



HAL
open science

La Faille de Vittel dans le département de l'Aube est-elle une faille active

Pierre Benoit, Marc Thonon, Charles Brossard

► **To cite this version:**

Pierre Benoit, Marc Thonon, Charles Brossard. La Faille de Vittel dans le département de l'Aube est-elle une faille active. 2023. hal-03955486

HAL Id: hal-03955486

<https://hal.science/hal-03955486v1>

Preprint submitted on 11 Mar 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Public Domain

LA FAILLE DE VITTEL EST -ELLE UNE FAILLE ACTIVE DANS L'AUBE
IS THE VITTEL FAULT AN ACTIVE FAULT IN THE AUBE

Pierre Benoit¹

Marc Thonon²

Charles Brossard³

¹ 9, rue François Gentil- 10000 Troyes. *Courriel* : expertise.benoit@icloud.com

^{1, 2 et 3} Association géologique Aubeoise, rue Louis Lamoricière 10300

RÉSUMÉ

Sur la carte des failles du bassin de Paris (Delmas, 2002), au trias, on voit un grand accident partant de la Manche pour aboutir à Épinal : la faille de Bray-Vittel.

Cet accident, aux abords de Beauvais, dans le NO du bassin de Paris, est reconnue comme affectant le quaternaire (Ritz et al, 2021)

Dans l'Aube, elle est indiquée entre Romilly au NO et Piney au SE.

Pourtant son existence n'est pas signalée sur les cartes géologiques au 1/5000de Romilly sur Seine et Arcis sur Aube (Goguel et al., 1965 ; Pomerol et al. ; 1996).

Faut-il admettre que cet accident majeur du bassin de Paris ne soit plus qu'une flexure disparaissant dans la craie, comme l'indique la carte de de Brienne le château, à même échelle.

Certes, la géologie « betteravière » est difficile, faute d'affleurements. S'ajoute à cela un handicap : les nombreuses coulées périglaciaires affectant la surface de la craie auboise. Autre problème : l'accès peu aisé aux diagraphies de forages pétroliers. Ces diagraphies (gamma ray, résistivité...) bien souvent n'existent pas, les premiers niveaux réservoirs du pétrole du bassin de Paris ne se rencontrant qu'à partir du crétacé inférieur...

Pourtant d'autres failles méridiennes sont connues, grâce aux mesures de micropaléontologie, que cela soit sur les feuilles Aix en Othe ou Estissac.

Qu'en est-il alors de cette faille fantôme ?

Le présent article s'efforce de faire le point sur la question.

Mots-clés : faille de Vittel, bassin de Paris, tectonique quaternaire

ABSTRACT

On the Paris Basin fault map (Delmas, 2002), in the Triassic period, a large fault is shown running from the English Channel to Epinal: the Bray-Vittel fault.

This fault, near Beauvais, in the NW of the Paris Basin, is recognized as affecting the Quaternary (Ritz et al., 2021)

In the Aube, it is indicated between Romilly to the NW and Piney to the SE.

However, its existence is not indicated on the 1:5000 geological maps of Romilly sur Seine and Arcis sur Aube (Goguel et al., 1965; Pomerol et al.; 1996).

Should we admit that this major accident of the Paris basin is only a flexure disappearing in the chalk, as indicated on the Brienne le Château map, at the same scale.

Of course, the "beet" geology is difficult, due to the lack of outcrops. In addition, there is a handicap: the numerous periglacial flows affecting the surface of the Aubeis chalk. Another problem is the lack of access to oil drilling logs. These logs (gamma ray, resistivity...) often do not exist, the first oil reservoir levels of the Paris Basin are only found from the lower cretaceous...

However, other meridian faults are known, thanks to micropalaeontology measurements, either on the Aix en Othe or Estissac sheets.

What about this phantom fault?

This article attempts to provide an update on this question.

Keywords: Vittel fault , Paris basin, quaternary tectonic

1, LES DONNEES EXISTANTES

Le report de la trace de la faille de Vittel sur une carte topographique IGN fournit des pistes de recherches (site Géoportail, IGN). La marne présente sur cette trace un imposant méandre, au SO de Meaux, entre Jabline et Esbly. Vers le SE, le grand Morin s'aligne également sur cette trace pendant plus de dix km.

Plus au sud encore, entre Romilly sur Seine et Droupt saint Basle, le cours de la Seine suit sur cette faille dont la trace se remarque dans la topographie, à l'Est, entre Juvanzé, Éclance, Lévisny et Maison les -Soulaines (site Geoportail, IGN).

L'atlas sismique de la France (IFP en, 2009) montre la remontée de la faille de Vittel, en Seine et Marne, vers Esternay, jusqu'au céno-manien. La faille de Saint Martin, dans le département de l'Aube atteint le campanien moyen, en surface.

Au niveau de Juvanzé, la sismique pétrolière indique un petit graben associé à cette faille Est-Ouest. Ce graben semble déformé par la phase pyrénéenne d'âge éocène supérieur.

Cette même recherche pétrolière a mené les opérateurs à effectuer des sondages verticaux de 50 à 100 m, afin de vérifier les vitesses soniques de la craie auboise. Passés les cinq à dix m d'altérites périglaciaires, les vitesses soniques demeurent constantes. L'apparition d'un brusque changement de vitesse sonique dans la craie traduira la traversée d'un plan de faille. Cela peut, éventuellement, s'avérer le passage dans des craies dolomitisées.

D'autres données récentes sont apparues, issues des fouilles de méthaniseur, permettant l'observation de craie fracturée associée à des silicifications verticales avec quartz.

Enfin, la carrière de craie coniacienne de Droupt-Saint-Basle, sur le passage de la faille de Vittel, présente également des silicifications verticales en silex ou quartz. Leur fracturation secondaire est recimentée par des marcessites. Les données de microtectoniques indiquent des déformations tardives alpines (Grégoire, 2003).

2, ACTIVITE QUATERNAIRE : HYPOTHESE OU REALITE

Une question importante se pose pour tout grand accident géologique, à savoir son éventuelle activité sismique.

Si tel est le cas, d'autres interrogations apparaissent : périodes d'activités de ces failles, récurrence et intensité maximale potentielle.

Selon le site OREME issu du groupe de travail sur les failles actives en France, la faille de Vittel apparaît active (Institut de recherche et de sûreté nucléaire IRSN). Deux indices de déformations quaternaires (carte Neopal) existent localement, à moins de trente km au Nord de la faille de Vittel : Longueville sur Aube et Gourgançon. Actuellement, l'origine tectonique de ces déformations n'est plus retenue par le groupe de travail FACT (failles actives France) (Bellier et al., 2021)

Qui a raison, qui a tort ?

Dans ce débat d'expert, la seule possibilité de trancher réside dans l'examen des terrasses alluviales de la Seine, à l'aplomb du passage de la faille de Vittel.

Une autre difficulté majeure est liée aux déformations quaternaires liées au froid.

Au total, les réponses sont à rechercher dans la découverte de déformations quaternaires polyphasées, permettant ainsi d'évacuer une totale origine périglaciaire. Un âge holocène abondera également dans ce sens.

D'autres difficultés existent. Ainsi, des déformations cosimiques impliquent des séismes de magnitude supérieure à 5 (Russel L., 2002). Leur fréquence de retour est faible dans le domaine intraplaque du bassin de Paris.

Une dernière difficulté et non des moindres s'ajoute à cela : l'existence d'affleurement de qualité et d'accès facile.

3, LES OBSERVATIONS

Les recherches pétrolières des années 1980 ont permis de bien visualiser la trace de la faille de Vittel au droit du socle, dans la confluence de l'Aube et de la Seine (fig.1, 2 et 3) (Delmas et al., 2007)

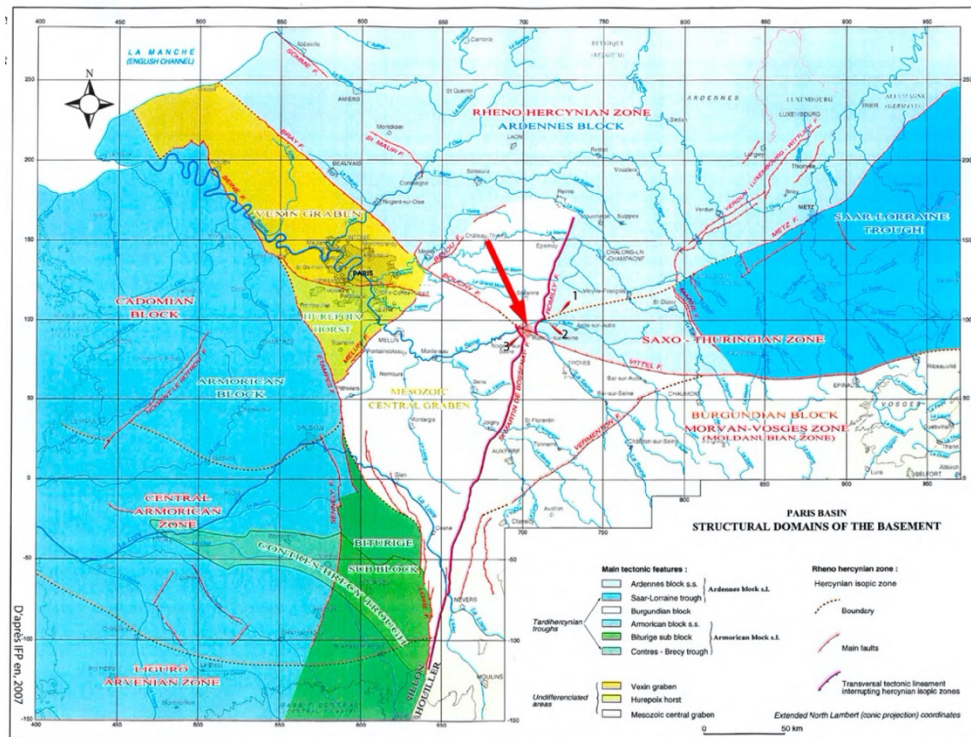


Figure n°1 : Structure au socle

La carte, issue de l'institut français des pétroles énergies nouvelles (IFPEN) présente le cadre structural général du bassin de Paris. Elle indique la zone d'étude dans un nœud tectonique du bassin de Paris, au croisement de deux accidents majeurs (faille de Bray-Vittel et faille de Saint Martin de Bossenay).

A noter l'existence de deux indices de néotectonique (1 : Gougançon et 2 : Longueville sur Aube). Le point 3 correspond à des remplissages pléistocènes sur la faille de Saint Martin bien visible localement par tomographie électrique Benoit et al., 2021)

Figure n°1: Structure at the base

The map, from the French Institute for Petroleum and New Energies (IFPEN), presents the general structural framework of the Paris Basin. It shows the study area in a tectonic node of the Paris Basin, at the intersection of two major faults (Bray-Vittel fault and Saint Martin de Bossenay fault).

Note the existence of two indications of neotectonics (1: Gougançon and 2: Longueville sur Aube). Point 3 corresponds to Pleistocene fillings on the Saint Martin Fault, which are clearly visible locally by electrical tomography (Benoit et al., 2021)

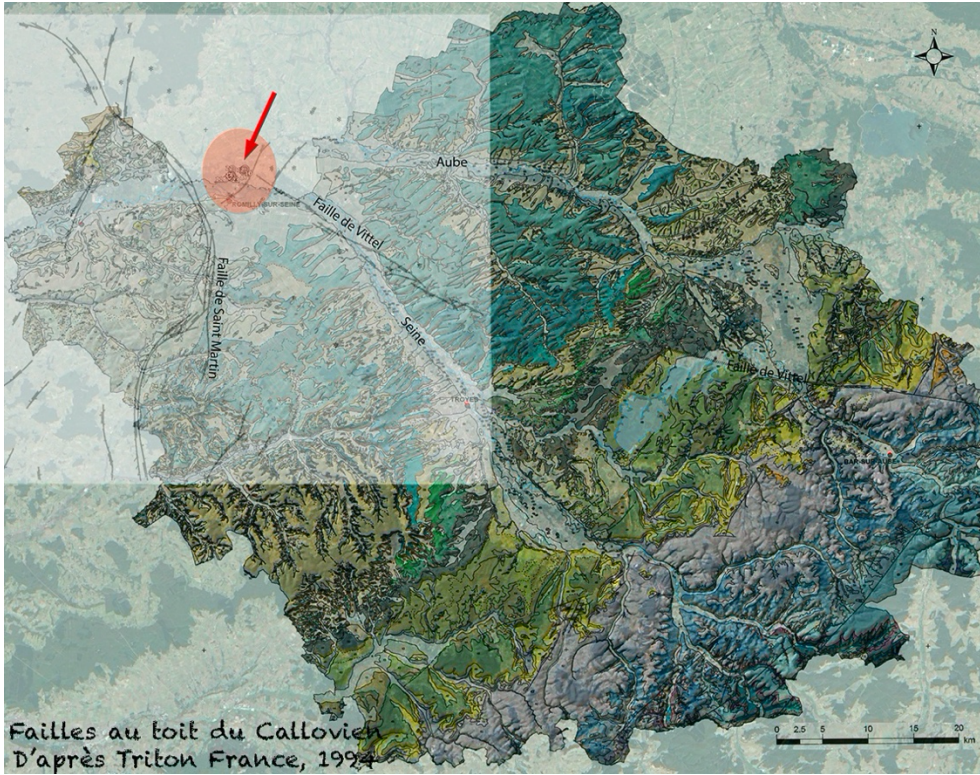


Figure n°2 : carte géologique harmonisée de l'Aube.

Le tracé indiqué pour les failles correspond à leur trace, au toit du Callovien. A noter l'étroit graben pincé de la faille de Vittel déformé par la phase pyrénéenne (IFP, 2008).

Figure 2: harmonised geological map of the Aube.

The line indicated for the faults corresponds to their trace, at the top of the Callovian. Note the narrow pinched graben of the Vittel fault deformed by the Pyrenean phase (IFP, 2008)

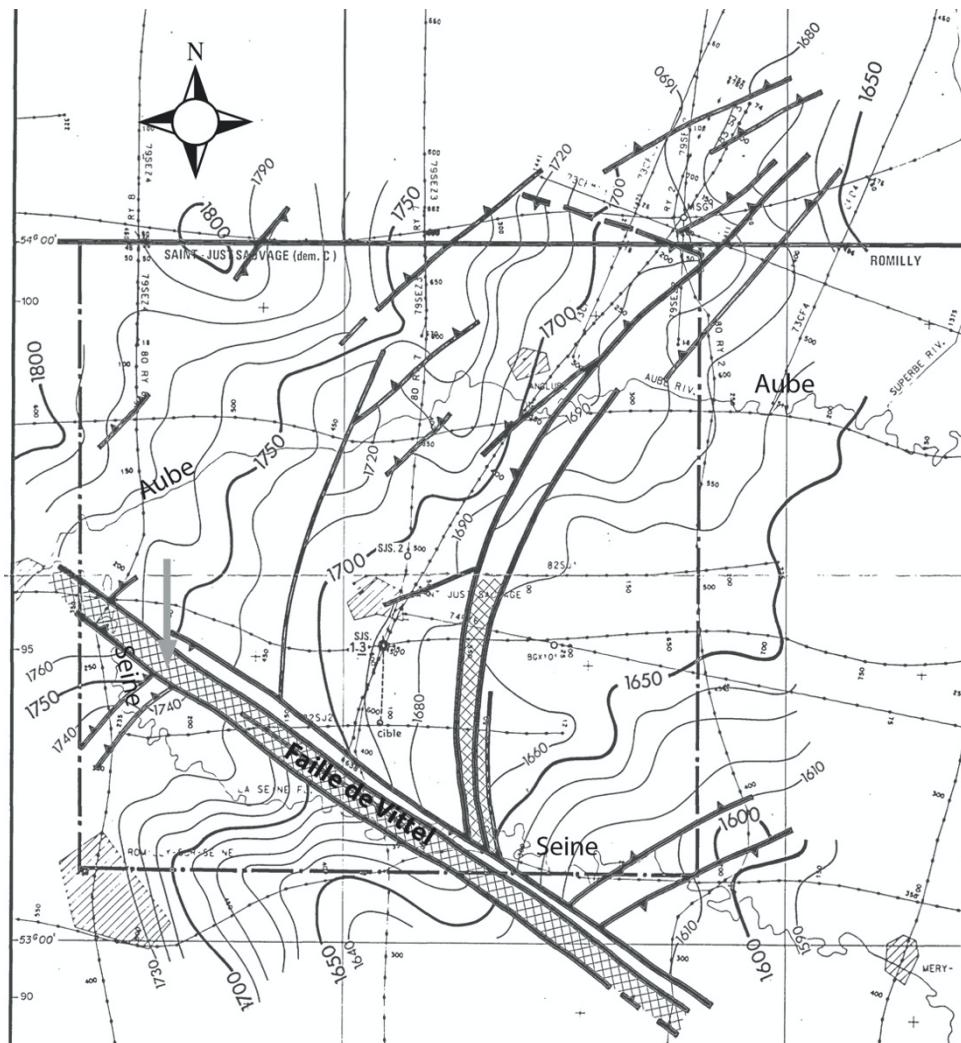


Figure n°3 : Carte des isochrones temps double, aux abords du socle.

Le document provient de Elf Aquitaine, décembre 1983. La flèche grise indique la zone d'étude, sur la trace de la faille de Vitte.

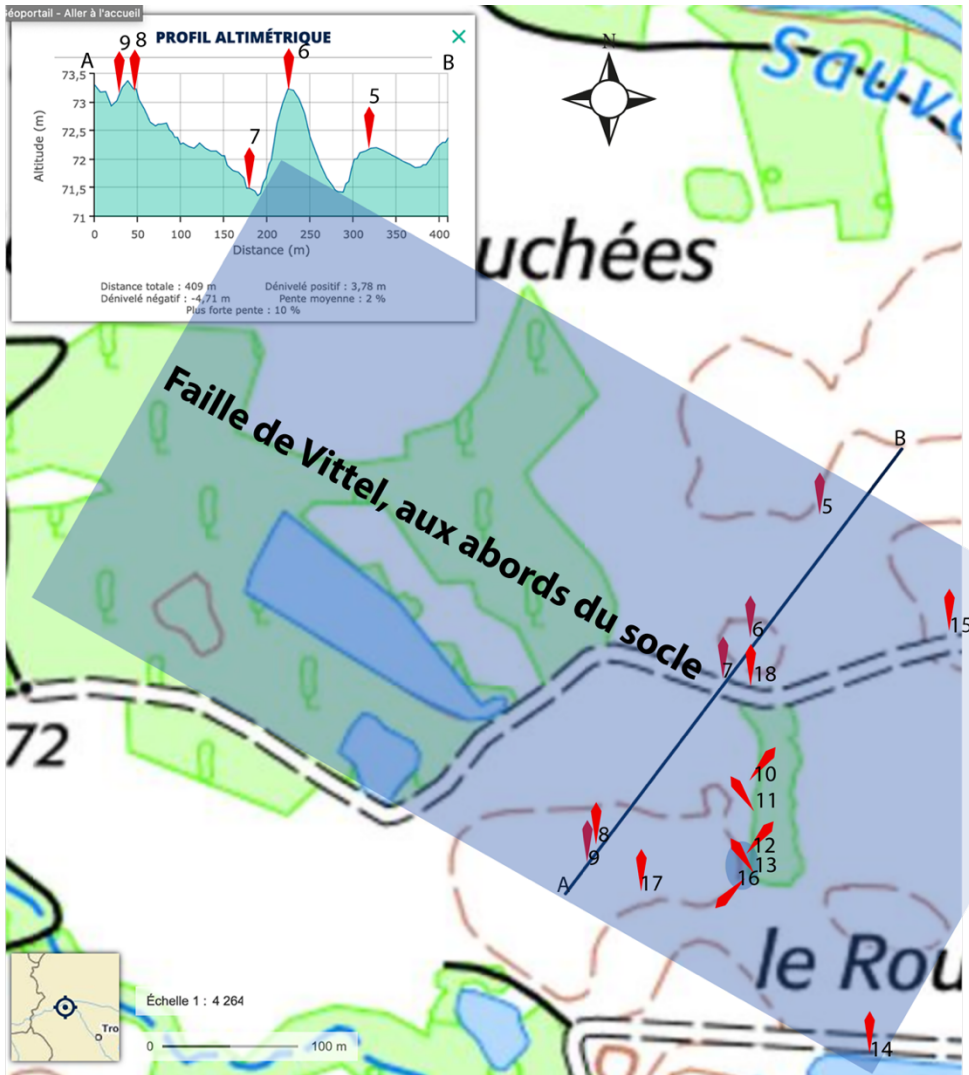
Il faut constater l'existence d'une zone large de plus de trois cents mètres au niveau de la faille de Vitte. La confluence de l'Aube et de la Seine s'effectue sur cette faille, orientant la Seine entre Méry-sur-Seine et sa confluence avec l'Aube. La flèche correspond à la zone d'étude.

Figure 3: Map of double time isochrones, near the base.

The document comes from Elf Aquitaine, December 1983. The grey arrow indicates the study area, on the trace of the Vitte fault.

It is important to note the existence of a zone more than three hundred meters wide at the level of the Vitte fault. The confluence of the Aube and the Seine occurs on this fault, orienting the Seine between Méry-sur-Seine and its confluence with the Aube. The arrow corresponds to the study area.

Les exploitations de graviers et sables des années postérieures mettent en évidence d'impressionnantes déformations à l'aplomb de cette faille apparaissant comme un accident large d'environ 300 m. Ces déformations s'avèrent à la fois souples et cassantes, s'associant à des remontées massives de head crayeux périglaciaires, injectés dans les sables et graviers (figs.4,5, 6 et 10). Ces « diapirs » sont également visibles en tomographie électrique (Benoit et al., 2021).



Profil altimétrique orthogonal à la faille de Vittel

Les numéros des marques rouges se rapportent aux figures.

5, 48.546574° et 3.743199°	11, 48.544865° et 3.742493°	17: 48.544554° et 3.741000°
6, 48.546155° et 3.742723°	12, 48.544704° et 3.742461°	18: 48.545702° et 3.742522°
7, 48.545795° et 3.742478°	13, 48.544567° et 3.742386°	
8, 48.545131° et 3.741763°	14, 48.542397° et 3.747972°	
9, 48.544979° et 3.741722°	15, 3.742386° et 3.745089°	
10, 48.545084° et 3.742554°	16, 48.544479° et 3.742222°	

Figure n°4: Position of the photographic figures

The topographic profile perpendicular to the Vittel fault shows a two-meter difference in level between the high and low points (figures n°6 and 7).

The highest point (6) corresponds to a massive injection of chalk block mud.

Figure n°4 : Position des figures photographiques

Le profil topographique perpendiculaire à la faille de Vittel présente un dénivelé de deux mètres entre points haut et point bas (figures n°6 et 7).

Le point le plus haut (6) correspond à une injection massive de boue à blocs de craie.

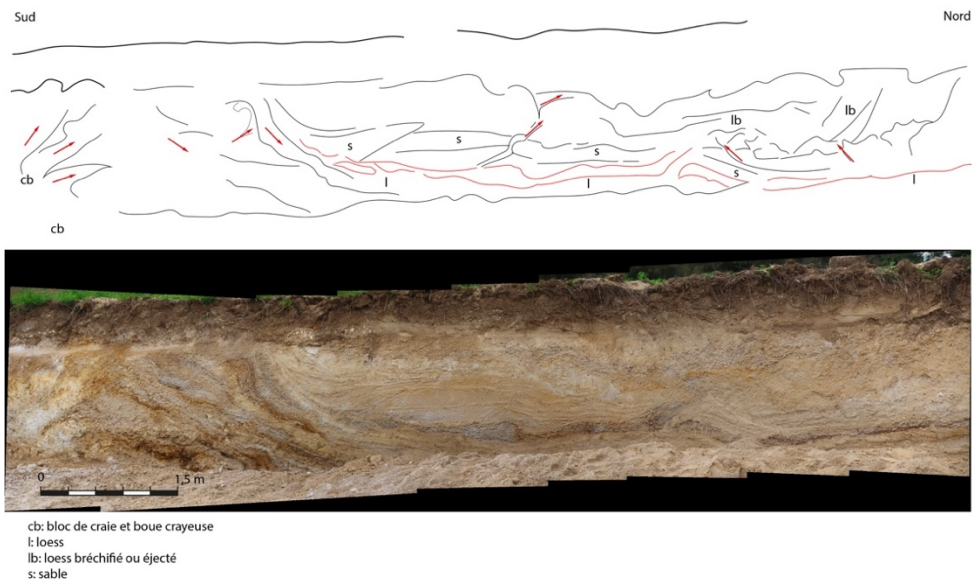


Figure n° 5 : Éjection de fluide

Au Sud, on observe une éjection de boue crayeuse. Cette éjection est à l'origine d'un glissement gravitaire vers le Nord, de la couverture sédimentaire.

Le centre et le Nord de la coupe font l'objet d'échappement depuis des niveaux de décollement. Ces échappements sont à l'origine d'un bréchification des loess.

Il faut également remarquer les venues d'oxyde de fer brun rouille de de manganèse, à proximité immédiate des éjections de craie boueuse.

Le litage sédimentaire de la couverture glissé n'est pas détruit.

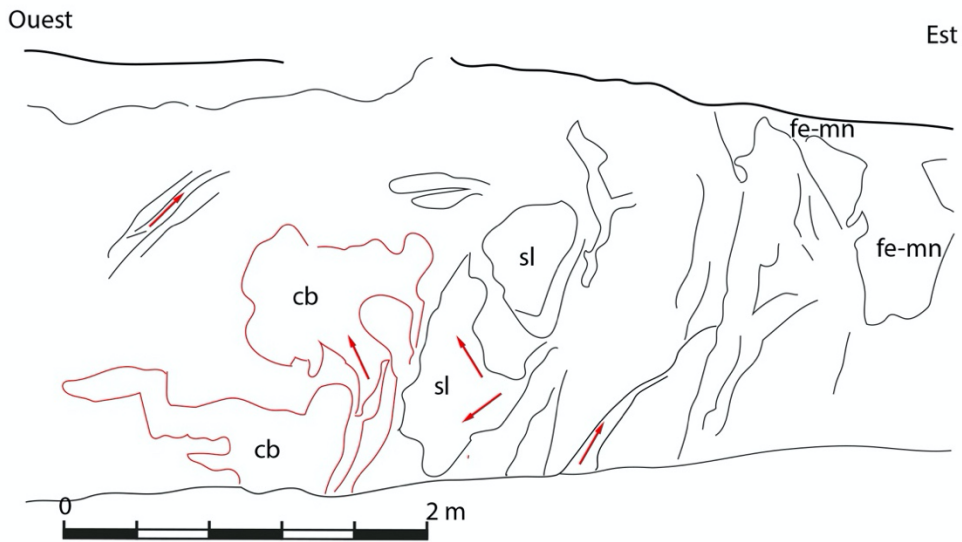
Figure 5: Fluid ejection

To the south, an ejection of chalky mud is observed. This ejection is at the origin of a gravity slide towards the North, of the sedimentary cover.

The center and the north of the section are subject to escape from levels of decollement. These escapes are at the origin of a brecciation of the loess.

Also noteworthy are the occurrences of rusty brown iron oxide and manganese in the immediate vicinity of the muddy chalk ejecta.

The sedimentary bedding of the slipped cover is not destroyed.



cb: craie boueuse
 sl: sables liquéfiés
 fe-mn: induration ferrugineuse



Figure n°6 : Diapir de diamicton crayeux.

La coupe, orientée nord-sud, fait 2 m de haut. La structure sédimentaire initiale est totalement disloquée.

Les graviers à gauche de l'éjection ont disparu à droite, faisant place à des sables gris verticalisés sans aucune structure sédimentaire visible. Ceux-ci comportent des graviers disséminés, faisant suspecter une intense liquéfaction de ces sables.

Les graviers sommitaux de gauche sont affectés par une éjection dilacérant le niveau.

L'extrémité droite de la photo montre d'intenses indurations ferrugineuses et manganifères, dans les graviers et sables grossiers.

La plus à droite s'enfonce brutalement dans le matériel sous-jacent, évoquant un load-cast.

Figure n°6: Diapir of chalky diamicton.

The section, oriented north-south, is 2 m high. The initial sedimentary structure is completely dislocated.

The gravels on the left of the ejecta have disappeared on the right, giving way to grey verticalised sands without any visible sedimentary structure. These include scattered gravels, making one suspect intense liquefaction of these sands.

The summit gravels on the left are affected by an ejection dilacitating the level.

The right end of the photo shows intense iron and manganiferous indurations in the gravels and coarse sands.

The rightmost one sinks abruptly into the underlying material, evoking a load-cast.

Ces observations ne peuvent s'effectuer qu'au gré de l'évolution de l'exploitation faisant l'objet d'un remblaiement partiel par les stériles (décape, silex, blocs de craie...)

3.1, LE REMPLISSAGE ALLUVIAL

Le site est en exploitation depuis plus de dix ans.

Les dépôts sommitaux correspondent à des sables et graviers de puissance métrique, surmontés de limons sableux. Ils peuvent reposer sur des loess d'un à deux m de puissance. Des niveaux de gleys des toundras sont parfois présents à la base de ces derniers. Le tout recouvre des sables et graviers de chenal en tresse, sur quatre à cinq m de puissance. Une dent de mammouth laineux, trouvé dans ces sables et graviers, confirme leur âge weischfelien. Le remplissage repose sur des coulées périglaciaires de head crayeux. Il peut exister également des dômes crayeux sous alluviaux, pouvant expliquer les variations de puissance du remplissage alluvial.

3.2, LES DEFORMATIONS ET LEUR REPARTITION

Fort nombreuses, elles vont du glissement gravitaire aux plis, en passant par des injections de matériel boueux ancien, des failles et des liquéfactions (figs. 5 à 17).

Diverses déformations alluviales quaternaires sont décrites par Michel (1972) dans sa thèse relative au bassin de Paris. Cependant, l'âge des terrains déformés n'est pas fourni.

Voilà pourquoi il nous est apparu intéressant d'effectuer un transect alluvial orthogonal à la trace profonde de la faille de Vittel (figs.3 et 4). Enfin, quatre coupes détaillées jointives longues au total d'environ 25 m, toujours sur cette faille, permettent de visualiser l'évolution latérale des désordres dans un remplissage alluvial weischfelien (figs.11 à 13).

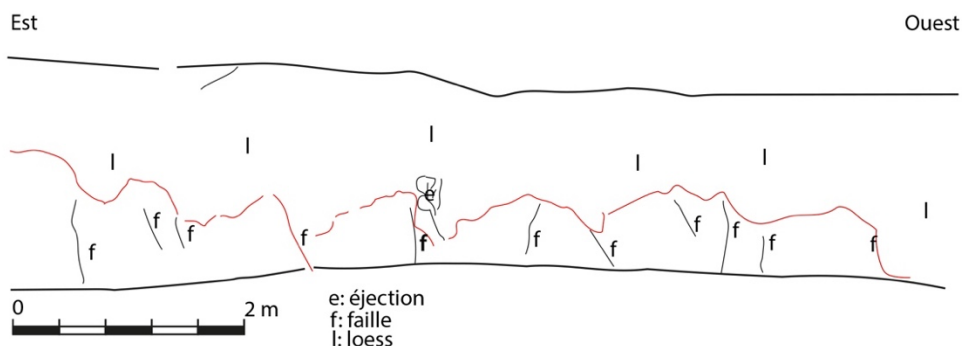


Figure n°7 : Failles et loess

La photo est prise à environ 50m de la photo n°6.

Contrairement à cette dernière, la structure sédimentaire est conservée.

Les niveaux noirs enrichis en oxyde de manganèse demeurent sous les loess.

Ces derniers sont affectés de failles nombreuses déformant totalement leur base. Une petite éjection de fluide est également visible.
A 15m à l'est, on a injection massive de matériel grossier, en pli vertical, déformant la base des loess.

Figure 7: Faults and loess

The photo was taken about 50m from photo 6.

Unlike the latter, the sedimentary structure is preserved.

The black levels enriched in manganese oxide remain under the loess.

The latter are affected by numerous faults that totally deform their base. A small fluid ejection is also visible.

At 15m to the east, there is massive injection of coarse material, in vertical folds, deforming the base of the loess.

Le profil topographique sur la faille de Vittel (fig. 4) montre bien les points hauts associés à des diapirs de craie (figs. 5, 6, 8 et 9) et des éjections massives à proximité de ces derniers.

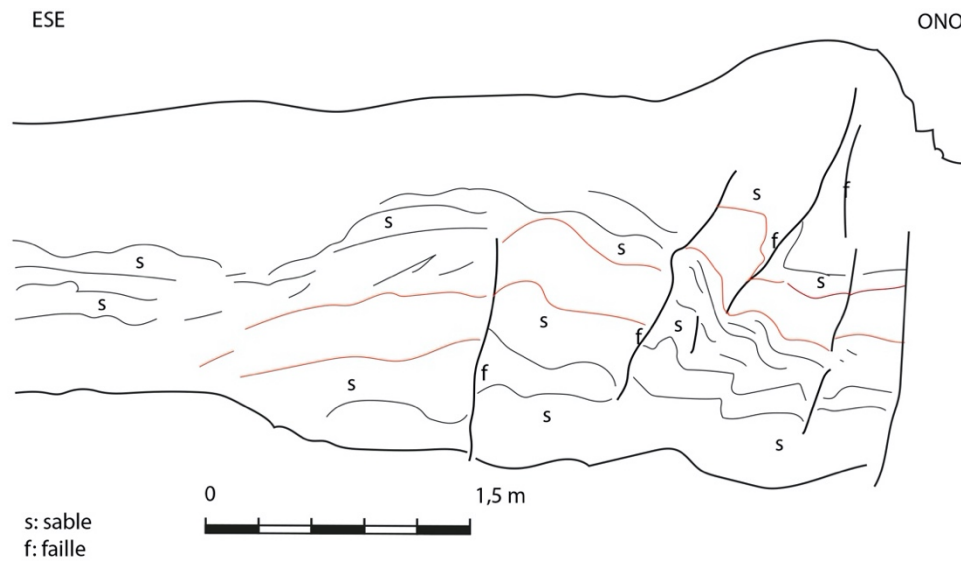


Figure n°8 : Plis et failles

La photographie montre des niveaux de sable affectés de failles normales et inverses. Il faut noter la persistance d'une structure sédimentaire et les dépôts d'oxydes de fer dans les zones les plus perméables.

Figure 8: Folds and faults

The photograph shows sand levels affected by normal and reverse faults. Note the persistence of a sedimentary structure and iron oxide deposits in the most permeable areas.



Figure n° 9 : Éjections massives.

Prise à moins de dix m de la figure n°8, elle présente des éjections massives de sable.

On retrouve les failles observées en 8. Les niveaux centraux au cœur des injections sont déstructurés. Les niveaux noirs d'impregnation de bioxydes de manganèse sont parfaitement distincts des niveaux ferrugineux ocre rouille.

L'origine de ces deux métaux est à rechercher dans la solubilisation, sous forme de complexe humique, depuis la litière forestière de surface (Duchaufour, 1977). En effet les teneurs en manganèse des loess est environ cinquante fois plus faible que celle du fer.

Figure 9: Massive ejections.

Taken less than ten metres from figure 8, this shows massive sand ejections.

The faults observed in 8 are also present. The central levels in the heart of the injections are destructured. The black levels of manganese bioxide impregnation are perfectly distinct from the rusty ochre ferruginous levels.

The origin of these two metals is to be sought in the solubilisation, in the form of humic complex, from the surface forest litter (Duchaufour, 1977). Indeed, the manganese content of the loess is about fifty times lower than that of iron.

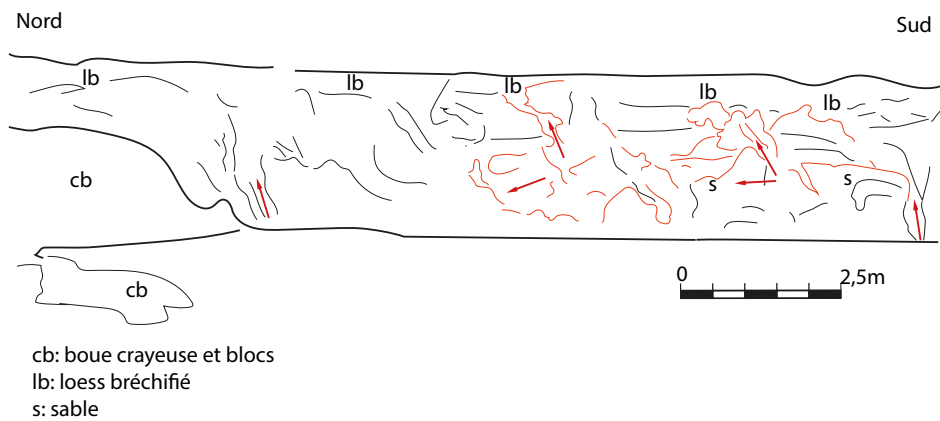


Figure n°10 : Diapir et liquéfaction

Elle permet l'observation d'une très imposante remontée de boue à blocs de craie, dans les sables et graviers. Il faut également remarquer un important massif de sable liquéfiés, Une de ses éjections est bloquées par la couverture de loess.

Les niveaux rouge (Fe) et noir (Mn) sont toujours présents.

Figure 10: Diapir and liquefaction

It allows the observation of a very important upwelling of mud with chalk blocks, in the sands and gravels. It is also worth noting a large mass of liquefied sand, one of its ejections is blocked by the loess cover.

The red (Fe) and black (Mn) levels are still present.

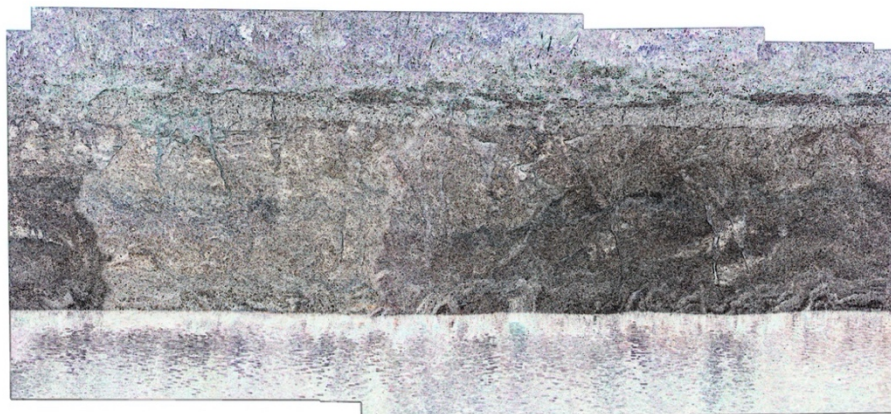
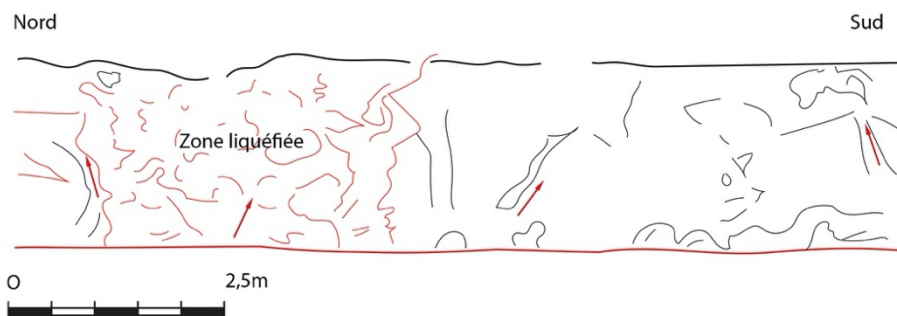


Figure n°11 : Dilacération des loess sommitaux

Le montage correspond à la prolongation sud de la figure n°10.

Les loess sommitaux sont totalement dilacérés. Une imposante figure d'injection limite, sur la gauche, la zone déstructurée. Un retour progressif du litage sédimentaire s'observe vers la droite, sous des plis de base, au raz de l'eau. Là encore on observe, bien séparés, les niveaux bruns et rouges, toujours sous les loess.

Figure 11: Dilaceration of the summit loess

The assembly corresponds to the southern extension of figure n°10.

The summit loess is completely dilacerated. An imposing injection figure limits the destructured zone on the left. A progressive return of the sedimentary bedding can be observed to the right, under the basic folds, at the water level. Here again, the brown and red levels are well separated, still under the loess.

Nord

Sud

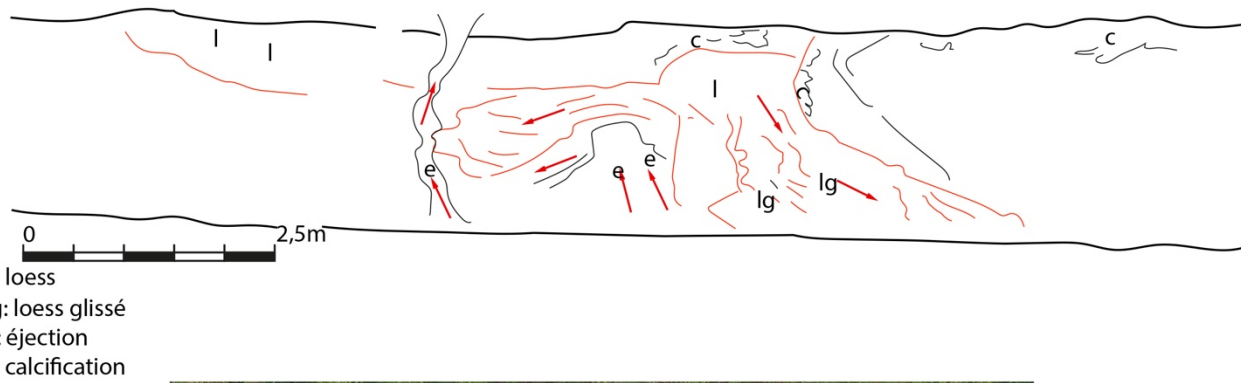


Figure n°12 : Effondrement massif

La photographie (juillet 2022), suite méridionale de la figure n°11, montre un effondrement massif des loess dans la série alluviale, avec de nombreux plis le long du glissement.

La partie glissée ou effondrée est comblée par des sables et graviers. L'entraînement des niveaux calcifiés par des condensations de bicarbonates issues d'une litière forestière organique ou de tourbes indique un âge récent (holocène), pour la déformation.

Figure 12: Massive collapse

The photograph (July 2022), the southern continuation of figure 11, shows a massive collapse of the loess in the alluvial series, with numerous folds along the slide.

The slid or collapsed part is filled with sand and gravel. The entrainment of calcified levels by bicarbonate condensations from organic forest litter or peat indicates a recent (Holocene) age for the deformation.

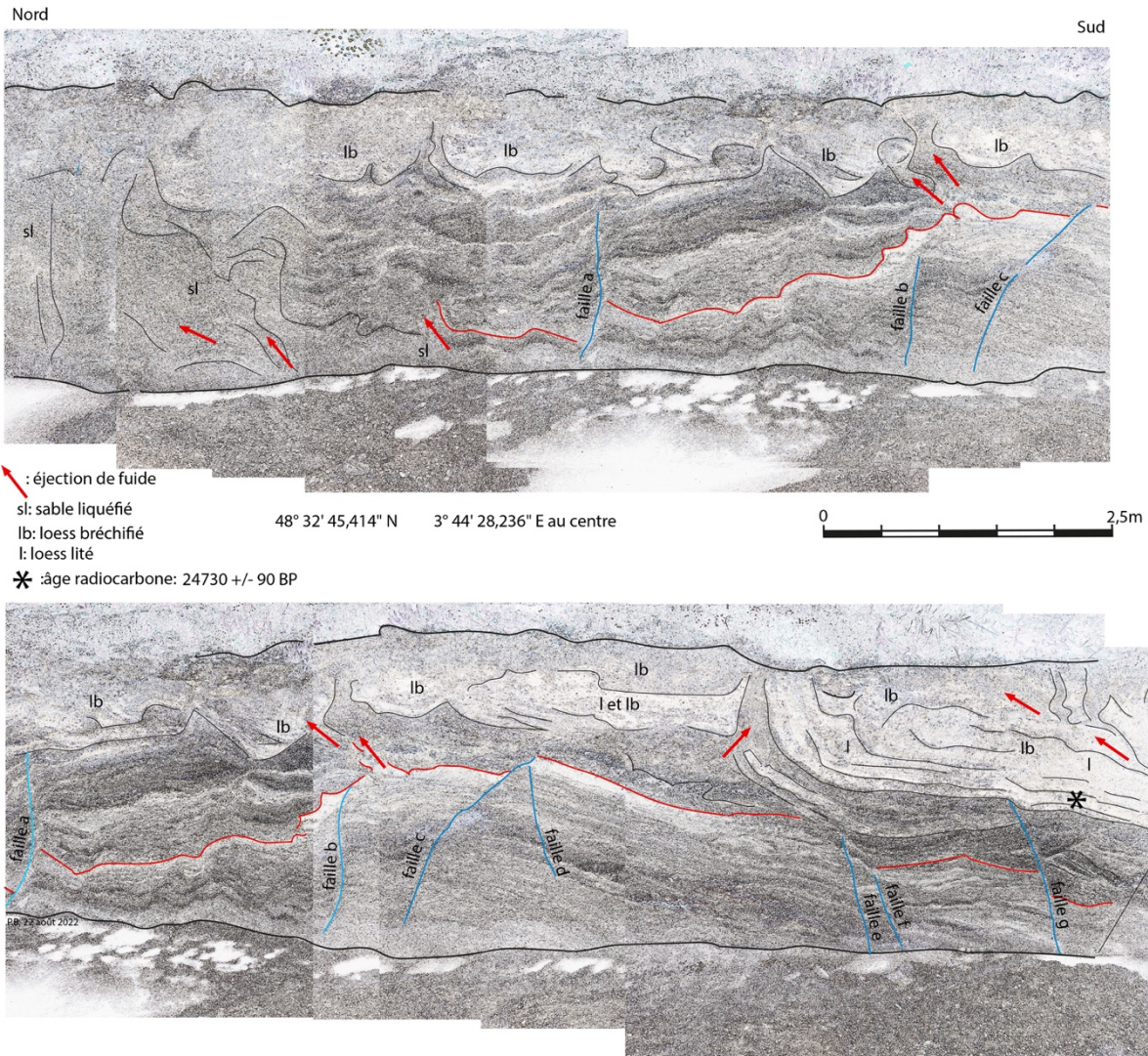


Figure n°13 : Prolongation sud de la figure n°12

Le montage présente un niveau totalement déstructuré à gauche, en haut (sables liquéfiés) avec figures d'éjections.
 Des failles verticales, à pendage nord apparaissent en s'avancant vers le sud.
 Au centre bas, le pendage des failles s'oriente vers le sud. L'une d'entre elle, plus tardive, recoupe le niveau rouge.
 Le niveau sommital de loess est affecté de plis ou d'éjections de fluide jusqu'en surface.
 Le retour d'un litage sédimentaire (en bas à droite) est associé à l'épaississement des loess.

Figure 13: Southern extension of figure 12

The setup shows a totally unstructured level on the left, at the top (liquefied sands) with ejection figures.
 Vertical, north dipping faults appear as they advance southwards.
 In the lower centre, the faults dip southwards. One of them, later, intersects the red level.
 The top loess level is affected by folds or fluid ejections to the surface.
 The return of a sedimentary bedding (bottom right) is associated with the thickening of the loess.

Les failles observées (figs. 7, 8, 13 et 16) correspondent à deux familles distinctes. Les plus anciennes (fig.13, b et d) n'affectent pas la base des loess (limons). Les plus récentes bousculent cette base (fig.13, a, c, e et g ; fig.16). Cette dernière a enregistré trois épisodes de déformations dans les loess (A, C et D).

L'important glissement gravitaire de la figure n°11 affecte les précipitations carbonatées de la base de l'horizon pédologique (holocène ?), au même titre que le pli-glissement de la figure n° 14.

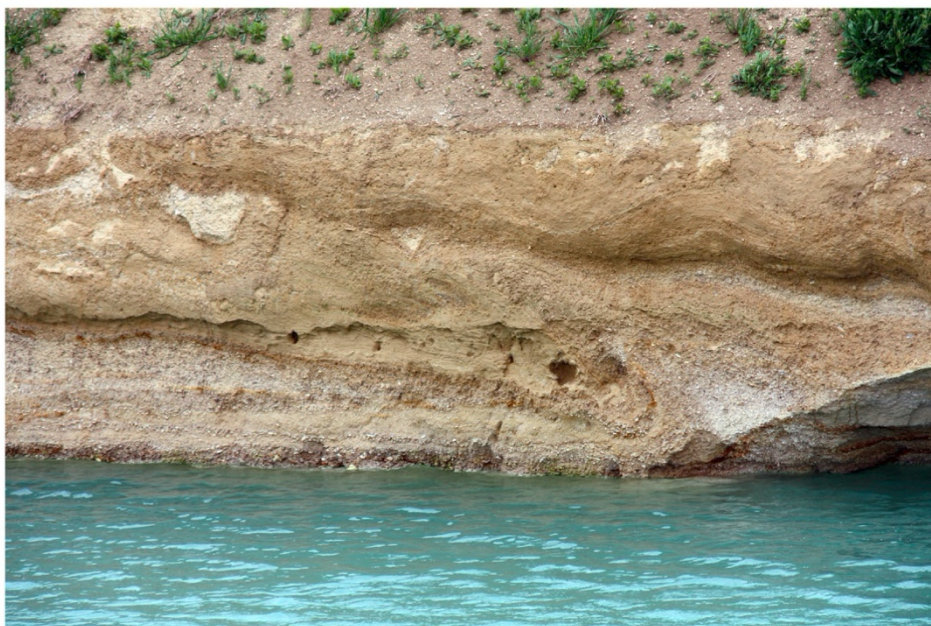
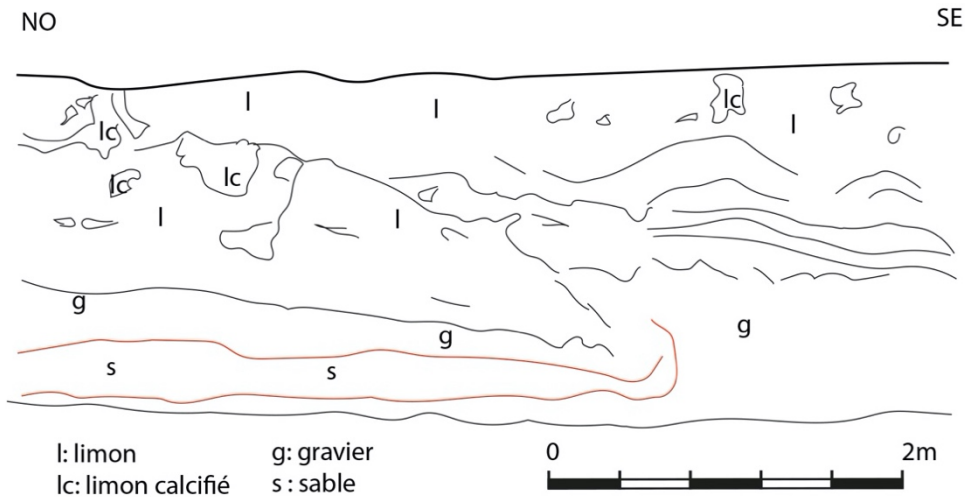


Figure n°14 : Glissement (2011)

Permet l'observation d'un pli couché (ou d'un glissement massif) dans les loess. Leur partie sommitale est plissée.
A noter les niveaux calcifiés, de la base de l'horizon humique, recouvert par des loess dans la charnière de pli.

Figure 14: Landslide (2011)

Allows the observation of a fold (or a massive landslide) in the loess. Their summit part is folded.
Note the calcified levels at the base of the humic horizon, covered by loess in the fold hinge.

Les éjections peuvent traverser toute la série loessique (limoneuse). Cette traversée s'associe parfois à une déstructuration complète (fig.11), déformant jusqu'à l'horizon pédologique.

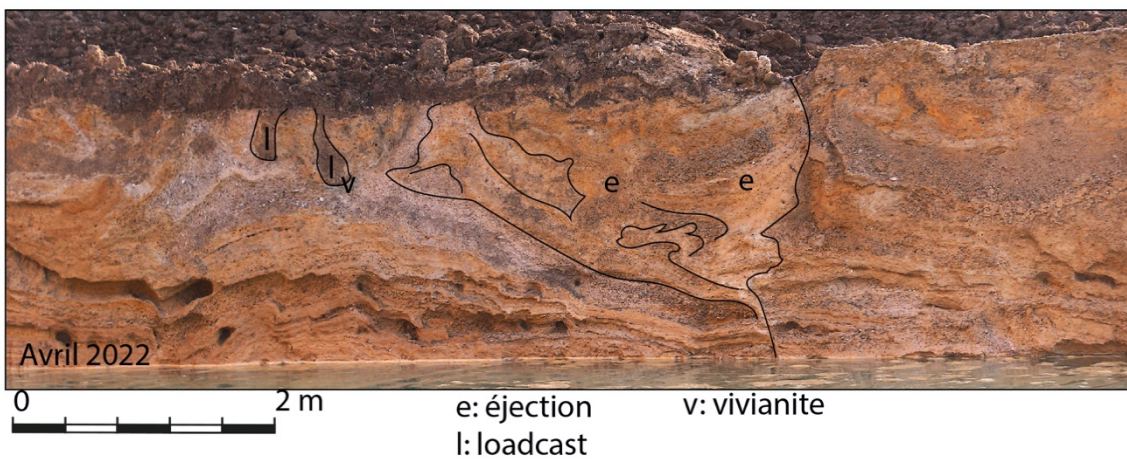
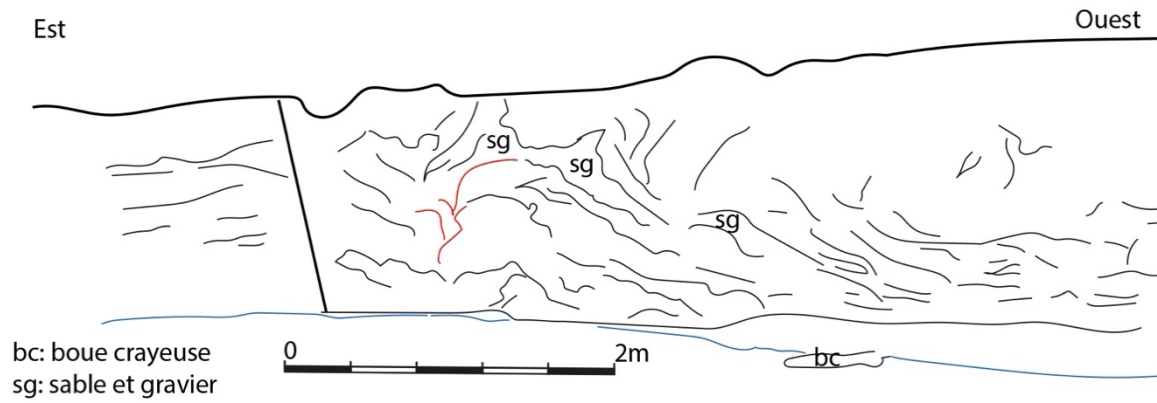


Figure n°15 : Éjection et plis

Les loess présentent une structure plicative en bas à gauche. La base droite est moins déformée, faisant supposer un important glissement en masse sur un lit de gravier inséré dans les loess.

On peut également envisager des éjections de fluide chargé de fines limoneuses, comme on l'observe en haut à gauche (trait rouge). L'image d'avril 2022 confirme cette dernière hypothèse.

La photographie générale du bas montre bien une imposante éjection de matériel loessique liquéfié. L'existence de loadcast (l) de paléosol, associé à de la vivianite verte (phosphate de fer), vers le haut au centre gauche, traduit le caractère holocène de la déformation.

Figure 15: Ejection and folds

The loess has a plicative structure at the bottom left. The right base is less deformed, suggesting a major mass slide on a gravel bed inserted into the loess.

Ejections of fluid laden with fine silty material can also be envisaged, as can be seen in the upper left (red line). The image from April 2022 confirms this last hypothesis.

The general photograph at the bottom shows an impressive ejection of liquefied loess material. The existence of loadcast (l) of palaeosol, associated with green vivianite (iron phosphate), towards the top centre left, reflects the Holocene character of the deformation.

Les figures 10, 11, 12 et 13 permettent enfin de suivre l'évolution latérale du niveau de loess depuis le dépôt massif jusqu'à sa déstructuration complète (liquéfaction).

3.3, LES DATATIONS

Leur importance est primordiale. Faute de quoi, il s'avère impossible ou, pour le moins, fort délicat de différencier déformations périglaciaires et séismes.

Les éléments de datation accessibles sont de trois ordres : archéologiques (éléments de poterie, outil en fer...), datation par C_{14} des limons sommitaux déformés et comparaison du remplissage deltaïque avec les autres remplissages alluviaux datés du centre du bassin de Paris (Antoine, 2000 ; Pastre et al., 2000).

Diverses datations (OSL, carbone 14) ont été réalisées depuis 2010 (Bertan et al., 2017 ; Benoit et al., 2021). Elles concernent l'ancien site carrier voisin de Marcilly sur Seine.

Une dernière datation de la base des limons marneux (loess), à l'aplomb de la faille de Vittel, dans un horizon proche du socle, fournit un âge de 24730 ± 90 BP.

Au vu des éléments observés, il apparaît un polyphasage de la déformation. Les failles les plus anciennes (fig.11) sont scellées par les loess, leur donnant un âge approximatif entre 25000 et 30000 ans BP.

Les failles affectant la base des loess doivent s'approcher des 20000 ans BP.

Le niveau C déformé par solifluxion (?) (fig.16) devrait avoisiner les 15000 ans BP.

L'important glissement gravitaire (fig. 12) est à relier à la liquéfaction totale voisine des loess,

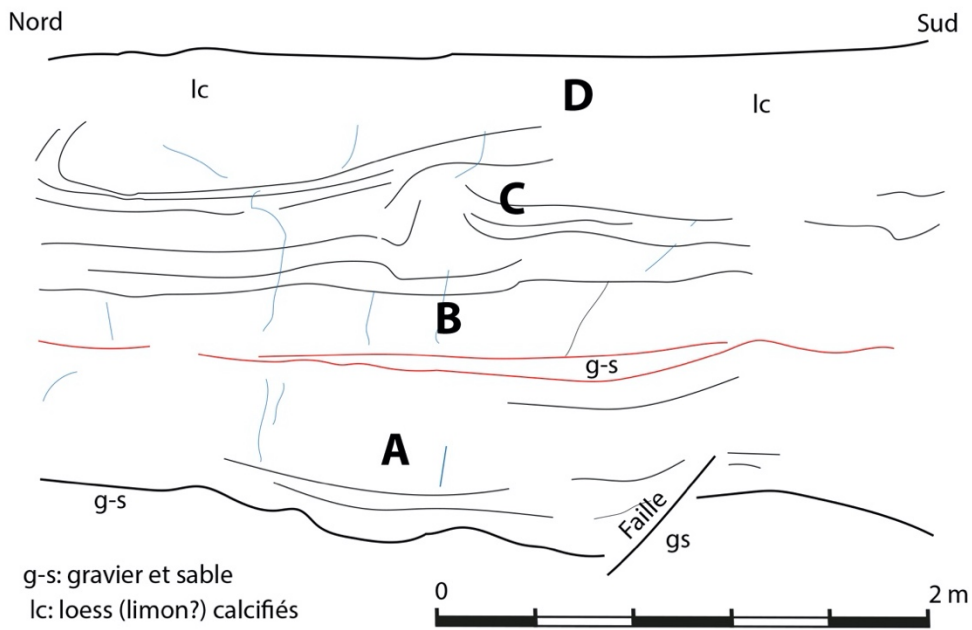


Figure n°16 : Déformations dans les loess.

La coupe est perpendiculaire au niveau de loess, de la figure n°13.

Cette coupe montre trois niveaux déformés.

Le niveau A est affecté par une faille normale. Il est scellé par un niveau de gravier et sable (g-s).

Le niveau B, horizontal, n'est pas déformé.

Le niveau C présente un pli décimétrique.

Le niveau D, oblique, pourrait correspondre à un petit paléo-chenal.

Des fissures calcifiées, tardives, traversent toute la série.

Figure 16: Deformations in the loess.

The section is perpendicular to the loess level in figure 13.

This section shows three deformed levels.

Level A is affected by a normal fault. It is sealed by a level of gravel and sand (g-s).

Level B, horizontal, is not deformed.

Level C has a decimetric fold.

Level D, oblique, could correspond to a small paleochannel.

Late calcified cracks cross the whole series.

(fig.11), soit un âge fini glaciaire.

Ces âges proposés pour les déformations ne sont que purement indicatifs

Les remontées de head crayeux sous alluvial (ou de craie bréchifiée au sommet de dôme sous alluviaux) sont associées à des feruginisations manganifères verticales massives. Une datation par C_{14} du carbone organique associé à ces dépôts bactériens fournit un âge de 3900+/-30 BP. Cette datation confirme une origine liée à des lessivages sous litière organique holocène (Van Bemmelen, 1899). (Duchaufour, 1977). Leur origine est à relier aux propriétés mécaniques du head et de la craie déformée sous contrainte tectonique (Sigismond et al., 1983 ; Bergues et al., 2000). On ne peut cependant pas exclure un important dôme crayeux sous alluvial bréchifié par la tectonique quaternaire, pour expliquer l'abondance locale des remontées et éjection de craie boueuse avec blocs.

Dans le site voisin de Marcilly-sur-Seine, un niveau de sable liquéfié au-dessus des loess périglaciaires nous a fourni un tesson de poterie gauloise daté par OSL (2360-1910 BP) (Benoit et al., 2021).

Au total, il apparaît clairement un polyphasage des déformations.

4, DISCUSSION

4.1, Evolution tectonique

La faille de Bray correspond à un accident majeur du bassin de Paris, à savoir un accident décrochant sur paléoslab hercynien (Briais, 2015)

Des séismites yprésiennes (Benoit, 2015) sont reconnues, de part et d'autre de la faille de Malnoue (Bray-Vittel) dans la cuesta orientale de l'Ile de France, à moins de vingt km au NO de Sauvage

Les travaux de Grégoire (2003) montrent l'enregistrement des déformations pyrénéennes puis alpines sur la faille de Vittel, dans la crayère de Droupt-Saint-Basle, traversée par ladite faille.

4.2, Le quaternaire

La question primordiale est de connaître l'origine des déformations observées.

Localement, les deux hypothèses les plus plausibles sont le froid du pléniglaciaire (-25000 à -14000 BP) et des séismites. Les deux causes peuvent, par ailleurs, se superposer

Les loess du nord-ouest de l'Europe sont de bons marqueurs des conditions climatiques lors du dernier pléniglaciaire (Antoine, 2009 ; Loch, 2015). Cependant les épaisseurs rencontrées localement sont inférieures à deux m, d'où des lacunes d'enregistrement.

Des fentes en coin signeront une origine périglaciaire.

Enfin, des diapirs de craie peuvent présenter une origine purement périglaciaire, après injection par le froid, depuis un talik...

Michel (1972) dans sa thèse, au même titre que Van Vliet et al. (2016), attribuent à ces déformations une origine périglaciaire.

D'un autre côté, le milieu deltaïque est connu pour sa capacité d'enregistrement des déformations cosismiques (Lignier, 2001 ; Philip, 2007 ; Delataille, 2015 ; Landcraft et al., 2017).

Dans la littérature, des déformations similaires à celle de Sauvage ont été interprétées comme séismites holocènes en Mongolie (Rudersdorf et al., 2017) dans un même contexte

sédimentologique deltaïque, à l'aplomb de failles. Des glissements cosismiques sur faible pente sont également décrits (Aslop et al., 2013).

Reste cependant que l'existence locale de petits séismes historiques n'implique pas de facto cette origine (Cara et al., 2015).

Pour compliquer l'interprétation, on peut avoir des déformations périglaciaires affectées de désordres cosismiques (SHANMUGAM, 2016).

Divers éléments permettent localement de lever l'indétermination.

- Calcifications holocènes entrainées dans les déformations
- Comportement rhéologique différent d'un même matériel sédimentaire à 70 m de distance (figs. 16 et 17) sur la trace de la faille de Vittel

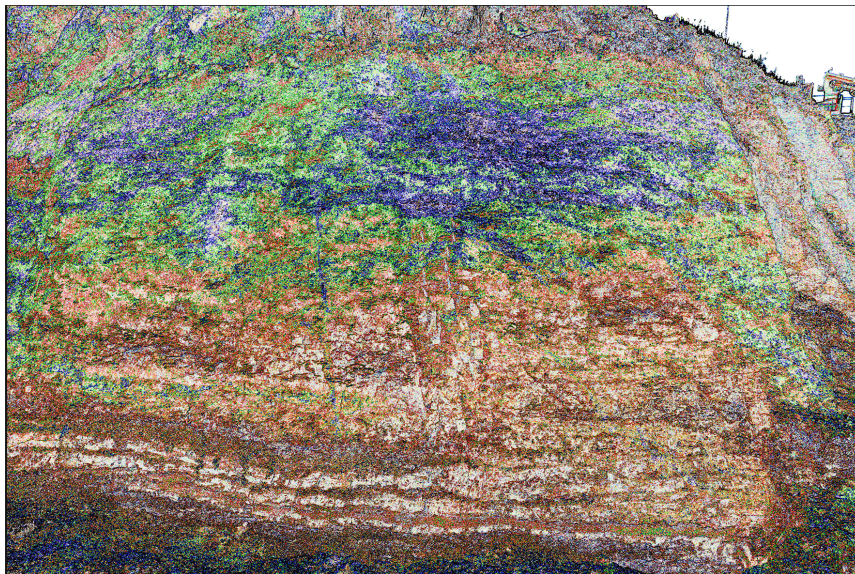
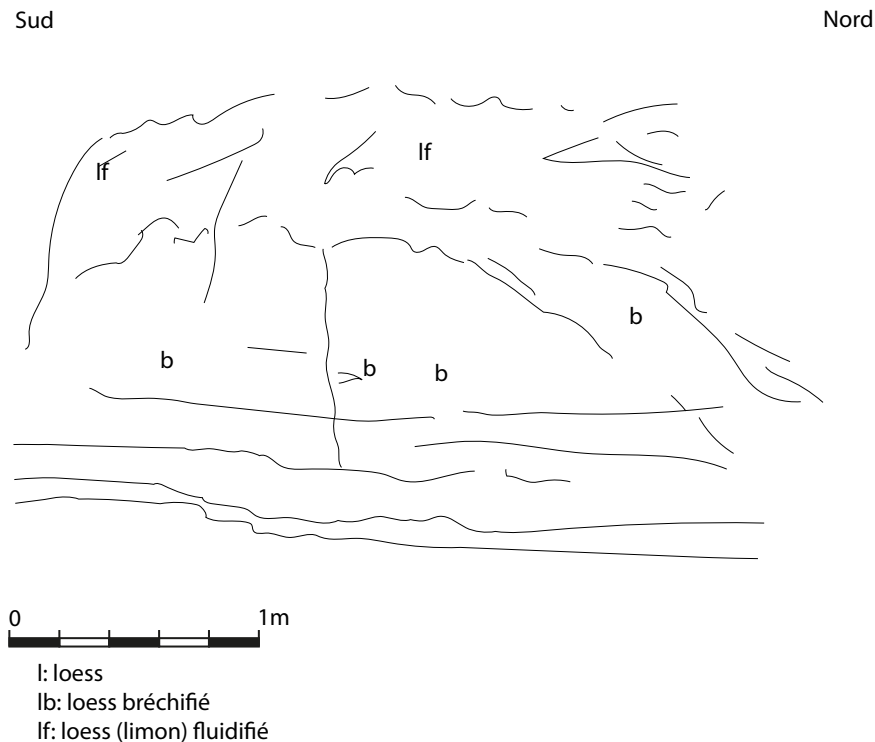


Figure n°17 : Liquéfaction des loess

L'image est retravaillée sous photoshop, permettant une meilleure observation du litage. En bleu, les zones liquéfiées fortement. Leur base, au sommet des graviers, est peu perturbée. En remontant vers la surface, les loess se bréchifient avant de se liquéfier, en remontant vers la surface. Cette liquéfaction est à relier à des remontées de fluide, verticales ou obliques. La déstructuration totale du sommet n'a pu s'effectuer que dans un matériel bien induré.

La figure est à rapprocher de la figure 16, à 70 m à l'Est, où le litage sédimentaire s'avère présent partout

Figure 17: Liquefaction of loess

The image is reworked with photoshop, allowing a better observation of the bedding. In blue, the strongly liquefied zones.

Their base, at the top of the gravels, is little disturbed. As the loess rises to the surface, it breaches and then liquefies, as it rises to the surface. This liquefaction is linked to vertical or oblique upwelling of fluid. The total destructuring of the top could only have taken place in a well indurated material.

The figure can be compared with figure 16, 70 m to the east, where the sedimentary bedding is present everywhere

- Diapirs de boue crayeuse se focalisant sur la trace de la faille de Vittel (Bergues et al., 2000 ; Van Vliet-Lanöe et al., 2018)
- Éjections traversantes tous les loess du pléniglaciaire
- Polyphasage : Les déformations observées n'ont pas toutes le même âge (figs 13 et 16), s'échelonnant du pléniglaciaire à l'holocène. Ce polyphasage des déformations quaternaires est connu (Benoit et al., 2013), que cela soit à Longueville sur Aube (13 km à l'Est) ou Gourgançon (24 km au NE). Par ailleurs, ce polyphasage existe à tous les niveaux de la déformation, comme le prouvent les diverses mesures, non publiées, de J.C Plaziat (Communication orale).

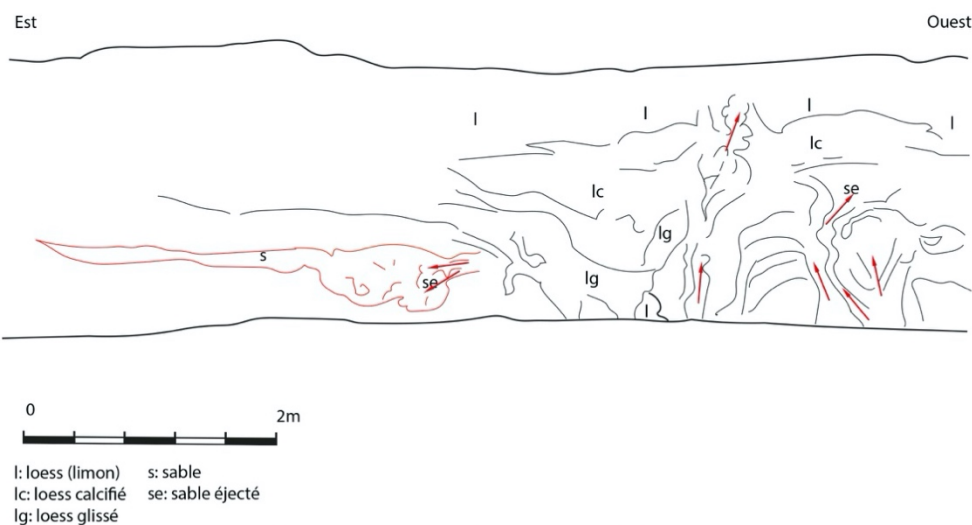


Figure n°18

Située à 20 m à l'Est de la figure n°7, elle présente des injections massives affectant la globalité du remplissage loessique. Il faut noter les niveaux colorés par les oxydes fortement redressés. L'existence d'un bloc de loess induré entrainé jusqu'à l'eau traduit un effondrement partiel de ce niveau (faille, liquéfaction des niveaux sous-jacents... ?). Les éjections d'eau chargée de bicarbonate solubles de calcium sont à l'origine des calcifications blanchâtres. Elles remontent jusqu'en surface.

Figure n°18

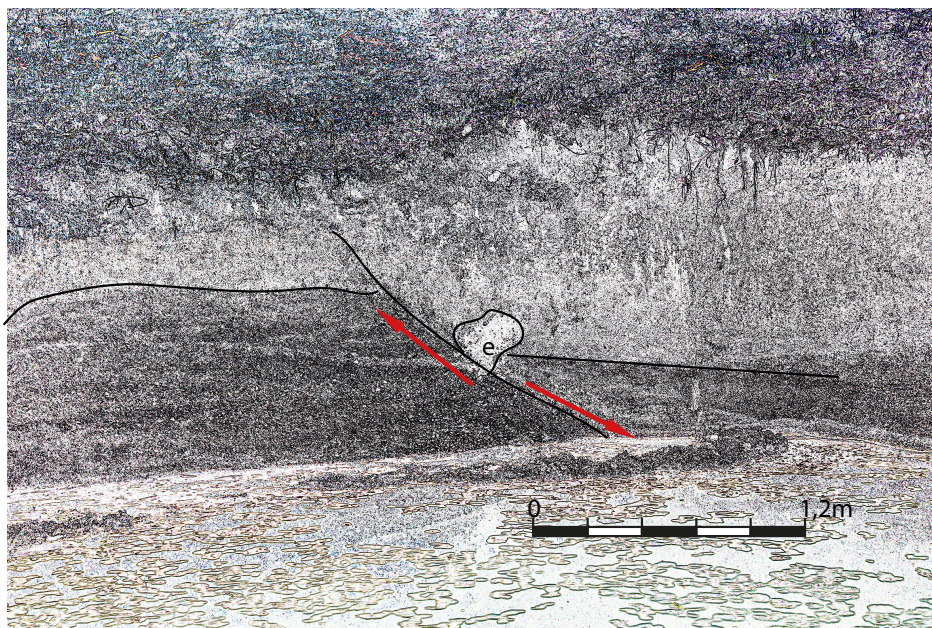
Located 20 m east of figure 7, it shows massive injections affecting the entire loessic filling. Note the levels coloured by the strongly rectified oxides. The existence of a block of indurated loess dragged down to the water indicates a partial collapse of this level (fault, liquefaction of the underlying levels...). The ejections of water loaded with soluble calcium bicarbonate are at the origin of the whitish calcifications. They rise to the surface

- Faille normale holocène affectant des niveaux organiques holocènes (Fig.19)



SE

NO



e: éjection de vase

Figure n° 19

La photo présente des niveaux organiques holocènes (1520-1363 cal BP, beta 657106) reposant sur des sables grossiers à coquilles. Le tout est affecté par une faille normale. A noter une petite éjection située sur le plan de faille.

Figure n° 19

The photo shows Holocene organic levels resting on coarse sands. The whole is affected by a normal fault. Note a small ejection located on the fault plane.

5, CONCLUSIONS

La faille de Vittel est reconnue par sismique pétrolière, au moins jusqu'au toit du Callovien, dans le département de l'Aube.

Les cartes géologiques la font remonter jusque l'Albien, dans la région de Brienne le Château.

L'étude des vitesses soniques des core drill pétroliers de la craie permet de repérer approximativement son passage dans le crétacé supérieur. Ce passage est confirmé en carrière (Droupt-Saint-Basle). Son absence apparente, entre sa trace marquée dans le Crétacé inférieur et la vallée de la Seine, est à relier vraisemblablement à un jeu décrochant depuis le Crétacé moyen.

Le brutal changement d'orientation de la vallée de la Seine, entre ce dernier village et la confluence avec la rivière Aube, faisait suspecter un contrôle structural sur environ 17 km. Auquel cas, on pouvait supposer une activité néotectonique au Quaternaire.

Les données recueillies pendant plus de dix ans dans les gravières locales nous ont montré des déformations multiples, étagées dans le sommet du Quaternaire. Les déformations, souples ou cassantes, voient leur intensité diminuer en s'éloignant de la faille de Vittel, dans sa zone de croisement avec la faille de Saint Martin de Bossenay (Delmas, 2007) (fig.1).

Par ailleurs, le polyphasage des déformations s'avère être un indicateur d'une origine partiellement sismique, si l'on en croit les nombreuses observations, non publiées, effectuées à ce jour par J.C Plaziat.

L'existence d'une faille affectant l'holocène (1520-1363 cal BP, Beta 657016) confirme l'existence d'un séisme local, d'intensité suffisante pour marquer les sédiments. Cet âge est cohérent avec l'âge OSL (2360-1910 BP) du tesson de poterie gaulois entraîné dans des alluvions déformés

Tous ces éléments montrent bien le contrôle structural partiel du cours de la Seine, par la faille de Vittel ainsi que son activité polyphasée quaternaire. Des études complémentaires s'imposent cependant, au fil des découvertes liées à l'exploitation du gisement alluvial local, afin de mieux cerner les déformations liées au froid périglaciaire de celles liées à une activité tectonique quaternaire.

Enfin, une dernière question se pose. L'activité sismique observée est-elle liée uniquement à la faille de Vittel ou la faille de Saint Martin de Bossenay se prolongeant, au nord de la Seine, par la faille de Sézanne.

REMERCIEMENTS

Ils s'adressent, de prime abord, à la société Morgani-Zeimett et son personnel nous ayant permis un accès aisé aux affleurements. Divers coups de pelleuses nous ont évité des jours de décape à la pelle et pioche.

N'oublions pas les nombreux géologues sollicités pour avis et dont les réponses se sont avérées fort constructives.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ALSOP G., MARCO S., (2013) - Seismogenic slump folds formed by gravity driven tectonics down a negligible subaqueous slope. *Tectonophysics* 605, 48–69
- ANTOINE P., PASTRE J.F., FONTUGNE M., LEROYER C., (2000) - Le transect de Boulages (Aube) : apport à la connaissance de l'évolution paléohydrologique de la vallée de l'Aube, PNRZH, projet 07, rapport final, novembre 2000
- Antoine P., (2009) - *Revue française de géotechnique*, n°99, 1-17

- Atlas sismique de la France (2009) - Institut français du pétrole, énergie nouvelles, planches 2, 3, 4 et 8
- BELLIER O., CUSHING E.M., SÉBRIER M. (2021)- Thirty years of paleoseismic research in metropolitan France. Comptes rendus. Géoscience, Tome 353, n°S1, 339-380
- BENOIT P., MEGHRAOUI M., GRISONI J.M., (2013) - Quaternary faulting in the central Paris basin: Evidence for coseismic rupture and liquefaction. 4 th international INQUA Meeting on Paleoseismology, Active tectonics and Archeology (PATA), Aachen, Germany, 1-4.
- BENOIT P. (2015) - Séismes au sommet de la coupe de Chantemerle. Medihal-01325150
- BENOIT P., PIWAKOWSKI B., THONON M., BRONSART C. (2021) - La confluence de l'Aube et de la Seine, un territoire sensible à de multiples déformations. hal-03433505)
- BERGUES J., CHARPENTIER J.P., (2000) - Caractéristiques physiques et mécaniques de la craie du bassin de Paris. Bull. Inf. Bass. Paris, volume 37, n°2, 120-124
- BERTRAN P., ANDRIEUX E., BATEMAN M., FONT M., MANCHUEL K., SICILIA D., (2018) Features caused by ground ice growth and decay in Late Pleistocene fluvial deposits, Paris Basin, France. Geomorphology, Vol. 310, 84-101.
- BRIAIS J. (2015) - Le Cénozoïque du bassin de Paris : un enregistrement sédimentaire haute résolution des déformations lithosphériques en régime de faible subsidence Sciences de la Terre. Université Rennes 1, 2015. Français. NNT : 2015REN1S002. tel-01174648
- CARA M., CANSI Y., SCHLUPP A., ET AL., (2015) - SI-Hex: a new catalogue of instrumental seismicity for metropolitan France. Bulletin de la Société Géologique de France 186 (1), 3-19.
- DELMAS J., HIOUEL P., VOIALLY R. (2007) – Paris basin – petroleum potential. Rapport régional d'évaluation pétrolière, IFP en, PL .5
- DELATAILLE C., (2015) - Évaluation de l'activité tectonique quaternaire des failles du Jura Méridional (France). Thèse Université de Savoie, 76-95
- Geoportail, IGN (institut géographique national).
- DUCHAUFOR PH., (1977) - Pédogenèse et classification, tome 1, p 100, tome 2, Masson éditeur, 31
- GOGUEL J., BARTHELEMY R., LACOT R. ET AL., (1965) – Notice explicative, Carte géol. France (1/50 000), feuille Romilly-sur-Seine (261), BRGM Orléans
- GREGOIRE A., (2003) - Caractérisation des déformations méso-cénozoïques et se circulations de fluides dans l'Est du bassin de Paris. Thèse Université Henri Poincaré, Nancy 1, 293
- LANDGRAF A., KÜBLER S., HINTERSBERGER E., STEIN S., (2017)- Seismic, fault rupture and earthquake hazards in slowly deforming regions, 5
- LIGNIER V., (2001) - Les sédiments lacustres et l'enregistrement de la paléosismicité. Thèse Université de Savoie. HAL Id : tel-00811857 <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00811857>, 23-32.
- LOCHT J.L., (2019) - La fin du Paléolithique moyen dans le Nord de la France. Quaternaire, vol. 30/4
- MICHEL J.P., (1972) - Le Quaternaire de la région parisienne. Thèse de Docteur ès Sciences naturelles, Université de Paris VI, 23-32.
- PASTRE J. F., LEROYER C., LIMONDIN-LOZOUET N., CHAUSSÉ C., FONTUGNE M, GEBHARDT A., HATTÉ CH., KRIER V., (2000) – Le Tardiglaciaire des fonds de vallées du Bassin parisien (France) [The Late-Glacial from the Paris basin floodplains (France)]. Quaternaire, vol. 11, n°2 LeTardiglaciaire en France septentrionale, 107-122

- PHILIP H., BOUSQUET J.C., MASSON F., (2007) – Séismes et risques sismiques. Approche sismotectonique. Dunod éditeur, 150-152
- POMEROL B., MONCIARDINI C., MORTIMORER.N., BOURNERIAS M., (1996) - Carte géologique 1/50000 Arcis/Aube n°262. Orléans. BRGM
- RITZ JF., BAIZE S., AUDIN L., AUTHÉMAYOU C., GRAVELEAU F., KAUB C., LACAN P., LECLERC F., LARROQUE C., MANCHUEL K., MUGNIER JL., ORTUÑO M., RIZZA M., VASSALLO R., ANTOINE P., ARROUCAU P., JEREMY BILLANT J., BOLLINGER L., FERRY M., FILLON C., GEOFFROY L., JOMARD H., LE ROY P., LOCHT JL., MIGEON S., PERRIN C., PERROT J., RATZOV G., REICHERTER K., SOUBIGOU O., VERGNIAUL C., VIAPLANA-MUZAS M., AND VAN DERWOERD J., (2021)- New perspectives in studying active faults in metropolitan France: the “Active faults France”(FACT/ATS) research axis from the Resif-Epos. Consortium ; Comptes Rendus Géoscience—Sciences de la Planète, 353, no S1, p. 381-412 ; <https://comptes-rendus.academie-sciences.fr/geoscience/articles/10.5802/crgeos.98/>
- RUDERSDOF A., HARTMANN K., KAIFENG Y., STAUCH G., REICHERTER K., (2017)- Seismites as indicators for Holocene seismicity in the northeastern Eijna Basin, Inner Mongolia. In, Seismicity fault rupture and earthquake hazards in slowly deforming regions. Geological society special publication 432, London, 213-231
- RUSSEL (2002)- Distinguishing seismic from non-seismic soft-sediment structures: Criteria from seismic-hazard analysis. Geological society of America, special paper 359, p 1-11
- SHANMUGAM G., (2016) - The seismite problem. Journal of Palaeogeography, 5(4), 318-362
- SIGISMOND J., DUPAS J.M, LEFÈBVRE A., (1983) - La craie à Nogent-sur-Seine. Revue française de géotechnique, 23, 5-18.
- VAN VLIET-LANOË B., BRULHET J., COMBES P., DUVAIL C., EGO F., BAIZE S. & COJAN I., (2016). Quaternary thermokarst and thermal erosion features in northern France: origin and palaeoenvironments. Boreas. 10.1111/bor.12221. ISSN 0300-9483.
- VAN VLIET-LANOË B., AUTHEMAYOU C., MOLLIEUX S., FIELD M-H., FRECHEN M., LE ROYA P., PERROT J., ANDRIEU-PONEL V., GREGOIRE G., HALLEGOUËT B., (2018) - Middle Pleistocene seismically induced clay diapirism in an intraplate zone, western Brittany, France. QUATERNARY RESEARCH, 1–24
- VAN BEMMELEN., (1899) - Les accumulations ferrugineuses dans et sous les tourbières. Gisement, composition, formation. Wageningen_university_and_research_212792.pdf

