Lithologic
Bureau d'études en géologie et environnement

80 avenue des Buttes de Coësmes
35700 Rennes
Tél : 02.99.63.74.00 Fax : 02.99.38.26.90
Email : lithologic@wanadoo.fr

SOL EXPLORER

321 chemin de la Parfonterie
50400 Granville
Tél : 01.14.13.42.62 Fax : 01.39.75.19.66
Email : solexploreur@sfr.fr

RAPPORT

Etude hydrogéotechnique sur la commune de Nay

♦ ♦ ♦

Secteur du Village-ès-Doux

♦ ♦ ♦

Département de la Manche

R/YG/12.077 **Octobre 2012 – Mars 2013**

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
PRÉFET DE LA MANCHE

D.D.T.M. de la Manche – Service environnement
477, Boulevard de la Dollée - B.P. 60355
50015 Saint Lô Cedex

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
PRÉFET DE LA MANCHE

La commune de Nay (*50*) se situe au Nord du département de la Manche, en zone médiane (***fig. 1***). Or quelques habitations, situées au lieu-dit « Village-ès-Doux » connaissent, *depuis quelques années*, des désordres substantiels (*fissures, effondrements,...*). A proximité, on observe aussi des affaissements significatifs de terrain au niveau d'un vallon renfermant une zone humide qui tend à se résorber et un petit cours d'eau, affluent de la Sèves (***fig. 2***).

Le bassin de Sainteny-Marchésieux, *cartographiquement proche*, est exploité à ce jour pour l'eau potable, mais s'intéresse principalement à l'aquifère des faluns miocènes. Par ailleurs, les tourbières situées légèrement plus au Nord (***fig. 2***) rabattent significativement la nappe superficielle et exhaurent d'importants volumes d'eau. On est donc en présence d'un certain nombre de facteurs anthropiques pouvant se surimposer à des évènements naturels.

Sans ignorer l'impact que pourraient avoir localement les pompages dans les faluns du bassin de Sainteny-Marchésieux, ainsi que les exhaures créées artificiellement comme c'est le cas au niveau des tourbières de Baupte (*facteurs anthropiques*), les changements climatiques récents (*évènements naturels : assèchement*), pourraient être à l'origine, dans les configurations spécifiques du contexte hydropédologique local, des désordres observés ; d'où la présente étude hydro-géotechnique initiée à la demande des services de l'Etat (*D.D.T.M. de la Manche*).

C'est l'objet de cette mission focalisée sur le couple « éléments climatiques – contexte géologique local », et de son rendu sous la forme d'un mémoire se décomposant comme suit :

Lithologic

Bureau d'études en géologie et environnement

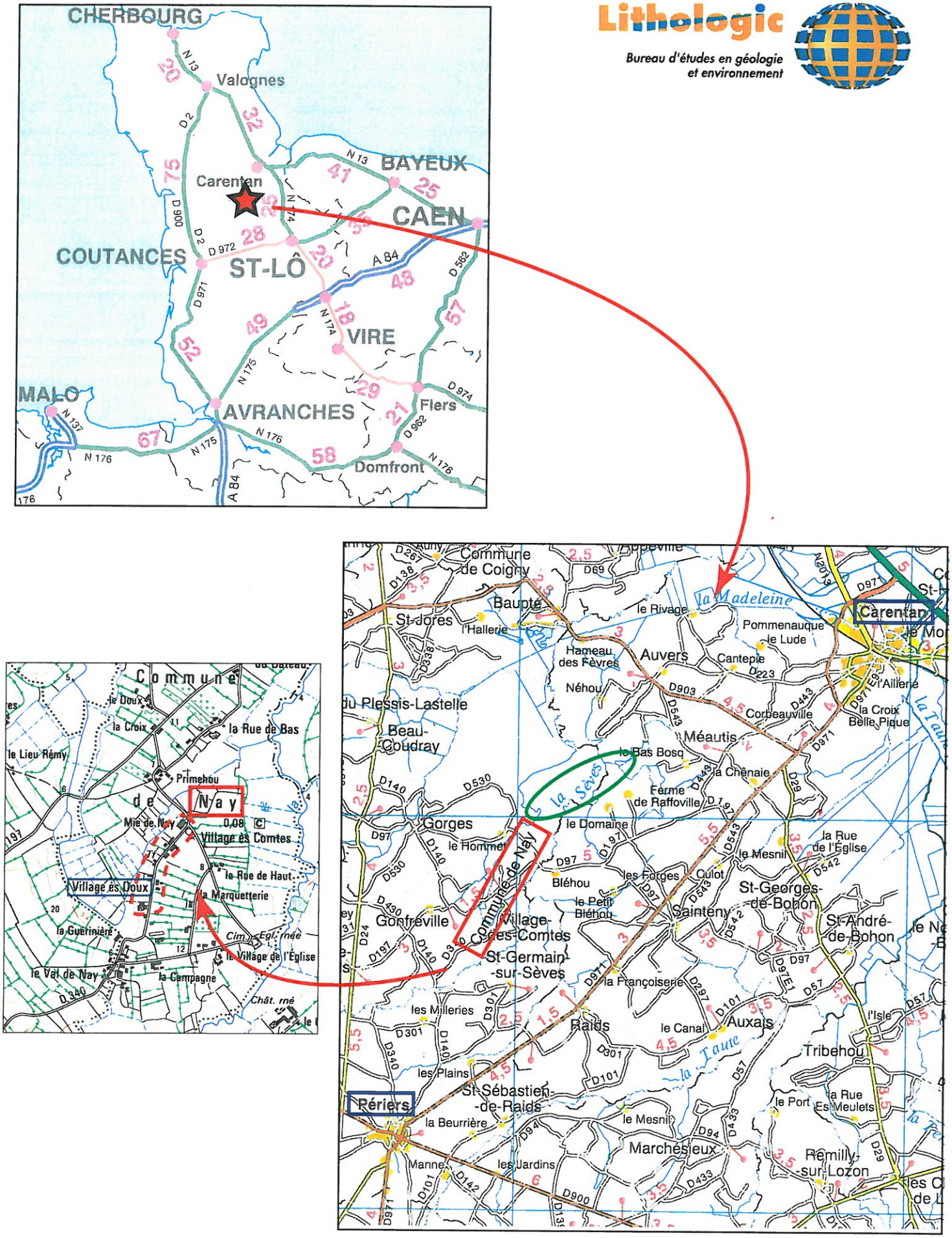


Fig. 1 : Localisation générale du Village-ès-Doux au sein du département de la Manche, en la commune de Nay.

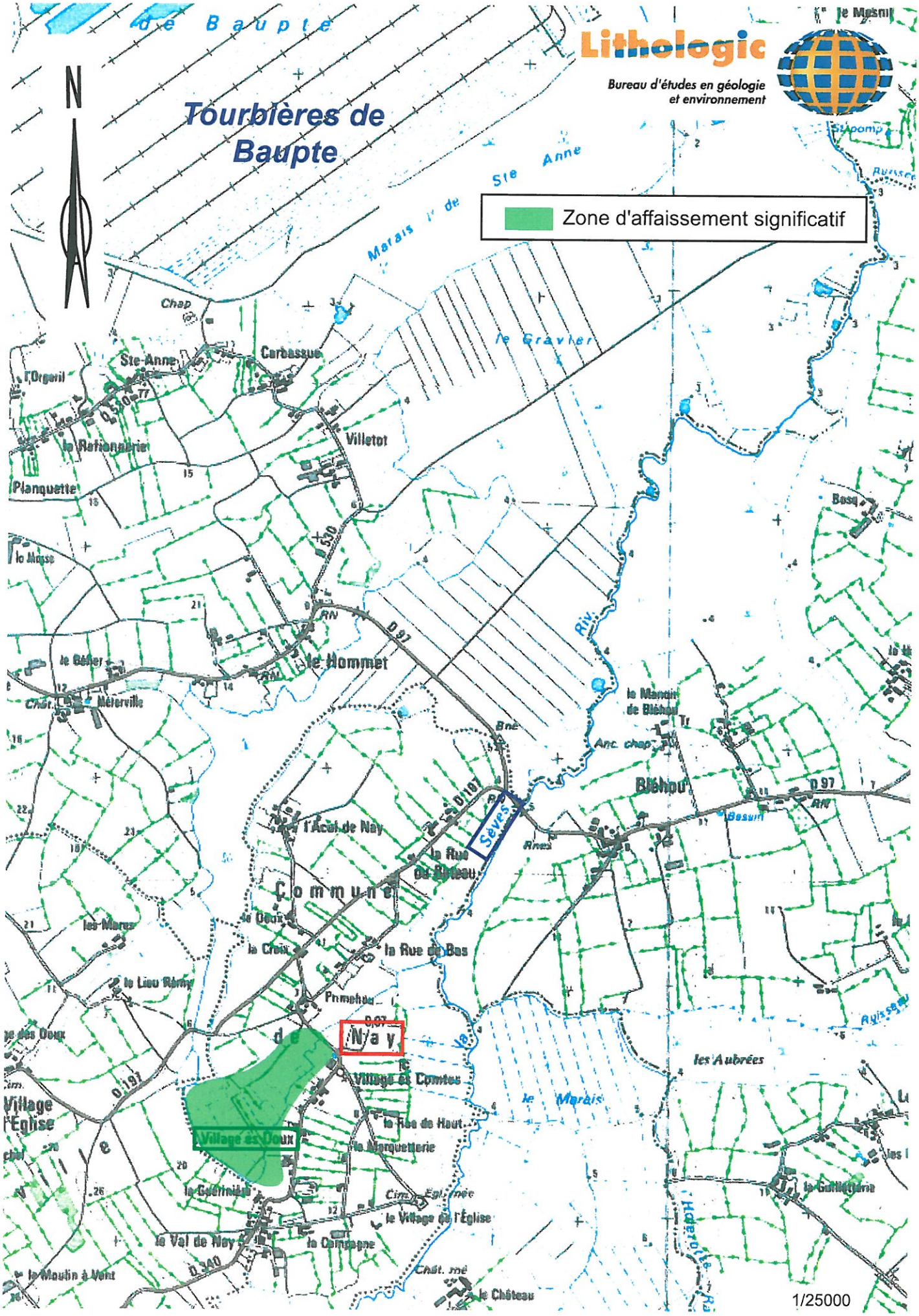


Fig. 2 : Esquisse cartographique de la zone d'affaissement significatif du marais et localisation de la rivière de la Sèves et des tourbières de Baupte.

Préambule.

I – Contexte de l'étude et généralités.

II – Constats des désordres au niveau du Village-ès-Doux.

III – Contexte géologique, hydrogéologique et hydrologique.

IV – Evolution des éléments climatiques et conséquences.

V – Apport de la prospection pédologique.

VI – Apport des investigations géotechniques.

VII – Synthèse hydro-géotechnique.

Documents annexés.

I – Contexte de l'étude et généralités.

Cette mission, pilotée par la D.D.T.M. de la Manche (*Mr Maurice Freslon*), a été menée de façon conjointe par les entreprises (*co-traitants*) Lithologic (*plus spécifiquement pour la partie hydrogéologie*) et Sol Exploreur (*plus spécifiquement pour la partie géotechnique*).

Un rappel de la problématique « retrait – gonflement des argiles », émanant de services du B.R.G.M., est consigné en ***Documents Joints***.

Plusieurs réunions de cadrage ont été organisées durant l'étude, directement en Mairie de Nay (*50*). Une note de synthèse traitant de cette problématique, émanant de la D.D.T.M. de la Manche et du Parc naturel régional des Marais du Cotentin et

du Bessin, disponible aussi en ***Documents Joints***, a été diffusée, *en parallèle*, au cours de ces travaux.

II – Constats des désordres au niveau du Village-ès-Doux.

Si des désordres peuvent être plutôt expliqués par des hétérogénéités au sein des constructions et à leurs vieillissements, il en est d'autres (*fissures partant de la base du sol et se propageant sur l'ensemble ou une partie de façade*) qui, *de toute évidence*, ne peuvent être rapportés à ce phénomène. L'observation menée courant juin, juillet et août 2012 montre clairement des secteurs (***fig. 3***) où l'on peut admettre que des tassements différentiels pourraient en être l'origine ; l'analyse de chaque cas étant consignée en ***Annexe 1***.

La part du naturel et la part de l'anthropique sont souvent délicates à compartimenter. Toutefois, l'observation d'une continuité de fissures, depuis le terrain naturel et se prolongeant jusqu'au sommet de telle ou telle habitation, laisse présager une forte liaison avec l'évolution des sols. C'est le cas, en particulier (***fig. 3*** *et* ***Annexe 1***) et pour exemple, du constat numéroté 4 où la continuité de fissure depuis le sol jusqu'en haut du bâtiment, avec fracture d'élément entier comme un linteau, existe. En revanche, une fissure proche d'une hétérogénéité dans tel ou tel bâti sera plutôt cataloguée « être en liaison avec des actions anthropiques ». On pourrait prendre, *par exemple*, à ce niveau (***fig. 3*** *et* ***Annexe 1***) une partie du constat numéroté 2 où au niveau de la grange, le caractère hétérogène de quelques parties de la construction appelle à interrogation.

III – Contexte géologique, hydrogéologique et hydrologique.

La commune de Nay (*50*) et le Village-ès-Doux en particulier se situent (***fig. 4***) en contexte de marais avec en surface des alluvions récentes et anciennes, ainsi que les sables de St Vigor (*Pléistocène*). Plus en profondeur, on reconnaît les faluns du bassin de Sainteny-Marchésieux (***fig.5***) ; entité reposant, sous forme d'un bassin d'effondrement, sur les argilites du Permien. A ce sujet, il convient de signaler que le

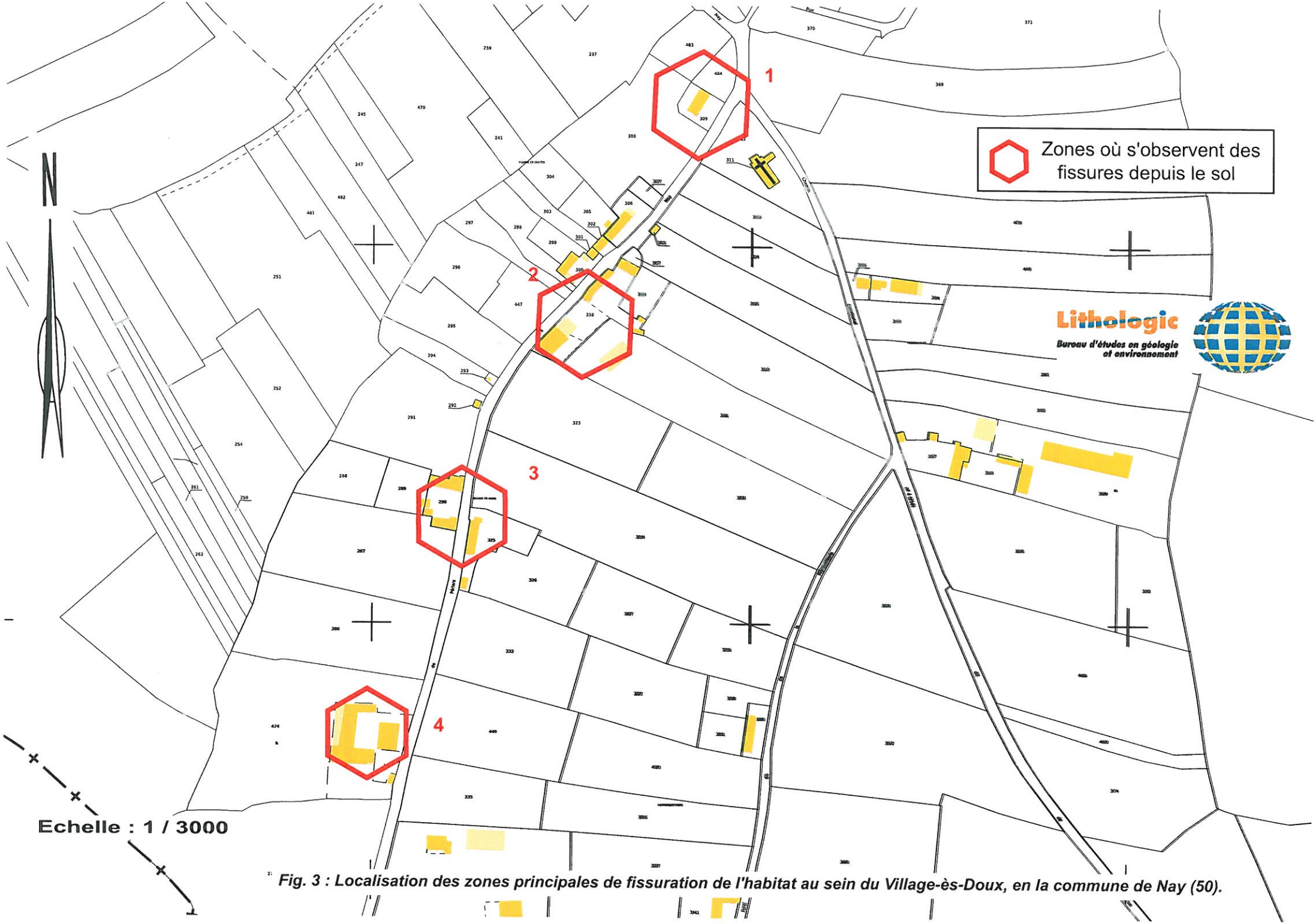


Fig. 3 : Localisation des zones principales de fissuration de l'habitat au sein du Village-ès-Doux, en la commune de Nay (50).

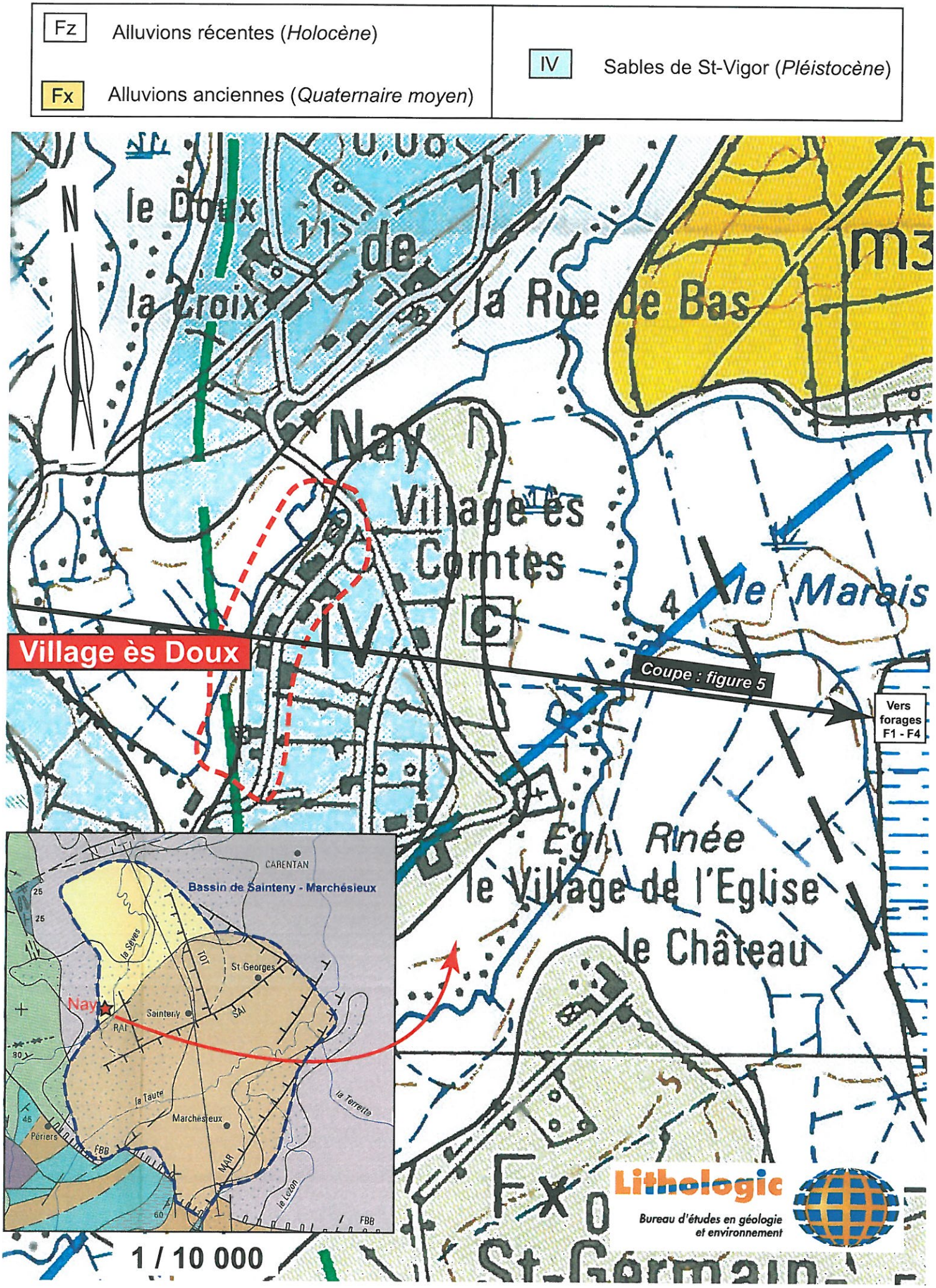


Fig. 4 : Esquisse cartographique du contexte géologique local du Village-ès-Doux (commune de Nay, 50) - d'après carte géologique de la France au 1/50000 (éd. Brgm).

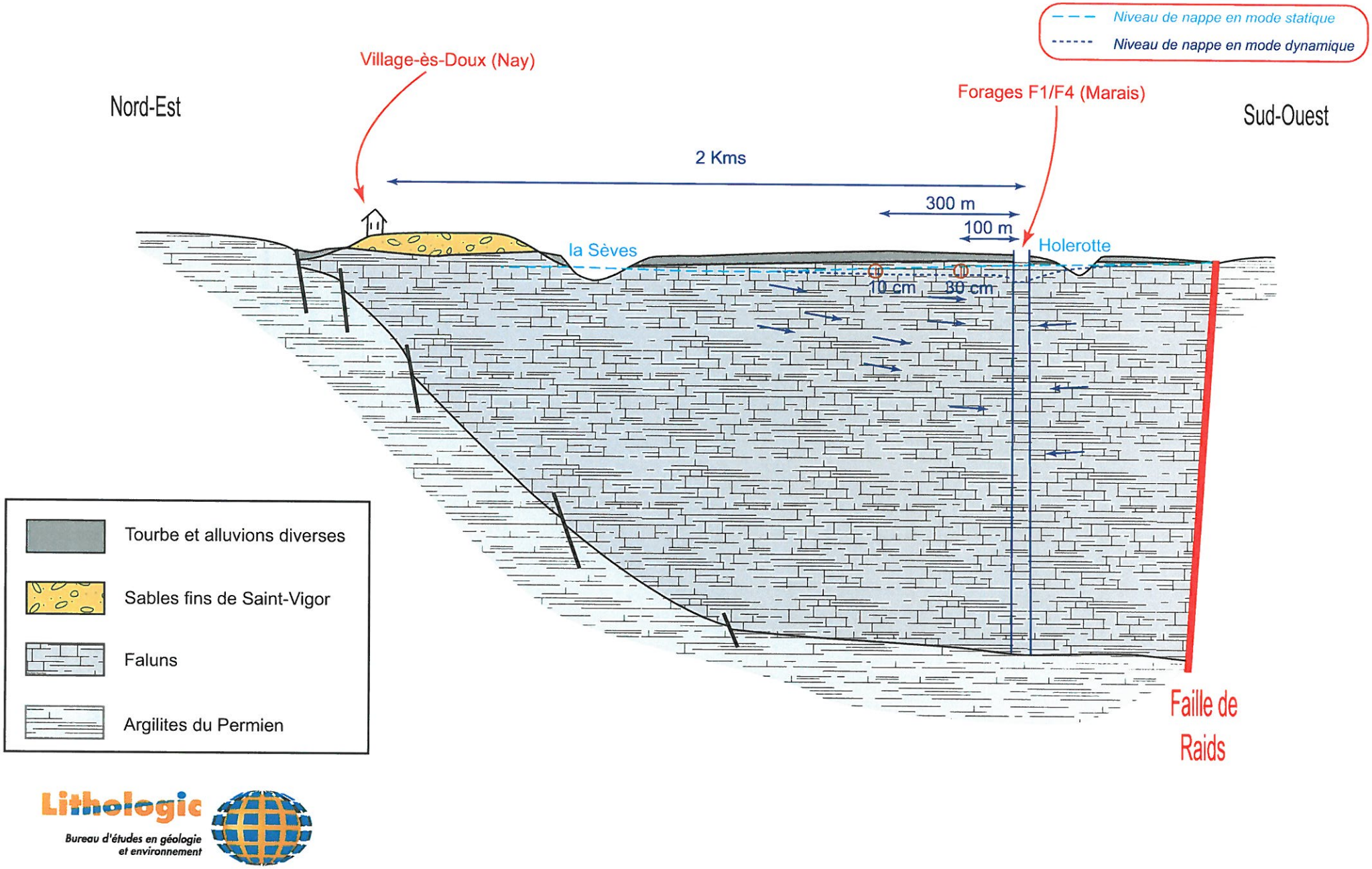


Fig. 5 : Coupe synthétique du bassin de Sainteny-Marchésieux et place du Village-ès-Doux dans ce dispositif de production d'eau potable à partir des forages F1/F4.

(d'après M. Freslon, DDTM 50)

secteur étudié se situe proche d'une des limites dudit bassin (***fig.4***), avec des contacts probables avec le socle sous forme de structures faillées.

On note que ce bassin renferme un aquifère très productif et exploité pour l'A.E.P.[1], à partir de plusieurs forages appartenant à diverses collectivités [*Sympec : 3,6 millions de m^3/an ; S.I.A.E.P. de Sainteny : 0,4 million de m^3/an ; Sympic (plus au Nord) : 1,3 millions de m^3/an*] ; les plus proches étant les forages F1/F4 situés à environ 2 kilomètres du Village-ès-Doux. L'analyse des rabattements induits par les pompages (*4 millions de m^3 produits par an, en cumulant Sympec et S.I.A.E.P. de Sainteny*) qui y sont réalisés montre un rabattement de la nappe de seulement 30 cm à 100 m et de 10 cm à 300 m du point de pompage ; la Sèves jouant, de plus, le rôle d'une barrière naturelle entre ce qui se passe côté marais et ce qui se passe côté Village-ès-Doux.

En fait, l'analyse de plusieurs documents disponibles (*voir **Annexe 2***) montre que dans le secteur d'étude le phénomène « argiles » donne un aléa moyen, et qu'il y a historiquement une prédisposition forte au développement de zones humides ; alors que tout indique (*voir cliché de 1947 consigné en **figure 6***) que le marais tend, aujourd'hui, largement à régresser.

Faut-il y voir une seule évolution climatique et/ou, outre l'aspect A.E.P[1] discuté ci-dessus, aussi le fait des rabattements de nappe effectués au sein de la tourbière de Baupte, située plus au Nord – Nord-Ouest (*environ en moyenne 20 millions de m^3 extraits par an avec des variations importantes d'une année sur l'autre*).

Enfin cartographiquement (***fig. 4***), on note certaines variations latérales de faciès, qui, avec une potentielle diminution de la phase « eau contenue dans le sol » pourraient être dommageables aux habitations sus-jacentes (*gonflement-rétraction de la phase argileuse contenue dans le différents types de sol rencontrés*). A ce phénomène, il convient aussi d'ajouter l'impact de la Sèves qui, au travers d'opérations de reprofilage, a vu son niveau baisser entraînant ainsi un abaissement de niveau de la nappe superficielle créant des assèchements différentiels (*d'où l'augmentation, de fait, des instabilités*).

---

[1] *Alimentation humaine en Eau Potable.*

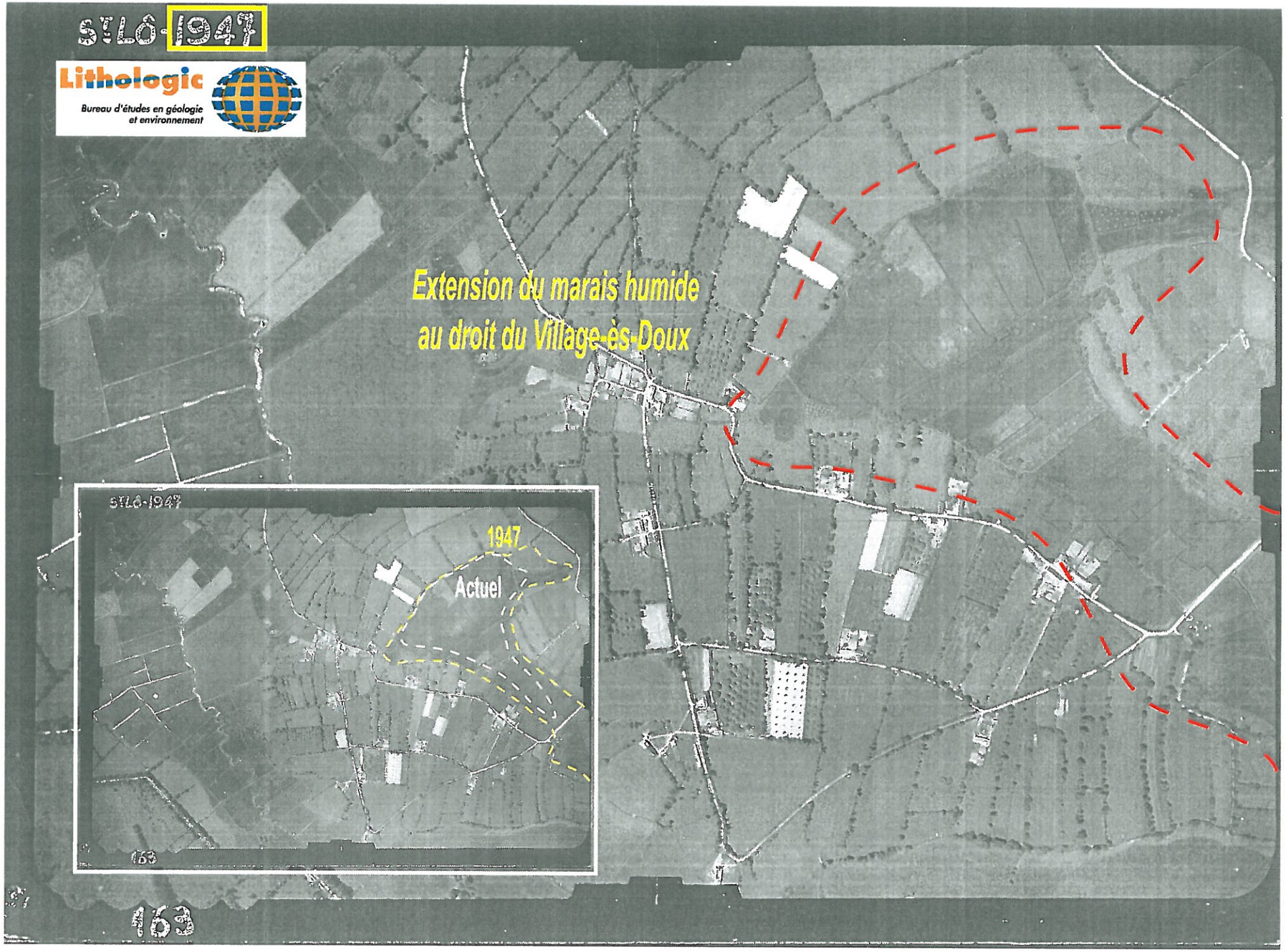


Fig. 6 : Cliché aérien de 1947 (archives I.G.N.) montrant la plus grande extension du marais humide axial au Village-ès-Doux par rapport à aujourd'hui.

Enfin d'un point de vue hydrologique, on note (***fig. 7***) que les eaux superficielles, entrant dans le marais situé à l'Ouest du Village-ès-Doux (*pour un débit cumulé de 1,7 m^3/h, le 6 juin 2012*), n'en ressortent pas et sont donc intégralement « avalées » au niveau de l'aquifère sous-jacent.

IV – Evolution des éléments climatiques et conséquences.

A ce niveau il convient de prendre en compte la température, la pluviométrie par cycles hydriques successifs et la conjugaison de ces deux paramètres (*données brutes récupérées auprès de Météo France*).

IV – 1. Le paramètre « température ».

En se basant sur des périodes de temps correspondants à des cycles hydriques, on observe (***fig. 8),*** *entre octobre 1982 et septembre 2011* (*stations météorologiques de Coutances et Briquebec*), soit sur les 29 derniers cycles hypothétiques successifs, une tendance nette à l'augmentation de la température moyenne, de la température maximale et de la température minimale ; d'où une diminution de l'amplitude de température.

On note donc, bien, au cours des 30 dernières années, aussi dans ce secteur de Basse-Normandie, une tendance au réchauffement ; réchauffement ne devant pas être sans effet sur l'hydrographie des sols.

IV – 2. Le paramètre « pluviométrie».

Celui-ci est pris sur la station météorologique proximale de Méautis où l'on observe en première approximation des cycles d'années plus pluvieuses suivis d'années plus sèches (***fig. 9***).

Pour plus de détail, la période prise en compte est, de la même façon que pour la température, celle des cycles hydriques compris entre octobre 1982 et septembre

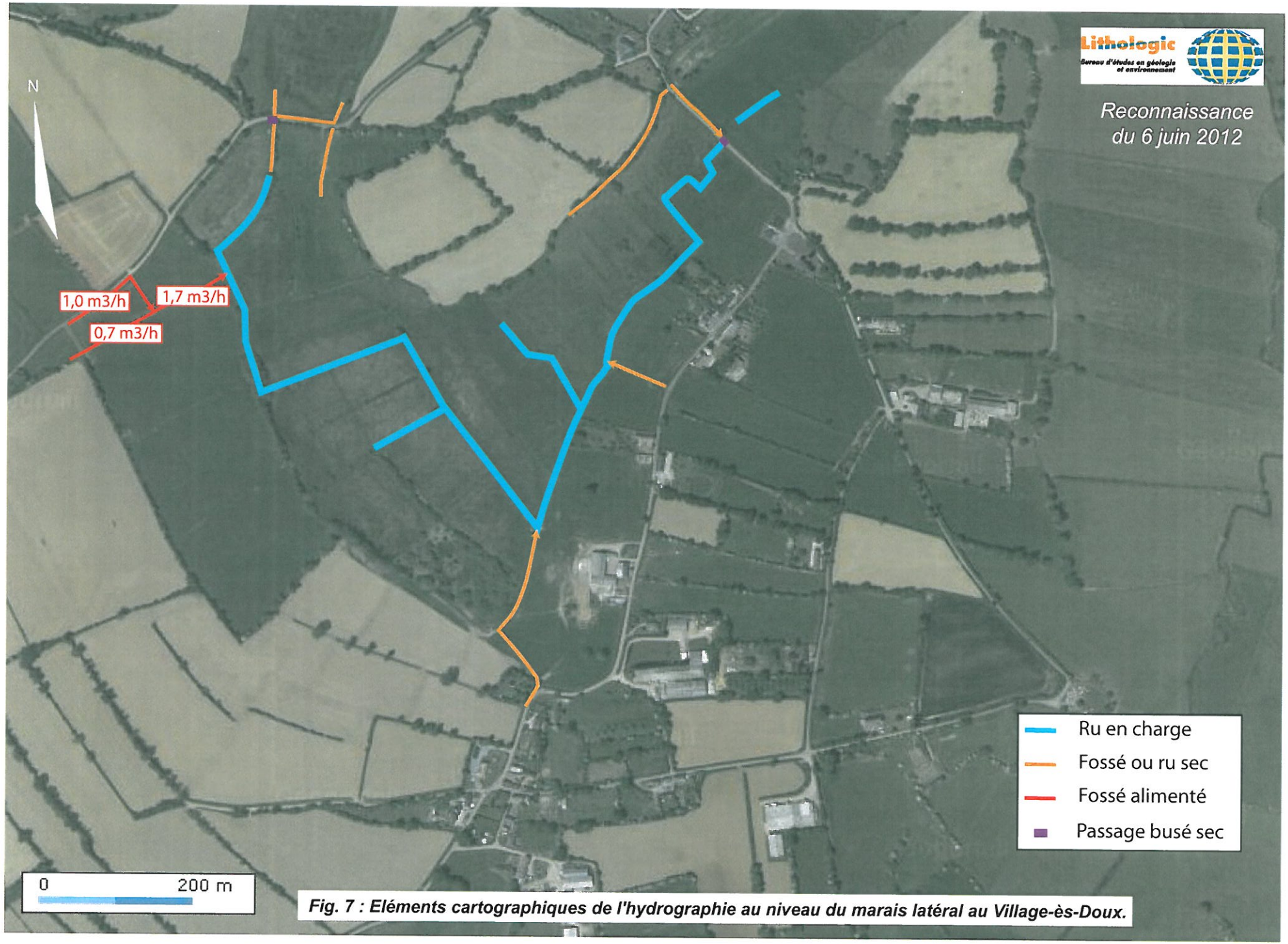
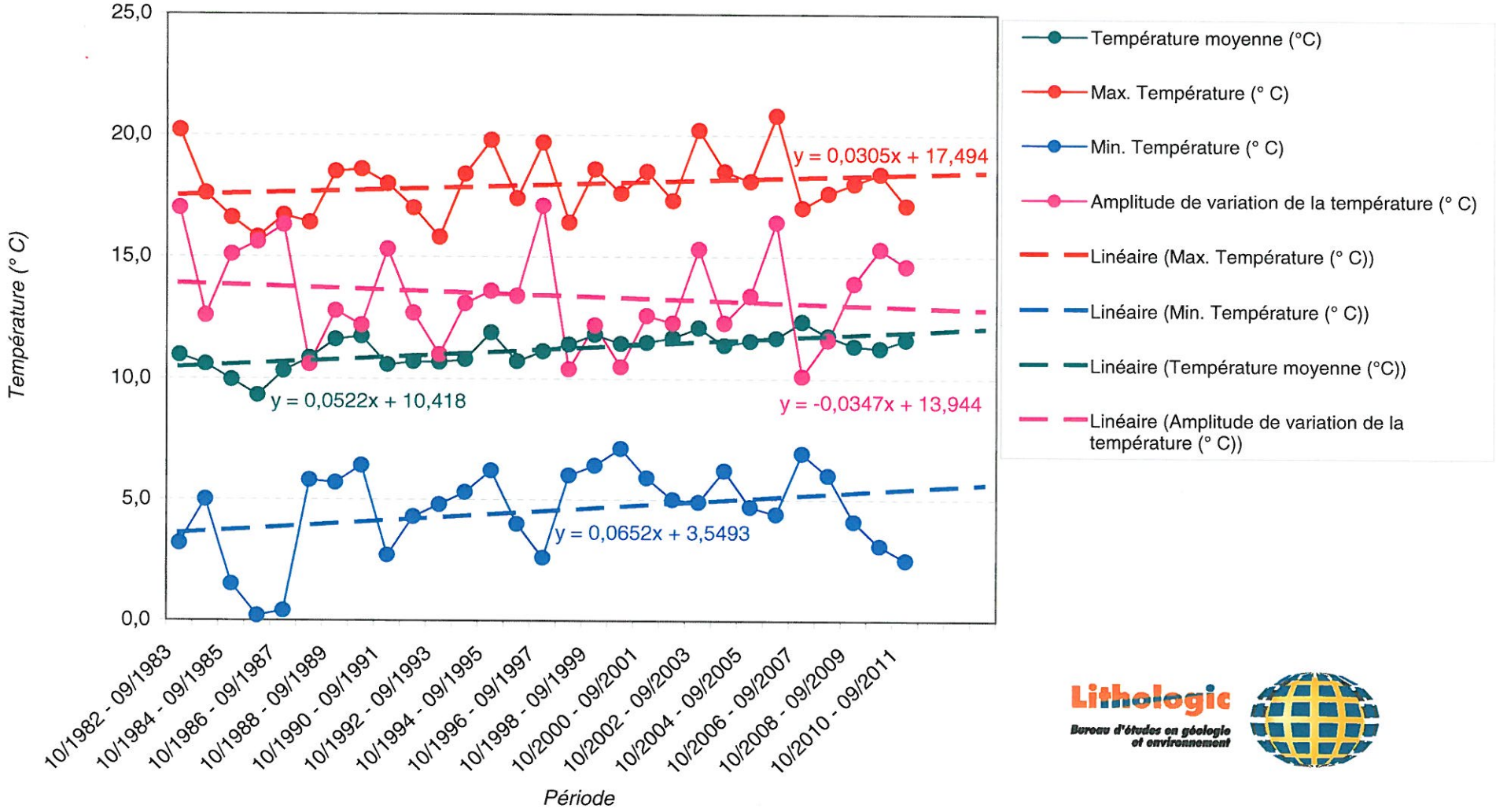


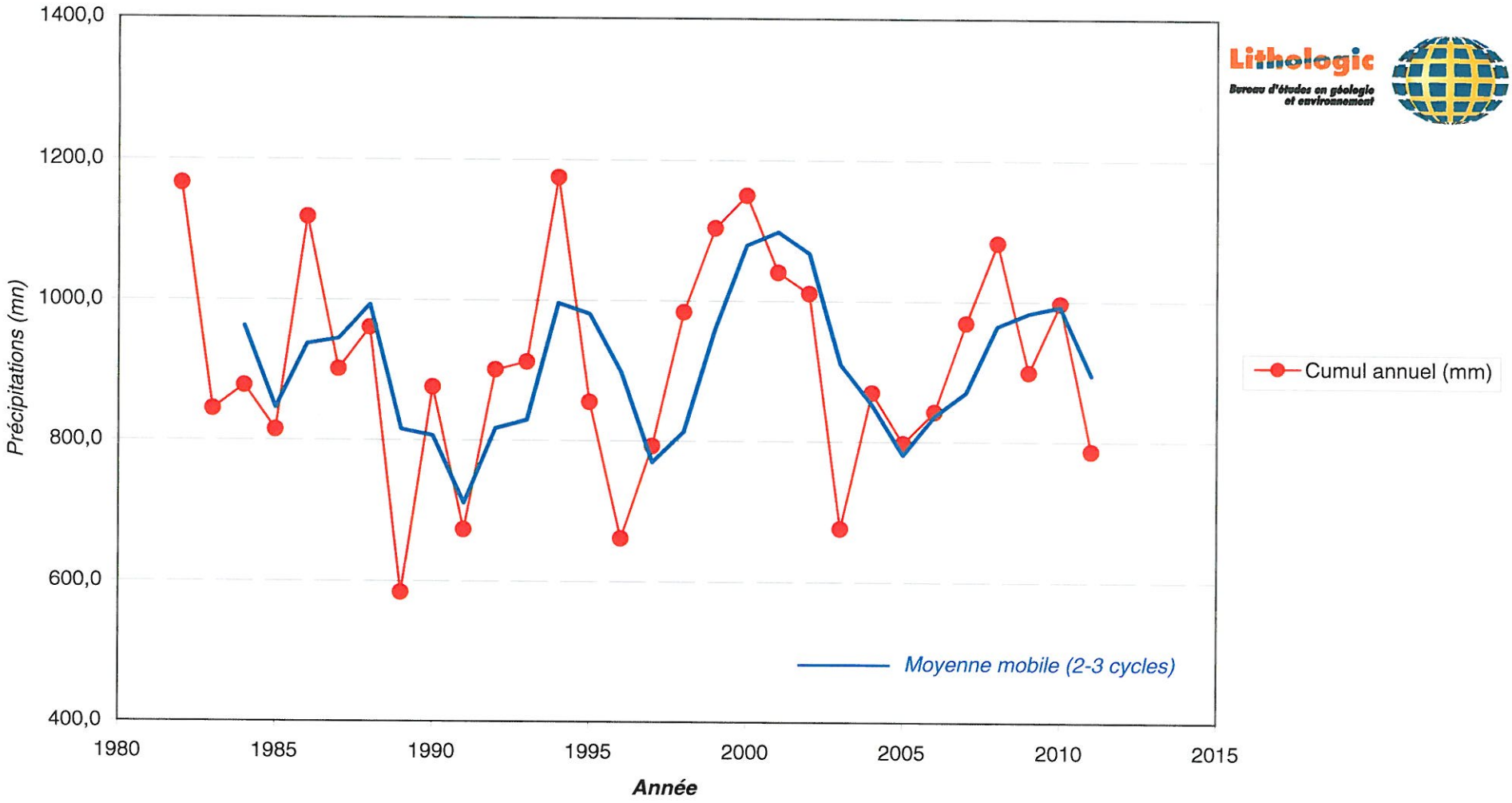
Fig. 7 : Eléments cartographiques de l'hydrographie au niveau du marais latéral au Village-ès-Doux.

Fig. 8 : Evolution des températures, selon les cycles hydriques naturels, entre octobre 1982 et septembre 2011(soit sur les trente dernières années).



Lithologic
Bureau d'études en géologie et environnement

Fig. 9 : Evolution de la pluviométrie moyenne annuelle entre 1982 et 2011 (référence : station météorologique de Méautis - département de la Manche).



2011. L'évolution observée est illustrée en ***figure 10***. On retrouve les périodes cycliques de plus fortes et plus faibles pluviométries avec des cycles particulièrement bas (*octobre 1995 – septembre 1996 : 523 mm*) et d'autres plus spécifiquement hauts (*octobre 2000- septembre 2001 : 1372 mm*). Il convient, *à ce niveau*, de bien souligner les deux années particulièrement sèches que sont 1996 et 1997 (*particulièrement 1996, mais aussi 1997 par effet successif et cumulatif*).

Il n'apparaît toutefois pas, sur cette période d'une trentaine d'années, une réelle tendance à la hausse ou à la baisse (*facteur de corrélation proche de 1*), mais plutôt quelque chose de cyclique.

IV – 2. Evolution conjointe « pluviométrie-température »

La mise en parallèle de l'évolution de ces deux paramètres sur les cycles hydriques choisis (***fig. 11***) montre une certaine similitude d'évolution cyclique, mais aussi tend à montrer un certain changement climatique en une trentaine d'années, avec une augmentation relative de la température (*environ 1°C*) et, à une échelle moindre, de la pluviométrie (***fig. 10***). Si ces deux phénomènes sont, *a priori*, contradictoires dans la durée, ce sont, en fait, les amplitudes conjointes, qui, plutôt, catalysent les évolutions (***fig. 11***). Tout cela fait, qu'en fonction de la composition des faciès pédologiques rencontrés sur le secteur, il puisse y avoir plus ou moins rétractation d'eau dans les sols et tassements différentiels ; sachant que ceux-ci sont soupçonnés d'être hétérogènes.

V – Apport de la prospection pédologique.

Trente trois sondages, à la tarière à main (*profondeur maximum d'investigation : 110 mm*), ont été réalisés courant juin 2012, selon des lignes perpendiculaires au marais occidento-septentrional du Village-ès-Doux. Ils sont localisés en ***figure 12*** *et* ***13*** ; les coupes correspondantes et les profils en long qui en découlent étant consignés en ***Annexe 3*** et l'esquisse cartographique étant, elle aussi, dressée en ***figure 13***.

Fig. 10 : Evolution de la pluviométrie selon les cycles hydriques compris entre octobre 1987 et septembre 2011 (référence :station météorologique de Méautis).

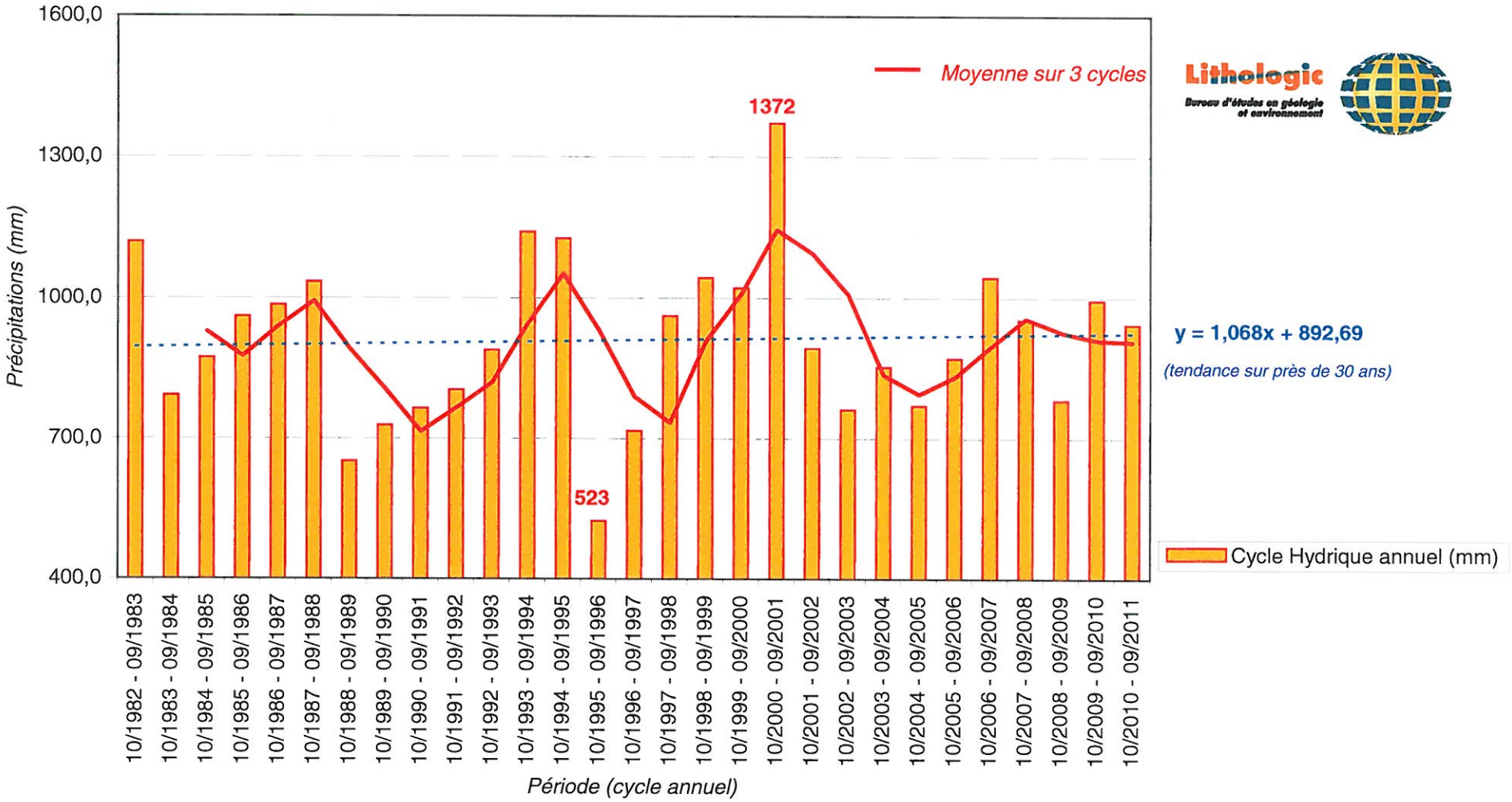
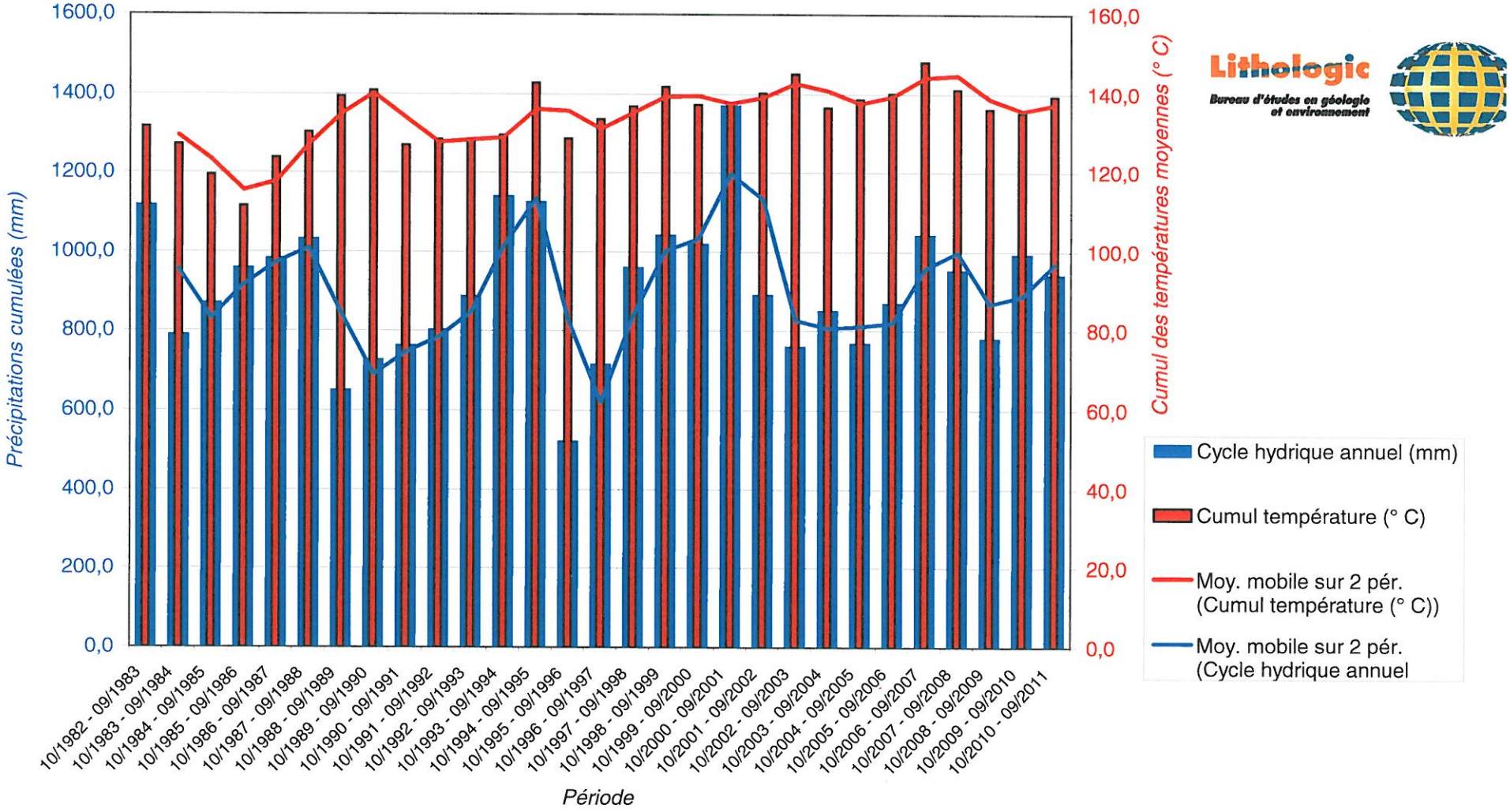


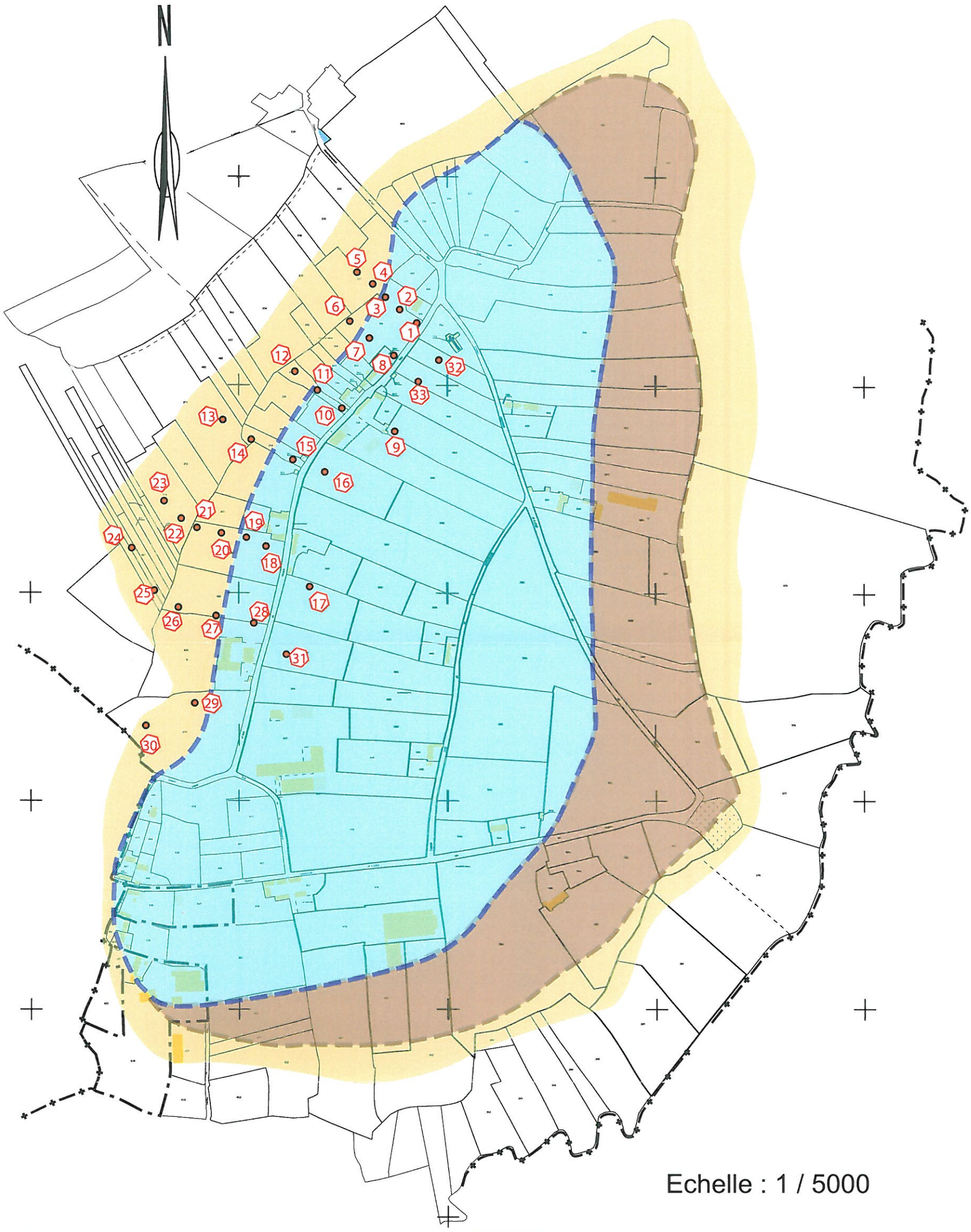
Fig. 11 : Mise en parallèle des evolutions de température et de pluviométrie par cycle hydrique unitaire entre octobre 1982 et septembre 2011.



Lithologic
Bureau d'études en géologie et environnement

Sondage pédologique
à la tarière à main

Lithologic
Bureau d'études en géologie et environnement



Alluvions récentes et tourbe (*Holocène*)	Sables de St-Vigor (*Pléistocène*)
Alluvions anciennes (*Quaternaire moyen*)	

Fig. 12 : Localisation et numérotation des différents sondages pédologiques (rond rouge numéroté) sur fond cadastral illustré des formations géologiques en présence.

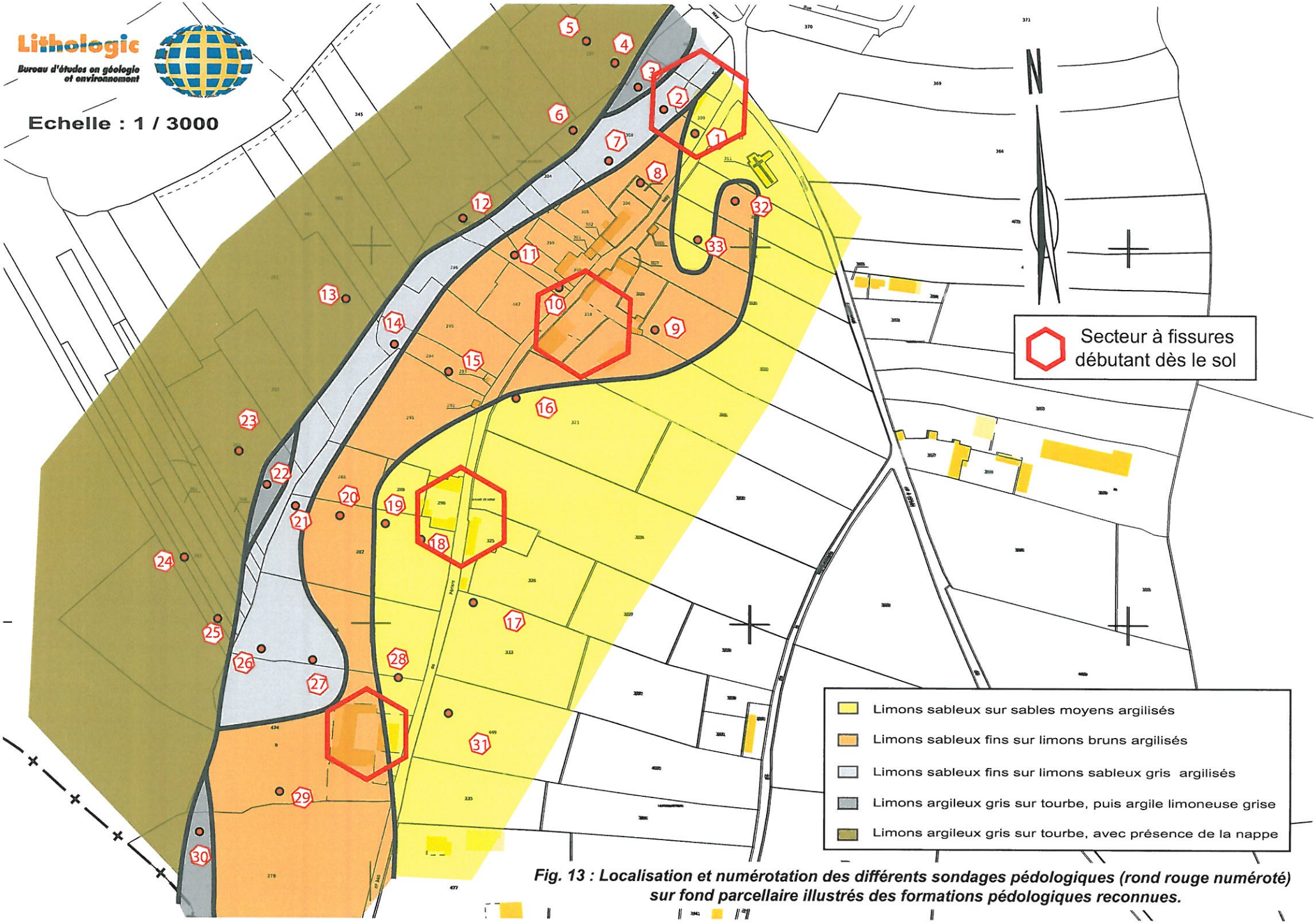


Fig. 13 : Localisation et numérotation des différents sondages pédologiques (rond rouge numéroté) sur fond parcellaire illustrés des formations pédologiques reconnues.

On note de grandes variations latérales et verticales de faciès, avec la possibilité, sous un effet « sécheresse » de voir l'eau des limons, sables et argiles sous-jacents du Village-ès-Doux migrer vers les zones de marais plus tourbeuses. Ainsi la juxtaposition de tous ces faciès, tant latéralement que verticalement, est à même de créer, en période de fort déficit hydrique, des assèchements différentiels propres à créer des hétérogénéités locales à l'origine de tassements inhomogènes, pouvant être à l'origine des désordres constatés : *par exemple*, le secteur de la Mairie de Nay (***fig. 13*** *et* ***Annexe 3***) où, sur une cinquantaine de mètres, on passe de sables et limons sableux à des limons argileux localement tourbeux.

On notera, *aussi*, que le toit de la nappe se situe largement sous le terrain naturel ; ce qui tend à accréditer les transferts verticaux au niveau des différents fossés cartographiés au sein du marais (*voir* ***fig. 7***) : réalimentation partielle de la nappe profonde par les eaux superficielles.

VI - Apport des investigations géotechniques.

La note correspondante est consignée en ***Annexe 4***. Il a donc été réalisé 3 sondages avec divers tests géotechniques.

Il ressort de cette partie d'étude que plus on s'enfonce vers l'intérieur du marais et plus on reconnaît des matériaux organiques à tourbeux.

En revanche, plus on s'en éloigne et plus on observe des matériaux sableux (*sables de Vigor*) ; le passage intermédiaire (*sols limoneux à limono-argileux*) entre ces deux entités se situant approximativement au droit du lieu-dit « Village-ès-Doux », le long de la petite voie départementale 340.

D'un point de vue mécanique, on reconnaît les 3 grandes catégories précédemment décrites (***fig. 14***) :

- ① sol à dominance argilo-tourbeuse : limite de l'autoportance ;

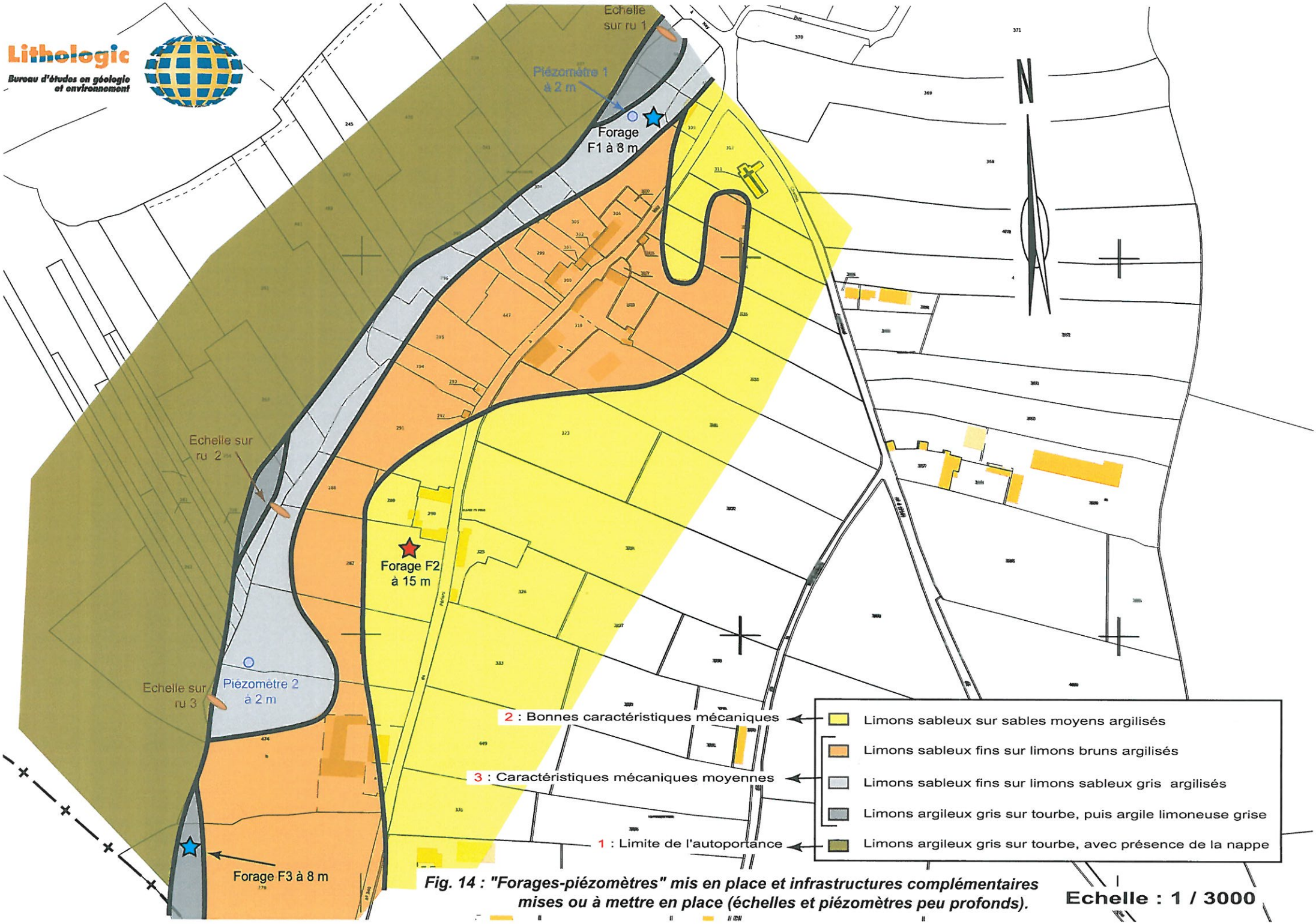


Fig. 14 : "Forages-piézomètres" mis en place et infrastructures complémentaires mises ou à mettre en place (échelles et piézomètres peu profonds).

- ② sol à dominance sableuse : bonnes caractéristiques mécaniques ;

- ③ sol intermédiaire limono-argilo-sableux : caractéristiques mécaniques moyennes.

Sans qu'il puisse en être fait une cartographie précise, du fait du nombre restreint des sondages « géotechniques » réalisés, il apparaît que ces observations peuvent être totalement couplées aux résultats des investigations pédologiques, précédemment définies.

Ainsi, la limite de portance est à relier à la partie centrale tourbeuse du marais (***fig. 14*** *: limons argileux gris sur tourbe, avec présence de la nappe sous jacente*) et les bonnes caractéristiques mécaniques aux sables de Saint Vigor (***fig. 14*** *: limons sableux sur sables moyens argilisés*) ; avec, entre les deux, la zone intermédiaire, hétérogène latéralement et verticalement, à caractéristiques mécaniques moyennes (***fig. 14*** *: limons sableux fins sur limons bruns argilisés, limons sableux fins sur limons sableux gris argilisés et limons argileux gris sur tourbe sur argiles limoneuses grises*), soit là où s'observe la majorité des désordres.

Il apparaît que l'on se situe dans un milieu latéralement et verticalement hétérogène, dans une évolution classique de terrains organiques qui tendent à se comprimer ; d'autant qu'on puisse connaître des variations climatiques à tendance générale vers le réchauffement ou encore à variations cycliques annuelles prononcées.

A ceci s'ajoutent, sur les bordures du marais, des phénomènes de ruissellement tendant à entraîner les fines.

Afin de compléter les observations dans l'avenir, le dispositif mis en place, sera et a été complèté, en fin d'étude, par la mise en place de 3 échelles sur le ru médian et de 2 piézomètres peu profonds (*2m*) ; ces nouveaux éléments étant localisés en ***figure 14*** et, dès à présent, repris dans la note géotechnique synthétique disponible en ***Annexe 4***.

VII - Synthèse hydro-géotechnique.

L'évolution du climat dans le secteur de Nay apparaît comme un état de fait : hausse de la température moyenne couplée à des périodes pluviométriques contrastées (*environ 520 mm à 1370 mm pour tel ou tel cycle hydrique proche*).

Il apparaît que la baisse du marais et certains désordres affectant les constructions du Village-ès-Doux puissent résulter d'un processus normal d'évolution des sols, mais accéléré et brutalisé, ces dernières années, par des vagues de sécheresse induisant, par abaissement du niveau d'eau général, un déjaugeage des niveaux tourbeux et une migration de l'eau interstitielle des formations de bordure vers le centre du marais ; d'où des tassements différentiels. Ainsi, on note que les premiers désordres constatés l'ont été début 2000, soit peu de temps après la sécheresse des années 1996 – 1997.

Toutefois, au niveau des désordres, il convient de séparer ceux liés au vieillissement des constructions et à leurs hétérogénéités et ceux liés à la nature même des sols ; sols fortement influençables par telle ou telle variation des conditions climatiques.

Cartographiquement, si les désordres constatés et situés côté occidentale de la route départementale 230 (***fig. 14***) puissent être bien rapportés à la nature des sols et au climat, ceux relatifs aux habitations situées à l'Est de ladite route sont plus discutables et devraient faire l'objet d'une analyse au cas pas cas (*hétérogénéités de construction, rajouts divers, ouvertures post construction,...*).

Ainsi, sans qu'aucune esquisse cartographique ne puisse être actée, on note des cas simples où l'autoportance est limite être au rendez-vous (*cas de la Mairie, par exemple*) et des cas plus complexes où, bien que les caractéristiques mécaniques des sols soient bonnes, des désordres sont bien visibles. Dans ces derniers cas, seule l'analyse d'un « Architecte-Expert » est à même de trancher. Cette approche a, *pour exemple*, été réalisée au niveau d'une des habitations du

secteur numéroté 2 (***fig. 3*** *et* ***Annexe 1***). L'architecte interrogé, et qui a visité les lieux, produit, à ce niveau, une note dont l'intégralité est consignée en ***Annexe 5***. Il y est indiqué l'existence de fissures actives récentes en association avec des tassements récents ; l'aspect naturel de l'évolution des lieux, semblant donc être, *ici*, bien confortée. A ce niveau, un point essentiel, pour les démarches à venir, est souligné : c'est l'utilité de la pose de témoins.

Quant à l'esquisse des solutions pour remédier au désordre, si dans certains cas l'injection de résine (*Deep Injection*) peut apparaître la solution (*sols sableux à sablo-limoneux*), en aucun cas cette technique ne peut être appliquée pour des sols à dominante argilo-tourbeuse où seuls des micro-pieux ancrés dans le substratum rocheux sous-jacent pourraient répondre à la problématique ici développée. Enfin, en tout état de cause, l'avis préalable d'un ingénieur « structures » apparaît nécessaire (*la structure du bâtiment peut-elle supporter une telle modification ?*) à tous travaux de confortement.

De plus, pour ce qui est du suivi à mettre en place (*échelles et piézomètres profonds et superficiels*), les relevés devront être réalisés mensuellement et consignés sous forme de graphiques évolutifs, progressivement actualisés et transmis aux différents acteurs concernés.

Enfin, en guise de conclusion, on rappellera que des phénomènes similaires sont déjà apparus dans le passé ; et ce, dans le grand Ouest de la France et plus précisément, en Normandie, dans le Cotentin.