

Observations néotectoniques dans les sables pliocènes et les graviers pléistocènes du bassin de Rennes – Chartres-de-Bretagne (Massif armoricain, France)

Frédéric TRAUTMANN (1)

Pierre MARTIN (1)

Yves GROS (1)

Neotectonic observations in Pliocene sand and Pleistocene gravel of the Rennes basin - Chartres-de-Bretagne

Géologie de la France, 2004, n° 1, 3-12, 8 fig., 3 photos.

Mots-clés : Failles, Pliocène, Pléistocène, Néotectonique, Bassin de Rennes, Ille-et-Vilaine.

Key words : Faults, Pliocene, Pleistocene, Neotectonics, Rennes Basin, Ille-et-Vilaine.

Résumé

L'analyse de failles normales de direction WNW-ESE (N110°E) et NW-SE (N150°E) dans des sables attribués au Pliocène supérieur et dans les alluvions rubéfiées qui les surmontent met en évidence, dans le bassin cénozoïque de Rennes - Chartres-de-Bretagne au sud-ouest de Rennes, une tectonique distensive globalement NE-SW pouvant être induite par un régime décrochant distensif de direction NNW-SSE à NW-SE.

Abstract

Analysis of normal faults with WNW-ESE (N110°E) and NW-SE (N150°E) directions in Late Pliocene sand and in overlying red sand and gravel in the Rennes – Chartres-de-Bretagne Cenozoic basin, south-west of Rennes, shows late extensional tectonic NW-SE movement that may have been induced by an extensional strike-slip regime with a NNW-SSE to NW-SE direction.

Introduction

Dans le Massif armoricain près de Rennes, des dépôts détritiques continentaux ou marins d'âge éocène à pléistocène sont conservés dans un graben jalonnant un grand accident de socle tardi-hercynien de direction NNW-SSE (faille de Pont-Péan) (fig. 1).

Dans les secteurs de la Freslonnière et d'Apigné sur la commune du Rheu au sud-ouest de Rennes (Ille-et-Vilaine), l'extraction intensive des granulats (« sables rouges ») piégés dans un graben a rendu possible l'observation et le relevé de plusieurs dizaines de petites failles affectant des sédiments plio-quaternaires, dans les fronts de tailles de plusieurs carrières. Un sondage (5-206) réalisé à la tarière, a permis de compléter la coupe des dépôts jusqu'au substratum. Six séquences sédimentaires plio-quaternaires ont été identifiées. Ces travaux ont été réalisés dans le cadre des levés pour l'établissement de la carte géologique de France à 1/50 000 de Rennes (cf. fig. 1).

Le fossé de Rennes – Chartres-de-Bretagne appartient au faisceau de fossés d'effondrement NNW-SSE à NW-SE traversant la Bretagne et qui sont épisodiquement actifs, pour certains depuis l'Éocène jusqu'à la période actuelle.

Ce fossé en demi-graben est limité à l'ouest par la faille de Pont Péan. Cet accident N160°E appartient à un faisceau d'accidents d'importance crustale que l'on suit du golfe de Saint-Malo jusqu'à Ancenis. À l'ouest de Chartres-de-Bretagne, il se ramifie vers l'ouest suivant une direction N140°E. Ces accidents ont été générés à la fin de l'orogénèse hercynienne par une compression N-S. Le champ de contraintes régionales actuelles affectant le domaine péri-alpin de la plaque européenne défini par Paquin *et al.* en 1978 et par Godefroy en 1980 apparaît très

(1) brgm, BP 6009, 45060 Orléans cedex 2, France.

Manuscrit déposé le 15 juin 2002, accepté le 11 février 2004.

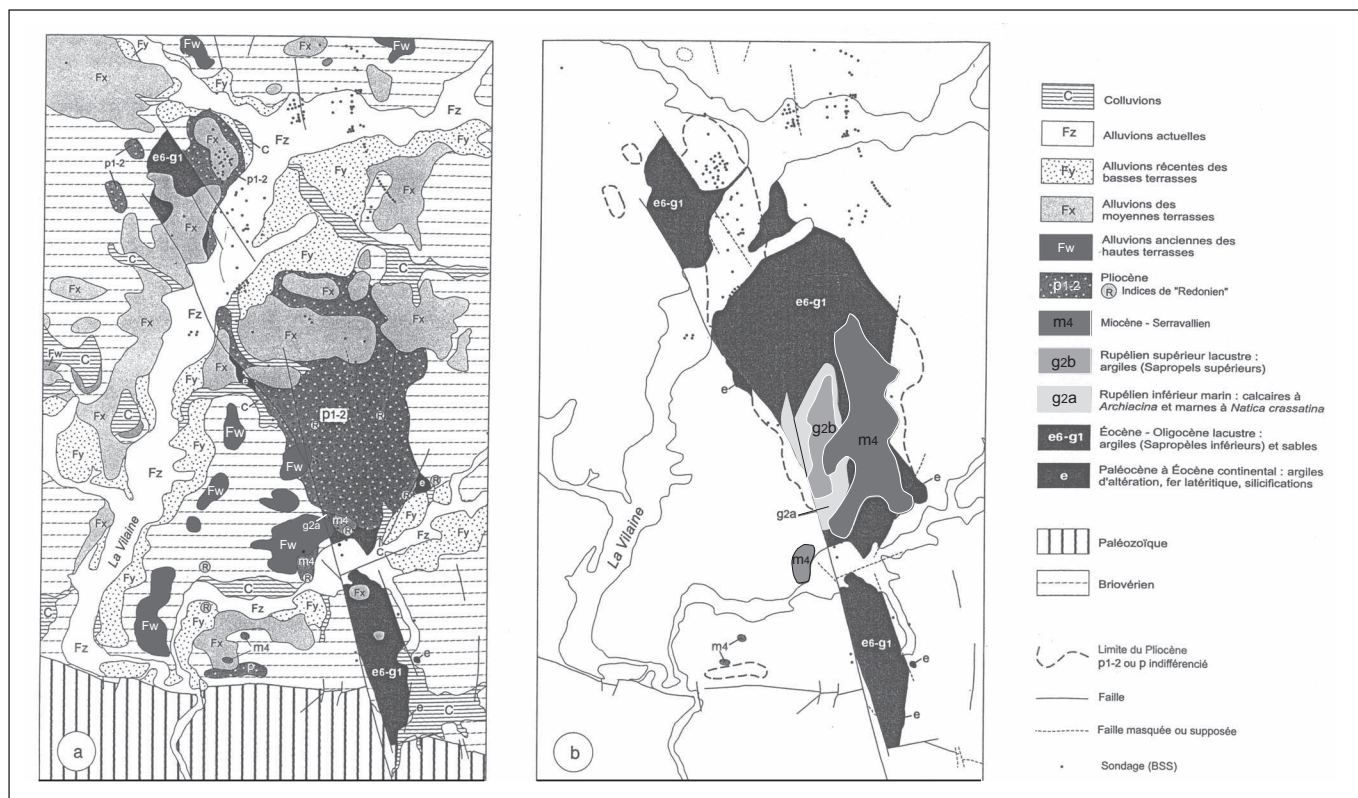


Fig. 1 - Carte géologique (a) et carte des formations cénozoïques (b) du bassin de Rennes – Chartres-de-Bretagne (in E. Thomas, 1999, d'après les cartes géologiques à 1/50 000 Janzé et Rennes).

Fig. 1 - Geological map showing the Cenozoic formations of the Rennes Basin, Chartres-de-Bretagne.

homogène et de direction NW-SE à N-S, donc parallèle aux grandes fractures tardi-hercyniennes. Les bassins plio-quaternaires du Massif armoricain paraissent induits par ouverture et par jeu en faille normale de ces accidents en régime compressif (Gros et Limasset, 1984).

Lithostratigraphie des formations

Une carrière (n° 3, fig. 2) ouverte en 1996 tout près du stratotype du Redonien à Apigné (Dollfus, 1900) permet l'observation sur une dizaine de mètres de hauteur, de 4 séquences sédimentaires successives qui du sommet vers la base se caractérisent respectivement par :

Séquence 1 - Des alluvions rubéfiées sablo-argilo-graveleuses, à graviers grossiers de quartz blanc ravinant les sables sous-jacents en poches de 1 à 2 m, il s'agit d'alluvions fluviales anciennes de la Vilaine.

Séquence 2 - Des sables micacés jaune-brun argileux fins à moyens, à débris végétaux et paléosols ferrugineux indurés, épais de 3 à 4 m.

Séquence 3 - Des sables micacés fins bruns à niveaux et boulettes d'oxydes noirs, épaisseur 3 m, avec laminations obliques, légèrement graveleux à la base, un

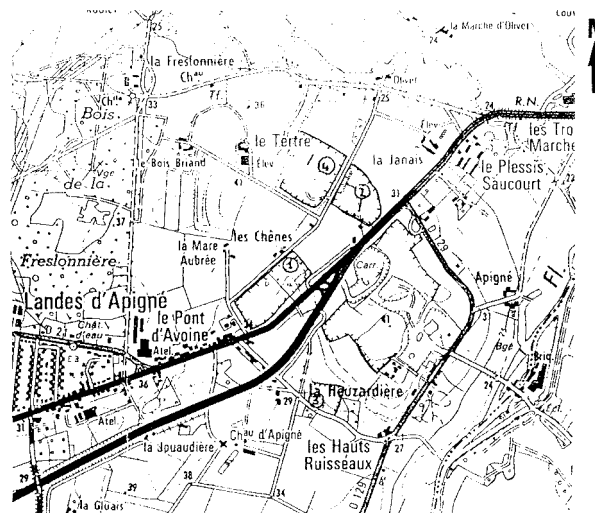


Fig. 2 - Situation des stations de mesure

1. Freslonnière sud
2. Freslonnière est
3. Apigné
4. Freslonnière ouest

Fig. 2 - Location of measuring stations.

1. Freslonnière south
2. Freslonnière east
3. Apigné
4. Freslonnière west

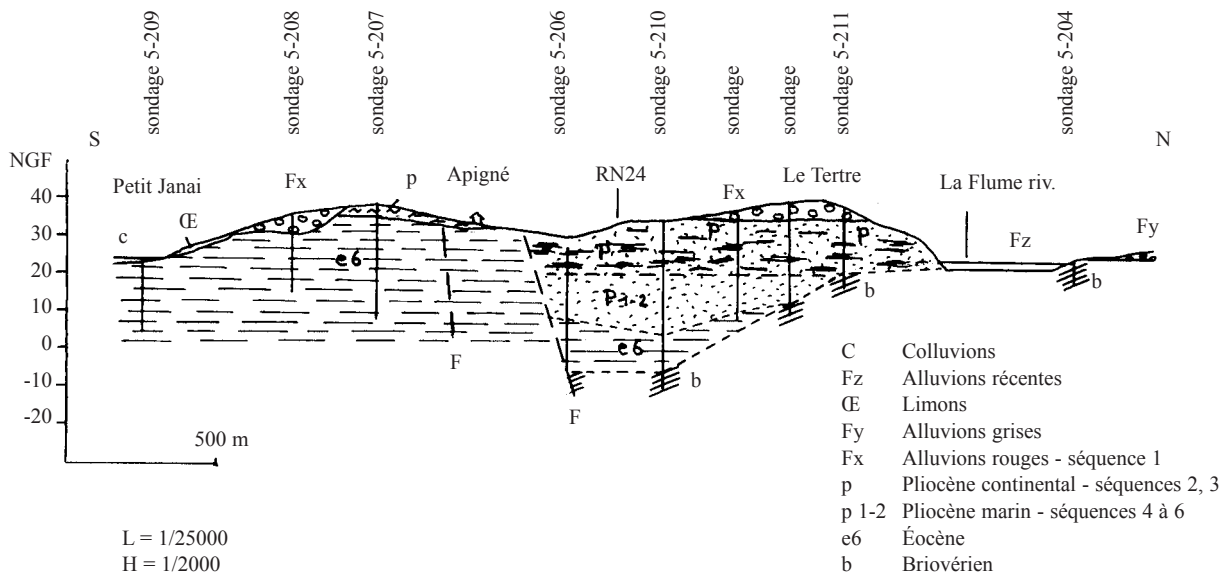


Fig. 3 - Coupe transversale du secteur d'Apigné.

Fig. 3 - Cross-section through the Apigné area.

paléosol ferrugineux induré de 0,30 à 0,50 m s'est développé au sommet de cette séquence.

Séquence 4 - Des sables moyens à grossiers jaunes, argileux parfois consolidés en plaquettes (biocalcirudite), carbonatés et fossilifères (foraminifères benthiques, débris de pectinidés et de bryozoaires), épaisseur 2,50 m. Le sommet est raviné par les sables de la séquence 3. Ce niveau correspond en partie au stratotype du « Redonien » défini par Dollfus (op. cit.).

La base de la carrière s'arrête à ce niveau. La séquence 4 n'a pas été atteinte dans les autres carrières. Les formations sous-jacentes ont été reconnues par un sondage (5-206) (cf. fig. 3) réalisé dans cette carrière. Celui-ci a permis d'établir la succession suivante en descendant :

Séquence 5 - Des sables quartzo-glaucconieux moyens, vert foncé, argileux à petites concrétions gréseuses et débris coquilliers (*Ostrea*) abondants, de 4,3 m d'épaisseur.

Séquence 6 - Une argile plus ou moins silteuse de 5,20 m d'épaisseur, fine, grise, carbonatée et fossilifère (un dinoflagellé remanié) passant progressivement à un sable gris moyen argileux carbonaté et fossilifère avec concrétions gréseuses à la base, qui ravine les argiles éocènes sous-jacentes, puis :

- une argile à lignite, à pollens (*Basopollis* sp. et *Triatriopollenites roboratus*) d'âge Éocène inférieur sur 13 m d'épaisseur ;

- le substratum briovérien complètement argilisé (allotérite) que ce sondage permet de situer à la cote - 5 m NGF.

Âge de ces formations

La biocalcirudite d'Apigné (séquence 4) est considérée comme du « Redonien intermédiaire à froid », c'est-à-dire du Reuvérien (Lauriat-Rage, 1981). Les sables jaune-brun (séquences 2 et 3) qui surmontent cette biocalcirudite étant ravinés par des alluvions (séquence 1) attribuées au Pléistocène moyen (Saalien), un âge Pliocène supérieur (Prétiglien – Tiglien) peut leur être donné par défaut. Les séquences 4 à 6 correspondent à des dépôts marins littoraux à foraminifères benthiques dans un contexte de plate-forme interne (Bourdillon, comm. inédite). Les alluvions anciennes de la Vilaine (séquence 1) sont surmontées par un paléosol et des limons non datés.

Formations affectées par les failles

Seules les séquences décarbonatées 1, 2 et 3 sont visiblement affectées par ces failles. Il n'a pas été possible de voir ces failles dans la séquence 4, le seul point d'observation situé au fond de la carrière 3 étant extrêmement réduit. Par ailleurs, aucune des nombreuses failles mesurées dans la carrière 2 (Freslonnière est) ne recoupe le paléosol et les limons (fig. 5) sus-jacents aux alluvions anciennes (séquence 1).

Contexte tectonique

La distension intra-carbonifère est à l'origine de la faille N165°E de Pont-Péan ; elle fait partie d'un faisceau d'accidents d'importance crustale que l'on suit du golfe de Saint-Brieuc jusqu'à la Loire (cf. fig. 4).

Cette faille et ses répliques contrôlent un bassin en demi-graben (ou bloc basculé) dont le remplissage sédimentaire connu pour l'instant s'étend de l'Éocène inférieur (Yprésien) (Trautmann *et al.*, 1994) au Pliocène supérieur.

À l'Oligocène, une distension E-W accompagne une arrivée marine enregistrée dans les sédiments du bassin par des niveaux à diatomées (Ollivier-Pierre *et al.*, 1993) puis des marnes et calcaires à Archiacina. À la fin de l'Oligocène inférieur, une sédimentation continentale lacustre s'installe (sapropèles supérieurs = Rupélien), mais avant le dépôt des faluns miocènes, une phase cassante

implique l'ensemble des dépôts. La faille est scellée par des faluns miocènes et pliocènes. Sa composante verticale connue est d'au moins 600 m (Trautmann *et al.*, 1994).

Plusieurs manifestations de rejeux tardifs ont été observées autrefois dans les travaux de la mine de plomb-zinc de Pont-Péan, en particulier des crochons impliquant les sédiments éocènes à lignite et les calcaires oligocènes ; ces crochons suggèrent un rejeu subvertical inverse de la faille (Delage, 1878-1879). Ceci suppose une compression ENE-WSW post-oligocène pouvant correspondre à la compression « alpine » (Suzzoni, 1988).

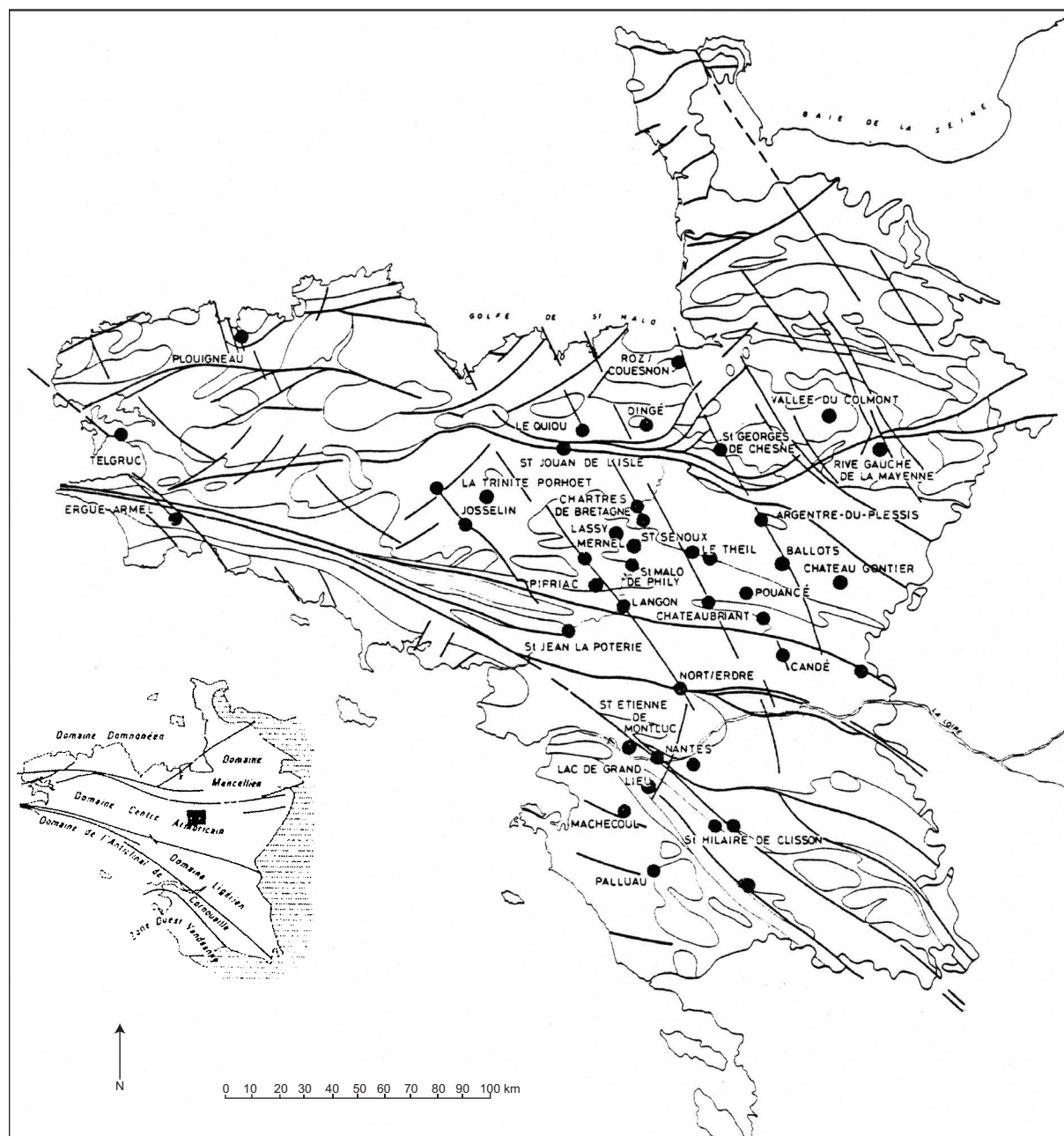


Fig. 4 - Quelques gisements plio-quaternaires dans le contexte structural du Massif armoricain (d'après Gros Y. et Limasset O., 1984).

Fig. 4 - Some Pliocene-Quaternary deposits in the structural setting of the Armorican Massif (after Gros and Limasset, 1984).

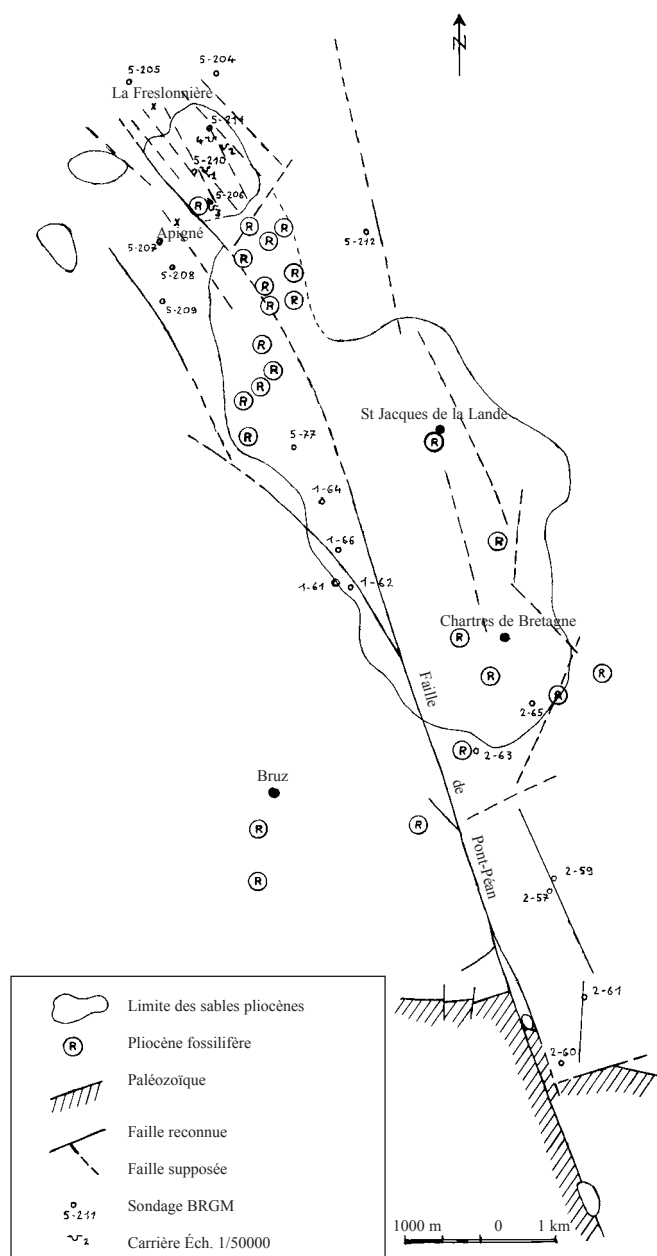


Fig. 5 - Contexte tectonique du bassin pliocène de Rennes-Chartres-de-Bretagne.

Fig. 5 - Tectonic setting of the Pliocene Rennes-Chartres-de-Bretagne basin.

Au Miocène, le graben de Rennes – Chartres-de-Bretagne joue une fois encore le rôle de piège à sédiments : des épaisseurs variables de faluns (de 0 à 30 m) sont concentrées en ce point et ravinent fortement le substratum.

Au Pliocène, des sédiments marins puis continentaux s'accumulent également dans cette zone à la faveur du jeu en faille normale des accidents parallèles à la compression NNW-SSE à NW-SE suivant la faille N165°E. Le « bassin » pliocène est scindé en deux compartiments séparés par la Vilaine qui semble suivre une faille

transversale orientée N30°E. Le compartiment en horst correspond à la zone d'Apigné-La Freslonnière, le compartiment en graben à la zone de Chartres-de-Bretagne-Saint-Jacques-de-la-Lande. Une phase cassante tardive post Pliocène supérieur, objet de cette étude, implique les sables pliocènes et *pro-parte* les alluvions du Pleistocène.

Caractéristiques des failles observées

Les failles (97 structures observées) ont été relevées dans les fronts de taille de quatre carrières en septembre 1996, elles sont donc essentiellement vues en coupe. Les carrières s'échelonnent sur un peu plus d'un kilomètre dans l'angle formé par le confluent de la Flume et de la Vilaine, les vallées étant respectivement orientées WNW-ESE et N-S à NNE-SSW.

Les failles, d'importance métrique à décamétrique, sont particulièrement visibles dans les faciès sableux, elles sont soulignées par des enduits ferro-manganiques irrisés, parfois renforcés par un remplissage argileux d'épaisseur millimétrique à centimétrique. Les plans sont nets dans l'ensemble, rectilignes, peu ramifiés, leur continuité pouvant être supérieure à la dizaine de mètres ; les plans qui recoupent les alluvions grossières sont réfractés et se redressent (cf. photos 2 et 3).

Les rejets mesurés (cf. photo 1) sont faibles, millimétriques à centimétriques, rarement décimétriques. La nature des matériaux affectés (sables et graviers non consolidés) ne permet d'observer que des jeux apparents. Ils sont normaux pour l'essentiel, quelques jeux inverses isolés ont été notés, ainsi que quelques stries à jeu indéterminé.

Les pendages sont généralement forts, de l'ordre de 60° à 80°. Pour une même famille directionnelle, les plans des failles présentent des pendages opposés (fig. 6) constituant ainsi un dispositif de failles conjuguées (Anderson, 1942).

Deux familles directionnelles de failles normales d'importance équivalente sont identifiées (cf. fig. 8), l'une WNW-ESE (N105°E) et l'autre NW-SE (N150°E). La première correspond aux failles mesurées sur une coupe N30°E à la Freslonnière carrière est (n° 2), la seconde regroupe les failles mesurées dans le parement sud de cette même carrière et surtout celles relevées dans la carrière d'Apigné (n° 3). Sur l'ensemble de la zone, la distribution des failles est en fait aussi irrégulière, dans certains points elles sont totalement absentes. Apparemment l'orientation des différents fronts de taille n'introduit pas de biais sur « l'échantillonnage » des fractures.

Dans ces matériaux non préfracturés, l'orientation des failles est théoriquement imposée par l'état de contrainte

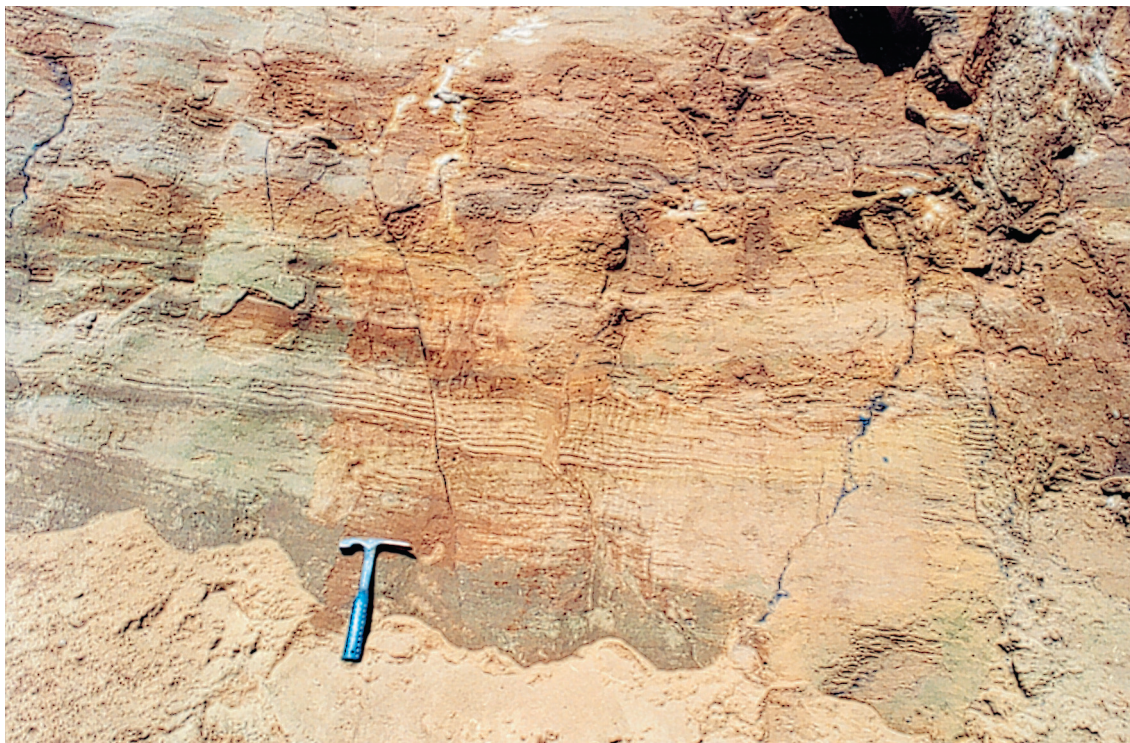


Photo 1 - Sablière d'Apigné (n° 3) - Faille normale (jeu apparent) dans les sables micacés bruns de la séquence 3 d'Apigné.

Photo 1 - Apigné sand pit (n°3) - Normal fault (apparent throw) in brown micaceous sand of sequence 3 at Apigné.

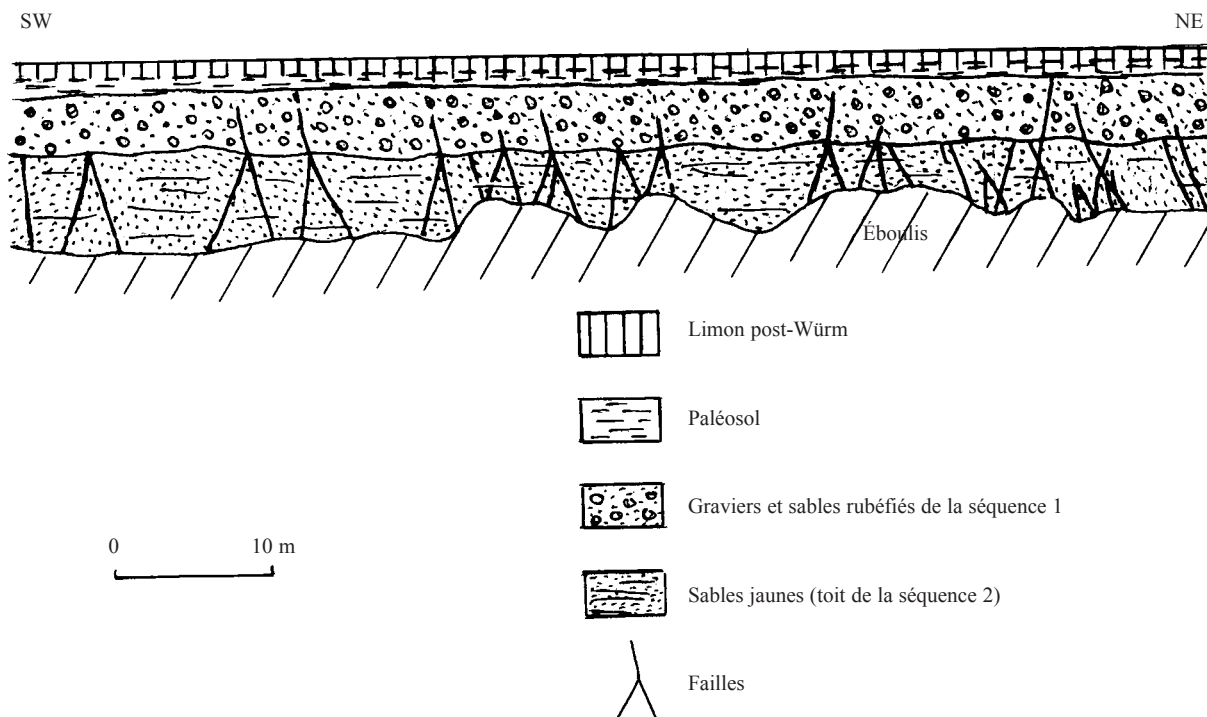


Fig. 6 - Coupe de la Freslonnière est (station 2).

Fig. 6 - Freslonnière east cross-section (station 2).

responsable de leur apparition, la direction d'extension correspond alors à la direction de contrainte minimale σ_3 , elle est alors perpendiculaire à la direction des failles, soit une extension ENE-WSW à NNE-SSW.

L'hypothèse la plus simple pour expliquer deux familles directionnelles bien différenciées et géographiquement distinctes, est d'envisager, dans le substratum des dépôts plio-quaternaires, l'influence du jeu de failles anciennes, d'orientations différentes au cours d'un même épisode distensif. Mais il est aussi possible d'imaginer qu'une des familles correspond à des failles néoformées alors que l'autre est guidée par des failles pré-existantes dans le substratum.

Cette fracturation semble n'affecter que la partie décarbonatée sommitale des sédiments. Outre une origine tectonique, les failles observées pourraient avoir une origine statique induite par des tassements différentiels (compaction ou soutirage karstique) impliquant une grande variabilité directionnelle, ce qui n'est pas le cas (cf. fig. 8).

Par ailleurs, il a été observé quelques failles à jeu inverse apparent qu'il n'a pas été possible de situer chronologiquement par rapport aux failles à jeu normal. En direction, elles se situent dans les fourchettes N100-110°E et N160°E ce qui est compatible avec la compression NW-SE à N-S post-alpine affectant le Massif armoricain comme l'ensemble de la plaque ouest-européenne (Gros et Limasset, 1984).

On peut remarquer qu'une tectonique récente affectant le Pliocène et le Quaternaire ancien a été décrite dans le bassin de Langon (Ille-et-Vilaine) par C. Maupin en 1993.

Dans le même secteur, à Saint-Malo-de-Phily, les sables pliocènes indurés en roussard sont affectés par des fractures orientées N160°E et N85°E (Van Vliet Lanoe *et al.*, 1998).

L'évolution tectonique pléistocène semble plus complexe et polyphasée qu'il n'y paraît.

Les analyses de Bonnet (1998) sur la dynamique de l'incision fluviale en Massif armoricain montrent l'importance du paramètre tectonique dans le développement du relief récent.

Origine des failles et essai d'interprétation

Compte tenu de la nature argileuse non carbonatée du substratum briovérien complètement argilisé, il n'est pas possible d'invoquer un soutirage karstique pour expliquer la genèse de ces failles.

Les indices de néotectonique plio-quaternaire attestés par l'observation directe de jeux de failles sont extrêmement rares en Bretagne. Les observations sont

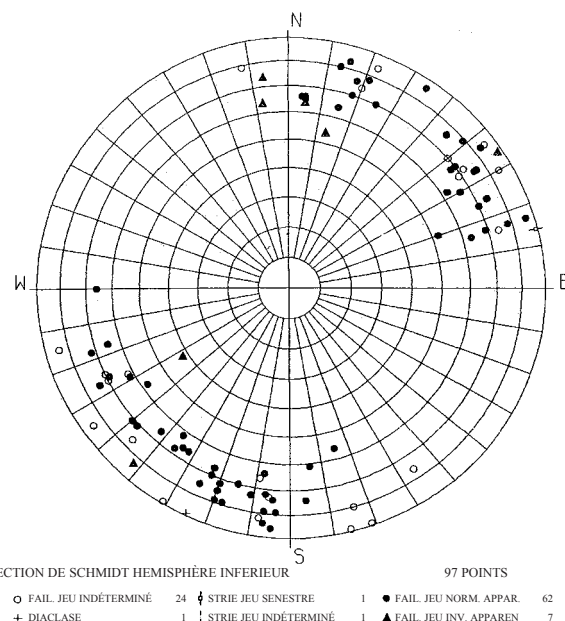


Fig. 7 - Sables plio-quaternaires des Landes d'Apigné. Différents types de failles mesurées.

Fig. 7 - Pliocene-Quaternary sand of the Landes d'Apigné. Various fault types measured.

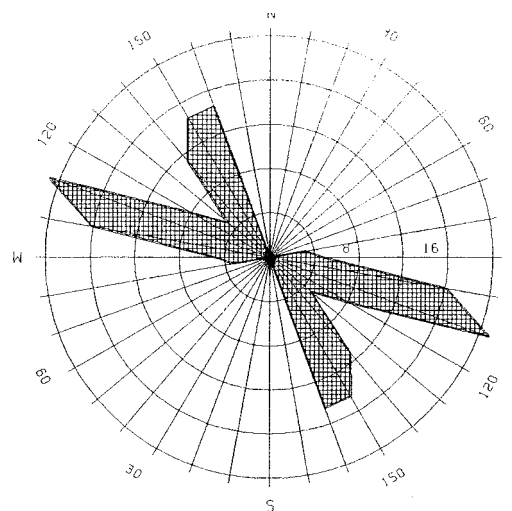


Fig. 8 - Sables plio-quaternaires des Landes d'Apigné. Failles à jeu normal apparent : toutes stations.

Fig. 8 - Pliocene-Quaternary sand of the Landes d'Apigné. Faults with apparent normal throw at all stations.

isolées, parfois anciennes et les structures relevées très peu nombreuses. Le gisement d'Apigné est à notre connaissance l'un des plus riches en structures tectoniques récentes observé à ce jour. Il se situe dans le prolongement du fossé à remplissage cénozoïque de Chartres-de-Bretagne.

Les deux populations de failles mesurées à Apigné correspondent aux deux familles d'accidents majeurs traversant le Massif armoricain ; la direction N100-110°E est la direction hercynienne, la direction N140-160°E est celle des accidents tardi-hercyniens ayant rejoué lors de la phase alpine en contrôlant des sédiments cénozoïques depuis l'Éocène inférieur jusqu'au Pléistocène inférieur.

On peut d'ailleurs remarquer que l'activité sismique actuelle du Massif armoricain, bien que de faible intensité (magnitude 2 en moyenne sur les dix dernières années),

perdure et se répartit suivant les directions N110°E et N160°E (site internet : <http://renass.u-strasbg.fr/>).

Aucune étude statistique n'ayant à notre connaissance été publiée sur la fracturation des autres gisements, le but de cette note est de susciter des opérations du même genre, qui par leur nombre permettront de lever les incertitudes sur l'origine tectonique de ces failles.

Remerciement : Nous remercions M. Stépanoff, de la Société Rennaise de Dragages pour son accueil et les informations qu'il nous a fournies.



Photo 2 - Sablière de la Freslonnière est (n° 2) – Failles normales dans les sables pliocènes amorties dans les graviers pléistocènes.

Photo 2 - Freslonnière east sand pit (n°2) – Normal faults in Pliocene sand, attenuated in Pleistocene gravel.



Photo 3 - La Freslonnière est (n° 2) – Prolongement d'une faille normale dans les graviers pléistocènes.

Photo 3 - Freslonnière east (n°2) – Continuation of a normal fault into Pleistocene gravel.

Références bibliographiques

- Anderson E.M. (1942) – The dynamics of faulting, 206 p., 2^e éd., Edimbourg, Londres, Oliver et Boyd, 1963.
- Bonnet S. (1998) – Tectonique et dynamique du relief : le socle armoricain au Pléistocène. Mém. Géosciences Rennes, n° 86, 352p.
- Delage (1878-1879) – Etude du calcaire de Lormandière. *Bull. Soc. géol. Fr.*, vol. 7, p. 426-444.
- Dollfus G.F. (1900) – Les derniers mouvements du sol dans les bassins de la Seine et de la Loire. C.R. 8^e congrès géol. intern. Paris, 1^{er} fasc., 557-560.
- Godefroy P. (1980) – Apport des mécanismes au foyer à l'étude sismotectonique de la France, un exemple de distribution des contraintes en domaine intraplaque. Rapport BRGM n° 80 SGN 032 GEG, inédit.
- Gros Y., Limasset O. et al. (1984) – Déformations récentes dans les socles cristallins. Exemple du Massif armoricain. Journées sur le granite – Orléans-la-Source, 26 juin 1984. Documents du BRGM n° 84, 51-68.
- Lauriat-Rage A. (1981) – Les Bivalves du Redonien. Signification stratigraphique et paléobiogéographique. Mém. Mus. Nat. Hist. Nat., série C, vol. 45, 173 p.
- Maupin C. (1993) – Microfaunes (Foraminifères et Ostracodes) et paléoenvironnements oligocènes du Bassin de Langon (Ille-et-Vilaine, Massif armoricain, France). Contexte tectonique et paléogéographique. *Bull. Inf. Géol. Bass. Paris*, vol. 30, n° 2, 21-31.
- Ollivier-Pierre M.-F., Maupin C., Estéoule-Choux J., Sittler C. (1993) – Transgression et paléoenvironnement à l'Oligocène en Bretagne (France). Sédimentologie, micropaléontologie, palynologie et palynofaciès du Rupélien du Bassin de Rennes. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **103**, 223-250.
- Paquin C., Froidevaux C., Souriau M. (1978) – Mesures directes de contraintes tectoniques en France septentrionale. *Bull. Soc. géol. Fr.* (7), t. XX, n° 5, 727-731.
- Suzzoni J.M. (1988) – Tectonique cassante cénozoïque polyphasée sur la marge armoricaine du bassin de Paris (France). *Bull. Soc. géol. Fr.* (8), t. IV, n° 6, 995-1002.
- Thomas E. (1999) – Évolution cénozoïque d'un domaine de socle : le Massif armoricain. Thèse d'Université, Rennes 1, 126 p.
- Trautmann F., Becq-Giraudon J.F., Carn A. (1994) – Notice explicative. Carte géol. France (1/50 000), feuille Janzé (353). Orléans : BRGM, 74 p.
- Van Vliet Lanoë B., Laurent M., Hallégouët B., Margerel J.P., Chauvel J.J., Michel Y., Moguedet G., Trautmann F., Vauthier S. (1998) – Le Mio-Pliocène du Massif armoricain. Données nouvelles. *C.R. Acad. Sci. Paris, Sciences de la terre et des planètes*, **326**, 333-340.

