIQUE

a) SCENARIO DE REFERENCE (S0)

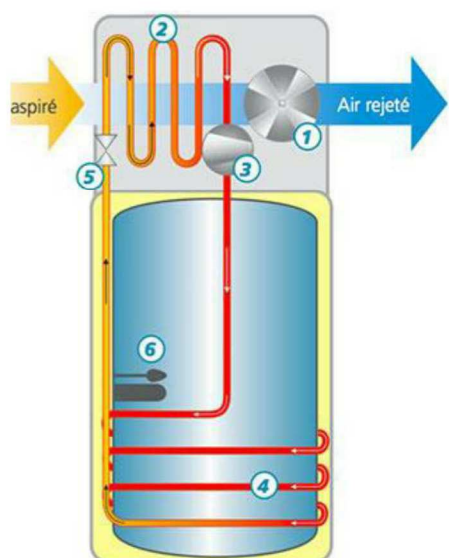
Scénario de référence (base de comparaison) :

- Logements intermédiaires (RT2012) : Chaudières gaz individuelles pour la production de chauffage et d'eau chaude sanitaire.
- Logements individuels (RT2012) : Chaudières gaz individuelles pour la production de chauffage et ballons ECS thermodynamiques pour la production d'eau chaude sanitaire (obligation RT2012 pour les logements individuels).



- **Puissance chauffage et eau chaude sanitaire par logement : 24 kW ;**
- **Besoin chauffage et eau chaude sanitaire total des logements : 1 265 MWh ;**
- **Besoin en électricité total des logements : 835 MWh ;**

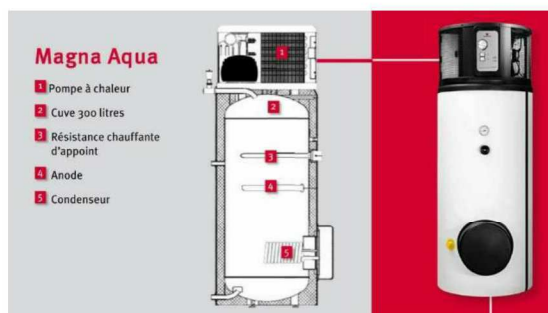
○ Principe de fonctionnement du ballon thermodynamique :



- L'air ambiant non chauffé, aspiré par le ventilateur ①, réchauffe le fluide frigorigène* gazeux dans l'évaporateur ②.
- Le fluide passe ensuite dans le compresseur ③ où sa température augmente encore.
- Dans le condenseur ④, le fluide cède ses calories à l'eau du ballon, il se refroidit et passe de l'état gazeux à l'état liquide.
- Le détendeur ⑤ amorce le passage du fluide de l'état liquide à l'état gazeux, abaisse sa température et permet au fluide de recommencer un nouveau cycle dans l'évaporateur.
- L'appoint électrique ⑥, se déclenche uniquement en cas de besoin.

* Fluide présentant la faculté de passer de l'état liquide à l'état gazeux à basse température (entre - 5 °C et 35 °C) en prélevant des calories lors de ce changement d'état.

Exemple : Un ballon thermodynamique type Magna Aqua (*solution particulièrement adaptée en logement via la ventouse concentrique qui permet de réaliser l'arrivée d'air et la sortie par le même conduit (l'installation d'un équipement par logement individuel est ainsi facilitée)*) dispose d'un coefficient de performance énergétique (COP) de 2,8 selon les volumes. Ce qui signifie que la pompe à chaleur génère 2,8 fois plus d'énergie qu'elle en absorbe (pour 1 kWh d'électricité consommé, il restitue 2,8 kWh d'énergie sous forme d'eau chaude sanitaire).



b) SCENARIO GAZ-SOLAIRE (S1)

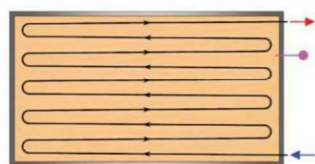
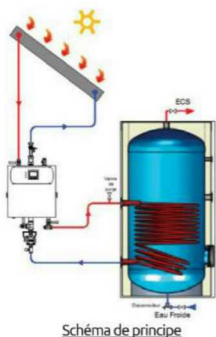
Scénario 1 :

- Logements collectifs (RT2012) : Chaudières gaz individuelles pour la production de chauffage et d'eau chaude sanitaire.
- Logements individuels (RT2012) : Chaudières gaz individuelles pour la production de chauffage + Solaire thermique pour la production d'eau chaude sanitaire avec appoint gaz.

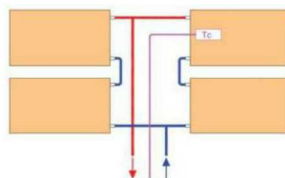
a. Aspect technique

L'installation solaire comprend les éléments suivants :

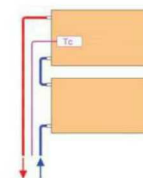
- Un réseau de capteurs solaires en toiture qui permet de transférer l'énergie solaire au fluide qui le traverse au moyen de l'absorbeur ;



Sens de circulation du fluide dans le capteur



Raccordement en parallèle de 4 capteurs



Raccordement en série

- Un circuit primaire qui permet de transporter et transférer l'énergie solaire vers l'eau du ballon de stockage à travers un échangeur ;

- Un ballon de stockage solaire qui permet d'accumuler l'eau chaude → **capacité de 300 litres à prévoir par logement** ;
- Une **station solaire** et les organes de régulation et de circulation ;

b. Aspect économique

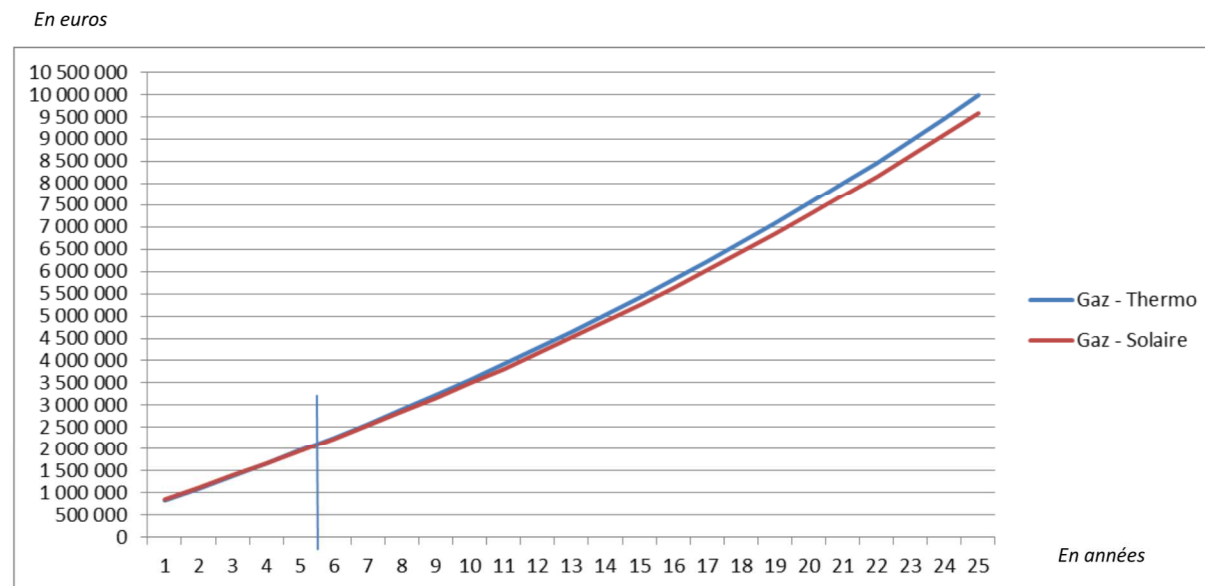
La solution 1 Gaz + Solaire thermique présente un **temps de retour de l'ordre de 5,5 ans** avec une inflation du prix de l'énergie de 3%. Solution techniquement et économiquement intéressante pour répondre aux ambitions de la réglementation thermique en logement individuel, et en adéquation avec les besoins du projet :

	Gaz + Ballon ECS thermodynamique (S0)	Gaz-Solaire (S1)
INVESTISSEMENT Total	558 785	606 380
Equipements Chauffage	241 000	241 000
Equipements ECS	244 900	568 800
Génie Civil (sous station)	0	0
Etudes	72 885	80 980
SUBVENTION	0	284 400
EXPLOITATION TOTAL à 1an	258 380	247 977
Combustibles		
Gaz	62 063	79 676
Bois	0	0
Electricité	173 417	142 241
Entretien/Maintenance	22 900	26 060
EXPLOITATION TOTAL à 25ans	7 018 293	6 805 794

*Prix du kWh Gaz = 0,07€HT/kWh ;

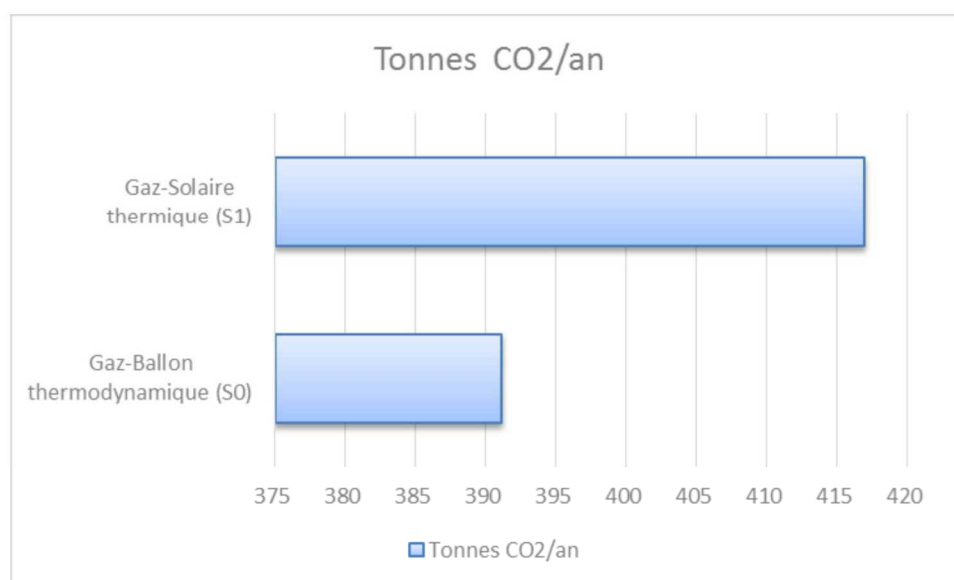
*Prix du kWh Electricité = 0,17€HT/kWh ;

Analyse graphique du temps de retour avec évolution du prix de l'énergie de 3% par an pour le gaz (Indicateur ADEME) :



c. Impact Environnemental

Le gaz ayant un facteur d'émission gaz à effet de serre plus important que l'électricité, et le solaire thermique un rendement moindre en comparaison au ballon thermodynamique la solution (S0) : la solution Gaz-ECS thermodynamique est plus favorable d'un point de vue environnemental que la solution solaire thermique en appoint du gaz pour le traitement de l'eau chaude sanitaire avec **26 tonnes de CO2 supplémentaire par an** :



*Facteur d'émission du Gaz naturel en équivalent CO2 = 0,234kgeqCO2/kWh d'énergie finale ;

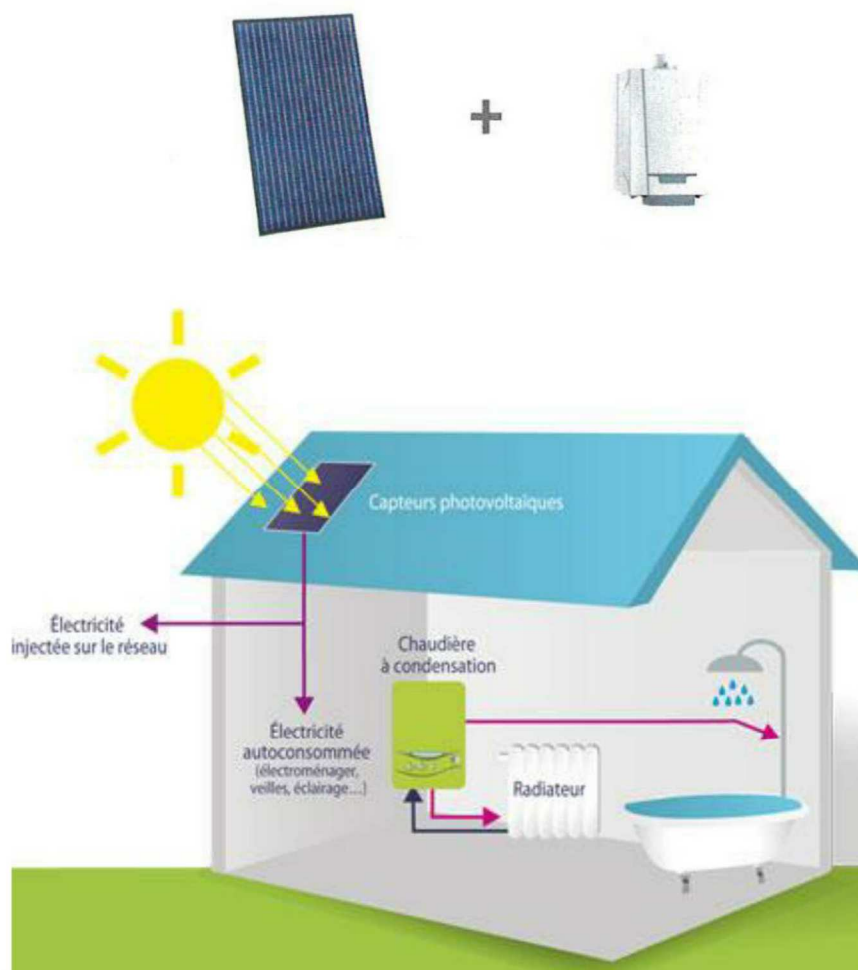
*Facteur d'émission de l'électricité en équivalent CO2 = 0,18 kgeqCO2/kWh d'énergie finale ;

c) SCENARIO GAZ-SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE (S2)

Scénario 2 :

- Logements collectifs (RT2012) : Chaudières gaz individuelles pour la production de chauffage et d'eau chaude sanitaire ;
- Logements individuels (RT2012) : Chaudières gaz individuelles pour la production de chauffage et d'eau chaude sanitaire + Kit Solaire photovoltaïque pour la production d'énergie électrique.

a. Aspect technique



b. Aspect économique

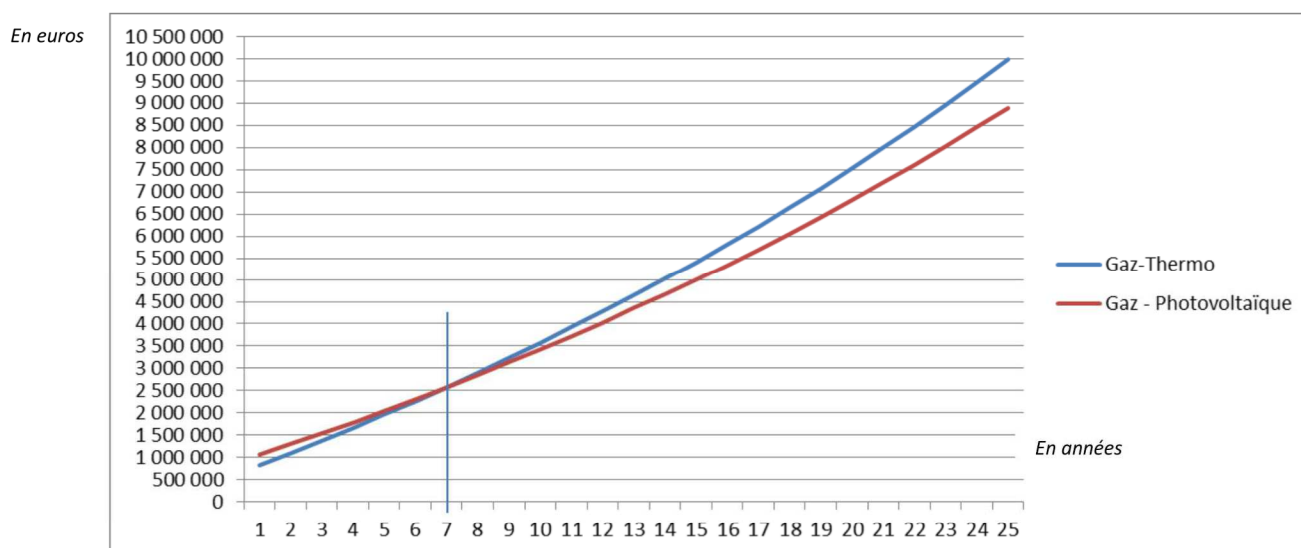
La solution 2 - Gaz + Kit Panneaux solaire photovoltaïque pour les logements individuels présente un **temps de retour de l'ordre de 7 ans** avec une inflation du prix de l'énergie de 3%. Solution économiquement « viable » en investissement et en fonctionnement au regard de la part de consommations en électricité des ménages aujourd'hui :

	Gaz + Ballon ECS thermodynamique (S0)	Gaz-Solaire photovoltaïque (S2)
INVESTISSEMENT Total	558 785	838 640
Equipements Chauffage + ECS	241 000	320 000
Equipements ECS	244 900	0
Installation photovoltaïque	0	442 400
Etudes	72 885	76 240
SUBVENTION	0	0
EXPLOITATION TOTAL à 1an	258 380	222 724
Combustibles		
Gaz	62 063	104 351
Bois	0	0
Electricité	173 417	93 893
Entretien/Maintenance	22 900	24 480
EXPLOITATION TOTAL à 25ans	7 018 293	6 406 734

*Prix du kWh Gaz = 0,07€HT/kWh ;

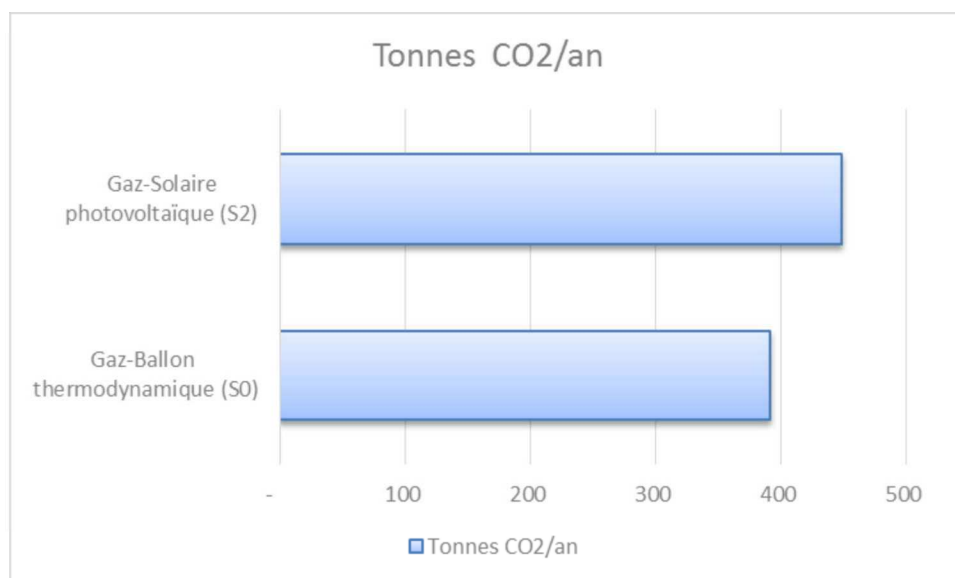
*Prix du kWh Electricité = 0,17€HT/kWh ;

Analyse graphique du temps de retour avec évolution du prix de l'énergie de 3% par an pour le gaz et 3% pour l'électricité (Indicateur ADEME) :



c. *Impact Environnemental*

D'un point de vue environnemental, la solution kit panneaux solaire photovoltaïque est moins favorable que la solution initiale en termes d'émissions de gaz à effet de serre (avec 57 tonnes de CO2 en plus par an), augmentation liée aux consommations gaz plus importantes :



*Facteur d'émission du Gaz naturel en équivalent CO2 = 0,234kgeqCO2/kWh d'énergie finale ;

*Facteur d'émission de l'électricité en équivalent CO2 = 0,18 kgeqCO2/kWh d'énergie finale ;

d) SCENARIO PAC AIR/EAU (S3)

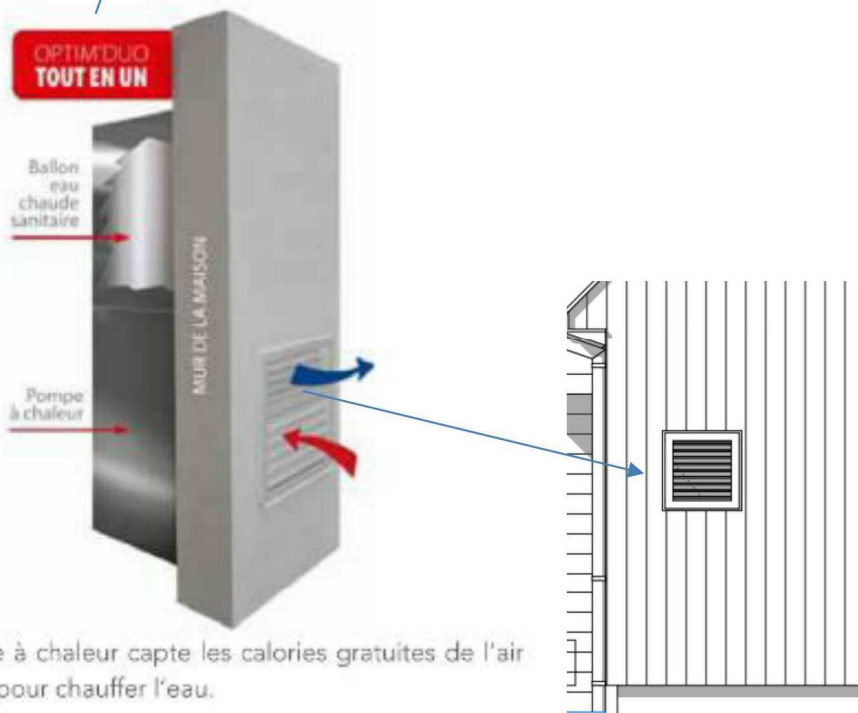
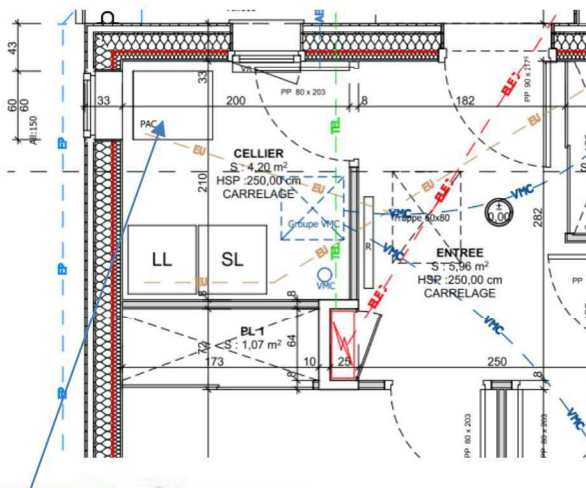
Scénario 3 :

- Logements collectifs (RT2012) : Chaudières gaz individuelles pour la production de chauffage et d'eau chaude sanitaire ;
- Logements individuels (RT2012) : PAC Air/Eau compact intérieure pour la production de chauffage et d'eau chaude sanitaire.

a. Aspect technique

➔ Principe de fonctionnement de la pompe à chaleur Air / Eau compact (type AMZAIR) :

La pompe à chaleur Air / Eau prélève les calories (gratuites) présentes dans l'air extérieur pour les restituer sous forme de chaleur à l'intérieur du logement via un circuit d'eau pour la production du chauffage et de l'eau chaude sanitaire.



b. Aspect économique

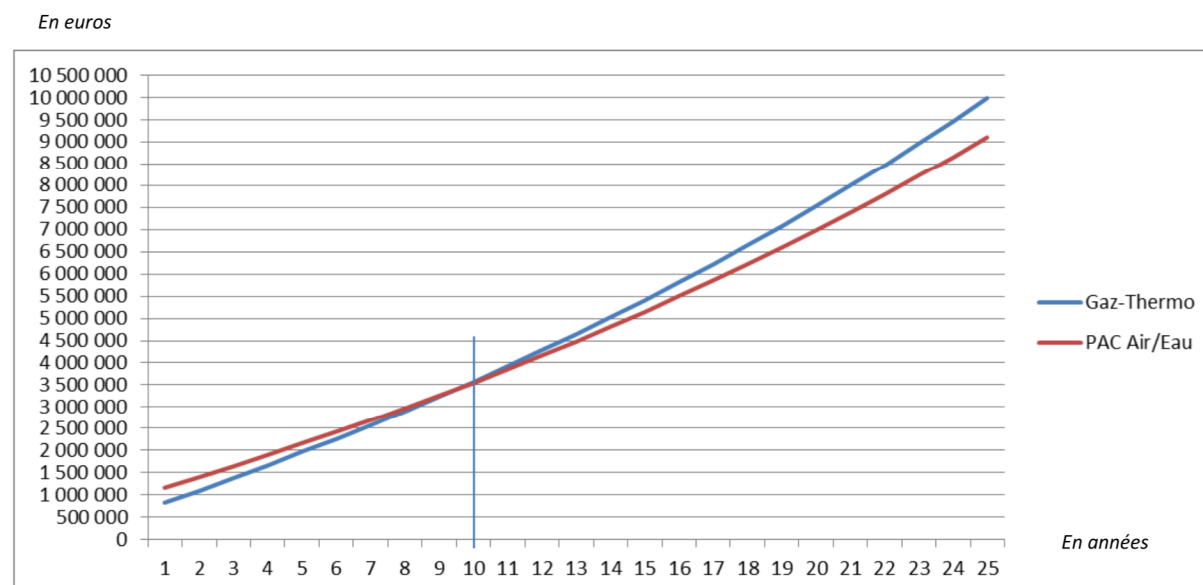
La solution 3 pompe à chaleur Air/Eau (module complet Chauffage/ECS) présente **un temps de retour sur investissement de 10 années** (avec une inflation du prix de l'énergie de 3%) :

	Gaz + Ballon ECS thermodynamique (S0)	PAC Air/Eau (S3)
INVESTISSEMENT Total	558 785	943 510
Equipements Chauffage + ECS	241 000	1 094 200
Equipements ECS	244 900	0
Installation photovoltaïque	0	0
Etudes	72 885	54 710
SUBVENTION	0	205 400
EXPLOITATION TOTAL à 1an	258 380	223 012
Combustibles		
Gaz	62 063	14 700
Bois	0	0
Electricité	173 417	190 942
Entretien/Maintenance	22 900	17 370
EXPLOITATION TOTAL à 25ans	7 018 293	6 518 813

*Prix du kWh Gaz = 0,07€HT/kWh ;

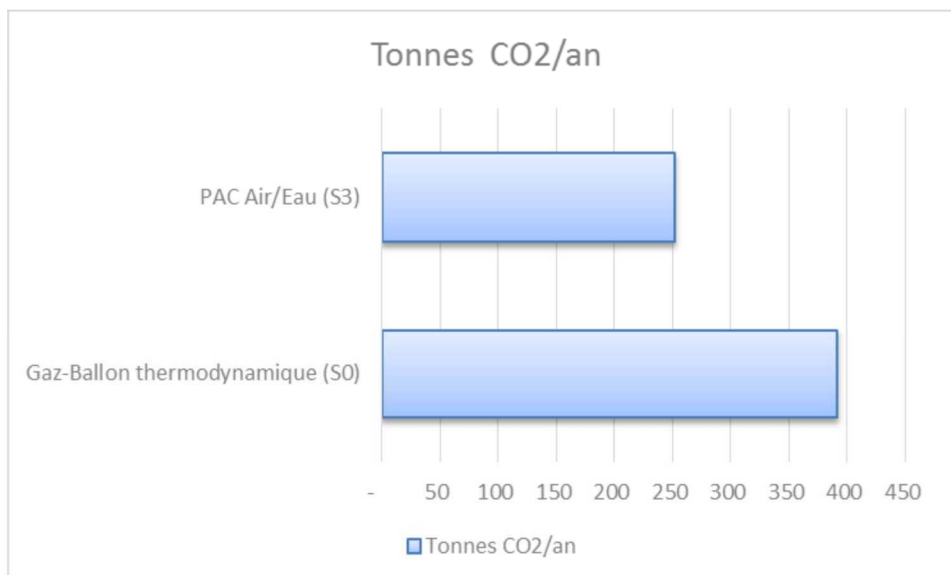
*Prix du kWh Electricité = 0,17€HT/kWh ;

Analyse graphique du temps de retour avec évolution du prix de l'énergie de 3% par an pour l'électricité (Indicateur ADEME) :



c. Impact Environnemental

D'un point de vue environnemental, la solution Pompe à chaleur air/eau (Aérothermie) est très pertinente et permet l'économie de plus de 140 tonnes de CO2 par an :

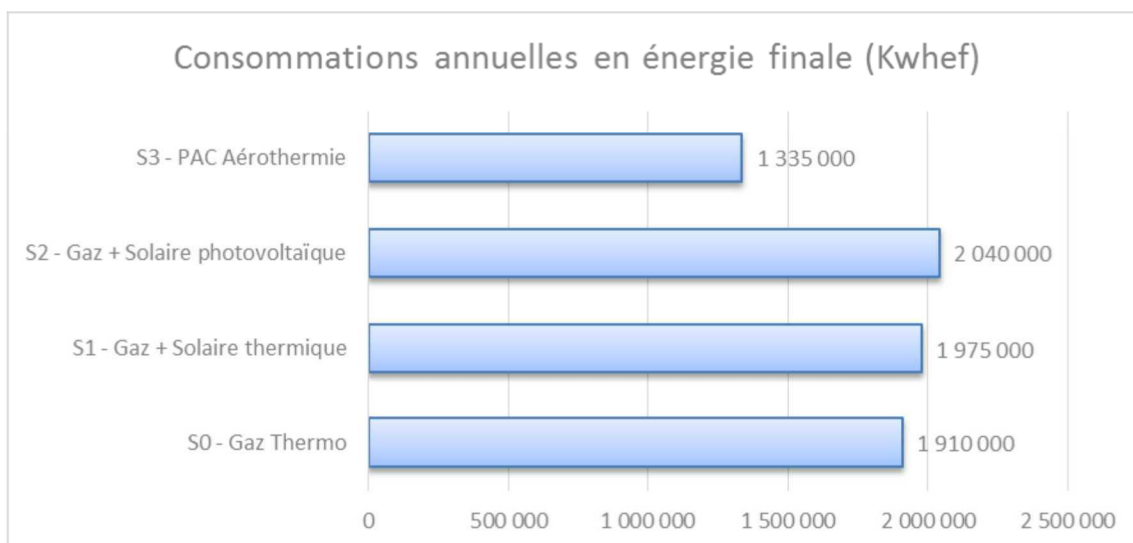


*Facteur d'émission du Gaz naturel en équivalent CO2 = 0,234kgeqCO2/kWh d'énergie finale ;

*Facteur d'émission de l'électricité en équivalent CO2 = 0,18 kgeqCO2/kWh d'énergie finale ;

e) BILAN DES SCENARIOS D'APPROVISIONNEMENT EN ENERGIE

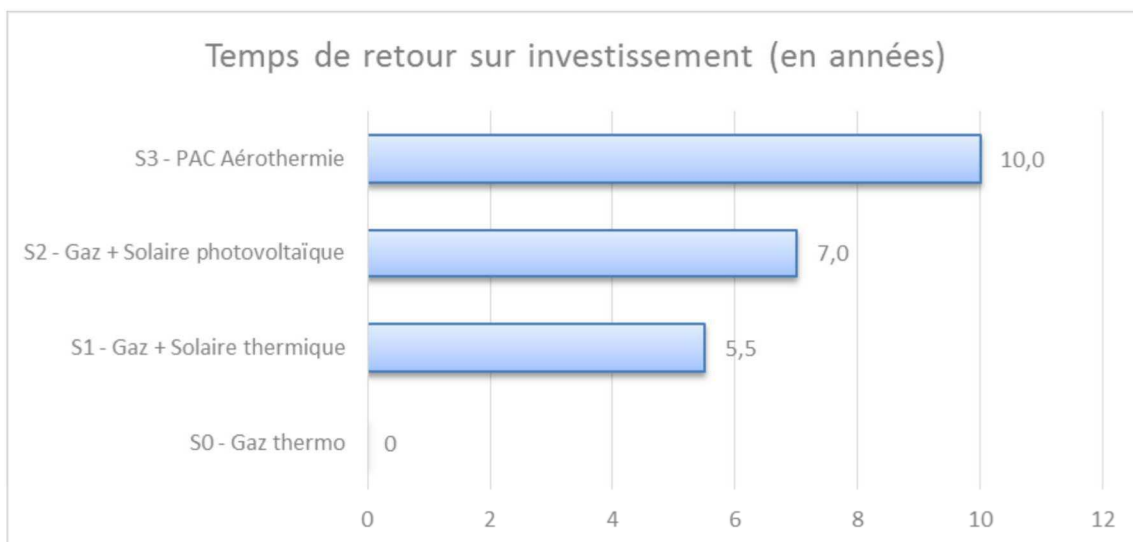
a. *Consommations énergétiques finales par scénario d'approvisionnement en énergie*



Comparaison de la consommation d'énergie finale de la future zone de logements à Cresserons par scénario d'approvisionnement énergétique :

- ✓ **Le scénario le moins énergivore est le S3-PAC (Air/Eau), ce scénario utilise l'énergie gratuite de l'air pour la production du chauffage et de l'eau chaude sanitaire des logements et permet des économies d'énergies sur les 2 postes.**
- ✓ **Le scénario S1-Solaire thermique utilise le solaire pour la production d'eau chaude sanitaire exclusivement, le chauffage ne bénéficie d'aucune contribution gratuite.**
- ✓ **Le scénario S2-Solaire photovoltaïque utilise le solaire pour la production d'électricité exclusivement, le chauffage et l'eau chaude sanitaire ne bénéficie d'aucune contribution gratuite.**

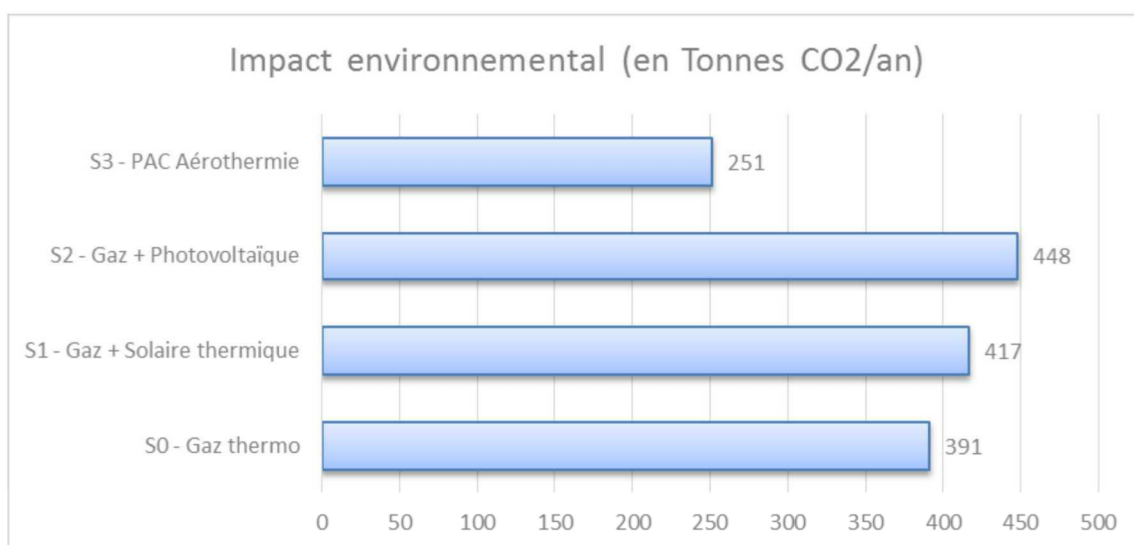
b. Temps de retour sur investissement par scénario d’approvisionnement en énergie



Comparaison des temps de retour sur investissement par scénario d’approvisionnement énergétique :

- ✓ **Le scénario S1-Solaire thermique** est celui qui présente le temps de retour sur investissement le plus court malgré des consommations globales plus importantes que le scénario S3. Elle ne présente pas un gain potentiel sur l’impact environnemental mais elle reste une solution éprouvée intéressante pour répondre aux ambitions de la réglementation thermique RT-2012 pour les logements individuels.
- ✓ **Le scénario S2-Solaire photovoltaïque** présente un temps de retour sur investissement qui reste intéressant à environ 7 ans. Le gain énergétique à l’échelle du projet est réalisé exclusivement sur les consommations en énergie électrique.
- ✓ **Le scénario S3-PAC Air/Eau** permet la plus grande économie d’énergie en réduisant à la fois les consommations pour le chauffage et l’eau chaude sanitaire (*alors que la solution S1 permet une réduction énergétique exclusivement sur les consommations en ECS et la Solution S2 exclusivement sur les consommations électriques*). Par conséquent c’est la solution qui présente le plus important gain en termes d’impact environnemental. La solution présente un bon compromis technico-économique et environnemental et une solution intéressante à l’exploitation (une seule source de production).

c. Impact environnemental des solutions d'approvisionnement en énergie



d. Bilan - Scénarios d'approvisionnement en énergie

Solutions techniques	Faible Consommation en énergie finale	Temps de retour sur investissement	Impact environnemental
S1 : Gaz – Solaire thermique			
S2 : Gaz – Solaire photovoltaïque			
S3 : Aérothermie			

Légende :

Scénario	Très Pertinent	Pertinent	Peu Pertinent

*Le critère de pertinence est déterminé par rapport à la solution de base (S0) ;

Ainsi, le scénario S3-Aérothermie permet de générer la plus importante économie d'énergie en contribuant simultanément à la production du chauffage et de l'eau chaude sanitaire pour les logements, et permet de réduire proportionnellement l'impact environnemental global du projet, avec un temps de retour sur investissement « acceptable ».

Le scénario S1-Solaire thermique + Gaz représente une réponse adaptée et éprouvée répondant à la réglementation thermique RT2012 pour les logements individuels. Elle permet de réduire par un facteur 2 les consommations en chaleur pour l'eau chaude sanitaire des logements. Cette solution conserve néanmoins un impact environnemental global non négligeable compte tenu de l'énergie fossile nécessaire à réaliser l'appoint en eau chaude sanitaire.

Le scénario S2-Solaire photovoltaïque reste une alternative intéressante permettant de répondre à la réglementation thermique RT2012 pour les logements individuels et permet de générer aussi faibles qu'elles soient des économies d'énergie en électricité (en autoconsommation) par rapport à la solution initiale S0-Gaz.

ANNEXES

LES PRINCIPAUX INDICATEURS DE L'ÉTUDE

a) LE COUT DE L'ÉNERGIE

- ✓ **Site Internet** → <http://developpement-durable.bsocom.fr/Statistiques> ;

Prix KWh – Electricité : Extrait de la Base de données Pégase (Evolution annuelle du prix de l'énergie).

Pégase – Electricité, prix pour un ménage selon l'enquête d'Eurostat, en euros TTC (07/2007-06/2018) [Ⓢ]

AUTRE :	Unités - données																										
Période	avr-16	mai-16	juin-16	juil-16	août-16	sept-16	oct-16	nov-16	déc-16	janv-17	févr-17	mars-17	avr-17	mai-17	juin-17	juil-17	août-17	sept-17	oct-17	nov-17	déc-17	janv-18	févr-18	mars-18	avr-18	mai-18	juin-18
Libelle	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€
Toutes tranches	16,3545	16,3545	16,3545	16,6272	16,6272	16,6272	16,6272	16,6272	16,6272	16,3918	16,3918	16,3918	16,3918	16,3918	16,3918	16,8848	16,8848	16,8848	16,8848	16,8848	16,8848	16,9554	16,9554	16,9554	16,9554	16,9554	16,9554
Tranche DA	28,2092	28,2092	28,2092	29,4460	29,4460	29,4460	29,4460	29,4460	29,4460	32,0333	32,0333	32,0333	32,0333	32,0333	32,0333	30,0789	30,0789	30,0789	30,0789	30,0789	30,0789	34,8110	34,8110	34,8110	34,8110	34,8110	34,8110
Tranche DB	18,5831	18,5831	18,5831	18,9448	18,9448	18,9448	18,9448	18,9448	18,9448	19,4640	19,4640	19,4640	19,4640	19,4640	19,4640	20,0818	20,0818	20,0818	20,0818	20,0818	20,0818	20,2946	20,2946	20,2946	20,2946	20,2946	20,2946
Tranche DC	16,8537	16,8537	16,8537	17,1064	17,1064	17,1064	17,1064	17,1064	17,1064	17,0379	17,0379	17,0379	17,0379	17,0379	17,0379	17,5648	17,5648	17,5648	17,5648	17,5648	17,5648	17,5351	17,5351	17,5351	17,5351	17,5351	17,5351
Tranche DD	15,6966	15,6966	15,6966	15,9419	15,9419	15,9419	15,9419	15,9419	15,9419	15,5880	15,5880	15,5880	15,5880	15,5880	15,5880	15,9953	15,9953	15,9953	15,9953	15,9953	15,9953	16,0746	16,0746	16,0746	16,0746	16,0746	16,0746
Tranche DE	15,4346	15,4346	15,4346	15,5988	15,5988	15,5988	15,5988	15,5988	15,5988	15,1294	15,1294	15,1294	15,1294	15,1294	15,1294	15,3397	15,3397	15,3397	15,3397	15,3397	15,3397	15,4718	15,4718	15,4718	15,4718	15,4718	15,4718

Prix KWh – Gaz : Extrait de la Base de données Pégase (Evolution annuelle du prix de l'énergie).

Pégase – Gaz naturel, prix pour un ménage selon l'enquête d'Eurostat, en euros TTC (07/2007-06/2018) [Ⓢ]

AUTRE :	Unités - données																										
Période	avr-16	mai-16	juin-16	juil-16	août-16	sept-16	oct-16	nov-16	déc-16	janv-17	févr-17	mars-17	avr-17	mai-17	juin-17	juil-17	août-17	sept-17	oct-17	nov-17	déc-17	janv-18	févr-18	mars-18	avr-18	mai-18	juin-18
Libelle	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€
Toutes tranches	6,8048	6,8048	6,8048	7,1701	7,1701	7,1701	7,1701	7,1701	7,1701	6,6790	6,6790	6,6790	6,6790	6,6790	6,6790	7,3628	7,3628	7,3628	7,3628	7,3628	7,3628	6,9959	6,9959	6,9959	6,9959	6,9959	6,9959
Tranche D1	12,8186	12,8186	12,8186	14,6804	14,6804	14,6804	14,6804	14,6804	14,6804	13,0127	13,0127	13,0127	13,0127	13,0127	13,0127	14,8587	14,8587	14,8587	14,8587	14,8587	14,8587	13,6607	13,6607	13,6607	13,6607	13,6607	13,6607
Tranche D2	6,4963	6,4963	6,4963	6,7644	6,7644	6,7644	6,7644	6,7644	6,7644	6,3869	6,3869	6,3869	6,3869	6,3869	6,3869	6,9514	6,9514	6,9514	6,9514	6,9514	6,9514	6,6455	6,6455	6,6455	6,6455	6,6455	6,6455
Tranche D3	5,4874	5,4874	5,4874	5,4870	5,4870	5,4870	5,4870	5,4870	5,4870	5,4182	5,4182	5,4182	5,4182	5,4182	5,4182	5,6006	5,6006	5,6006	5,6006	5,6006	5,6006	5,6026	5,6026	5,6026	5,6026	5,6026	5,6026

b) LE BILAN CARBONE DES PRINCIPALES FILIERES ENERGETIQUES

- ✓ **Référentiel technique de Certification – Démarche HQE** ;

Facteurs d'émissions des combustibles en équivalent CO ₂	kg eq CO ₂ /kWh d'énergie finale
Charbon	0,384
Fioul lourd	0,322
Fioul domestique	0,300
Gaz naturel	0,234
Bois	0
Electricité	0,084
chauffage	0,180
éclairage	0,080
climatisation	0,037
autres	0,052
CPCU	0,153