



# Recensement des indices de cavités souterraines

Commune de  
Saint-Jacques-sur-Darnétal (76)

JUILLET 2005

CITIS – Immeuble Odyssée  
4 avenue de Cambridge  
14200 HEROUVILLE-ST-CLAIR  
Tél : 02.31.06.67.56  
Fax : 02.31.06.67.57



228 ZAC de la Forge Féret  
76520 BOOS  
Tél : 02.32.86.55.76  
Fax : 02.32.86.45.01

# SOMMAIRE

1 - INTRODUCTION : RAPPEL DES OBJECTIFS DE L'ETUDE.....	4
2 - PRESENTATION DU CONTEXTE.....	7
2.1 - GEOLOGIE.....	7
2.2 - HYDROGEOLOGIE.....	10
2.2.1 - Les nappes des formations superficielles.....	10
2.2.2 - La nappe de la craie.....	10
2.3 - LES RISQUES NATURELS ET ANTHROPIQUES.....	13
2.4 - CONTRAINTES ENVIRONNEMENTALES.....	14
2.5 - DEVELOPPEMENT ET EVOLUTION DE L'OCCUPATION DU SOL.....	14
3 - LES DANGERS LIES AUX CAVITES SOUTERRAINES ET LE CONTEXTE REGLEMENTAIRE	17
3.1 - LES CAVITES SOUTERRAINES.....	17
3.1.1 - Les marnières.....	17
3.1.2 - Les bétoires.....	19
3.1.3 - Les puisards.....	20
3.2 - REGLES DE LOCALISATION DES MARNIERES.....	20
3.2.1 - Présence d'habitat ancien.....	20
3.2.2 - Présence d'anciens chemins de grande communication.....	20
3.2.3 - Présence de talweg.....	21
3.2.4 - La pente.....	21
3.2.5 - Les bétoires.....	21
3.2.6 - Synthèse.....	21
3.3 - EVOLUTION DES EXPLOITATIONS SOUTERRAINES DANS LE TEMPS.....	22
3.4 - QUELQUES RAPPELS REGLEMENTAIRES SUR LA MUNICIPALITE ET LA GESTION DES RISQUES NATURELS LIES AUX CAVITES SOUTERRAINES.....	23
4 - METHODE EMPLOYEE ET PRESENTATION DES RESULTATS.....	24
4.1 - METHODE EMPLOYEE POUR LA CONDUITE DE L'ETUDE.....	24
4.1.1 - Etude préalable à l'enquête de terrain.....	24
4.1.2 - Questionnaire.....	25
4.1.3 - Etude de terrain.....	26
4.1.4 - Compte-rendu de l'étude.....	26
4.2 - INDEX DES INSTITUTIONS CONTACTEES.....	27
5 - RESULTATS DE L'ETUDE. LA PREVENTION DES RISQUES NATURELS.....	28
5.1 - LES REPONSES AU QUESTIONNAIRE.....	28
5.2 - ANALYSES DES INDICES DE CAVITES SOUTERRAINES RECENSEES.....	28
5.3 - PRESENTATION DES INDICES DE CAVITES SOUTERRAINES.....	29
5.4 - IMPACTS DES CAVITES SUR L'AEP, LA CONSTRUCTION ET L'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE.....	32
5.4.1 - Vulnérabilité de la ressource en eau souterraine : importance de la prise en compte des cavités souterraines.....	32
5.4.2 - Présentation des indices de cavités souterraines.....	33
5.4.3 - Prévention des risques.....	36
5.4.4 - Recommandations.....	37
5.4.5 - Exemples de travaux complémentaires.....	38
6 - CONCLUSION.....	42
7 - ANNEXES.....	44

## TABLE DES FIGURES

Figure 1 : Situation géographique (échelle : 1/250 000) .....	5
Figure 2 : Localisation de la commune (échelle : 1/50 000) .....	6
Figure 3 : Extrait de la carte géologique (échelle : 1/50 000).....	9
Figure 4 : Extrait de la carte hydrogéologique de Seine-Maritime .....	13
Figure 5 : Carte de Cassini : Est de Rouen .....	14
Figure 6 : Carte de Cassini : Saint-Jacques-sur-Darnétal.....	15
Figure 7 : Quelques exemples de planches du cadastre Napoléonien .....	16
Figure 8 : Vue en coupe d'une marnière .....	17
Figure 9 : Coupe d'une marnière abandonnée.....	19
Figure 10 : Vue en coupe d'une bétoire .....	19
Figure 11 : Formation d'un fontis, vidange d'une racine d'altération.....	23
Figure 12 : Présentation des résultats de la consultation par catégorie .....	28

## TABLE DES TABLEAUX

<b>Tableau 1 : Niveaux piézométriques de la nappe de la craie et altitudes .....</b>	<b>11</b>
<b>Tableau 2 : Synthèse sur les forages recensés dans la B.S.S. du B.R.G.M. et situé dans le secteur d'étude.....</b>	<b>11</b>
<b>Tableau 3 : Catégories de vulnérabilité des différents types de formations superficielles .....</b>	<b>32</b>
<b>Tableau 4 : Vitesses de transfert .....</b>	<b>33</b>
<b>Tableau 5 : Localisation des indices en fonction du hameau .....</b>	<b>34</b>
<b>Tableau 6 : Précision des indices .....</b>	<b>35</b>
<b>Tableau 7 : Type probable d'indice de cavité souterraine.....</b>	<b>35</b>

## **1 - INTRODUCTION : RAPPEL DES OBJECTIFS DE L'ETUDE**

---

Cette étude s'inscrit dans le cadre d'une politique ayant pour objectif de diminuer les risques liés à la présence de cavités souterraines sur le territoire de la commune de Saint-Jacques-sur-Darnétal (cf. **Figure 1** et **Figure 2**). Ces risques concernent directement la population, le bâti, mais aussi la ressource en eau du secteur.

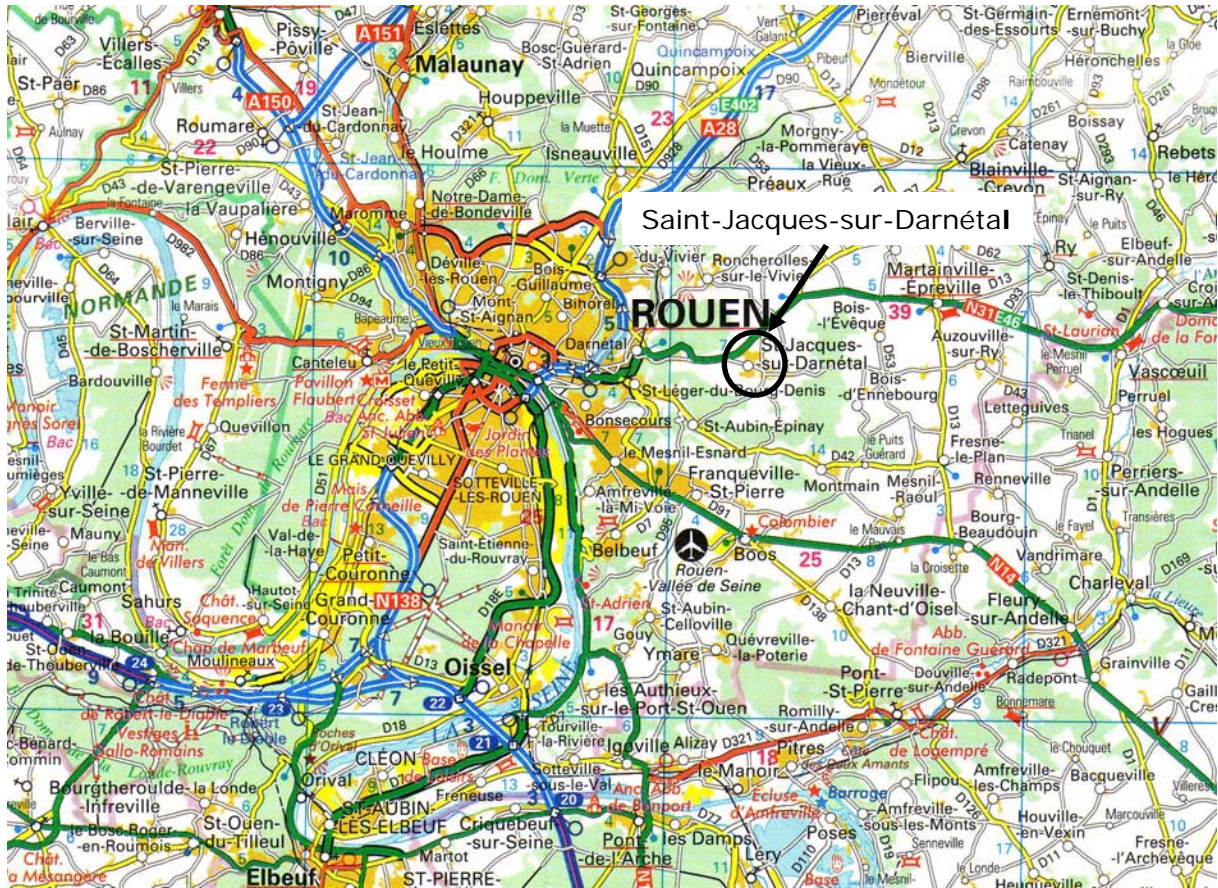
Afin de remplir cet objectif, la première étape correspond à la réalisation d'un recensement des indices de cavités souterraines ; recensement réalisé selon la méthode décrite ci-après (cf. paragraphe 4 - ; partie qui inclue également la présentation d'études et travaux complémentaires à effectuer dans le cadre de la prévention des risques naturels et de l'aménagement du territoire).

Ce problème a toutefois déjà été pris en compte à plusieurs reprises par la commune. En effet, plusieurs recensements ont été effectués par :

- Le CETE en 1987,
- La commune, en 1998, répondant à une demande de la Préfecture de Seine-Maritime
- Le BRGM en 1995,
- Le bureau d'étude ANTEA lors d'une étude concernant le captage d'eau potable de Saint-Léger-du-Bourg-Denis.

Partant de cette base, le bureau d'études ALISE a donc cherché à rassembler, compléter et mettre en forme le recensement des indices de cavités souterraines sur Saint-Jacques-sur-Darnétal.

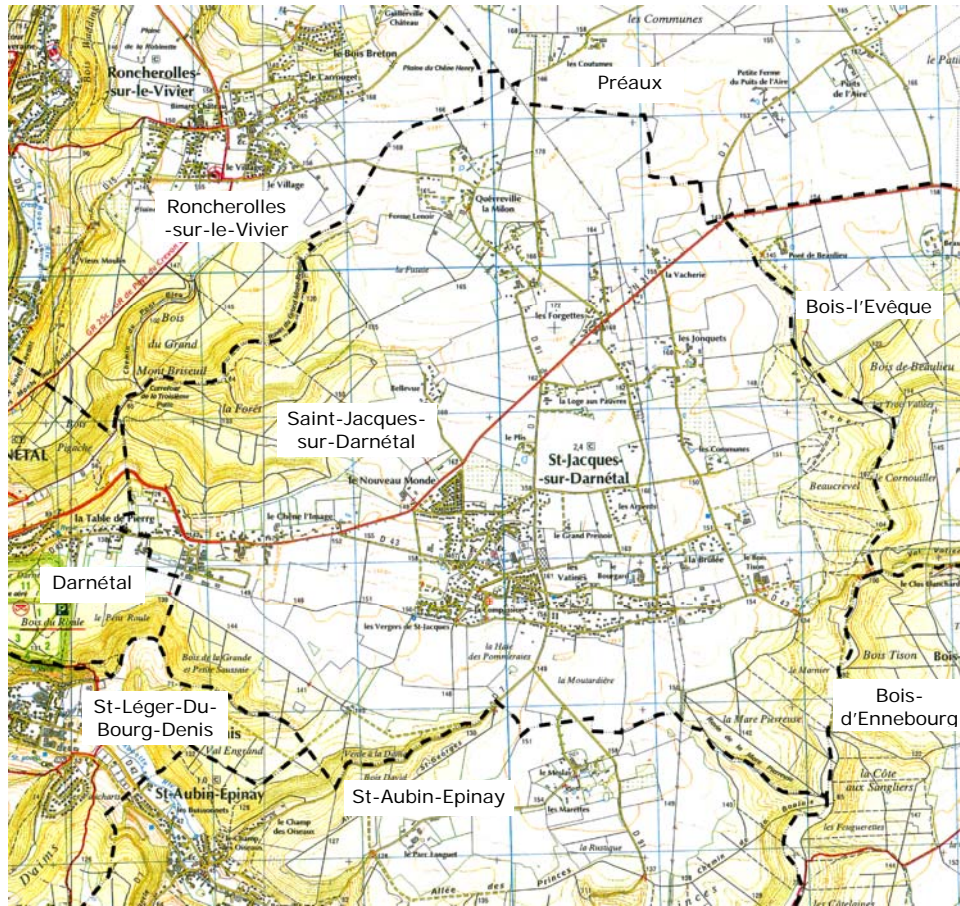
Figure 1 : Situation géographique (échelle : 1/250 000)



Source : Carte routière et administrative de Seine-Maritime (IGN)



Figure 2 : Localisation de la commune (échelle : 1/50 000)



Source : Carte topographique de Fleury-sur-Andelle n°2011 E (IGN)

## 2 - PRESENTATION DU CONTEXTE

---

### 2.1 - **GEOLOGIE**

↳ cf. **Figure 3**

Le territoire de Saint-Jacques-sur-Darnétal est localisé dans la partie ouest du Bassin Parisien, vaste bassin de roches sédimentaires. On note la présence de roches de type craie, recouvertes de formations résiduelles (argiles à silex) et de placages limoneux. D'après la carte géologique de Rouen-Est, feuilles au 1/50 000 (édition B.R.G.M.), les formations géologiques se trouvant sur Saint-Jacques-sur-Darnétal sont les suivantes :

#### ❖ **Les craies du Crétacé Supérieur (C6-5, C4 et C3 sur la carte géologique)**

Ces sont des craies blanches à silex, relativement dures et dont les bancs sont assez peu nets. Lorsqu'elles affleurent, ces craies sont marquées par la présence de nombreuses diaclases verticales (cassures dans la roche, sans déplacement). Les silex sont fréquents dans toute la formation. La puissance maximale de la craie (Coniacien/Turonien) atteint 160 mètres, ces formations affleurent au niveau des vallons secs tel que le « Ravin du Grand Mont-Briseuil » (nord-ouest de la commune).

#### ❖ **Les formations argilo - sableuses à silex (RS)**

Ce sont des résidus de décalcification de la craie qui sont composés d'argile collante, de couleur rouge, grise ou brune et qui renferment de nombreux silex. Ces formations sont solifluées (glissées) sur les pentes dans une large mesure. On les trouve à l'est et à l'ouest du territoire de la commune. Ils ont une épaisseur moyenne de 25 m.

#### ❖ **Les limons**

Sur les plateaux, ces craies sont recouvertes de limons des plateaux (LP), non différenciés pour la plupart et qui sont constitués pour l'essentiel de quartz très fin. Ils ont été mis en place initialement par le vent, lors des différentes périodes froides du Quaternaire. Leur épaisseur est très variable, de quelques décimètres à quelques mètres (puissance maximale d'une quinzaine de mètres), tout comme leur couleur : celle-ci va du jaune-beige au brun ou au rouge.

Par endroits et en bordure des plateaux, on trouve des limons à silex (LV) qui occupent des replats et couvrent parfois des pentes. Les silex sont souvent brisés et ont une patine blanche. Leur origine est variée : brassage mécanique de limons anciens et plus récents lors des labours ; affleurement de limons anciens ; colluvionnement sur les pentes de limons anciens et récents.

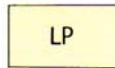
**Notons que la partie superficielle de cette formation, lavée par les eaux de pluie, est souvent décalcifiée et les agriculteurs doivent procéder à l'amendement de leurs terres par marnages.**

#### ❖ **Les colluvions de versant et de vallons secs :**

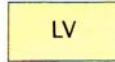
Elles sont composées de limons, de sables, de nombreux silex. Comme leur nom l'indique, on les trouvera sur les versants, parfois dans les fonds de vallée et elles correspondent à des matériaux remaniés par le ruissellement, la solifluxion.



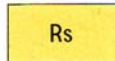
FORMATIONS SUPERFICIELLES



Limons des plateaux

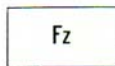


Limons des fonds de vallées sèches

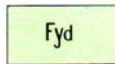


Formations à silex

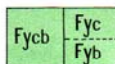
TERRAINS SÉDIMENTAIRES



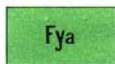
Alluvions modernes



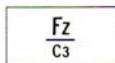
Alluvions anciennes  
Basse terrasse 12-15 m



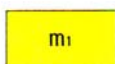
Alluvions anciennes  
Moyenne et haute terrasses



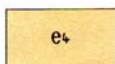
Alluvions anciennes  
Terrasse de 55 m ou plus



Nature d'une alluvion avec indication de la formation qu'elle recouvre



Burdigalien  
Sable à faciès "gros sel"



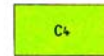
Cuisien  
Sable avec galets de silex



e3 - Sparnacien  
Argile plastique grise  
e2 - Thanétien  
Sable gris, grès et poudingue



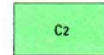
Campanien, Santonien  
Craie blanche à silex traçante



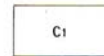
Coniacien  
Craie jaunâtre à silex dolomitique



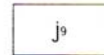
Turonien  
Craie marseuse blanche à silex rares



Cénomaniens  
Craie glauconieuse grise



Albien  
Argile noire et sable vert



Portlandien  
Marnes avec bancs de calcaire et de grès

Principaux affleurements visibles en 1966



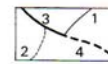
Gîte fossilifère (macrofaune)



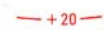
Gîte fossilifère et prélèvement avec étude de la microfaune



Prélèvement avec étude de la microfaune



1 - Contour géologique  
2 - Contour géologique masqué par les alluvions  
3 - Faille  
4 - Faille masquée ou supposée



Courbes structurales du toit du Turonien



Forage pour l'eau



Sondages de reconnaissance géologique



Puits absorbant  
(avec N° de référence du B.R.G.M.)



Carrière



Carrière abandonnée

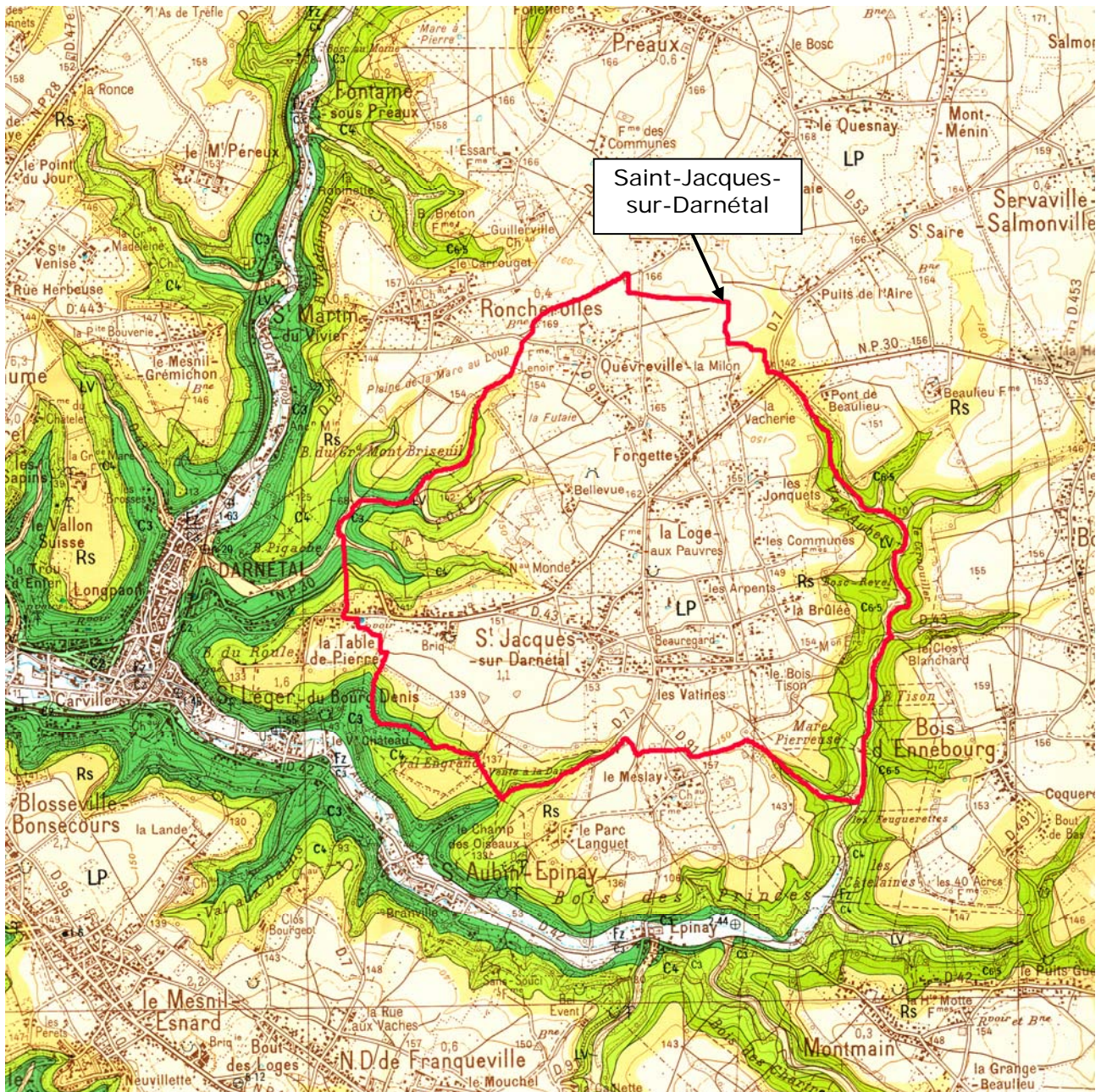


Bouche de carrière souterraine abandonnée

Légende de la carte géologique



Figure 3 : Extrait de la carte géologique (échelle : 1/50 000)



## **2.2 - HYDROGEOLOGIE**

↳ cf. **Figure 4**

Dans la région, on distingue plusieurs types de nappes aquifères : les nappes des formations superficielles et celles des formations du Secondaire.

### **2.2.1 - Les nappes des formations superficielles**

#### **a) Les nappes des limons des plateaux**

Des poches sableuses des limons des plateaux sont susceptibles de renfermer une petite nappe phréatique, qui n'est toutefois pas exploitable.

#### **b) Les nappes des alluvions**

Seules les alluvions grossières (notamment celles situées sous le lit de la Seine) présentent un intérêt. Leur alimentation se fait par la nappe de la craie ou par les rivières, mais les débits sont plus faibles que ceux trouvés dans la craie.

### **2.2.2 - La nappe de la craie**

C'est la seule qui soit exploitable dans la région. La craie présente une double perméabilité, une perméabilité en petit entre les grains de la roche et une perméabilité en grand dans un réseau de fissures agrandies par dissolution. Ce réseau est notamment bien développé sous les vallées, même les vallées sèches. Par contre, sous les plateaux, le réseau de fissures est souvent cantonné à la partie supérieure de la craie, sous l'argile à silex et au-dessus du niveau piézométrique de la nappe. En profondeur, les fissures ouvertes sont relativement rares.

Les limites des bassins versants souterrains correspondent souvent aux bassins versants superficiels et les eaux de la nappe de la craie sont souvent drainées par les cours d'eau au moyen de leurs alluvions. L'écoulement souterrain fait donc que les eaux se propagent en direction des vallées humides en empruntant préférentiellement les vallées sèches qui constituent des axes d'écoulement privilégiés du fait que la craie y est souvent fracturée et karstifiée. Sous les vallées sèches, la nappe est présente à quelques mètres et dans les alluvions des cours d'eau et vallées humides, son niveau s'établit à 1 mètre et moins, sous la surface.

En ce qui concerne la commune de Saint-Jacques-sur-Darnétal, l'écoulement de l'eau dans cette nappe se fait donc en direction du sud et sud-ouest et ouest au niveau d'inflexion vers le Robec et l'Aubette.

Les niveaux d'eau indiqués dans l'Atlas hydrogéologique de la Seine-Maritime au 1/100 000 sont les suivants :

**Tableau 1 : Niveaux piézométriques de la nappe de la craie et altitudes à Saint-Jacques-sur-Darnétal**

Secteur	Niveau Piézométrique (en mètre N.G.F.)	Altitude du secteur (en mètre N.G.F.)	Profondeur de la nappe (en mètres)
Limites Darnétal, D43	+ 60	+ 140	80
Croisement de la D7 et D91 au lieu-dit « La Haie des Pommerais »	+ 80	+ 149	69
Terrains de sport	+ 100	+ 160	60
Edifice religieux chrétien entre « Quévreville la Milon » et « Les Forgettes »	+ 120	+ 167,5	47,5

L'alimentation de cette nappe de la craie se fait par l'intermédiaire de la pluie efficace, qui correspond à une hauteur d'eau de 300 mm sur la Vallée de la Seine. Ces pluies efficaces correspondent à l'excédent de précipitations sur l'Evapo-Transpiration Réelle (ou ETR), celle-ci étant estimée à 300 mm +/- 50 mm, en année moyenne.

Dans la Banque de Données du Sous-Sol (B.S.S.) du B.R.G.M., un total de 5 forages sont recensés à proximité ou dans la commune :

**Tableau 2 : Synthèse sur les forages recensés dans la B.S.S. du B.R.G.M. et situé dans le secteur d'étude**

Indices BSS	Prof. (en m)	Géologie	Débits (en m <sup>3</sup> /h)	Niveau Statique (en m)	Coordonnées
100-2-3	57,32	Puits	-	117,5	X : 518,320 Y : 195,820 Z : + 169,7
100-2x-51	30	Puits absorbant : - argile sans silex (0 à 7 m) - argile à silex (7 à 21 m) - marne (21 à 30 m)	-	-	X : 518,040 Y : 194,160 Z : +155
100-2x-60	33,7	Forage 1 : - terre argileuse et cailloux (0 à 11 m) -craie (11 à 30 m) Forage 2 : - terre argileuse et cailloux (0 à 33,7 m)	-	-	X : 518,230 Y : 193,900 Z : +160
100-1x-55	34	Forage :	250	32	X : 515,420 Y : 193,040 Z : +34



### GÉOLOGIE

**I** **II** **III** **IV**

1 - alluvions anciennes de terrasses sablo-graveleuses, subaffleurantes. (quaternaire)  
2 - alluvions modernes, argilo-limoneuses, sur alluvions anciennes sablo-graveleuses.

Argiles, sables ou galets (Thanétien à Yprésien, indifférencié)

Craie blanche en bancs épais séparée par des lits de silex (Campanien - Santonien)  
Craie dure et souvent dolomitisée (Coniacien)  
Craie grise marneuse, compacte, pauvre en silex (Turonien)  
Craie à silex au sommet, gaizes, grès et sables glauconneux à la base

Argiles du Gault (Albien sup.)  
Sables verts (Albien inf.)

Argiles et sables (Wealdien à Barrémien, indifférencié)

Argiles panachées (Barrémien)

Sables blancs, grès ferrugineux (Wealdien)

Argiles brunes et sables ocrés (Portlandien sup.)  
Argiles, marno-calcaires, grès et sables (Portlandien moy.)  
calcaires lithographiques à pâte fine, beige clair (Portlandien inf.)  
Argiles plastiques, grises à noires, avec passées de sable (Kimméridgien)

Classification hydrogéologique des terrains :

I - Terrains à perméabilité d'interstices élevée  
II - Terrains à perméabilité d'interstices faible ou variable  
III - Terrains à perméabilité de fissures  
- élevée sous les vallées humides ou sèches  
- moyenne ou faible sous les plateaux  
IV - Terrains imperméables

1 - Contour géologique 2 - Faille

Axe tectonique : 1 - Anticlinal 2 - Synclinal 3 - Flexure

1 - Contour d'égalité altitude du toit des Argiles du Gault (d'après C.F.P.N. 1957)

2 - Sondage géologique caractéristique - (indice B R G M)

### HYDROGRAPHIE

Cours d'eau : 1 - pérenne 2 - temporaire

Perte

Principaux canaux et canal de drainage à écoulement permanent

Ligne de partage des eaux superficielles

Sources : débit mesuré : 1 - 10 l/s 3 - 100 l/s  
2 - de 10 à 100 l/s 4 - groupe de sources

indice national de classement B R G M

Station de jaugeage : 1 - périodique (indice B R G M)  
2 - permanente

Pluviomètre

Pisciculture - Cressonnière

### Eaux Souterraines

1 - Courbe isopièze (égale altitude de la nappe) équidistance 10 m, avec sens d'écoulement de la nappe.  
2 - courbe maîtresse

1 - courbe maîtresse 2 - courbe intercalaire

Ligne de partage des eaux souterraines

Relation mise en évidence par tracage  
Numéro de renvoi à la notice

**Ouvrages de captage**

Utilisation de l'eau :

A.E.P. communale

A.E.P. d'un syndicat

Industrielle

Agricole

Pompe à chaleur

Abandonné - Ouvrage de reconnaissance (ou non en service)

Mise en bouteille d'eau de table ou minérale

3-38

1 - en service 2 - abandonné

Champ captant

Zone à forts prélèvements

Périmètres de protection des captages A.E.P. définis par le géologue agréé.  
1 - périmètre rapproché 2 - périmètre éloigné

Principales zones hydrogéologiques favorables à préserver

Principales zones de mauvaise qualité chimique de la nappe

### POINTS DE POLLUTION RÉELS OU POTENTIELS CONNUS

Zone d'épandage

Bassin 1 - d'infiltration 2 - de lagunage

Dépôt d'ordures ménagères 1 - brut ou sauvage 2 - contrôle  
3 - abandonné

Dépôt de déchets industriels

Usine de traitement des ordures

Station d'épuration d'eaux usées

Point de rejet d'eaux pluviales ou usées (bêtoires, puits perdus)  
Point d'infiltration

Raffinerie, dépôt d'hydrocarbure, station de reprise d'oléoduc

1 - oléoduc 2 - gazoduc

Industrie chimique, pharmaceutique, teinturerie

Industrie métallurgique, traitement des métaux

Tissage, filature

Papeterie, cartonnerie

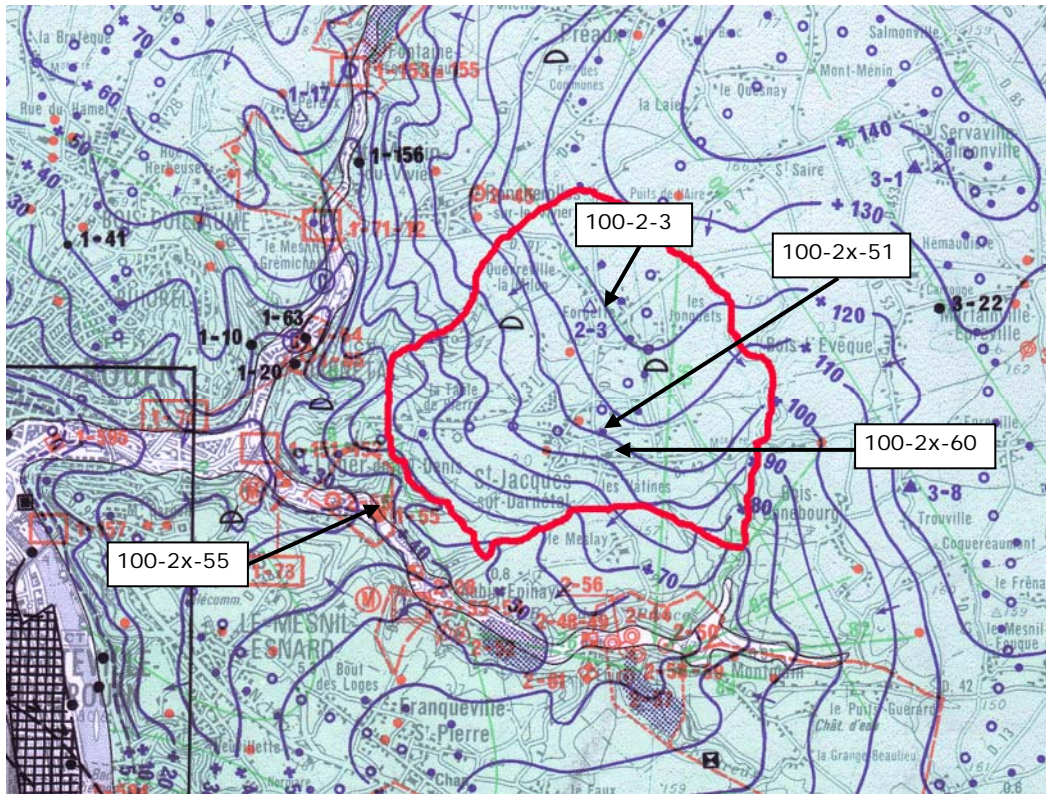
Industrie alimentaire (laiterie, brasserie, conserverie, sucrerie)

Abattoir

Ballastière

Installations diverses (gare de triage, docks, terrain d'aviation, zone industrielle, centrale électrique)

**Figure 4 : Extrait de la carte hydrogéologique de Seine-Maritime**



Source : Atlas hydrogéologique de la Seine-Maritime (BRGM)

## 2.3 - LES RISQUES NATURELS ET ANTHROPIQUES

La commune de Saint-Jacques-sur-Darnétal est susceptible d'être touchée par deux types de risque naturel dont les enjeux humains sont à définir :

- ➔ Les mouvements de terrain, parmi lesquels figurent les éboulements de pans de falaise et chutes de blocs, mais aussi les affaissements de terrain liés aux cavités souterraines.
- ➔ Les inondations.

Les risques liés au transport de marchandises dangereuses sont présents sur la commune.

Types de catastrophe	Début le	Fin le	Arrêté du
Inondations et coulées de boue	13/02/1990	16/02/1990	24/07/1990
Inondations et coulées de boue	20/12/1993	02/01/1994	02/02/1994
Inondations et coulées de boue	27/07/1994	29/07/1994	06/12/1994
Inondations, coulées de boue, glissements et chocs mécaniques liés à l'action des vagues	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999



## 2.4 - CONTRAINTES ENVIRONNEMENTALES

Les contraintes environnementales ont été étudiées sous un angle concernant directement le thème de l'étude, à savoir la protection de la ressource en eau. Après consultation du service eau et santé de la D.D.A.S.S. – 76, il apparaît qu'il n'y a pas de captage destiné à l'alimentation en eau potable sur le territoire de la commune.

Néanmoins, nous pouvons remarquer la présence d'un captage d'eau potable à proximité de Saint-Jacques-sur-Darnétal, sur la commune de Saint-Léger-du-Bourg-Denis.

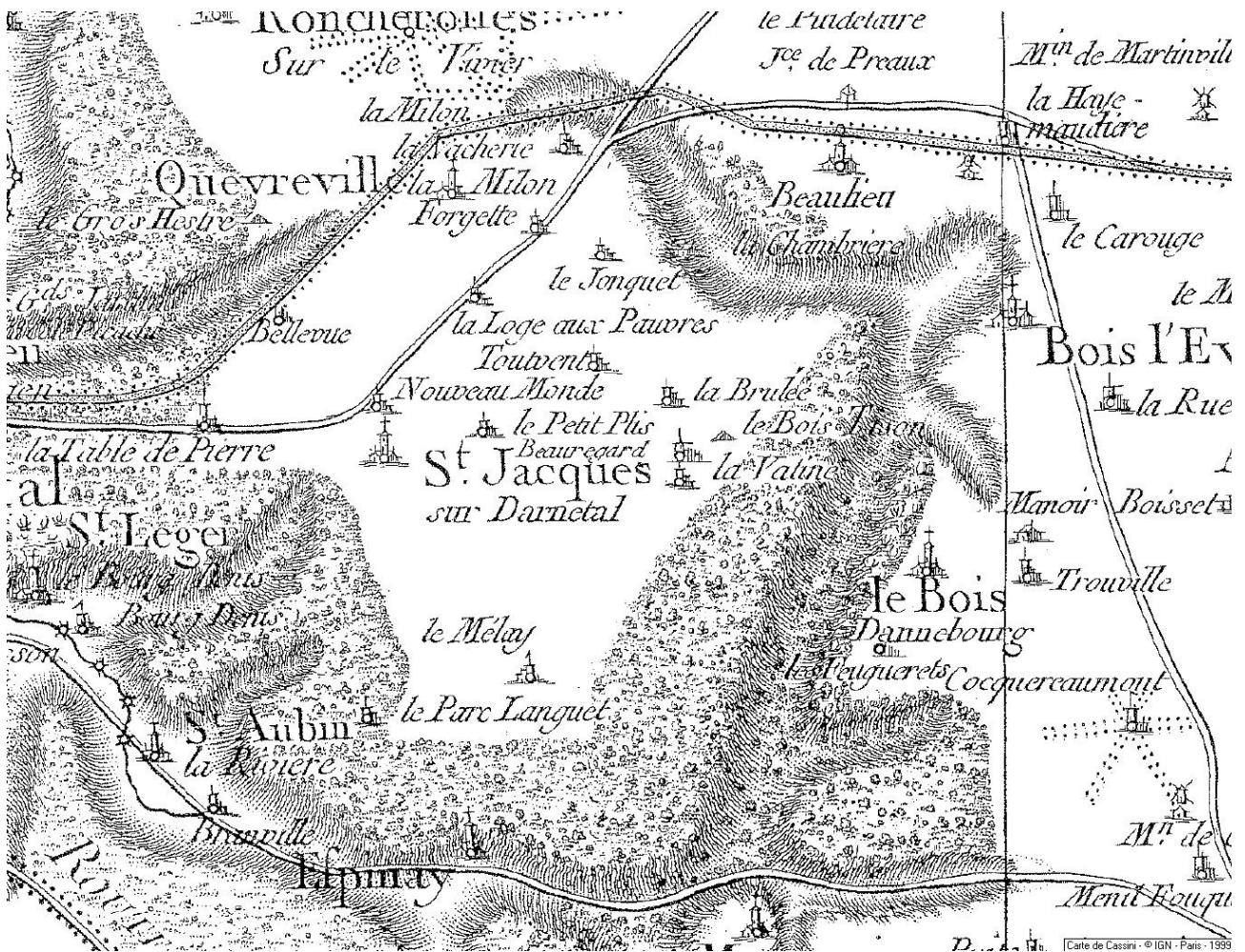
## 2.5 - DEVELOPPEMENT ET EVOLUTION DE L'OCCUPATION DU SOL

### ◆ La carte de Cassini

Les cartes de Cassini (cf. **Figure 5** et **Figure 6** ci-dessous) présentent le secteur Est de la région rouennaise et la commune de St-Jacques-sur-Darnétal. Elaborées à la fin du XVIII<sup>ème</sup> siècle, les cartes de Cassini serviront de référence aux cartographies pendant la première moitié du XIX<sup>ème</sup> siècle.

**Figure 5 : Carte de Cassini : Est de Rouen**



**Figure 6 : Carte de Cassini : Saint-Jacques-sur-Darnétal**

Depuis cette époque, de manière générale, l'occupation du sol de Saint-Jacques-sur-Darnétal a peu évolué. En effet, ce village possédait déjà une zone centrale agricole avec en limite communale des espaces boisés.

Nous pouvons cependant remarquer que ces derniers étaient d'ailleurs plus vastes qu'aujourd'hui et ce notamment dans les parties sud et ouest de la commune (Exemple : hameau de « la Table de Pierre », lieu dit de « la Moutardièrre », etc.).

#### ◆ Le cadastre napoléonien

La figure ci-après représente des exemples de sections tirés du cadastre napoléonien de la commune de Saint-Jacques-sur-Darnétal. Le territoire communal était divisé en 9 planches cadastrales :

- Section A planches 1 et 2
- Section B planche 1
- Section C planches 1 et 2
- Section D planches 1 et 2
- Section E planches 1 et 2

D'après ces documents, on constate que le bourg de Saint-Jacques-sur-Darnétal s'est développé en bordure de la route de Beauvais (route nationale N 31). Le cœur du village est situé en dehors de cette route nationale.

Notons aussi la présence de plusieurs hameaux relativement importants tel que « Les Forgettes », « Quévreville », etc.

### Figure 7 : Quelques exemples de planches du cadastre Napoléonien

(Section B,C,D)



#### ◆ L'occupation du sol du XX<sup>ème</sup> et XXI<sup>ème</sup> siècle

Au XIX<sup>ème</sup> siècle et durant la première moitié du XX<sup>ème</sup> siècle, le territoire communal en dehors du bourg et de ces hameaux étaient essentiellement occupé par des terres agricoles ainsi que des boisements (au lieu-dit de « la Mare Pierreuse » au sud-est et de « la Forêt » au nord ouest).

L'extension des zones bâties a débuté dans la deuxième moitié du XX<sup>ème</sup> siècle et principalement dans les années 1970-1990 avec la construction de plusieurs lotissements.

Actuellement, l'extension des zones bâties se poursuit sur des secteurs contigus au centre du village ou au centre des hameaux.

## 3 - LES DANGERS LIES AUX CAVITES SOUTERRAINES ET LE CONTEXTE REGLEMENTAIRE

### 3.1 - LES CAVITES SOUTERRAINES

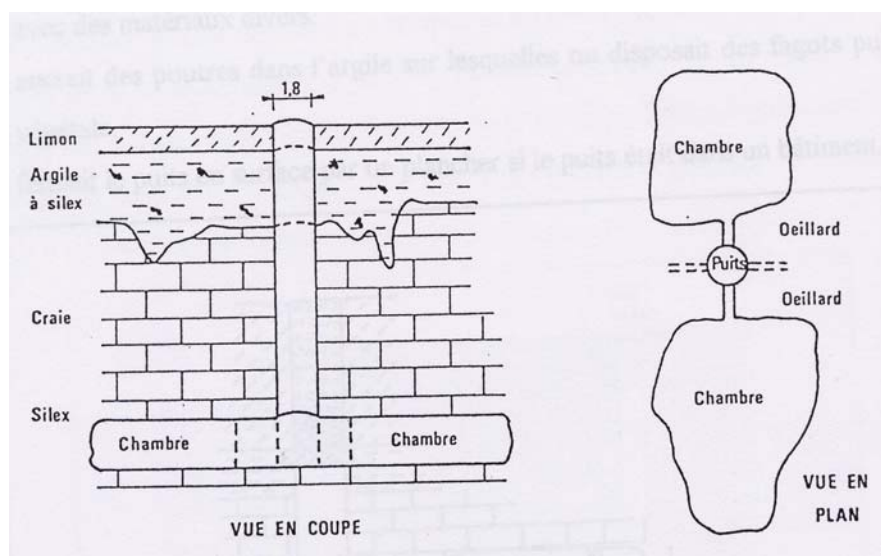
On distingue principalement 2 grands types de cavités souterraines : celles d'origine naturelle, les bétoires et celles d'origine anthropique, les marnières et les puisards. Il faut toutefois noter que certaines bétoires sont d'origine anthropique et ont été creusées de manière à servir de collecteurs d'eaux usées et/ou d'eaux pluviales.

#### 3.1.1 - Les marnières

Si les cavités souterraines peuvent se former naturellement par dissolution d'une roche calcaire lors de la circulation d'eau souterraine, la présence de marnières dans le sous-sol crayeux de la région se doit à une activité humaine : extraction de roche calcaire afin de pratiquer le chaulage pour neutraliser l'acidité des sols argileux présents en surface. Ces sols sont issus de l'altération de la craie sous-jacente. Cette pratique remonte à plusieurs siècles et elle s'est poursuivie jusqu'au début du XX<sup>ème</sup> siècle.

Les marnières sont composées d'un puits (diamètre d'environ 1,5 mètre) pouvant descendre jusqu'à une profondeur de 60 m pour atteindre la marnière proprement dite, sorte de chambre en forme de cavité – galerie (20 m x 20 m, en moyenne), d'où était extraite la pierre destinée au chaulage des terres en surface (cf. **Figure 8**). Toutefois, la plupart des puits d'accès ont une profondeur de 20 à 25 mètres, même si cela dépend des zones et de la facilité d'accès à la marne. En raison de la pratique ancestrale et généralisée de ce mode d'amendement, il n'y a pas de recensement des marnières existantes, mais leur nombre est estimé à quelques dizaines de milliers sur la Normandie.

**Figure 8 : Vue en coupe d'une marnière**



On trouvera ces marnières dans des endroits correspondant au profil suivant<sup>1</sup> :

- au niveau de plateau crayeux recouvert de limon et d'argile,
- lorsque le toit de la craie est à une profondeur inférieure à 80 m,
- lorsque la partie supérieure de la craie est hors nappe,
- en présence en surface de sols acides et argileux, nécessitant un amendement calcaire.

Ce profil correspond à 85 % du territoire de la Haute-Normandie.

Les marnières peuvent être à ciel ouvert sur les versants ou souterraine au niveau des plateaux (le plus souvent en limite de plateau et dans des zones où la pente est assez forte, là où il y aura moins à creuser). Leur présence entraîne un risque en ce qui concerne les constructions d'ouvrages et d'habitat.

En effet, les marnières n'ont quasiment pas été recensées, si bien qu'on ne connaît pas l'emplacement de ces anciennes carrières abandonnées. Lorsque le toit des marnières est en contact avec des coulées d'argiles issues de la décalcification de l'encaissant, cela peut entraîner des effondrements en cas de fortes circulations d'eau. Ce soudain effondrement du sol / sous-sol peut occasionner des dommages importants sur les constructions situées dans les périmètres de l'affaissement.

Par ailleurs, la présence de ces marnières peut aussi entraîner des risques en ce qui concerne la qualité des eaux souterraines. Les puits sont potentiellement des chemins d'accès direct au réseau karstique éventuellement situé dans la craie. Lorsque ces karsts sont en eau, celle-ci circule à grande vitesse alors que le pouvoir épurateur est faible à très faible : ce sont autant de dangers potentiels d'une contamination directe et importante de l'eau souterraine.

Une fois l'exploitation de la marne terminée, trois techniques étaient utilisées pour reboucher un puits<sup>2</sup> (cf. **Figure 9**) :

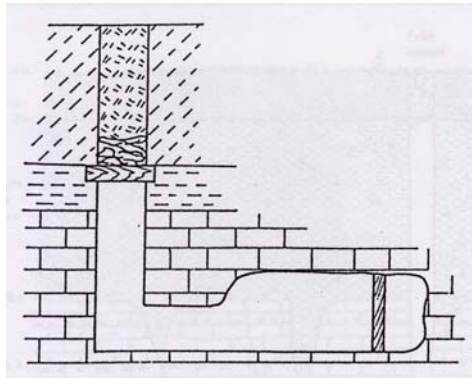
- le couloir d'accès était muré et le puits comblé avec des matériaux divers,
- des poutres étaient ancrées dans l'argile, poutres sur lesquelles on disposait des fagots de bois et de la terre végétale,
- le puits était fermé en surface par un plancher s'il se trouvait dans un bâtiment.

---

<sup>1</sup> A. Beauce, J.P. Deroin (1999) – Détection des cavités souterraines par méthodes géophysiques en Région Haute Normandie : guide de synthèse. Rap. BRGM R 40626, 18 p.

<sup>2</sup> A Valette, mémoire de DEA "Les marnières : méthodologie pour leur localisation et règles de localisation", Université de Rouen, laboratoire MTG – UMR IDEES, 1996



**Figure 9 : Coupe d'une marnière abandonnée**

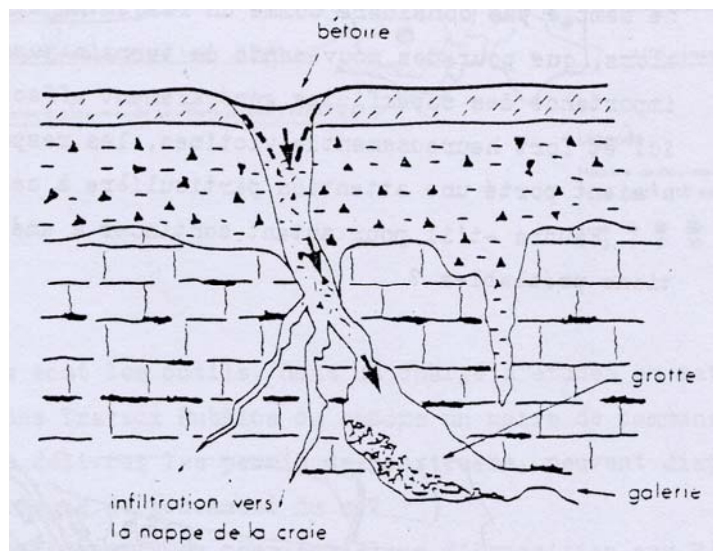
### 3.1.2 - Les bétoires

Mot d'origine normande, il provient de l'expression "bois-tout", en patois normand. On trouve ces bétoires sur les tracés des écoulements naturels des eaux, soit principalement en tête de vallons secs et dans les talwegs, dans le fond des vallées sèches, où elles permettent un engouffrement des eaux de surface sous terre. Lorsqu'elles ont été creusées par l'homme, elles sont composées d'un puits vertical débouchant sur une petite chambre servant de diffuseur dans le milieu naturel. Le but était de recueillir les eaux de ruissellement et tous les types d'effluents de surface.

Par contre, si leur origine est naturelle (cf. **Figure 10**), elles sont en relation avec les fracturations du sous-sol et les eaux circulent alors dans le réseau karstique, à une vitesse de l'ordre de la centaine de mètres à l'heure (cf.

**Tableau 4**).

Qu'elles soient d'origine anthropique ou naturelle, il est difficile de les recenser pour des raisons différentes de celles des marnières ; même si la présence de vallée sèche est un indice de présence de ces bétoires en tête de vallée. La difficulté est importante surtout dans le cas des pertes en talwegs qui se trouvent au fond de ruisseaux temporaires. Ces zones d'infiltration rapide peuvent être soit des bétoires isolées soit des bétoires en chapelet qui forment une succession de points d'engouffrement dans le fond de vallons secs, sur des distances de quelques dizaines de mètres.

**Figure 10 : Vue en coupe d'une bétoire**



### **3.1.3 - Les puisards**

De la même manière que les bétoires d'origine anthropique, les puisards traversent les formations superficielles pour atteindre le substrat crayeux et tirer profit de la porosité et de la fissuration. Ils servaient à collecter les eaux usées des habitations individuelles ou des constructions collectives.

## **3.2 - REGLES DE LOCALISATION DES MARNIERES**

Des études indiquent que la localisation des marnières répond à une certaine logique<sup>3</sup>. Il s'agissait notamment de limiter l'emprise en surface pour conserver la vocation première du terrain.

Plusieurs critères peuvent être pris en compte :

- la localisation de l'habitat ancien,
- les anciens chemins de grande communication,
- la présence de talweg,
- la pente.

### **3.2.1 - Présence d'habitat ancien**

Les marnières ne sont pas localisées dans les anciens noyaux urbains des villages, sauf si celui-ci est de type lâche, composé de fermes isolées. On trouve alors des marnières à chaux dans les cours-masures, mais plutôt à proximité des haies et éloignées des bâtiments anciens.

Lorsque l'habitat est à moins de 200 mètres, il est plus fréquent de trouver des marnières en plein champ, en raison de l'accès facile et de la nécessité de transporter la marne vers des fours à chaux pour la transformer en chaux. Lorsque l'habitat est à plus de 200 mètres, il est plus rare de trouver des marnières en plein champ, elles seront plutôt situées à proximité d'une voie de communication.

### **3.2.2 - Présence d'anciens chemins de grande communication**

Au XIX<sup>ème</sup> siècle, les communes étaient en charge du maintien des voies de communication traversant leur territoire. Cet entretien se faisait au moyen de matériaux extraits localement, d'où la présence de cailloutières à proximité de ces chemins.

Par ailleurs, afin de faciliter le transport de la marne extraite, les exploitations souterraines étaient souvent creusées soit à proximité immédiate des champs à

---

<sup>3</sup> - Ph Beguin, JP Lautridou, mémoire de DEA "Pour une approche géographique du milieu souterrain artificiel en Haute Normandie", Université de Caen, U.F.R. des Sciences de la Terre et de l'Aménagement Régional, 1991.

- A Valette, mémoire de DEA "Les marnières : méthodologie pour leur localisation et règles de localisation", Université de Rouen, laboratoire MTG – UMR IDEES, 1996

- P Guillopé, JC Flageollet, mémoire de maîtrise de géographie physique "La carte des indices de cavités souterraines : un outil pour l'aménagement", Université de Caen, U.F.R. des Sciences de la Terre et de l'Aménagement Régional, 1986.

chauler soit à proximité de chemins permettant de la répartir. Les remembrements successifs ont toutefois considérablement modifié les chemins, les effaçant pour bon nombre d'entre eux.

### **3.2.3 - Présence de talweg**

La présence de talweg et de vallons secs est un facteur limitant, étant donné qu'il s'agit du chemin préférentiel de circulation des eaux superficielles. La présence d'une marnière en fond de vallée ferait qu'elle serait facilement inondée, la rendant non seulement dangereuse, mais aussi inutilisable.

### **3.2.4 - La pente**

Sur les plateaux, si la pente est faible, il y a une forte épaisseur de limons, rendant le travail d'excavation plus long et difficile. Par contre, si la pente est forte (entre 1,5 à 6 %), il y n'a pas ou peu de colluvions ou de limons. La probabilité de trouver une marnière est donc assez forte, les exploitations étant préférentiellement situées dans la partie sommitale des talus et dans la partie convexe du sommet de la pente.

L'évolution du climat au cours du Quaternaire a modelé le paysage, creusant des vallons de manière souvent dissymétrique : un des versants sera plus doux que l'autre. L'érosion périglaciaire s'étant manifestée sur les versants exposés au sud-ouest et à l'ouest, ceux-ci ont été modelés en versants raides.

Les marnières seront donc préférentiellement situées dans la partie sommitale de versants exposés au sud-ouest ou à l'ouest et assez raides.

Ceci ne signifie pas qu'on ne trouve pas d'exploitation de la marne au milieu des plateaux. Dans ce cas, les puits étant profonds en raison de l'épaisseur des limons, le volume de craie extraite était plus important. La durée d'exploitation de la marne était prolongée, pour continuer à extraire de la craie là où l'accès existait déjà et de manière à ne pas avoir à creuser de nouveaux puits. Dans ce cas, les marnières disposaient d'un chemin d'accès direct ou à proximité immédiate pour le transport de la marne.

### **3.2.5 - Les bétoires**

Dans le cas des bétoires, la localisation est plus facile : on les trouve en tête de vallons secs et sur le passage des eaux de ruissellement. Le besoin d'absorber rapidement les eaux pluviales est notamment apparu avec la disparition progressive et constante des mares qui jouaient un rôle tampon.

### **3.2.6 - Synthèse**

En dehors des aspects géologiques et hydrogéologiques déjà évoqués, les critères favorables à l'exploitation facile de la marne répondent aux nécessités suivantes :

- ⇒ conserver au maximum la vocation première du sol en surface (pâturage et culture) ;

- ⇒ être d'un accès facile et si possible à proximité des zones d'utilisation des matériaux extraits ;
- ⇒ permettre une exploitation qui soit la moins difficile possible.

Les exploitations de la marne seront donc préférentiellement :

- en dehors des noyaux urbains anciens ;
- pas trop éloignées d'un chemin (les carrefours sont donc des lieux privilégiés) ;
- à proximité d'une maison lorsque l'habitat est de type lâche et s'il n'y a pas de chemins alentours ;
- localisées dans une zone où l'épaisseur des limons est moindre, soit sur le sommet de terrain en pente assez forte ;
- situées dans des secteurs où elles ne seront pas inondées.

### **3.3 - EVOLUTION DES EXPLOITATIONS SOUTERRAINES DANS LE TEMPS**

Quelle que soit leur origine, les cavités souterraines sont responsables de deux formes de mouvement de terrain : les affaissements et les effondrements. La différence entre les premiers et les seconds se place au niveau de la vitesse du mouvement. Les affaissements sont lents et continus, sans rupture apparente, alors que les effondrements correspondent à un mouvement brusque et laissent apparaître une rupture nette. Les origines de ces mouvements sont différentes.

Lorsque les effondrements sont circulaires, de faible diamètre (entre 1 et 2 mètres), il s'agit de l'effondrement d'un puits. Ils sont dus à la surcharge se trouvant au-dessus du recouvrement, aux vibrations provoquées par le passage de poids lourds, que ce soit sur une route ou dans un champ, ou encore au pourrissement des poutres de support du remblai (cf. **Figure 9**).

Par contre, lorsque la surface de l'effondrement est plus importante, celui-ci sera probablement dû à la rupture du toit de la chambre d'exploitation. Cette rupture du toit est appelée fontis et peut être la conséquence de l'action de contraintes mécaniques qui provoquent le cisaillement d'un pilier de soutènement. Mais l'eau peut aussi jouer un rôle d'agent déstabilisateur, le remplissage régulier des cavités par des eaux agressives va éroder la craie, rendant les piliers plus fragiles ou donnant lieu à la formation de cloches d'effondrement au toit de la chambre. Ce remplissage d'eau peut être naturel (cas de marnières dont une ou plusieurs chambres seraient situées à proximité d'un talweg) mais peut aussi être créé par l'homme. Les marnières sont alors utilisées comme décharges, bétoires ou puisards et, les eaux étant souvent concentrées en charges polluantes, le processus d'altération de la craie s'en trouve accéléré.

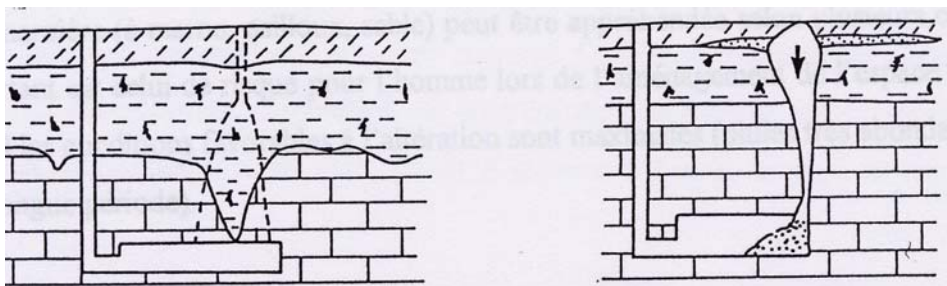
Les premiers symptômes dans ce dernier cas vont se traduire par un effondrement en surface, dû à la vidange d'une langue ou racine d'altération dans la chambre vide. Celui-ci peut se mettre en place sur une vingtaine d'heures si le fontis est d'importance et s'arrête une fois que la totalité de l'argile à silex ou du sable se soit

déversée dans la chambre (cf. **Figure 9**). Si le processus d'altération se poursuit, alors les piliers se fragilisent et peuvent se rompre.

Si le fontis est étroit, la vidange du matériel de remplissage par les eaux d'infiltration est progressive, le sol en surface s'affaissant petit à petit. Mais le processus est inéluctable... si la chambre n'est pas comblée ou effondrée artificiellement.

Les effondrements dans le cadre des puisards et des bétoires procèdent du même processus : vidange de matériel d'altération de la craie dans la cavité souterraine, celui-ci étant entraîné par les eaux de ruissellement circulant dans la conduite lors de leur infiltration dans le sous-sol (cf. **Figure 11**).

**Figure 11 : Formation d'un fontis, vidange d'une racine d'altération**



### **3.4 - QUELQUES RAPPELS REGLEMENTAIRES SUR LA MUNICIPALITE ET LA GESTION DES RISQUES NATURELS LIES AUX CAVITES SOUTERRAINES.**

Les maires des communes affectées par des effondrements se voient impliqués à plusieurs niveaux :

- Leur responsabilité peut être engagée d'un point de vue administratif : le Maire est tenu de prévenir les accidents naturels (code de collectivités territoriales). Donc, si les risques naturels prévisibles ne sont pas pris en compte dans les documents d'urbanisme, la responsabilité de la commune est engagée.
- Il en va de même en cas de carence de signalisation, d'absence ou l'insuffisance de travaux pour prévenir ou atténuer les effets d'un risque majeur.
- La responsabilité pénale des maires est engagée s'ils ne répondent pas aux obligations de sûreté que leur imposent les articles L. 2211-1 et suivant du Code général des collectivités territoriales : autorisation d'occuper le sol, de construire dans une zone à risque entraînant la mise en danger d'une personne (articles 221-6, 221-19, 221-20, 223-1 du Code pénal).

Dans le cas où une commune serait lotisseur et vend des parcelles viabilisées, elle peut être tenue pour responsable des dommages qui affectent les constructions, même ceux résultant d'un vice du sol (articles 1792 et suivants du Code civil).

## 4 - METHODE EMPLOYEE ET PRESENTATION DES RESULTATS

---

### 4.1 - METHODE EMPLOYEE POUR LA CONDUITE DE L'ETUDE

#### 4.1.1 - Etude préalable à l'enquête de terrain

Les documents provenant des services suivants ont été consultés :

- Services décentralisés de l'état : DDE, DRAC, DDAF, DDASS ;
- Mairie du Saint-Jacques-sur-Darnétal ;
- Archives départementales de Seine-Maritime ;
- Presse locale et régionale ;
- Bureau de Recherche Géologique et Minière (B.R.G.M.);
- Cartes et données géologiques ;
- Institut Géographique National (I.G.N.) ;
- Documents du Centre d'Etudes Techniques de l'Equipement (C.E.T.E.) ;
- Etc,...

#### **a) Collecte et exploitation des documents d'archives et de cartes anciennes**

L'exploitation ainsi que l'abandon d'une marnière sont soumises à déclaration depuis 1853. Les archives départementales de Seine-Maritime ont donc été consultées afin de rechercher tout document concernant les marnières : déclarations d'ouverture, déclarations de fermeture, rapports établis à la suite d'accidents, procès-verbaux de visites, arrêtés préfectoraux ordonnant des travaux d'aménagement, plans de localisation, etc,...

Les répertoires consultés sont les suivants :

- archives du XVI<sup>ème</sup> au XX<sup>ème</sup> siècle :
  - série 3 E (archives déposées par les communes)
- archives modernes (1790 à 1940) :
  - série 8 S (travaux publics et transports) : concerne entre autres les autorisations relatives à l'ouverture, la surveillance et la sécurité des mines et carrières (an IX – 1939) et notamment les marnières
  - série 2 S (routes et grandes voiries)
  - série 3 O (voirie communale et urbaine)
  - série 5 M (établissements dangereux et/ou insalubres)
- archives contemporaines (depuis 1940) :
  - série W
- cadastre :
  - série 3 P (cadastre, matrice et plans) : concerne entre autres le cadastre napoléonien

## **b) Collecte et exploitation des documents d'archives récents**

Différents documents d'archives récentes ont été consultés. Ceux-ci proviennent des administrations (communes, D.D.E., Préfecture,...), de bureaux d'études publics ou privés (BRGM, ANTEA, CETE,...), d'autres structures (associations, entreprises de BTP, lotisseurs,...).

## **c) Plans et cartes**

- ⇒ cadastre ancien (cadastre napoléonien) : ce cadastre n'apporte pas de renseignements sur les marnières mais permet de repérer des parcelles cadastrales et donc de localiser des exploitations décrites dans des documents anciens.
- ⇒ cadastre actuel (service du cadastre – centre des impôts fonciers),
- ⇒ carte topographique série bleue (I.G.N.) au 1/25 000 n°2011 E Fleury-sur-Andelle,
- ⇒ carte géologique (B.R.G.M.) au 1/50 000 n°100 Rouen Est,
- ⇒ carte hydrogéologique (B.R.G.M.) au 1/100 000 de Seine-Maritime.

### **4.1.2 - Questionnaire**

Pour compléter, d'une part, les informations fournies par le dossier mis en place et maintenu à jour par la municipalité de Saint-Jacques-sur-Darnétal et d'autre part, celles figurant dans les archives départementales, un questionnaire a été élaboré et envoyé par le bureau d'études ALISE à 169 habitants natifs de la commune ou propriétaires dont la surface de leur terre est supérieure à 2 000 m<sup>2</sup> ou exploitants agricoles sur Saint-Jacques-sur-Darnétal (liste fournie par la Mairie). Ce questionnaire, présenté en Annexe 1, a été envoyé à ses destinataires, accompagné d'une lettre de la municipalité signée du maire expliquant l'objet de l'enquête. Les parcelles visées étant préférentiellement les zones encore non construites et se trouvant majoritairement en périphérie du territoire communal.

Les critères de sélections ont été les suivants :

- propriétaires de surfaces agricoles,
- agriculteurs, anciens et actuels,
- personnes habitant et natif de Saint-Jacques-sur-Darnétal.

Afin de contacter le maximum de personnes sur la commune, une annonce est parue au journal de la commune.

\*



#### **4.1.3 - Etude de terrain**

##### **a) Recherche de nouveaux indices auprès de la population et des responsables de la commune**

Lors des visites de terrain, nous avons rencontré un certain nombre de personnes susceptibles de nous renseigner sur la présence et la localisation de cavités souterraines (agriculteurs, propriétaires, personnes ayant travaillé sur la commune, habitants connaissant bien l'histoire de la commune, etc,...).

Les renseignements obtenus par ces différents témoignages ont pu être recoupés entre eux afin de confirmer l'information et de localiser l'indice le plus précisément possible. La plupart des indices de cavités nous a en effet été signalé par plusieurs personnes.

##### **b) Validation des indices**

L'ensemble des zones à risques a été prospecté et les indices découverts (déjà connu ou nouveaux) ont été reportés sur un SIG et géoréférencés précisément par G.P.S.

Il s'agit de recenser, en fonction des résultats obtenus, les solutions qui se présentent pour éventuellement remédier aux problèmes détectés et d'en estimer les coûts.

##### **c) Analyse par photo-interprétation des missions aériennes de l'I.G.N.**

Des photos aériennes anciennes, contemporaines et récentes ont été analysées pour avoir le maximum d'informations et écarter les indices qui ne correspondent pas à des cavités souterraines (leurres).

Dans le cas présent, les photographies des missions aériennes de 1955 (noir et blanc), 1978 (noir et blanc) et 2003 (couleur) ont été analysées.

Les indices se répétant sur au moins deux campagnes aériennes seront retenus en tant que tel.

#### **4.1.4 - Compte-rendu de l'étude**

##### **a) Etablissement des fiches détaillées pour chaque indice de présence de cavités souterraines**

Les informations recueillies durant l'étude ont été reportées dans des fiches détaillées établies pour chaque indice de présence de cavités souterraines.

Ces fiches figurent dans le document intitulé « Recueil des indices de cavités souterraines » (document joint) et comportent les informations suivantes :

⇒ numérotation des indices ;

- ⇒ indications géographiques (repères locaux et coordonnées géographiques) ;
- ⇒ indications sur les sources des informations ;
- ⇒ nature et description des indices, description du contexte morphologique et hydrogéologique ;
- ⇒ informations éventuellement tirées des archives départementales et municipales.

En ce qui concerne la numérotation, chaque numéro d'indice correspond au code du département, suivi du code INSEE de la commune et du numéro d'ordre de chaque indice.

Lorsque les indices ont pu faire l'objet d'une reconnaissance de terrain, ils ont été photographiés et leurs coordonnées relevées par G.P.S. Ceci permettra par la suite de localiser chaque indice sur le cadastre SIG géoréférencé avec une grande précision. Dans le cas où le G.P.S. nous donnait un résultat peu précis (zones peu dégagées), nous avons procédé à une localisation « terrain » en mesurant les distances vis à vis d'arbres, de clôtures, etc.

### **b) Positionnement précis des indices sur le SIG**

**Le document final** comporte une carte cadastrale au 1/ 6 500 où sont localisés l'ensemble des indices recensés (cf. Annexe 5).

La légende distingue les cavités d'origine naturelle (bétoires) des cavités d'origine anthropique pour l'exploitation de matériaux et des puits filtrants. Les indices dont il n'est pas possible (avec les renseignements disponibles) de préciser s'il s'agit réellement de cavités souterraines ont été légendés comme « indéterminés ».

Certains renseignements provenant de témoignages ou des archives n'ont pas toujours permis la localisation précise des indices. Dans ce cas, leur positionnement sur la carte est imprécis.

## **4.2 - INDEX DES INSTITUTIONS CONTACTEES**

- ⇒ Voir le tableau de présentation en Annexe 2.

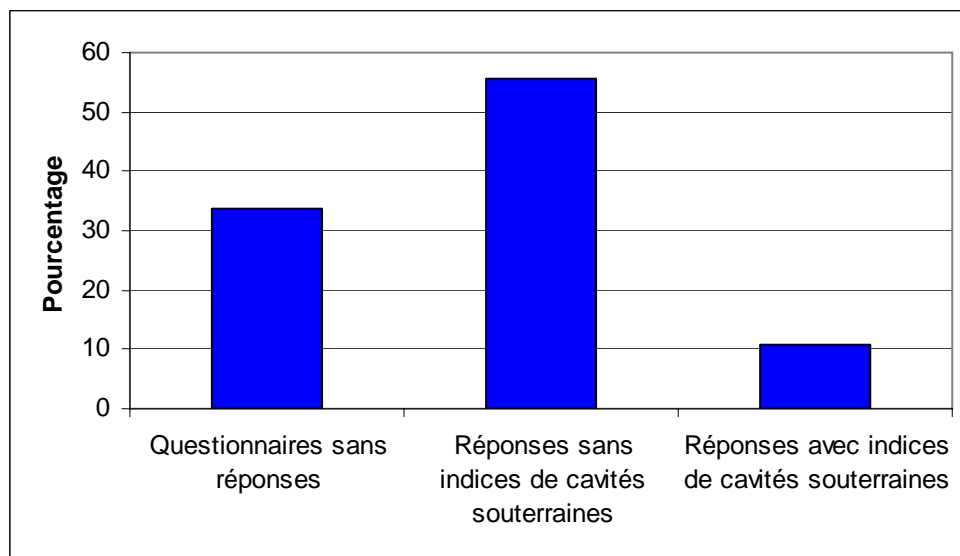
## 5 - RESULTATS DE L'ETUDE. LA PREVENTION DES RISQUES NATURELS

### 5.1 - LES REPONSES AU QUESTIONNAIRE

Les résultats de l'enquête réalisée auprès des propriétaires terriens de la commune sont les suivants :

Le taux de réponses est assez élevé. En effet, sur 169 courriers, nous avons reçu 112 réponses (soit 63,3 %). Ces dernières sont parvenues en deux fois à la mairie de Saint-Jacques-sur-Darnétal, après une relance par courrier.

**Figure 12 : Présentation des résultats de la consultation par catégorie**



Notons que plus de 10% des personnes contactées nous ont signalés un ou plusieurs indices de cavités souterraines.

### 5.2 - ANALYSES DES INDICES DE CAVITES SOUTERRAINES RECENSEES

Le tableau en Annexe 3 présente les 240 indices de cavités souterraines actuellement recensés sur l'ensemble du territoire de Saint-Jacques-sur-Darnétal avec l'origine de l'information.

Parmi ces indices :

- 7 % sont liés à des cavités souterraines (marnières,...),
- 2 % sont liés aux bétoires,
- 79 % ont une origine indéterminée
- 11 % sont liés à des puits,
- autres : 1 % (carrières à ciel ouvert,...).

Près de 1/3 des indices recensés provient des dossiers et archives (notamment le dossier « cavités souterraines » de la Mairie de Saint-Jacques-sur-Darnétal et des documents du Service Aménagement du Territoire de la D.D.E. 76). La présente étude et en particulier les enquêtes de terrain et celles réalisées auprès des propriétaires terriens apportent les 2/3 restant.

Il faut toutefois signaler que le nombre total d'indices (240) n'est pas un chiffre définitif, mais correspond à l'état actuel des connaissances.

### **5.3 - PRESENTATION DES INDICES DE CAVITES SOUTERRAINES**

En surface, les indices de présence de cavités dans le sous-sol sont variés, ils peuvent être des signes directs ou indirects.

Parmi les **signes directs**, on va trouver notamment :

- la présence d'un puits protégé par une plaque (tôle, ciment, etc..),
- la présence d'un effondrement circulaire récent, la rupture du sol étant marquée,
- la présence d'un remblai récent, ayant servi à combler un effondrement. On note alors la présence de remblai à la surface du sol,
- la présence d'une dépression topographique de forme circulaire,
- la présence d'un puits en maçonnerie.

Des **signes indirects** peuvent indiquer la présence de cavités souterraines :

⇒ un changement de végétation :

Ce changement peut être la présence d'un bosquet de forme circulaire au milieu d'un champs, d'une prairie, mais peut être aussi une zone circulaire envahie par les ronces, les hautes herbes (cf. **Photographie 1**).

#### **Photographie 1 : Indice de surface de cavités souterraines par la présence d'une végétation particulière**



⇒ un changement dans l'humidité du sol :

La reconnaissance de ce type d'indices est liée d'une certaine manière à la végétation, puisque la différence d'humidité entre un puits et le sol environnant sera marquée surtout par un changement de couleur des cultures, pâtures qui auront du mal à se développer dans un terrain extrêmement drainé par endroits en raison de l'existence d'un puits.

**Photographie 2 : Indice probable de surface de cavités souterraines par changement de végétation**



⇒ la présence d'un arbre isolé :

Les puits d'accès aux cavités souterraines situées en plein champ peuvent avoir été marqués par un arbre isolé. Ce dernier permettait aux agriculteurs de connaître l'emplacement des marnières rebouchées par eux ou leurs aînés.

⇒ la présence d'un bâtiment isolé :

L'exploitation de la marne étant réglementée et soumise à des taxes, il n'était pas rare de dissimuler ce type d'exploitation par la construction d'un bâtiment au droit du puits.

⇒ La présence d'une décharge :

Les marnières ont souvent été utilisées en tant que décharges pour faire disparaître des déchets, des encombrants. La présence d'une décharge sauvage doit entraîner des précautions quant à l'utilisation ultérieure de ce terrain.

⇒ la présence d'un vallon sec :

Elle va conduire à la recherche de bétoires dans le talweg de ces dépressions, de préférence en tête de ces vallons.

L'étude des photos aériennes peut également apporter des informations. Cette étude est effectuée sur plusieurs séries de clichés de manière à avoir une évolution de

la représentation de l'occupation du sol dans le temps. S'il est difficile d'identifier les vides apparents ou les puits d'accès aux chambres d'extraction, les photos peuvent apporter d'autres informations. On cherchera en particulier des indices tels que :

- la présence d'un bosquet de forme circulaire, d'un arbre isolé aujourd'hui disparu ;
- la manifestation d'une extraction de marne dans les photos anciennes (campagne de 1947 de l'I.G.N.) ;
- l'étude de ces photos pourra servir à éliminer des leurres ;
- la présence d'anciennes mares (elles forment, elles aussi, des dépressions une fois vidées et peuvent donc prêter actuellement à des confusions) ;
- les anciens trous de bombe.

Sur le territoire de Saint-Jacques-sur-Darnétal, les indices recensés ont été les suivants (voir les photos dans les fiches d'indices dans le document ci-joint) :

- effondrement récent et rupture du sol,
- dépressions topographiques,
- changement localisé de végétation,
- présence de vallons secs,
- remblai récent.

Parmi les indices recensés, certains sont très probablement dus à des cavités souterraines liées à l'exploitation de matériaux (marnes principalement).

D'autres indices ont une origine plus incertaine et il n'est pas possible de se prononcer dans le cadre de cette étude. Il s'agit le plus souvent d'une modification de la topographie de la parcelle (affaissement de quelques dizaines de centimètres à plusieurs mètres).

Ces indices ont été reportés sur la carte cadastrale de la commune. L'étude de leur répartition dans l'espace montre que les indices de cavités souterraines connus à ce jour se situent principalement sur le pourtour de la commune, en dehors de l'espace occupé par le bourg au XIX<sup>ème</sup> siècle et au début du XX<sup>ème</sup> siècle (cf. Figure 6 : Carte de Cassini : **Saint-Jacques-sur-Darnétal**). Ces secteurs étaient, à l'époque, des zones agricoles (ex : hameau « du Grand Pressoir »).

Si on compare cette répartition avec les règles d'emplacement décrites précédemment (chapitre 3.2 -), on retrouve un schéma correspondant à l'organisation présentée : les indices se trouvent sur le plateau, nombreux d'entre eux sont situés à proximité des anciens chemins, en périphérie des habitats anciens, ou alors en lisière de bois de manière afin ne pas perturber l'usage des sols de surface (ex : hameau « des Jonsquets »).

## **5.4 - IMPACTS DES CAVITES SUR L'AEP, LA CONSTRUCTION ET L'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE**

### **5.4.1 - Vulnérabilité de la ressource en eau souterraine : importance de la prise en compte des cavités souterraines**

La vulnérabilité des aquifères est développée au titre des précautions à prendre dans le cadre de la gestion de la ressource en eau, les bétouilles et autres zones d'engouffrement représentant des risques importants de contamination des eaux souterraines destinées à l'alimentation en eau potable. Cette vulnérabilité sera notamment marquée par le temps de transfert total entre la source de pollution et l'exutoire de la nappe (forage pompé ou source). Celui-ci comprend le temps de transfert dans les zones non saturées (ruissellement et traversée des formations superficielles) et celui du transfert dans les zones saturées (l'aquifère en lui-même). Plusieurs paramètres sont à prendre en considération pour faire une étude exhaustive sur le sujet, avec principalement<sup>4</sup> :

- le flux polluant (origine, nature et quantité)
- les formations superficielles (nature, épaisseur, profondeur de la nappe)
- l'aquifère en lui-même (vitesse de transfert horizontal)
- le captage (destination quant à l'A.E.P. et périmètre de protection).

Le tableau suivant indique les catégories de vulnérabilité des différents types de formations superficielles :

**Tableau 3 : Catégories de vulnérabilité des différents types de formations superficielles**

<b>Vulnérabilité</b>	<b>Ordre de grandeur des temps de transfert</b>	<b>Principaux faciès correspondants</b>
Forte	Quelques heures	Craie/calcaire à bétouille Vallées sèches à bétouille Craie/calcaire à un sans bétouille
Moyenne	Quelques jours à quelques semaines	Alluvions sur calcaire/craie Argile à silex sur calcaire/craie Limos sur calcaire/craie
Faible	Un à plusieurs mois	Limos sur argile à silex sur craie Marno-calcaire sur calcaire
Nulle	Une à plusieurs années	Calcaire sous la glauconie de base Calcaires sous marnes et marno-calcaire.

En ce qui concerne l'aquifère, les vitesses de transfert ont les ordres de grandeur suivants :

<sup>4</sup> Les informations des différents tableaux sont tirées de l'étude du Burgeap, – Février 1996 : S.A.P.N. Autoroute A28 Alençon – Rouen. Plan d'objectif environnement Lot n° a1 : Etude hydrogéologique



**Tableau 4 : Vitesses de transfert**

<b>Faciès</b>	<b>Ordre de grandeur de la vitesse de transfert</b>
Craie/calcaire à bétoires, karst	La centaine de mètres /h
Craie/calcaire à un sans bétoire Alluvions graveleuses	La dizaine de mètres/h
Socle	Quelques dm/h
Marnes et argiles	Quelques mm/h ou cm/h

Ces 2 tableaux montrent l'importance que peut avoir la présence de bétoires, de gouffres ou de marnières sur la protection de la ressource en eau souterraine destinée à l'alimentation en eau potable : le temps de transfert entre la source de la pollution et l'exutoire, avec les composantes superficielles et verticales, et celles correspondant à la circulation de l'eau dans la nappe, est le plus court quand l'eau circule dans une cavité en contact avec un réseau karstique.

De plus, l'absence de sol fait que son pouvoir épurateur (échanges ioniques, bactéries, etc,...) ne diminue pas la charge polluante, celle-ci arrive donc avec une concentration maximale à l'exutoire.

Le captage d'adduction en eau potable de Saint-Léger du Bourg Denis (76) situé juste en aval de la commune de Saint-Jacques-sur-Darnétal est donc soumis à ce risque.

## **5.4.2 - Présentation des indices de cavités souterraines**

### **5.4.2.1 Localisation**

Le tableau ci-après précise le nombre d'indice de cavités souterraines en fonction du hameau.

**Tableau 5 : Localisation des indices en fonction du hameau**

<b>Hameau</b>	<b>Nombre</b>
« La Vente à la Dame »	1
« Le Bois Tison »	1
« Bois de la Mare Pierreuse »	2
« Forgettes »	2
« La Mare Pierreuse »	2
« La Moutardière »	2
« La Futaie »	2
« Les Vatines »	2
« La Ferme de Monsieur Legros »	3
« Le Plis »	3
« Rue des Canadiens »	3
« Vers Roncherolles »	3
« Le Grand »	4
« La Briqueterie »	4
« La Brulée Hameau »	4
« La Saussaie »	4
« Les Forgettes »	4
« La Belle vue »	5
« Mare Pierreuse »	5
« Les Arpents »	6
« La Forêt »	7
« Le chêne l'Image »	8
« Le Grand Pressoir »	9
« Les Communes »	10
« Les Jonquets »	12
« La Loge aux Pauvres »	13
« Le Nouveau Monde »	13
« La Haie des Pommerais »	15
« Village »	15
« La Table de Pierre »	16
« Quevreville »	16
« La Vacherie »	17
« La Grande et Petite Saussaie »	27

Les indices de cavités souterraines sont majoritairement localisés dans des zones agricoles et/ou à proximité de secteurs boisés (cf. carte de localisation des indices au 1/6 500 en Annexe 5) :

- « Hameau de la Grande et Petite Saussaie »,
- « Hameau de la Vacherie »,
- « Hameau des Joncquets »,
- « Hameau de la Haie des Pommeraies »,
- « Hameau de la Moutardière ».

La présence des hameaux de « Quevreville » et du « Village » parmi ceux qui possèdent le plus d'indices s'expliquent par la forte présence de puisards du fait de leur urbanisation.

Plusieurs indices sont situés en périphérie du bourg ancien (hameaux « du Village », « du Plis » ), c'est-à-dire dans des zones actuellement urbanisées (type zone résidentielle à dominante d'habitat individuel).

#### 5.4.2.2 Typologie

**Tableau 6 : Précision des indices**

Précision	Nombre
Visible	123
Invisible	117

Le tableau ci-dessus indique si un indice est visible ou non. Notre étude sur le terrain a permis de préciser que sur les 240 indices de cavités souterraines, 123 sont visibles.

Le tableau ci-après nous informe de la typologie de l'indice. Signalons que 185 indices sont d'origine indéterminée et que 21 sont des carrières souterraines.

**Tableau 7 : Type probable d'indice de cavité souterraine**

Type probable d'indice	Nombre
Puits	26
Indéterminée	185
Carrière à ciel ouvert	2
Carrière souterraine	21
Karstique	6

### 5.4.2.3 Remarques

L'indice découvert au hameau de « la Loge aux Pauvres », dans la parcelle 86 de la section AA (indice n°101) a déjà subi une étude plus spécifique. Cette étude devrait pouvoir rapidement être prise en compte afin d'infirmer ou de confirmer cet indice. De même, la commune de Saint-Jacques-sur-Darnétal procède actuellement à des forages autour de l'indice 211. Les résultats sont aujourd'hui aussi en attentes avant de valider ou non cet indice.

L'indice n°44 provient d'un arrêté de fermeture de deux marnières en 1871. Aucune localisation précise de ces deux cavités souterraines ne figurent sur cet arrêté. L'étude du registre cadastral de cette époque indique que le propriétaire des terres où sont situées les deux marnières possédaient à cette époque les parcelles cultivées N°13, 118, 166, 107, 487, 488 et 523. Après analyse du cadastre napoléonien, ces dernières sont aujourd'hui les parcelles n°1, 2, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 et 79 de la section AC, les parcelles n°16, 16, 60, 61, 62, 63, 64 et 65 de la section AE et la parcelle n°12 de la section AI.

Les indices n°207, 208 et 190 à 204 ont été repérés via l'étude des photographies aériennes de 1955, 1978 et 2003. Ils sont situés sur des zones boisées à l'époque de la conception du cadastre napoléonien. Bien visibles sur le terrain (lorsque que la végétation n'est pas présente) par changement de la texture et de structure du sol, ces indices sont très proches (20 à 30 m) et ont des diamètres d'environ 12 m.

Les indices des fiches 94 et 20 ont été, lors de l'étude qui les révèle, mal localisés. Ces erreurs ont été corrigées par un courrier de la commune de Saint-Jacques-sur-Darnétal figurant en Annexe 6. Ce dernier permet aussi de levé un indice localisé dans le jardin de maison de retraite de Saint-Jacques-sur-Darnétal. Enfin, celui-ci précise les typologies et les localisations des indices des fiches n°93, 94, 95 et 96.

A titre exceptionnel, 3 fiches comportent plusieurs indices et sont délimitées par des parcelles (cf. fiches n°82, 149 et 155). Ces fiches s'expliquent par le fait que l'intégralité des zones en questions est soumise à plusieurs effondrements de plusieurs mètres.

### 5.4.3 - Prévention des risques

Dans les secteurs déjà urbanisés, il est difficile de revenir sur une situation de fait. Par contre, dans le cadre de la prévention des risques, il pourrait être envisagé au minimum de demander une étude spécifique de reconnaissance de cavités souterraines (voir le paragraphe 5.4.4 -) pour les futures constructions surtout celles situées à proximité d'indices recensés avec une précision à l'échelle de la parcelle. L'emprise moyenne des marnières en Normandie étant de 60 m, les indices reconnus sur le terrain et marqués au G.P.S. (cf. recueil des fiches d'indices) devraient donc faire l'objet d'une attention particulière.

**Il est à signaler que ces recommandations sont faites en l'état actuel des connaissances quant à la présence d'indices de cavités souterraines sur le territoire de Saint-Jacques-sur-Darnétal.** Il ne s'agit donc pas de recommandations exhaustives ni définitives, leur étendue étant amenée à évoluer en fonction de la découverte et du recensement de nouveaux indices de cavités. De plus, l'imprécision liée à la connaissance à l'échelle de la parcelle, pour les archives et une

partie du dossier, rend impossible l'établissement d'une plus grande précision dans la localisation.

Autre catégorie de secteurs à risques dans le cadre de la gestion du territoire, celui des vallons secs : les risques naturels liés à des inondations par le ruissellement, les risques de pollution de la nappe, sont importants. En effet, ces vallons secs représentent un cheminement préférentiel pour la circulation des eaux de pluies, entraînant la formation de flux torrentiels d'eau après des précipitations de fortes intensités. Néanmoins, sur le territoire communal, l'écoulement se fait en direction de boisements.

#### **5.4.4 - Recommandations**

Le travail effectué dans le cadre de cette étude a pour principal résultat de donner une photographie de la connaissance actuelle de la présence d'indices de cavités souterraines sur le territoire de la commune de Saint-Jacques-sur-Darnétal. **L'échelle de précision étant, pour la plupart des indices, celle de la parcelle, il faut manier l'emplacement des indices sur le document cartographique réalisé, en connaissance de cause et avec précautions. Celui-ci vise seulement à donner une vue d'ensemble de la répartition des indices sur le territoire de la commune.**

Mais, dès à présent, il faut conserver les indices et les numéros de parcelles et les actualiser en cas de futurs aménagements : ainsi **tout changement de numéro de parcelle devra être reporté sur la fiche de l'indice correspondant et sur la liste générale des indices recensés.** Si l'emprise exacte de la cavité souterraine n'est pas connue, la fiche de l'indice devra inclure le(s) nouveau(x) numéro(s) de parcelle et faire référence à l'ancien pour une meilleure précision sur la caractérisation du secteur à risque certain de présence de cavités souterraines.

En l'état actuel des connaissances, les précautions à prendre pour diminuer les risques liés aux cavités souterraines se résument de la manière suivante :

- Prise en compte des zones à risques dans le P.L.U. et des parcelles recensées dans cette étude. Comme il a été précisé précédemment, l'emprise moyenne des marnières en Normandie étant de 60 m, les **indices reconnus sur le terrain et marqués au G.P.S. ou localisés via des mesures, devraient faire l'objet d'une attention particulière (étude géophysique, décapage...),** à moins que l'emprise de la marnière ne soit déterminée précisément. L'échelle de précision sur la localisation des indices étant souvent à l'échelle de la parcelle, le principe de précaution implique de constituer un périmètre de 60 mètres autour des limites de la parcelle où se trouvent les indices en question.
- **Actualisation de la liste des indices de cavités souterraines à chaque nouvelle information.** Cela nécessite la mise en place d'une démarche visant par exemple à **responsabiliser une personne pour le dossier et sa gestion** afin de tenir à jour le recueil des fiches d'indices et la cartographie de ces indices. Ceci est facilité grâce à l'élaboration et à l'utilisation de l'outils SIG et de la base de données des fiches indices.

- ➔ **Demande de consultation du présent dossier en mairie pour chaque construction, changement de propriétaire, etc,...**

#### **5.4.5 - Exemples de travaux complémentaires**

Les investigations complémentaires possibles pour déterminer la présence et l'emprise de cavités souterraines sont de plusieurs types :

- les forages,
- les études géophysiques,
- le décapage des terrains superficiels.

Les travaux de diminution des risques d'effondrement viseront principalement à combler les cavités, voire simplement à les conforter.

##### **a) Les forages**

Ils présentent l'avantage de déterminer avec certitude la présence d'une cavité à condition de traverser la chambre vide. Leur inconvénient vient de leur faible rayon d'action (il correspond au diamètre du forage) et donc de leur inadaptabilité à être utilisé comme seule méthode de prospection pour la détermination de la présence de cavités souterraines : la quantité de forages à réaliser pour avoir une certitude en ce qui concerne les cavités souterraines rendrait cette étude extrêmement coûteuse.

Le coût moyen unitaire d'un forage est de 1 250 à 1 500 € H.T. (1 450 € à 1 800 € TTC) pour une profondeur de 30 mètres, diamètre 100 à 150 mm.

Par contre, la réalisation de forages est à recommander en fin de prospection, si la cavité n'est pas accessible.

##### **b) Les méthodes de prospection géophysique**

Une étude réalisée par le BRGM<sup>5</sup> a montré les limites des différentes méthodes et configurations géophysiques traditionnelles.

Leur avantage par rapport au forage vient du fait qu'elles sont non destructives et sont d'un coût plus faible en raison de la surface étudiée. Par contre, les limites de diagnostic de présence de cavités souterraines sont importantes.

##### **❖ La microgravimétrie**

Cette méthode consiste à mesurer les valeurs relatives de la gravité à la surface du sol, les cavités créant un déficit de densité par rapport aux terrains encaissants, elles sont a priori détectables de cette manière. **Il s'agit de la méthode traditionnelle la plus à même de fournir une réponse à la présence de cavité en Haute Normandie.** Il y a toutefois des **limites importantes**, la première venant des caractéristiques de l'anomalie recherchée : plus l'anomalie sera profonde et/ou son volume faible, moins elle sera détectable. D'autre part, le résultat de ce type d'étude

---

<sup>5</sup> Les informations de ce paragraphe sont tirées de A. Beauce, J.P. Deroin (1999) – Détection des cavités souterraines par méthodes géophysiques en région Haute – Normandie : Guide de synthèse. Rap. BRGM R 40626, 18 p.

est sous forme de carte d'anomalies de densité, le signal en surface étant plus ou moins fort en fonction de l'importance des anomalies en profondeur et de leur signes respectifs. La présence d'une anomalie de "forte densité" (une accumulation de silex, par exemple) peut parfaitement masquer une anomalie de "faible densité", soit un vide. Par ailleurs, une même anomalie peut être produite par une cavité ayant une certaine caractéristique géométrique ou par une poche de sable de dimension adéquate. Il n'y a donc pas de détection véritable des cavités, les résultats devront être vérifiés par des forages.

Pour donner des ordres de grandeur, dans des conditions géologiques et pédologiques normales (sol et sous-sol), **une cavité de dimension 20 x 20 m, avec une hauteur de vide de 3 m** sera tout à fait **détectable si elle est à 10 mètres de profondeur** ; sa détection sera plus **problématique à 20 - 25 mètres** de profondeur en raison des perturbations liées aux terrains superficiels et elle sera **indécelable à 40 mètres** de profondeur.

Les coûts indicatifs sont les suivants : 35 € H.T. (42 € TTC) par point de mesure, sachant qu'il faudrait environ 400 points pour couvrir un terrain de 1 ha, le coût d'une telle étude se monterait à 14 000 € H.T., soit 16 750 € TTC.

#### ❖ Les méthodes sismiques

Le principe des méthodes sismiques est de provoquer des ébranlements dans le sous-sol et d'observer en surface les ondes générées au cours de ces ébranlements. La présence d'une cavité peut entraîner des perturbations de certains paramètres, tels le temps de trajet, la vitesse de propagation, l'amplitude et la forme des signaux, etc,... qui révéleront sa présence. Les mesures peuvent se faire sur la **sismique réflexion**, qui mesure les ondes réfléchies par les discontinuités et sur la **sismique réfraction**, qui s'intéresse aux ondes réfractées le long des discontinuités.

L'existence de bruits rend difficile l'utilisation de ces méthodes en milieu péri-urbain et **l'application de ces méthodes à la détection des cavités souterraines en Haute-Normandie reste pour le moment du domaine de la recherche et développement**. De plus, la présence de limites irrégulières entre les différentes couches géologiques, la faible dimension des cavités sont autant de facteurs limitants quant à l'utilisation de la sismique pour identifier la présence de ces cavités souterraines.

Les coûts varient suivant les techniques utilisées : l'utilisation de la sismique réfraction entraînerait un coût de 2 000 à 2 500 € H.T. par jour pour le déploiement de 3 dispositifs comprenant 24 géophones et la réalisation de 5 tirs à l'explosif. En cas d'utilisation de la sismique réflexion haute résolution, les coûts sont multipliés par 3 ou 4.

#### ❖ Les méthodes de géophysique électriques

Ces méthodes permettent de mesurer la **résistivité électrique apparente** (intégration des résistivités des différentes couches depuis la profondeur vers la surface), à l'aide de l'injection de courant électrique dans le sous-sol et de sa mesure. La résistivité est une propriété physique caractéristique d'une roche qui conditionne la circulation d'un courant dans un matériau. Plusieurs modes de mesures existent : le sondage (mesure de la variation verticale de la résistivité) et le traîné (mesure de la



variation latérale de la résistivité). La combinaison des 2 indique le panneau électrique. Théoriquement, l'utilisation de ces méthodes en configuration classique permettrait de mettre en évidence la présence de cavité puisque le vide a une résistivité très importante. Toutefois, en raison du fait que les cavités sont de faible dimension et que les lignes de courant aient vraisemblablement tendance à "contourner" les cavités plutôt qu'à s'y arrêter, **il est difficile de mettre en évidence leur présence.**

Le coût journalier de ces méthodes tourne aux alentours de 2 000 € H.T.

#### ❖ Les méthodes électromagnétiques

Ces méthodes rassemblent celles utilisant les radars, des émetteurs lointains et fixes, des émetteurs mobiles. Le principe est le suivant : un champ électromagnétique primaire passant dans un corps conducteur génère un champ induit, secondaire, qui se superpose au champ primaire. Les mesures de ce champ secondaire vont renseigner sur la conductivité des terrains en sous-sol.

**Ces méthodes n'ont pas montré jusqu'à présent une réelle efficacité en ce qui concerne la détection des marnières en Haute Normandie.** Pour la plupart, la limite viendra des interférences qui existent localement dans les longueurs d'ondes utilisées, qui sont dues à la présence de lignes à haute-tension, de structures métalliques aériennes ou souterraines. La méthode la plus prometteuse, **le radar géologique, a fait ses preuves dans d'autres contextes**, mais la présence de terrains très conducteurs en surface réduit la profondeur d'investigation. Des recherches sont actuellement en cours pour affiner l'utilisation du radar pour détecter les cavités souterraines.

Le coût moyen d'une journée de mesure radar s'élève à environ 2 500 € H.T. Pour les autres méthodes, le coût d'une journée de mesure tourne aux alentours de 1 300 € H.T.

Il existe d'autres méthodes qui ont fait leur preuve dans différents contextes :

### c) Recherche et traitement des cavités souterraines

Il existe des sociétés spécialisées dans ce domaine, comme l'est "Etudes Travaux Souterrains", de M. J-L Audam, à Canteleu (cf. Annexe 4).

La méthode employée consiste en des travaux de **détection des indices de surface** pour déterminer leurs natures, **réaliser un diagnostic** avant de procéder aux **travaux de décapage** (le coût moyen indiqué représente un décapage de 200 m<sup>2</sup>). L'objectif du décapage est de trouver la tête de puits afin de la mettre à nu et d'analyser les possibilités de **descendre dans la cavité pour en estimer le volume.**

Si l'indice ne correspond pas au puits d'accès ou s'il s'avère impraticable, alors la phase suivante du diagnostic sera de **creuser un nouveau puits** pour atteindre la chambre d'exploitation de la marne et de le buser. La **cavité sera ensuite reconnue** (descente en treuil et visite), les **travaux à réaliser estimés** : travaux de confortement ou de comblement (injection d'un coulis).

La profondeur des marnières est en moyenne de – 25 m par rapport à la surface du sol, le prix de reconnaissance est d'environ 8 000 à 9 000 € H.T. en moyenne.

Le volume des marnières est d'environ 300 à 500 m<sup>3</sup>, le coût du comblement s'élève donc à environ 30 000 à 50 000 € H.T. en moyenne.

L'intérêt de cette méthode est que le **décapage permet d'identifier à coup sûr la présence d'une cavité souterraine**, que ce soit par son puits d'accès ou par l'effondrement du toit de la chambre (voir la **Figure 8** pour la représentation d'une marnière en coupe, avec son puits d'accès comblé). En ce sens, cette méthode est plus fiable que les méthodes de géophysique présentées ci-dessus et a un coût moindre. Elle présente par contre le désavantage de **nécessiter l'identification d'un indice de surface sous peine de devoir décapier une grande superficie de terrain et d'occasionner donc d'importantes destructions**. Il faut donc être certain que toutes les cavités de l'aire prospectée ont été identifiées et qu'il n'y a pas de cavités sans indices visibles dans la zone, pour réaliser un diagnostic exhaustif. En cas d'absence d'indices de surface ou simplement pour faire une étude exhaustive, il faudrait **coupler cette méthode avec la réalisation d'une étude permettant de délimiter des indices potentiels non visibles avant de procéder à un décapage**.

Pour **200 m<sup>2</sup>** de terrain à décapier, le prix de cette phase de reconnaissance serait de 817 € H.T. et de 1 046 € H.T. en comptant le rapport.

#### **d) Etude géophysique électrique – dispositif Wenner**

Cette méthode s'appuie sur les principes de la géophysique électrique présentés précédemment et a fait ses preuves en recherche archéologique (recherche d'anciennes extractions de silex, dont le schéma est semblable à celui de l'exploitation de la marne : creusement d'un puits d'accès à une chambre d'extraction). La différence vient de la configuration des électrodes utilisées pour injecter le courant électrique et le mesurer : le but est de rechercher non pas la cavité en elle-même, mais de trouver le puits d'accès à la chambre d'exploitation.

La limite vient de la nécessité de travailler en période d'été pour avoir de bons contrastes de résistivité entre le puits comblé par du tout-venant et l'encaissant. Son avantage tient en ses résultats et le fait qu'elle ne soit pas destructrice, qu'elle puisse donc permettre de travailler sur de grandes surfaces, même s'il n'y a pas d'indices apparents. Le coût moyen d'une telle étude, sur un terrain de 2 000 m<sup>2</sup> et comprenant les phases suivantes :

- recherche d'archives préalables,
- étude géologique – pédologique de la zone (dont réalisation de sondages),
- étude géophysique (dont mise à disposition du matériel),
- interprétation et rapport,

est de 3 500 € H.T. **Cette méthode permettrait de préciser par exemple les zones à décapier pour un diagnostic de cavités souterraines.**

## 6 - CONCLUSION

---

Plusieurs points ressortent de cette étude :

- Un nombre important de cavités a été recensé sur le territoire de la commune de Saint-Jacques-sur-Darnétal : **240 indices ont ainsi été répertoriés. Ce chiffre n'est toutefois pas définitif.**
- Ce document ne constitue pas une fin en soi, les résultats atteints doivent servir de **base à une meilleure connaissance des enjeux liés à la présence de cavités souterraines** afin de diminuer les risques encourus face à cette problématique. Les risques vont concerner les infrastructures et habitations, constructions ; mais aussi les eaux souterraines.
- Le plan fourni a été établi en fonction des informations à disposition. **La localisation des indices étant souvent peu précise** (à l'échelle de la parcelle, voire d'une ancienne parcelle positionnée d'après le cadastre napoléonien), **la carte n'est pas à utiliser en tant que seule information de localisation. Les informations les plus précises se trouvent dans le recueil des fiches d'indice**, ce plan ne cherche qu'à donner une vue d'ensemble de la localisation.
- Des recommandations ont été faites en ce sens dans le rapport. Parmi les mesures les plus importantes, figure **l'intégration des données au P.L.U. afin de prendre en considération de manière durable les risques liés à la présence de cavités** souterraines sur le territoire de la commune.
- En dehors des précautions à prendre dans les zones sensibles, un aspect revêt une importance particulière : **l'actualisation des informations contenues dans le dossier réalisé**. Elle nécessitera la poursuite de ce qui a déjà été initié, mais avec la mise en place d'une **procédure**, formelle, de suivi de ce dossier et avec **la définition d'un(e) responsable** en mairie. Cette personne sera ainsi en charge de **réceptionner et centraliser les informations** liées aux cavités souterraines (déclaration, nouvelles découvertes, nouveaux textes de loi et dispositions diverses, études environnementales sur le territoire de la commune, etc...), de les trier et de les ranger dans le dossier.
- Tout nouvel indice impliquera le **remplissage d'une fiche** selon le modèle informatique donné, l'addition d'une ligne au **tableau des indices** et la localisation la plus précise possible sur le plan fourni. Cette localisation serait à faire, si possible, avec un G.P.S. Si le report des informations sur le plan fourni permet une vue d'ensemble et est donc intéressant, l'actualisation informatique de ce plan n'est certainement pas nécessaire à chaque découverte.
- Cette personne responsable du dossier serait consultée à chaque demande de permis de construire, notamment, afin de donner un avis en considérant la position des indices et la nécessité d'un périmètre de précaution de 60

mètres<sup>6</sup> (chiffre indicatif, correspondant aux dimensions moyennes des marnières en Haute-Normandie) autour de chaque indice recensé. Les étapes de consultation du dossier des indices de cavité seraient les suivantes :

- 1. Localisation de la parcelle où se trouve la demande**
- 2. Consultation de la liste des indices de cavités et des parcelles correspondantes pour vérifier s'il y a concordance**
- 3. Consultation du plan des indices pour voir si un indice se trouve à proximité**
- 4. Consultation du recueil des indices pour la localisation de la parcelle où se trouve(nt) l'indice (les indices) trouvés**
- 5. Détermination d'un périmètre de 60 mètres autour des indices (ou des parcelles contenant les indices si la précision indiquée correspond à la parcelle) et prise en compte des parcelles impliquées dans ce périmètre pour demander des études de diagnostic de cavité souterraine avant tout accord sur le permis de construire.**

Si des indices sont découverts, il faudrait alors procéder à des travaux complémentaires :

- 1. circonscrire les zones d'étude complémentaire (étude géophysique électrique – dispositif Wenner),**
- 2. réalisation d'un diagnostic « cavités souterraines » tel que présenté précédemment.**

---

<sup>6</sup> La Direction Départementale de l'Équipement de la Seine Maritime délimite actuellement des zones d'in-constructibilité totale, d'un rayon de 60 mètres autour de chaque indice de cavité (Guide pratique à l'usage des maires, édité par le Conseil Général de Seine maritime, p. 31).

Annexe 1 : Questionnaire

Annexe 2 : Tableau des contacts réalisés au cours de l'étude

Annexe 3 : Tableau des indices de cavités souterraines

Annexe 4 : Liste des références J.L. AUDAM (Etudes Travaux Souterrains)

Annexe 5 : Carte de localisation des indices de cavités souterraines au 1/ 6 500

Annexe 6 : Courrier de corrections de certains indices