Mio-Pliocène du secteur de Haguenau (Bas-Rhin, France), découvertes et avancées des connaissances par les travaux de Fritz GEISSERT, ses co-auteurs et la cartographie géologique.

par François MÉNILLET [1]

RÉSUMÉ
Nous présentons une vue d'ensemble des dépôts miocènes et pliocènes du secteur de Haguenau, fondée principalement sur 25 publications de Fritz GEISSERT, seul ou en collaboration, fruit de ses patientes recherches en paléobotanique et en malacologie. Il a réussi à établir une stratigraphie s'échelonnant du Miocène moyen ou supérieur au Pliocène final, et parmi les nombreux taxons végétaux qu'il a identifiés (plus de 200), il a trouvé 15 espèces nouvelles. Seul, le Pliocène final renferme des mollusques avec la belle malacofaune, riche de 13 espèces nouvelles, qu'il a découverte à Sessenheim. Les coupes des sondages répertoriés dans la Banque des données du Sous-Sol du BRGM et de quelques-uns effectués dans le cadre de la révision de la carte géologique Haguenau permettent d'établir une première esquisse géométrique de cette partie du graben qui s'est formé au Miocène moyen ou supérieur au sein du Fossé rhénan supérieur, pour se combler à la fin du Pliocène.
MOTS-CLÉS : Miocène, Pliocène, France, Alsace, stratigraphie, paléobotanique, GEISSERT Fritz.

ABSTRACT
We bring up a general view of Miocene and Pliocene deposits in Haguenau area, mainly based on 25 publications, written by Fritz GEISSERT, alone or with collaborations, got from his careful research in paleobotanic and malacology. He was successful to base a stratigraphy from Middle or Upper Miocene to late Pliocene and among the numerous plant taxons he has identified (over 200) he found 15 new species. Only the late Pliocene contains molluscs with a fine malacofauna, well diversified with 13 new species. The logs of boreholes kept in BRGM Bank of data on French subsoil, some made for the second edition of Haguenau geological map, brings to carry out a first geometric outline of that part of the Rhine Mio-Pliocene rift within the Upper Rhine Graben that began his sinking in Middle or Upper Miocene to be filled at the end of Pliocene.
KEYWORDS : Miocene, Pliocene, France, Alsace, stratigraphy, paléobotany, GEISSERT Fritz.

[1] 7 rue Sainte-Odile, F-67000 STRASBOURG, France.
Courriel : f.p.menillet@free.fr

Introduction

Le « bassin pliocène de Riedseltz » ou de Haguenau–Riedseltz de la littérature, n'est qu'une partie d'un étroit, mais long fossé d'effondrement, formant une gouttière à l'intérieur du Fossé rhénan supérieur (fig. 1).

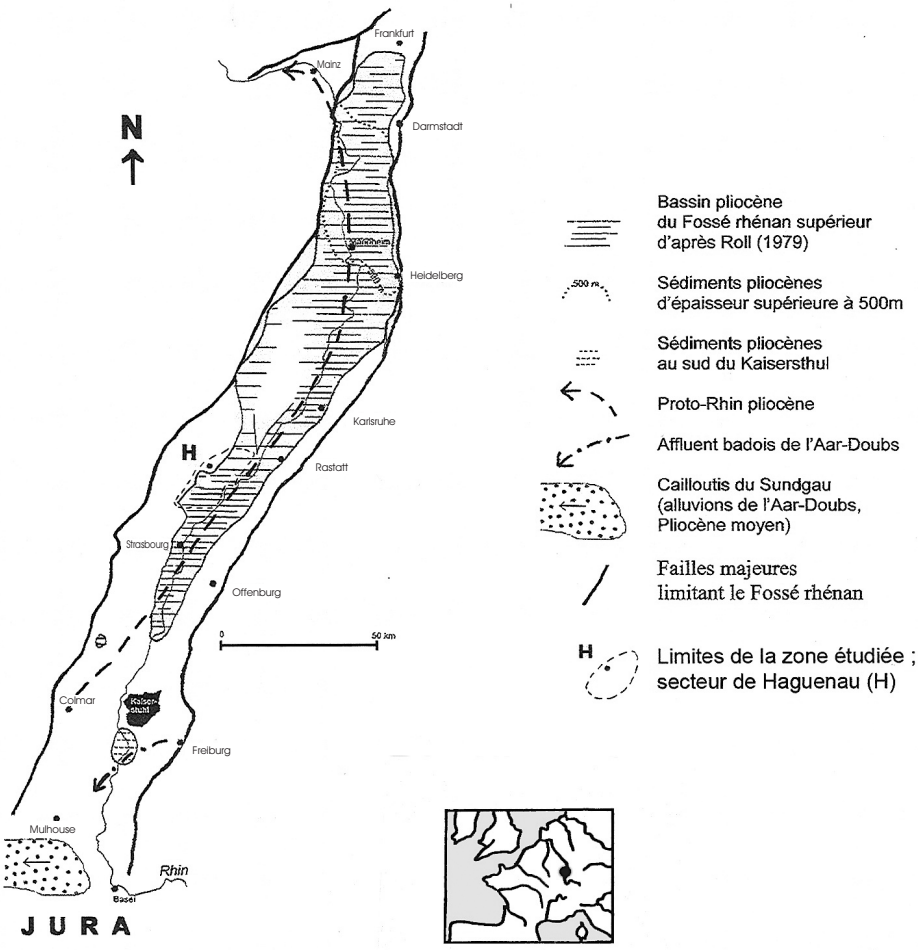
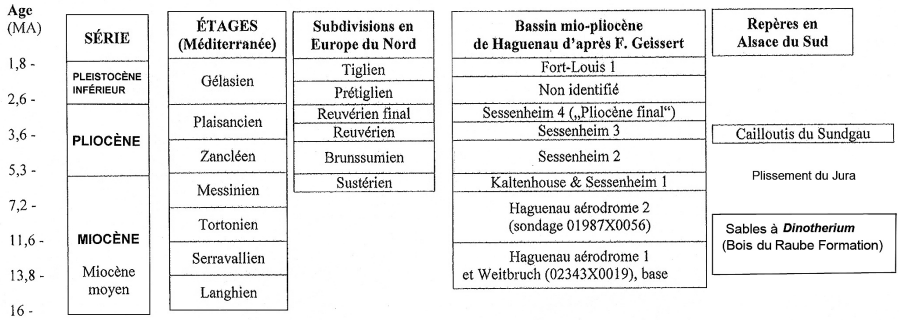


Fig.1 : Bassin pliocène du fossé rhénan supérieur (d'après HAGUEDORN et BOENIGK, 2008, modifié).

Naissant probablement en Alsace moyenne et se développant jusqu'à Mayence, sa formation au Miocène moyen ou supérieur (SITTLER et GEISSERT, 1993) est probablement liée aux contraintes de compression responsables du plissement du Jura (tbl. I).



Tab.I : Position stratigraphique des divers niveaux identifiés dans le bassin mio-pliocène de Haguenau.
Âges d'après GRADSTEIN, OGG & SMITH (2004) ; étages d'après la commission internationale de stratigraphie (2009).
Le Sustérien est rattaché par la plupart des auteurs au Miocène, par quelques-uns au Pliocène.
Les cailloutis du Sundgau ont été attribués au Reuvérien par Jean CHALINE à l'aide des micromammifères (PETIT *et al.* 1996), et KÄLIN (1997) date les Sables à Dinotherium du Miocène moyen à supérieur (antérieurs à -10,5 millions d'années).

Attribués au Pliocène, au XIX[e] siècle, par analogie avec les sables blancs du bassin de Mayence, recouvrant des sables à *Dinotherium giganteum* (cf. Van WERVEKE, 1892 et BARTZ, 1936), les sables de Haguenau-Riedseltz livrent au forestier Auguste GERBER une flore pliocène, d'abord étudiée par le dendrologiste R. HICKEL (1932). Les recherches de F. KIRCHHEIMER (1949) la complètent ; il distingue une quarantaine d'espèces dont deux nouvelles : *Magnolia ultima* et *Prunus gerardii*. F. GEISSERT, comme nous allons le voir, va découvrir de nombreuses autres espèces, dont certaines nouvelles, et établir une stratigraphie du Miocène au Pliocène final. Cet article complète un exposé effectué en 2010 à la Société d'Histoire naturelle et d'Ethnographie de Colmar, à l'occasion d'une exposition consacrée à Fritz GEISSERT (1923–2005) pour faire connaître l'importance de ses recherches en région Alsace et le remercier du don d'une bonne partie de ses collections (Commissaire de l'exposition : Martial BOUTANTIN). La vie et l'œuvre de F. GEISSERT sont évoquées dans plusieurs articles (BERCHTHOLD, 2005, BOUTANTIN, 2006, MÉNILLET, 2005, OCHSENBEIN, 1986, SCHELLMANNS, 2005).

L'essentiel du travail de F. GEISSERT repose sur la recherche de fruits, de cônes de gymnospermes, de graines (carpologie) et de feuilles dans des échantillons de sondages et de gravières où, patiemment, il arrivait à déterminer avec l'exploitant la profondeur de l'échantillon ramené par la drague, en particulier à la gravière du Rhin à Sessenheim où un sondage a pu confirmer l'exactitude de sa stratigraphie. Dans les 10-15 dernières années de son activité scientifique, F. GEISSERT était devenu un spécialiste de carpologie ; des fruits et graines à déterminer lui parvenaient de diverses régions du monde.

La cartographie géologique (GEISSERT *et al.*, 1976 ; MÉNILLET *et al.*, 2015) apporte des éléments pour la connaissance du contexte structural et de la géométrie du bassin, en particulier la prise en compte de tous les sondages répertoriés dans

la Banque des données du sous-sol (BSS) du BRGM. Deux campagnes de sondages à la tarière ont été effectuées dans le bassin mio-pliocène pour élaborer la seconde édition de la carte géologique à 1/50 000 Haguenau. La première pour préciser la limite du bassin pliocène entre Haguenau et Betschdorf ; la seconde pour compléter et tenter d'interpréter un ensemble de sondages effectués à l'est de cette limite pour recherche d'argile pliocène, difficiles à mettre en corrélation.

Géométrie des dépôts mio-pliocènes et position des sondages et gravières à intérêt stratigraphique

En surface, les sables de Haguenau-Riedseltz sont plus ou moins érodés et recouverts de sables et graviers apportés par les rivières d'origine vosgienne au Pléistocène. Résiduelles ou formant des corps sédimentaires localement conservés, ces alluvions se distinguent classiquement des sables pliocènes par leur teinte beige ocreux à rose ou rougeâtre. La cartographie du secteur de Haguenau (MÉNILLET *et al.*, 2015) nous a montré que la distinction entre les sables pliocènes et pléistocènes est difficile, les alluvions du Pléistocène inférieur et moyen pouvant être blanchies par hydromorphie et les caractéristiques sédimentologiques des deux ensembles étant similaires du fait d'une origine commune : les grès du Buntsandstein.

La carte fig. 2 montre l'extension des formations pliocènes dans le secteur de Haguenau. La limite occidentale du bassin, partiellement connue par les observations de terrain de F. GEISSERT, a été précisée par une série de sondages effectués pour la 2e édition de la carte géologique à 1/50 000 Haguenau (MÉNILLET *et al.*, 2015). Elle est vraisemblablement dérivée, par érosion, de l'escarpement d'une faille que nous avons figuré en tiretés. À l'est de cette faille supposée, les sondages montrent que la base du mur de la série mio-pliocène est nettement plus basse. Nous présentons deux transects, élaborés à partir de sondages ; l'un de Weitbruch à Betschdorf (fig. 3 ; W-B sur la fig.2), sensiblement parallèle à l'axe du fossé ; le second, du secteur du Gros Chêne à Auenheim (fig. 4 ; C-A, sur la fig. 2), perpendiculaire à l'axe du fossé. Ils montrent la difficulté de mettre en corrélation les sondages entre eux ; la largeur des corps sédimentaires est généralement inférieure au kilomètre. En 1995, la sablière de Koenigsbruck, située 5km au SE du bourg de Hatten recoupait une alternance latérale de corps sableux et argileux, larges de quelques mètres à quelques dizaines de mètres.

Transect Weitbruch-Betschdorf

Au SW, le transect W-B recoupe la zone où des dépôts miocènes ont été identifiés (SITTLER et GEISSERT, 1993 ; sondages 02343X0019 et 7-56), sur une épaisseur d'environ 25m, Comme tous les dépôts mio-pliocènes du secteur de Haguenau, ils sont constitués par une alternance irrégulière de dépôts sableux et silto-argileux avec quelques niveaux de graviers, notamment vers la base. Si on intègre les 15 à 25m de sédiments surincombants, attribués au Sustérien, les dépôts miocènes constituent ici les 2/3 de la série. Notons que dans les passées grossières, C. SITTLER et F. GEISSERT (1993) notent la présence de débris de roches cristallines et de micas, absents au Pliocène inférieur et moyen.

Au nord de la Moder, seule la partie supérieure de la série (profondeurs 10 à 20m) a livré des restes végétaux dans 5 sondages, en particulier dans l'ouvrage 4-1317.

Beaucoup plus pauvre en espèces, l'association pollinique (déterminations Geneviève FARJANEL) ne comprend plus qu'une demi-douzaine de genres à cachet tertiaire dont deux seulement ne dépassent pas la limite Pliocène – Pléistocène dans le secteur rhénan : *Engelhardtia* et *Symplocos*. Un âge reuvérien, peut-être même reuvérien supérieur, est d'autant plus probable que dans un des sondages, la flore à *Engelhardtia* et *Symplocos* est encadrée par deux niveaux ne contenant que des éléments de flore tempérée (pin, bouleau, noisetier, sapin, épicéa). La lithologie reste dominée par des sables à intercalations argileuses. Notons, au NE du Gros Chêne, la présence d'intercalations à sables et graviers, de 1 à 10m d'épaisseur, à des niveaux différents, dont la mise en corrélation est quasi impossible. La ligne de coupe n'étant pas droite, elle recoupe 3 fois la faille hypothétique Haguenau–Betschdorf. Au sud de cette localité, le Pliocène, très argileux, est à l'origine d'un artisanat en poterie : le grès de Betschdorf, un des plus célèbres d'Alsace.

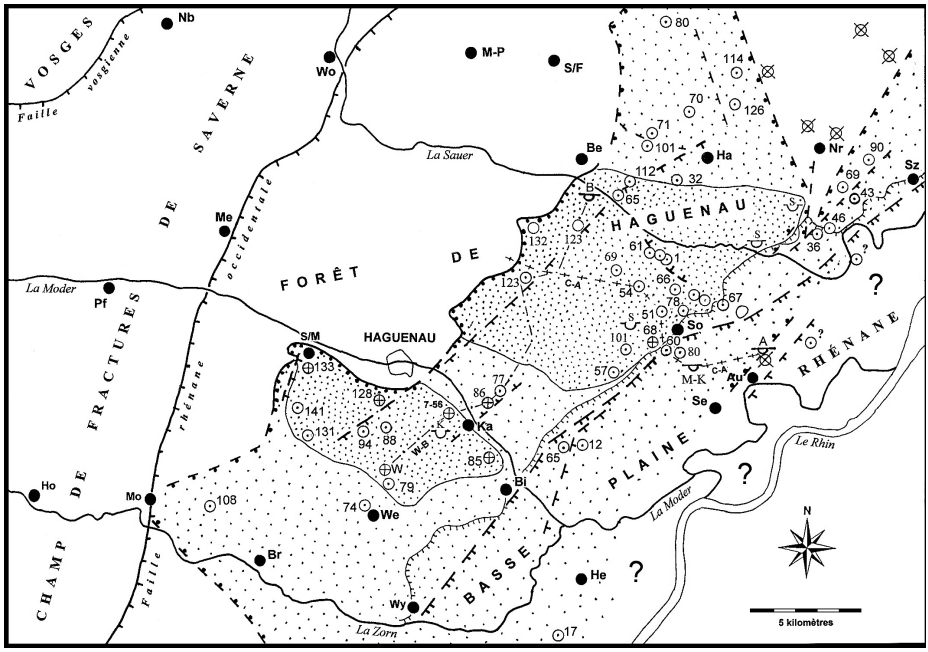
Le transect Gros Chêne – Auenheim (fig. 4, C-A)

Recoupant le transect W-B au sondage 8-63, le transect C-A atteint l'escarpement qui limite la forêt de Haguenau à l'est, près de Soufflenheim et se continue plus à l'est dans la basse plaine rhénane. Si plus de la moitié des sondages ont atteint le substrat oligocène, nombre d'entre eux sont des sondages pétroliers ne donnant que des coupes lithologiques sommaires pour le Mio-Pliocène et le Quaternaire. En contraste, les patientes recherches de F. GEISSERT dans les gravières de la basse plaine, en particulier l'exploitation Mary Kocher (M-K) de Sessenheim (fig. 5) ont abouti à l'établissement d'une coupe de référence.

La limite occidentale du bassin pliocène passe entre le sondage 8-83, dépourvu de dépôts pliocènes et le sondage 8-61 qui en comprend une vingtaine de mètres. Nous avançons l'hypothèse que l'important dénivelé du mur du Pliocène entre les deux sondages soit dérivé de l'escarpement d'une faille que nous plaçons entre les sondages 8-63 et 8-67 (fig. 2). Une faible couverture d'alluvions résiduelles du Pléistocène moyen, généralement inférieure à 2m, se suit jusqu'au sondage 5-126. Elle est vraisemblablement très mince et discontinue plus à l'est. Dans le sondage 8-67, une surprenante passée de marne à graviers et concrétions calcaires (-20 à -22m) peut être interprétée comme un apport détritique depuis les formations oligocènes (distance de la bordure du bassin : 3 à 4km).

Les sondages 5-57 à 5-2 montrent que la partie inférieure du Mio-Pliocène est ici sablo-graveleuse. W. BOENIGK (1987) identifie la nature des galets dans un sondage voisin du 5-2 (01995X0042) : quartz, quartzite et de plus rares lydiennes, indiquant un apport depuis les Vosges gréseuses. Notons une difficulté d'interprétation de la partie inférieure du sondage 5-57 où le log fondamental figure une « argile jaune à sables et conglomérats » au sein de laquelle il place une limite entre « les Couches de Niederroedern et le Pliocène ».

Des sables alluviaux du Pléistocène forment la partie supérieure du sondage 5-2 et de l'ancienne carrière Knepfle. Ils comprennent des sables d'origine rhénane (voir la rubrique minéraux lourds ci-dessous) et des sables et graviers originaires des Vosges gréseuses. Les sables, un peu argileux, situés sous le niveau de lignite inférieur de la carrière ont livré au forestier GERBER les premiers restes de flore pliocène connus en Alsace ; F. GEISSERT (1962, 1969 et 1987a) en donne une liste plus complète, avec 40 taxons dont *Taxodium* cf. *distichum* (probablement



Formations pliocènes sub-affleurantes

Formations pliocènes sous couvertures de lœss ou d'alluvions pléistocènes

Limites du bassin pliocène ; 1 bien établies ; 2 supposées

Failles probables, affectant les formations pliocènes
Faille à jeu d'âge pléistocène moyen récent à pléistocène supérieur

Failles majeures du Fossé rhénan méridional

Escarpement oriental du massif forestier de Haguenau

Sondages avec cote de la base des formations mio-pliocènes
1 - sondage pétrolier ; 2 - sondage pour eau ; 3 – sondage de reconnaissance
Carrières : A - actives ; B - abandonnées

Présence incertaine de formations mio-pliocènes

Absence de formations mio-pliocènes

C-A = coupe Gros Chêne - Auenheim
W-B = coupe Weitbruch - Betschdorf

Abréviations :
A = ancienne gravière d'Auenheim ; **B** = argilières de Betschdorf ;
K = sablière de Kaltenhouse ; **M-K** = ancienne gravière Mary-Kocher
S = sablières ; **W** = sondage 02343X0019 de Weitbruch.

Au = Auenheim ; **Be** = Betschdorf ; **Bi** = Bischwiller ; **Br** = Brumath ;
Ha = Hatten ; **He** = Herrlisheim ; **Ho** = Hochfelden ; **Ka** = Kaltenhouse ;
Me = Merztwiller ; **Mo** = Mommenheim ; **M-P** = Merkwiller-Péchelbronn ;
Nb = Niederbronn ; **Nr** = Niederroedern ; **Pf** = Pfaffenhoffen ; **Se** = Sessenheim ;
S/M = Schweighouse-sur-Moder ; **So** = Soufflenheim ; **Sz** = Seltz ;
S/F = Soultz-sous-Forêts ; **We** = Weitbruch ; **Wo** = Wœrth ; **Wy** = Weyersheim.

Fig.2 : Carte du Mio-Pliocène du secteur de Haguenau.

T. dubium, PL I, 1 et 2), *Fagus decurrens* et *Dulichium vespiforme*, PL I, 3 et 4 (flore de la Formation de Kaltenhouse probable). Il retrouve cette flore (30 taxons communs) plus de 10m en contrebas dans les gravières voisines, situées dans la basse plaine rhénane, en particulier dans les « Grandes Carrières » de Soufflenheim (fig. 5). Il en déduit l'existence d'une faille dont le jeu au Pléistocène moyen est démontré (LEMEILLE *et al.*, 1999 ; MÉNILLET *et al.,* 2015) .

Une seconde faille apparaît possible entre les sondages 5-67 et 5-60, d'autant plus que le décalage du toit de l'Oligocène s'observe entre d'autres sondages pétroliers voisins. Au-dessus de la flore à *Taxodium* et *Dulichium*, le lignite inférieur livre, parmi une douzaine d'espèces, des restes carpologiques de *Meliosma europaea* et des cônes de *Pinus cortesii* que F. GEISSERT (1969) rapporte au Pliocène.

Le transect arrive à la gravière Mary Kocher (fig. 4, 5 et 6) où F. GEISSERT (1972, 1979, 1996) et F. GEISSERT *et al.* (1990) ont pu établir une stratigraphie, indiquée sur la fig. 4. Nous la traiterons donc dans la rubrique consacrée à la stratigraphie.

Le transect C-A atteint la gravière d'Auenheim (fig. 4 et 5) où l'on retrouve, sous les graviers rhénans, la flore très riche en cônes et graines de *Taxodium*, fructifications de *Dulichium vespiforme*, PL I, 3 et 4 etc. (GEISSERT, 1962, 1969), déjà rencontrée à Soufflenheim, au fond de la sablière Knepfle, aux Grandes Carrières et aussi présente dans la gravière M-K de Sessenheim. Enfin le sondage 6-51 se termine sur un horst où les graviers rhénans reposent directement sur les marnes oligocènes, avec une lacune des formations mio-pliocènes (carte fig. 2)

Minéraux lourds

Dans le cadre d'études sur les alluvions anciennes du Rhin, W. BOENIGK (1987 et 1990) identifie les minéraux lourds :

- à Soufflenheim, dans un sondage effectué en 1978 à proximité du 5-2, vraisemblablement le n° 01995X0042 (5-42 ; coupe sondeur analogue à celle de BOENIGK)

- à Sessenheim sur les échantillons d'un sondage effectué en 1972 dans la gravière Mary Kocher (M-K, fig. 5 et 6)

Il distingue :

- un ensemble inférieur à grenat, ubiquistes (tourmaline, zircon, rutile, anatase) et apatite. Analogue à celle des sables à *Dinotherium* de Rheinhessen, dans le bassin de Mayence (BARTZ, 1936), cette paragénèse conduit à l'hypothèse d'un âge miocène, d'autant plus que dans la gravière de Sessenheim, cet ensemble se situe sous des couches datées du Sustérien (GEISSERT *et al.*, 1990)

- un ensemble médian, épais d'une trentaine de mètres dans le sondage 5-42; d'une dizaine de mètres dans la gravière M-K où les ubiquistes (tourmaline, zircon, rutile, anatase) forment la quasi-totalité du cortège de minéraux lourds. Il correspond au Sustérien, au Brunssumien et au Reuvérien non terminal. Les sables proviennent des Vosges gréseuses où les formations du Buntsandstein contiennent aussi des minéraux lourds ubiquistes. La moindre épaisseur de cet ensemble dans

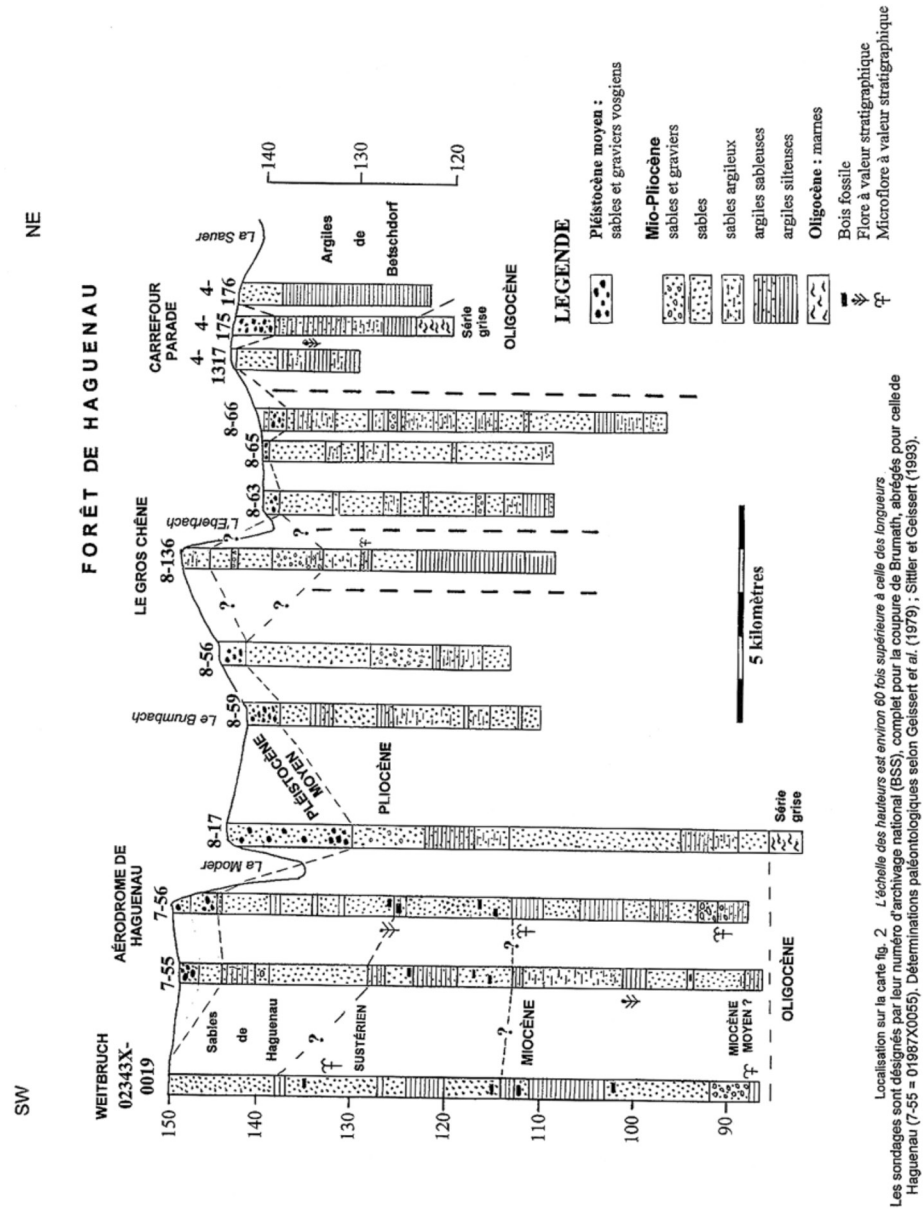


Fig.3 : Corrélation des sondages selon une coupe parallèle à l'axe du bassin Mio-Pliocène du bassin de Haguenau.

la gravière M-K est vraisemblablement liée à des phénomènes d'érosion, les sables reuvériens ravinant ceux du Brunssumien (fig. 6) et à la base du Pliocène final, les dépôts reuvériens ont été par endroits complètement érodés. La tourmaline prédomine dans les sables grossiers, le zircon dans les sables fins.

• un ensemble supérieur où se développent, à partir d'un Reuvérien élevé, des minéraux d'origine alpine, en particulier l'épidote et la hornblende verte, accompagnés de grenat. Dans la gravière M-K, cet ensemble comprend les marnes du Reuvérien final et les graviers rhénans pléistocènes qui les ravinent. Il en va différemment dans le sondage 5-42 où les dépôts sableux sont équivalents à ceux figurés sur la fig. 4 dans l'ancienne sablière Knepfle et au sommet du sondage 5-2 et mis en place au Pléistocène inférieur et moyen sur la bordure de l'escarpement Weyersheim-Seltz (fig. 2). Ce dernier se situait alors au niveau de la basse plaine rhénane. Notons qu'à la base de ces sables apparaît localement un niveau conglomératique. W. BOENIGK (1987) en identifie la nature des galets dans le sondage 5-42 : quartz 50 à 60%, quartzites 30 à 40%, grès 5 à 10% originaires des Vosges gréseuses, et de rares lydiennes provenant des collines sous-vosgiennes.

Stratigraphie, ensembles floristiques et environnements

Pour faciliter les corrélations et simplifier le discours, nous avons donné des noms de formations (MÉNILLET *et al.*, 2015) aux différents ensembles floristiques distingués par C. SITTLER et F. GEISSERT (1993) et F. GEISSERT (1996) dans le Mio-Pliocène (tbl. I).

Formation de Weitbruch (Miocène)

C. SITTLER et F. GEISSERT (1993) datent par leur flore et leur microflore, des dépôts miocènes dans 3 sondages au sud et au sud-est de Haguenau (fig. 2 et 3). À la base des ouvrages 02343X0019 et 7-56, dans des sédiments fins, argileux, silteux à finement sableux, ils identifient plusieurs associations végétales indiquant le passage progressif d'un milieu fluviatile ouvert (forêts riches en Pinacées : *Pinus* et *Cathaya*, à la base du sondage 02343X0019) à une forêt marécageuse. La riche microflore de la base du sondage 7-56 comprend 45 genres d'Angiospermes et une quinzaine de Gymnospermes répartis selon 4 biotopes :

• une forêt dense, marécageuse à *Nyssa* (PL I, 5), *Castanopsis*, Cupulifères, Symplocacées, Taxodiacées, Vitacées, Ulmacées, Oléacées et Loranthacées ;
• des surfaces tourbeuses à *Sphagnum*, *Pedicularis*, *Scheuzeria*, Cypéracées et Éricacées ;
• une forêt ouverte, à bouleaux, Myricacées, Juglandacées (surtout *Carya* (PL I, 6) et *Engelhardtia*), *Picea* et *Cathaya* ;
• une végétation steppique ou halophile, à *Ephedra*, Chénopodiacées, Euphorbiacées et *Artemisia*.

Le climat est chaud et humide. Parmi les restes de plancton d'eau douce, se mêlent les dinokystes de microflores d'âges crétacé à paléogène, probablement remaniés de la Série grise du Rupélien (SITTLER, 1965) où ils étaient déjà allochtones. Les flores de la partie inférieure des sondages 02343X0019 et 7-56 pourraient appartenir au Miocène moyen (SITTLER et GEISSERT, 1993).

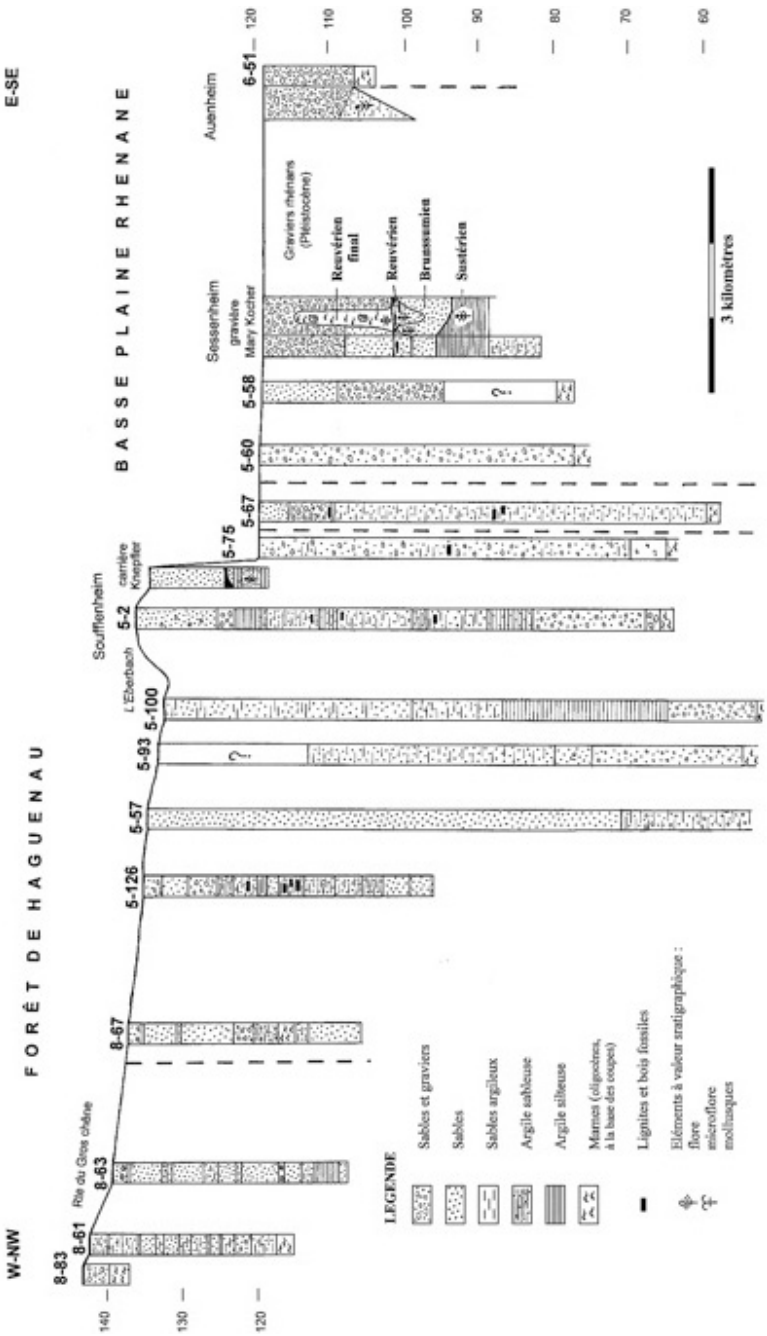


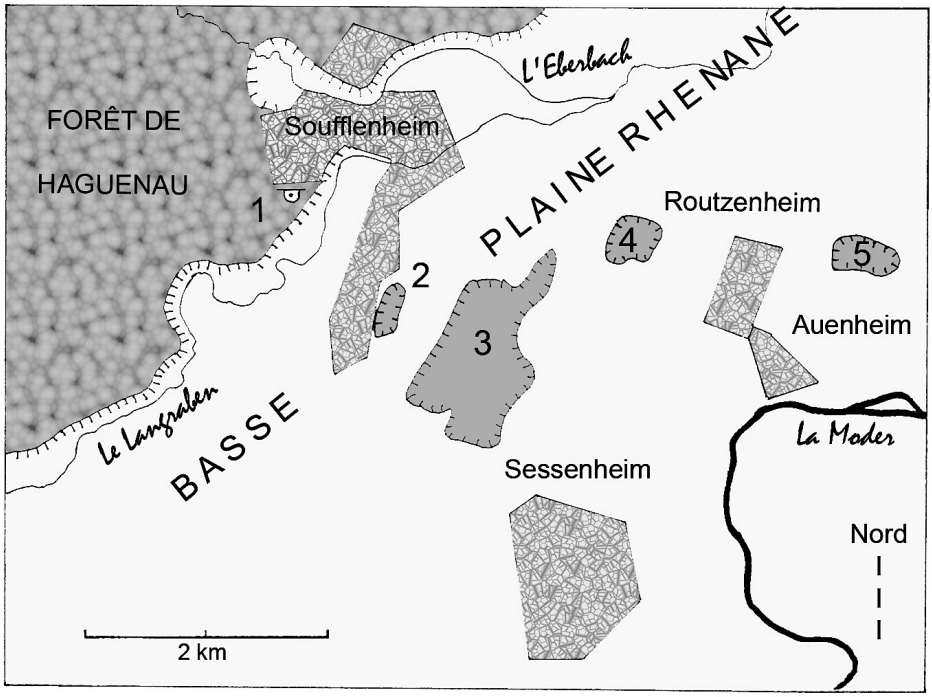
Fig.4 : Corrélation de sondages dans le bassin Mio-Pliocène de Haguenau depuis le centre de la forêt de Haguenau jusque la basse plaine rhénane.
Implantations des sondages sur la carte Fig.2 ; numéros des sondages simplifiés : ceux débutant par 8 sur la coupure Haguenau (ex. : 8-83 = 01988X0083), les autres sur la coupure Seltz (ex. : 5-2 = 01995X0002).
Attributions stratigraphiques selon GEISSERT (1996).

Une vingtaine de mètres plus haut (profondeur 36,4), dans le sondage 7-56, un faciès assez argileux, avec quelques passées sableuses, présente un second niveau à microflore *ante*-Pliocène, indiquant une tourbière acide à *Sphagnum* et Éricales, dans un environnement forestier ouvert, à peuplements de pins, de Bétulacées (*Carpinus*), d'aulnes, de marécages à Poacées (graminées), Spagarniacées, Typhacées, Cypéracées etc..., mais aussi des forêts extra-palustres à Juglandacées (*Engelhardtia*), Fagacées, Ulmacées (*Celtis*), Tiliacées, *Ginkgo*, *Ilex*, *Vitis*, des Sapotacées, Taxodiacées ; les genres *Tsuga* et *Castanea* indiquant un milieu encore assez chaud et humide. Un contexte climatique analogue à celui des associations précédentes et un niveau altimétrique inférieur à la flore sustérienne de Kaltenhouse, voisine, ont incliné C. SITTLER et F. GEISSERT (1993) à attribuer cette flore au Miocène.

Miocène terminal ou base du Pliocène (Sustérien). Formation de Kaltenhouse. Argile silteuse et sables à nombreux débris végétaux

Sous les sables exploités à Kaltenhouse (fig. 2, K), jusqu'à une profondeur de 15 à 20m, soit nettement au-dessus de l'association précédente, C. SITTLER et F. GEISSERT (1993) retrouvent la très riche flore du fond de la gravière « Mary Kocher » à Sessenheim (fig. 4, 5 et 6) ; la « Saugbaggerflora » (GEISSERT *et al.*, 1990 ; GEISSERT, 1996) qui comprend 157 taxons. 78 taxons sont communs aux deux gisements ; citons par ordre de fréquence : *Taxodium* aff. *dubium*, *Fagus* sp., *Styrax maximum*, Symplocacées, *Cornus*, *Corylus* sp., *Carya globula*, *Pterocarya* sp., *Juglans bergomensis*, *Ceratophyllum* sp., *Vitis* sp., *Prunus* sp., *Liquidambar* sp. (PL I, 9), *Nyssa disseminata*, *Toddalia maii*.
Alangium deutschmannii, *Cyclocarya nucifera*, *Rehderodendron ehrenbergerii*, (PL I, 10) *Sabia europaea*,(PL I, 11) *Sapium maedleri* et *Schizandra geissertii* sont réputées miocènes. Dans la microflore, les pollens de pins prédominent, accompagnés de *Picea*, *Sciadopitys* et *Ginkgo*, ainsi que des Bétulacées, Myricacées, Éricacées, Sphagnacées, *Dryopteris*, et *Nyssa*.

Conservant la paléoflore la plus riche du Mio-Pliocène d'Alsace, la Formation de Kaltenhouse comprend, à Sessenheim (GEISSERT *et al.*, 1990), 43% d'éléments exotiques dont 20% de milieu paléo-tropical. Parmi la centaine d'espèces identifiées dans la sablière de Kaltenhouse, un grand nombre appartiennent au genre *Symplocos*, à répartition actuelle exclusivement tropicale à subtropicale (GEISSERT *et al.*, 1990). Les tourbières à sphaignes et bruyères semblent moins développées que dans l'association précédente et entourées d'une forêt plus sèche comme le montre l'assemblage palynologique (SITTLER et GEISSERT (1993) correspondant à une végétation différente à gymnospermes (*Pinus*, *Picea*, *Sciadopitys*, *Ginkgo*) et angiospermes (Bétulacées, Myricacées, Éricacées, Sphagnacées et *Nyssa*, compagne aussi, avec *Fagus*, du biotope marécageux à *Taxodium*. F. GEISSERT *et al.*, (1990), C. SITTLER et F. GEISSERT (1993) rattachent cette seconde association floristique au Sustérien, étage « continental » attribué, selon les auteurs soit au Miocène supérieur, soit à la base du Pliocène. Parmi les espèces disparues de notre flore locale (près de la moitié d'entre elles), une bonne partie présente des affinités avec les flores de transition actuelles (entre 20° et 40° de latitude nord) en Chine et au SE des États-Unis, entre la forêt tempérée à arbres caducifoliés et la forêt sempervirente chaude, comprenant des végétaux tropicaux. Certaines espèces appartiennent à des genres actuellement bien représentés en Chine, par exemple le conifère *Glyptostrobus* et les feuillus *Sabia*, *Rehderodendron*, à cachet tropical à subtropical. D'autres comme les *Sequoia* et les *Taxodium* ont des espèces voisines aux États-Unis.



Trait avec des barbelures : escarpement oriental de la forêt de Haguenau
1 - Carrière Knepfer (1ère découverte de la flore pliocène)
2 - « les grandes carrières de Soufflenheim »
3 - Gravières du Rhin (Sessenheim) ex. gravière Mary Kocher
4 - Gravière de Routzenheim
5 - Gravière d'Auenheim

Fig.5 : Sites de référence du Pliocène du secteur de Soufflenheim, d'après F.GEISSERT (1996).

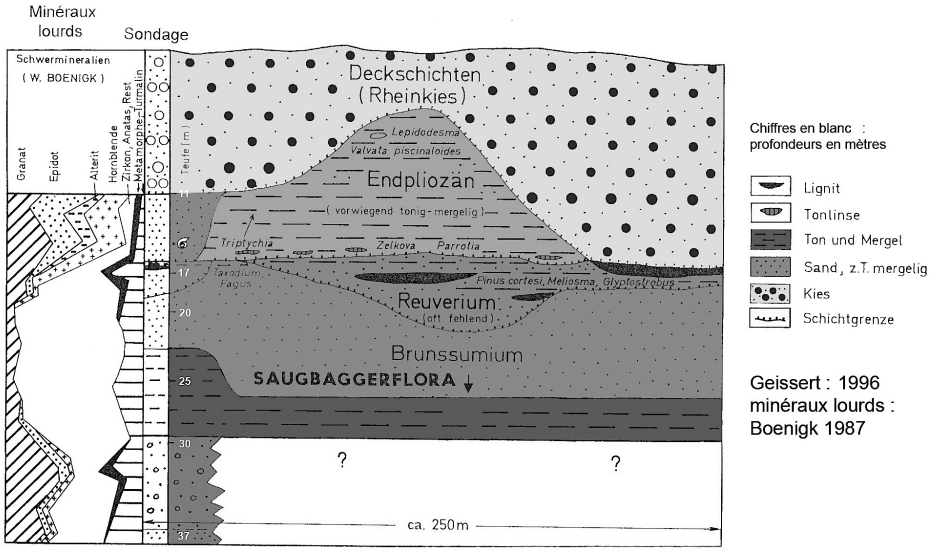


Fig.6 : Gravière du Rhin de Sessenheim (ex Mary Kocher).

Enfin d'autres espèces présentent des formes proches, mais différentes en Chine et aux États-Unis (disjonction Asa-Gray, bien illustrée par. GEISSERT, 1987a et 1993). Ainsi, la Magnoliacée *Liriodendron gemminata* de la flore mio-pliocène d'Auenheim présente 2 espèces voisines actuelles : en Chine *L. chinense* et dans l'est des États-Unis *L. tulipifera*, le Tulipier.

Les marécages à Cyprès chauve

Entre 20,7 et 21 m de profondeur (altitude ~128,5 m), le sondage 7-56 a livré (GEISSERT *et al.*, 1979), avec *Symploca globosa*, *S. casparyi*, *Corylopsis urselensis* et *Fagus decurrens*, une flore encore riche en éléments à cachet sub-tropical à tropical, récoltée dans un niveau sableux. GEISSERT (1987b) retrouve ces espèces aux cotés de restes abondants de cônes et graines de *Taxodium dubium*, (PL I, 2) et de fruits de *Dulichium vespiforme* (PL I, 3 et 4) à Bischwiller (sondage 02344X0181). Cette association correspond à celle des lignites de Wetteravie, au NE de Francfort/Main, initialement rattachée au Reuvérien inférieur, Pliocène moyen (GEISSERT, 1972). *Taxodium dubium* est une espèce très voisine du Cyprès chauve du SE des États-Unis (*Taxodium distichum*, (PL II) qui est accompagné de *Dulichium spathaceum*, très proche de *Dulichium vespiforme*. À proximité de la limite Miocène/Pliocène (Sustérien probable), le secteur de Haguenau était donc parsemé de marécages analogues aux vastes « *swamps* » à Cyprès chauve du SE des États-Unis. F. GEISSERT (1972) l'a également extraite à Soufflenheim (sablière Knepfle et Grandes Carrières), à Sessenheim dans une couche de lignite compact, absente dans le sondage 7-56 et dans la gravière d'Auenheim (fig. 4 et 5 ; GEISSERT, 1962, 1964 et 1969).

Pliocène

La zone d'affleurement des dépôts pliocènes de Haguenau, façonnée par l'érosion quaternaire, recoupe, pour l'essentiel, les sables et argiles silteuses de la partie moyenne de la série (Reuvérien). La partie inférieure (Brunssumien) n'est reconnue que localement et de façon hypothétique. La partie terminale, bien identifiée par sa malacofaune (GEISSERT, 1972, NORDSIECK, 1974 et 1976, SCHLICKUM et GEISSERT, 1980) et la récolte de molaires de mastodontes à Sessenheim (*Mammut borsoni*, GEISSERT 1972) et Hatten (*M. borsoni* et *Anancus arvernensis*, GEISSERT *et al.* 1992), ne l'a pas été de Haguenau à Betschdorf où l'érosion quaternaire l'a très probablement éliminée.

Brunssumien (Pliocène, partie inférieure; observations ponctuelles ; sables à intercalations sablo-argileuses, niveaux à bois fossiles et débris organiques.

Le sondage 7-56 a fourni à l'altitude 117m (profondeur 32m, 3,5m environ au-dessus de la flore des marais à cyprès de la Formation de Kaltenhouse) : *Juglans bergomensis*, et à 125,4m (profondeur 24,6m) : *Liquidambar europaea*, *Nyssa disseminata*, *Stuartia beckarana* et *Taxodium* cf. *distichum*, flore du Brunssumien (Pliocène inférieur) (F. GEISSERT *et al.*, 1979). À l'est de Kaltenhouse, dans le sondage 8-74, à 3,3m de profondeur, soit une altitude voisine de 129m, la flore carpologique comprend : *Corylopsis urselensis*, *Dulichium arundinaceum* et *Epipremnites reniculus*. F. GEISSERT (*in* MÉNILLET *et al.*, 2015), qui a déterminé ces espèces, place cette association à un niveau assez bas du Pliocène, proche de sa base, sans exclure un âge Sustérien. La coupe de la gravière M-K, à Sessenheim (fig. 5 et 6) montre que le Brunssumien a pu être localement entièrement érodé au Reuvérien.

Formation de Riedseltz, Reuvérien (Pliocène, partie moyenne et supérieure non terminale), Sables hétérométriques, de teinte claire, blanche, blanc beige, blanc rosâtre, gris parfois un peu violacé quand ils sont argileux, plus rarement blanc verdâtre. Constitués essentiellement de grains de quartz (« Sables à quartz » de Haguenau), ils renferment fréquemment des intercalations silto-argileuses brunes à brun chocolat, des passées riches en bois fossiles et quelques lentilles riches en galets. De forme très arrondie, les galets des passées grossières proviennent des conglomérats du Buntsandstein. Seulement émoussés, des fragments de silexites originaires des Couches blanches du Muschelkalk moyen, les accompagnent en quantités variables. La taille des galets de quartz et de quartzite dépasse rarement 3cm ; celle des silexites peut atteindre et dépasser 10cm. L'épaisseur de la Formation de Riedseltz apparaît variable, généralement réduite par érosion, environ 20m dans les sondages 7-55 et 7-56. Notons que les éléments de silexites se rencontrent aussi dans des alluvions du Pléistocène inférieur et moyen (MÉNILLET *et al.*, 2015).

La fraction argileuse de la Formation de Riedseltz, connue pour sa richesse en kaolinite (ou métahalloysite) est à l'origine des ateliers de poterie de Betschdorf et de Soufflenheim. Les smectites et les interstratifiés irréguliers illite-smectite, mieux détectés par les diffractomètres récents, peuvent être aussi abondants. L'illite apparaît moins bien représentée, mais en quantités assez variables.

À Schweighouse-sur-Moder, dans le sondage 7-72, le Pliocène, essentiellement sableux, comprend à la profondeur de 32m, 1m au-dessus du fond du sondage, une microflore avec 96% de pollens d'arbres dont 45% de résineux. Les fossiles carpologiques et foliaires sont nombreux, appartenant, en particulier aux genres *Nyssa*, *Zelkova*, *Pterocarya*, *Liquidambar*, *Parrotia* et à l'espèce *Corylopsis urselensis*. Ce niveau est le *locus typicus* de l'espèce *Toddalia maii*, var. *abnormis* (GREGOR, 1979), forme, restreinte au Miocène final et au Pliocène, d'un genre de Rutacée, actuellement monotypique. Cette flore pourrait se situer assez bas dans le Pliocène.

Entre 16,6 et 18,7m de profondeur, une intercalation d'argile sableuse riche, vers -17m (altitude ~148m), en restes végétaux dont une microflore (GEISSERT *et al.*, 1979 ; déterminations Geneviève FARJANEL), riche en pollens d'arbres (86%) dont 50% de résineux (pins, *Tsuga*, *Abies*, *Picea*, *Sequoia*), apparaît pauvre en fruits et graines et dépourvue de restes des genres *Taxodium*, *Styrax*, *Stuartia*, et *Sciatopytis*, à la différence des autres gisements du secteur de Haguenau. Parmi les feuillus, notons la présence de *Platycaria*, *Meliosma* et d'Hamamélidacées, genres et famille à affinité tertiaire dans nos régions.

Au NE de Haguenau, la microflore de la Formation de Riedseltz de 5 sondages, étudiés par Geneviève FARJANEL (*in* MÉNILLET *et al.*, 2015), en particulier le n° 4-1317 (fig. 3), apparaît beaucoup plus pauvre. Les pollens de pins prédominent (60 à 80%), souvent accompagnés de *Picea* et *Abies*. Les conifères à cachet tertiaires sont moins nombreux (*Taxodium*, *Tsuga* et *Sciadopytis*). Parmi les feuillus, les genres *Engelhardtia* et *Symplocos* marquent l'appartenance de la formation au Tertiaire, aux côtés de *Carya*, *Pterocarya*, *Liquidambar*, *Nyssa*, *Parthenocissus* et des éléments de flore tempérée (chênaie mixte, *Alnus*, *Betula*, *Corylus*).

Dans l'ancienne sablière Knepfler (coupe fig. 4), le lignite inférieur, au dessus du niveau renfermant la première flore « pliocène » découverte (Formation de Kaltenhouse

probable), livre, parmi une douzaine d'espèces, des restes carpologiques de *Meliosma europaea* et des cônes de *Pinus cortesii*, indiquant un âge pliocène (GEISSERT, 1969).

Formation de Sessenheim, marnes à *Triptychia geisserti* et marnes sablo-ligniteuses à *Valvata piscinalis*

À Sessenheim, Soufflenheim et Hatten, F. GEISSERT (1967, 1972, 2000) découvre, par la flore, l'existence d'une phase sèche à la fin du Pliocène, dans des sédiments surmontant les dépôts reuvériens précédents. Le terme de « Pliocène final » (Reuvérien final) qu'il emploie s'entend dans le contexte d'un Quaternaire à chronologie longue, incluant le Praetiglien et tout le Tiglien, para-étages continentaux, rattachés actuellement au Pléistocène (Commision Internationale de Stratigraphie, 2009). Au « Pliocène final » de Sessenheim (BŒNIGK, 1987 et 1990) se développe le spectre de minéraux lourds « rhénan » : grenat, épidote, hornblende verte, d'origine alpine ou péri-alpine (molasse helvétique). Ce changement, ici progressif, se produit dans la zone de transition entre le Reuvérien et le Praetiglien dans l'axe du Fossé rhénan, comme le confirment les études les plus récentes (HAGEDORN et BŒNIGK, 2008). Le Praetiglien n'a pas été caractérisé en Alsace.

Dans les marnes à *Triptychia*, F. GEISSERT (1967), H. NORDSIECK (1974, 1981a et b, 1982, 1986) W.R. SCHLICKUM et F. GEISSERT (1980) et F. GEISSERT (2000) identifient 61 taxons de petits mollusques où prédomine *Triptychia geisserti* (environ 60% des coquilles). Les Triptychiidés s'éteignent vers la fin du Pliocène et les Clausiliidés présents indiquent un âge Pliocène supérieur (NORDSIECK 1981 et 1982). Parmi les espèces terrestres (50 taxons), 36 sont exclusivement tertiaires dont 13 espèces nouvelles. Les éléments aquatiques comprennent 5 taxons éteints et 6 actuels. F. GEISSERT (1964 et 1967) récolte dans un niveau argileux durci, à la base des marnes à *Triptychia*, des feuilles d'espèces disparues de la flore européenne : *Populus latior*, *Parrotia* cf. *persica*, *Zelkova ungeri*, *Eucommia* aff. *Europea*, mais de climat tempéré et quelques pollens de plantes à cachet tertiaire (*Carya*, *Liriodendron*, *Tsuga*). F. GEISSERT (*in* GEISSERT *et al.* 1992) retrouve les Marnes à *Triptychia* dans la sablière de Hatten (fig. 2) avec une molaire du mastodonte *Anancus arvernensis*, contemporain d'un autre genre de mastodonte (*Mammut borsoni* ; à ne pas confondre avec les mammouths du Quaternaire), dont des molaires ont été récoltées (GEISSERT, 1967 et 1992), sensiblement au même niveau stratigraphique dans les Grandes Carrières de Soufflenheim (fig. 5) et dans la gravière M-K de Sessenheim. F. GEISSERT (1967 et 1992), suggère un paysage de forêt-galerie bordant des cours d'eau traversant une steppe assez sèche (présence du mollusque *Granaria frumentum*), sous climat tempéré (GEISSERT 2000).

Au-dessus, **les marnes à *Valvata* (*Cincinna*) *piscinalis*** (espèce prédominante) n'ont livré que 16 espèces, toutes aquatiques dont 5 du genre *Pisidium*. Au sommet, W.R. SCHLICKUM et F. GEISSERT (1980) y observent *Lepidodesma zilchi*, une moule d'eau douce atteignant presque une longueur de 20cm, avec une épaisseur de 8mm, connue seulement à Sessenheim et en Rhénanie. Ce genre est encore représenté actuellement en Chine par 2 espèces.

Dans la sablière de Koenigsbruck, sur la rive nord de la Sauer, 5km au SE de Hatten (fig. 2), avec une flore à *Carya*, *Nyssa* et *Taxodium*, F.GEISSERT et T. NÖTZOLD (1981) observent des galeries creusées dans un bois de peuplier imputables au diptère *Palaeophytobia salicaria* (*Agromyzidae*).

Conclusions

L'importante étude de Fritz GEISSERT, peu à peu épaulé par un réseau de spécialistes qu'il avait patiemment établi, élève le Mio-Pliocène du secteur de Haguenau au rang de référence européenne pour cette période.

- Elle nous apporte un inventaire précis et nourri avec plus de 200 taxons identifiés, décrits et comparés à d'autres sites importants, avec la découverte de nouvelles espèces, végétales pour la totalité du Mio-Pliocène, et d'une faune de mollusques pour le Pliocène final comprenant aussi des espèces nouvelles.

- Elle permet une reconstitution paléogéographique assez représentative.

La sédimentation débute au Miocène moyen ou supérieur par des dépôts détritiques fins à grossiers (Formation de Weitbruch) répartis en chenaux fluviatiles bordés de zones marécageuses et forestières, comprenant des espèces tropicales appartenant, par exemple aux familles des Symplocacées, des Taxodiacées et des espèces de climat tempéré ; citons les Cupulifères, les Ulmacées et les Oléacées. Ces forêts sont entrecoupées de tourbières acides à sphaignes et éricales. Dans des parties légèrement plus hautes, la forêt apparaît plus ouverte et riche en arbres de la famille des Juglandacées (*Carya*, *Engelhardtia*), Fagacées et Ulmacées (*Celtis*).

Ces conditions se poursuivent jusqu'à la fin du Miocène où la riche flore du Sustérien découverte par F. GEISSERT à Sessenheim et Kaltenhouse (Formation de Kaltenhouse), une des plus riches d'Europe pour cette période avec 157 taxons, donne une image assez précise de la végétation au Sustérien. Elle comprend encore 20% d'espèces de milieu paléotropical. Les espèces ligneuses prédominent (70%) avec 50 arbres et arbustes feuillus pour 10 conifères qui prédominent dans d'autres niveaux. Parmi les espèces disparues de notre flore locale (près de la moitié des espèces), une bonne partie présente des affinités avec les flores de transition actuelles (entre 20 et 40° nord) en Chine et au SE des États-Unis, entre la forêt tempérée à arbres caducifoliés et la forêt sempervirente chaude, comprenant des végétaux tropicaux.

Un épisode plus humide ou à subsidence légèrement plus forte, se traduit par le développement de marécages à Cyprès chauve, analogues aux *Swamps* du SE des États-Unis.

Premier para-étage du Pliocène nordique, le Brunssumien, auquel F. GEISSERT rapportait initialement les niveaux placés maintenant dans le Sustérien, n'est plus représenté que de façon hypothétique dans deux secteurs (Soufflenheim-Sessenheim et Kaltenhouse), par la présence d'une ou deux espèces, comme *Corylopsis urselensis*, très présentes au Sustérien et montant probablement peu dans le Pliocène.

La partie principale du Pliocène du secteur de Haguenau, les sables de Riedseltz, à intercalations silto-argileuses livre une flore généralement forestière, mais beaucoup moins riche en espèces. Celles à cachet tertiaire, telles que les conifères des genres *Taxodium*, *Tsuga*, *Sciadopitys* et les Angiospermes de la famille des Hamamélidacées et des genres *Engelhardtia* et *Symplocos* sont moins nombreux, tandis que se développent des éléments de la flore tempérée.

Le Pliocène se termine avec des dépôts carbonatés, les marnes à *Triptychia*, vases apportées par le Rhin, comme le montre le cortège de minéraux lourds, à nombreux petits mollusques terrestres, indiquant un climat plus sec « steppique » et un âge Reuvérien final. La flore contient encore quelques espèces à cachet tertiaire (*Carya*, *Liriodendron*, *Tsuga*), mais surtout des espèces tempérées dont certaines ont disparu de notre flore comme les genres *Zelkova*, *Eucomia* et *Parrotia*. Notons la présence de mastodontes, ancêtres des éléphants. Ultime formation du Pliocène, les marnes à *Valvata piscinalis* contiennent une faune de mollusques aquatiques, moins diversifiée.

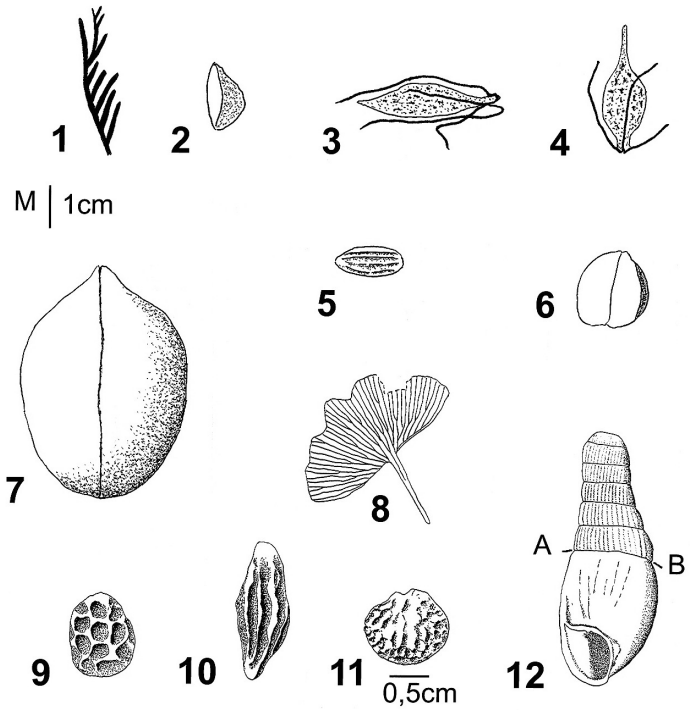


Fig. 1 - Pousse caduque de *Taxodium dubium* (*cf.* cyprès chauve), Auenheim
Fig. 2 - Graine de *Taxodium dubium*, Bischwiller
Fig. 3 - Fructificatin de *Dulichium vespiforme* en position couchée, ressemblant à un insecte
Fig. 4 - Fructificatin de *Dulichium vespiforme*, forme *urceolata*
Fig. 5 - Graine de *Nyssa disseminata*, Auenheim
Fig. 6 - Graine de *Carya sp.*, Soufflenheim (d'après Hickel, 1932)
Fig. 7 - Graine de *Ginkgo geisserti*, Kaltenhouse
Fig. 8 - Feuille de *Ginkgo adiantoides*, Auenheim
Fig. 9 - Syncarpe vide (support de fruits à long pédoncules) de *Liquidambar magniloculata,* Sessenheim
Fig. 10 - Endocarpe de *Rehderodendron ehrenbergii*, Sessenheim
Fig. 11 - Endocarpe de *Sabia europea*, Sessenheim
Fig. 12 - *Triptychia geisserti*, Sessenheim, mollusque ayant la particularité de se scinder selon la ligne A-B

Les différentes figures sont à la même échelle (M) sauf les fig. 2 et 5 (x 1,3) et la fig. 11 (x 2,5)

Planche I : Choix d'éléments végétaux et d'un mollusque fossiles du Mio-Pliocène du secteur de Haguenau (France). Dessins d'après des publications de F.GEISSERT.

Planche II : Marécage de Louisiane (*swamps*) à cyprès chauves. Cliché © Luc ORSSAUD.

BIBLIOGRAPHIE

BARTZ, V.W., (1936) – Das Unterpliozän in Rheinhessen. *Jber. Mitt. Oberrhein. Geol. Ver.,* N.F.25, 121-228, Stuttgart.

BERCHTHOLD, J.P., (2005) – Fritz Geissert (1923-2005). *Bull .Ass. Philomat. Als. Lorr.*, t. 39 (2004), p. 7-8, Strasbourg.

BŒNIGK, W., (1987) – Petrographische Untersuchungen jungtertiärer und quartärer Sedimente am linken Oberrhein. *Jber. Mitt. Oberrhein. Geol. Ver.*, N.F.69, 357-394, Stuttgart.

BŒNIGK, W., (1990) – Schwermineraluntersuchungen *in* GEISSERT F. *et al.*, *Documenta naturae, 57*, p. 8-10, München**.**

BOUTANTIN, M., (2006) – In memoriam : Frédéric Geissert. *Bull. Soc. hist. nat. ethn. Colmar*, vol. 66, p.81-83, Colmar.

GEISSERT, F., (1962) – Nouvelle contribution à l'étude de la flore pliocène des environs de Haguenau. *Bull. Serv. Carte géol. Als.-Lorr.*, 15, 2, p. 37-49, Strasbourg.

GEISSERT, F., (1964) – Blattfossilien und Mollusken aus dem Pliozän der Kiesgruben von Sessenheim und Soufflenheim. *Études haguenoviennes*, Nlle série, t. 4, 1962-1964, p. 357-363, Musée de Haguenau.

GEISSERT, F., (1967) – Mollusques et nouvelle flore plio-pléistocène à Sessenheim (Bas-Rhin) et leurs corrélations villafranchiennes. *Bull. Serv. Carte géol. Als. Lorr.*, 20, 1, p. 83-100, Strasbourg.

GEISSERT, F., (1969) – Le Pliocène et le Quaternaire au Nord de Strasbourg. Note préliminaire sur la découverte de nouveaux végétaux pliocènes à Auenheim (Bas-Rhin). *Bull. Ass. Philom. Als. Lorr.*, t. XIII, n°2, p. 199-234. Strasbourg.

GEISSERT, F., (1972) – Neue Untersuchungen im Pliozän der Haguenauer Umgebung (Nördlisches Elsass). *Mz. Naturw. Arch.*, 11, n191-221, Mainz.

GEISSERT, F., (1979) – Caractéristiques paléobotaniques du Pliocène et du Quaternaire en Basse Alsace. *Bull. Ass. Fr. Etude du Quat.*, 4, 159-169.

GEISSERT, F., (1987a) – Soufflenheim, berceau de la paléontologie du Pliocène alsacien. *Documenta naturae*, 38, p. 1-11, München.

GEISSERT, F., (1987b) – Résultats paléontologiques et stratigraphiques préliminaires de deux forages effectués à Bischwiller (Bas-Rhin). *Bull. Ass. Philomat. Als. Lorr.*, t. 23, p. 39-43, Strasbourg.

GEISSERT, F., (1992) – Aspects paléontologiques du Néogène et du Pléistocène dans le Nord de l'Alsace et les régions limitrophes. *Bull. Soc. Indust. Mulhouse*, n° 824, p. 159-172.

GEISSERT, F., (1993) – Nos végétaux fossiles du Mio-Pliocène. *Ass. Ried-Moder*, édition spéciale n°3, 36p.

GEISSERT, F., (1996) – Paläontologie des Pliozäns und Quartärs im Unterelsass (Département du Bas-Rhin). *Jbr. Mitt. Oberrhein. Geol. Ver.*, N.F. 78, 209-219, Stuttgart.

GEISSERT, F., (2000) – Remarques sur les mollusques pliocènes et quaternaires d'Alsace. Éléments pour l'étude des faunes malacologiques de la vallée rhénane. *Bull. Ass. philom. Als. Lorr.*, 36, p. 21-44, Strasbourg.

GEISSERT, F. et GREGOR, H.J., (1981) – Einige interessante und neue sommergrüne Pflanzenelemente (Fruktifikationen) aus dem Elsässer Pliozän (Genera *Sabia* COLEBR. *Wikstroemia* ENDL., *Alangium* LAM., *Nyssa* L., *Halesia* ELLIS, *Redherodendron* HU.). *Mitt. Bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz*, N.F. 12, ¾, 233-239, Freiburg im Breisgau.

GEISSERT, F., GREGOR, H.J. et MAI, D.H., (1990) – Die Saugbaggerflora. *Documenta naturae*, 57, 208 p., München.

GEISSERT, F., MÉNILLET, F. et VOGT, H., (1976a) – Carte géol. France (1/50 000), **feuille SELTZ-WISSEMBOURG** (199-169)– Orléans, Bureau de recherches géologiques et minières. Notice explicative par GEISSERT F., MÉNILLET F., BOUDOT J. P., CHATEAUNEUF J.J., DŒBL F., FARJANEL G., JACOB C., Dr MAUS, THEVENIN A., SCHWOERER P., 59 p., 4 tabl. H.T.

GEISSERT, F., MÉNILLET, F., BOUDOT, J. P., CHATEAUNEUF, J.J., DŒBL, F., FARJANEL, G., JACOB, C., Dr MAUS, THÉVENIN, A. et SCHWOERER, P., (1976c)–. **Notice explicative**, Carte géol. France, **feuille SELTZ-WISSEMBOURG** (199-169), 59 p., 4 tabl. h.t. – Orléans, : Bureau de recherches géologiques et minières, carte géologique par GEISSERT F., MÉNILLET F. et VOGT H. (1976).

GEISSERT, F., MÉNILLET, F. et FARJANEL, G., (1979) – Neue Fossilfunde im Pliozän der Haguenauer Terrasse. *Mitt. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz*, N. F; 12, 1-2, p. 17-24, pl. 4, Freiburg im Breisgau.

GEISSERT, F., MERKEL, J.J. et ZIMMERMANN, S., (1992) – Observations floristiques, zoologiques et géologiques inédites dans le Bas-Rhin. *Bull. Ass. philom. Als. Lorr.,* t 28, p. 7-15. Strasbourg.

GEISSERT, F.et NÖTZOLD, T., (1981) – Planzenfossilien und *Palaeophytobia salicaria*, Süss, eine neue fossile Minierfliege (*Agromyzidae, Diptera*) aus dem Pliozän des Elsass. *Mitt. Bad. Landersver. Naturkunde u. Naturschutz*, N.F., 12, ¾, p. 221-231, Freiburg im Breisgau.

GRADSTEIN, F.M., OGG, J., SMITH, A.J., BLEEKER, W. et LOURENS, J., (2004) – A new geological time scale with special reference to the Precambrian and Neogene. *Episodes*, 27, p. 83-100.

GREGOR, H.J., (1981) – *Schizandra Geissertii* nova spec. – ein exotisches Element im Elsässer Pliozän (Sessenheim, Brunssumien). *Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz*, N.F. 12, ¾, 241-247, Freiburg im Breisgau.

GREGOR, H.J., (1992) – *Ginkgo geissertii* nov. spec. aus dem Pliozän des Elsass, der Erstnachweiss von *Ginkgo*-Samen im mitteleuropäischen Neogen. *Documenta naturae*, 74, 26-31, München.

HAGEDORN, E.M. et BOENIGK, W., (2008) – The Pliocene and Quaternary sedimentary and fluvial history in the Upper Rhine Graben based on heavy minerals analyses. *Netherlands Journal of Geosciences* (Geology in Mijnbouw), 87 – 1, 21-32.

HICKEL, R., (1932) – Sur deux gisements de plantes tertiaires dans le Bas-Rhin. *C. R. Acad. Sci.* p. 1009-1010, Paris.

KÄLIN, D., (1997) – Litho- und Biostratigraphie der mittel- bis obermiozänen Bois du Raube-Formation (Nordwestschweiz). *Eclogae Geol. Helv.*, 90, p. 97-114.

KIRCHHEIMER, F., (1949) – Zur Kenntniss des Pliocänflora von Soufflenheim im Elsass. *Ber. Oberhess. Ges. Natur u. Heilkunde*, Abt. 243, p. 206-230, Giessen.

KWACEK, Z., TEODORIS, V. et QUING WANG, (2009) – *Ilex geissertii* n. sp. (Aquifoliaceae), a fossil ancestor of *Ilex* sect. *Ilex* in the upper Miocene and Pliocene of Europe. *Review of Paleobotany and palynology*, vol. 157, issues ¾, nov. 2009, 192-210.

LEMEILLE, F., CUSHING, M.E., COTTON, F., GRELLET, B., MÉNILLET, F., AUDRU, J.C., RENARDY, F. et FREHOC, C., (1999) – Traces d'activité pléistocène de failles dans le Nord du Fossé du Rhin supérieur (plaine d'Alsace, France). *C.R. Acad. Sci.* (Earth & Planetary Sciences), Elsevier, Paris, 328, p. 839-846.

MÉNILLET, F., (2005) – Fritz Geissert, botaniste, paléobotaniste, malacologue, paléomalacologue et géologue du Néogène . *Géochronique* n° 94, p.14.

MÉNILLET, F., GEISSERT, F., PARTY, J.P., HAUG, E., HOFF, H., SCHNAEBELE, R., SCHUMACHER, E. et VAN WERVEKE, L., (à paraître en 2015) – Carte géologique de la France à 1/50 000, feuille n° 198, HAGUENAU, 2e édition. Notice explicative par MÉNILLET F., PARTY J.P., DURAND M., GENTER A.

NORDSIECK, H., (1974) – Fossile Clausilien, II, Clausilien aus dem O-Pliozän des Elsass. *Arch. Moll.*, 104, 29-39, Frankfurt/Main.

NORDSIECK, H., (1976) – Fossile Clausilien, III, Clausilien aus dem O-Pliozän des Elsass. *Arch. Moll.*, 107, 73-82, Frankfurt/Main.

NORDSIECK, H., (1981a) – Neue Taxa neogener europäischer Clausilien, II, *Arch. Moll.*, 111, 63-92.

NORDSIECK, H., (1981b) – Die posteozänen Clausilien Mittel- und west Europas. *Arch. Moll.*, 111, 97-114.

NORDSIECK, H., (1982) – Zur Stratigraphie der neogenen Fundstelle der Clausiliidae und Triptychiidae Mittel- und West Europas (*Stylommatophora, Gastropoda*). *Mitt. Bayer. Staatsslg. Paläont. Hist. Geol.* 22, 137-155.

NORDSIECK, H., (1986) – Das System der tertiären Helicoïdea Mittel- und West-Europas (*Gastropoda : Stylommatiphora*). Heldia, 1, 109-120, München.

OCHSENBEIN, G., (1988) – GEISSERT Fritz, botaniste et géologue. Nouveau dictionnaire de biographie alsacienne, vol. III, n° 12, p. 1141-1142, Féd. des Soc. d'Hist. et d'Archéol. en Alsace.

PETIT, C., CAMPY, M., CHALINE, J. et BONVALOT, J., (1996) – Major Palaeohydrographic changes in Alpine foreland during the Pliocene-Pleistocene . BOREAS, 25, p. 131-143.

SCHELLMANNS, R., (2005) – Frédéric GEISSERT (1923-2005) nous a quittés. *L'Outre-Forêt,* 130 (II-2005), p. 33-34.

SCHLICKUM, W.R. et GEISSERT, F., (1980) – Die Pliozäne Land- uns Süsswassermolluskenfauna von Sessenheim/krs Haguenau (Unterelsass). *Arch. Moll.*,110 (1979), (4/6), p. 225-259, Frankfurt a. M.

SITTLER, C., (1965) – Le Paléogène des Fossés rhénan et rhodanien. *Mém. Serv. Carte géol. Als. Lorr.*, 24, 392p., Strasbourg.

SITTLER, C. et GEISSERT, F., (1993) – Flore palynologique et flore carpologique, un témoignage paléobiogéographique conjugué, au Miocène et au Pliocène dans la vallée du Rhin. *Palynosciences*, 2 (1993), p. 15-37.

Van WERVEKE, L., (1892) – Ueber das Pliocän des Unter-Elsass. *Mitt d. geol. Landesanst. v. Els.-Loth.* Bd. III, p. 139-157. Strasbourg.

Annexe 1 – Espèces nouvelles découvertes par Fritz GEISSERT

Nouvelles espèces végétales (GEISSERT, GREGOR et MAI, 1990) :
Acer gerberi, *Alangium deutschmannii*, *Corylus acuminata*, *Ginkgo geissertii* (GREGOR, 1992), *Ilex geissertii* (KWACEK *et al.* 2009), *Leitneria flexuosa*, *Menispermum reidii*, *Pulmonaria gossmannii*, *Sapium maedleri*, *Schizandra geissertii* (GREGOR, 1981), *Symphitum botii*, *Ternstroemia dorofeevii*, *Ziziphus noetzoldi*, *Wikstroemia thomasii* (F. GEISSERT et H.J. GREGOR, 1981).

Nouvelles espèces de mollusques (Formation de Sessenheim, SCHLICKUM et GEISSERT, 1980) :
Acicula fusca fuscosa, *Clausilia sessenheimensis*, *Clausilia strauchiana geisserti* H. Nordsieck *Columella hartmutnordsiecki*, *Eucobresia forcarti*, *Fortuna wernerti*, *Janulus germainae*, *Macrogastra sessenheimensis* H. Nordsieck, *Oxychilus* (*Oxychilus*) *fleckensteinensis*, *Triptychia geisserti* H. Nordsieck, *Vitrae geisserti* Schlickum

Annexe 2 – Index botanique élémentaire

Abréviations
C : Extrême Orient, Chine principalement
E : Europe
R : genre ou espèce relique
ST : subtropical
T : tropical
U : USA, Amérique du Nord
V : famille ou genre adaptée à des biotopes variés.
* : genres et espèce représentés au Jardin botanique de Strasbourg

Genre et espèce	Famille	Port, milieu, espèce actuelle du même genre
Alangium deutschmanii (n. sp)*	Cornaceae (Alangiaceae)	Arbres, V
Aralia szaferi	Araliaceae	Herbacées et arbustes caducifoliés, U, C
*Carya** (3-4 espèces)	Juglandaceae	Arbre cf « noyer amer », U, C
Castanopsis	Fagaceae	C, T, ST
Cathaya	Pinaceae	Arbre ; une seule espèce actuelle, montagnes calcaires de Chine

Genre et espèce	Famille	Port, milieu, espèce actuelle du même genre
*Celtis**	Cannabaceae (Ulmaceae)	Zone tempérées chaudes, genre du micocoulier
Cephalotaxus rhenana	Cephalotaxeae	Conifères *cf.* pin japonais, C
Ceratophyllum	Ceratophyllaceae	Étangs et rivières, à faible courant
Corylopsis urselensis	Hamamelidaceae	Arbres et plantes buissonnantes, proche des rosacées
Cyclocarya nucifera	Juglandaceae	C
Dulichium vespiforme	Cyperaceae	Caractères intermédiaires entre les *Carex* et les *Scirpus*
Engelhardtia	Juglandaceae	Arbre
Ephedra	Ephedraceae	Arbustes, aspect de prêles U, C, Europe (bord de mer), seuls gymnospermes à alcaloïdes : éphédrine, adrénaline
Epipremnites reniculus	Magnoliaceae	Plante basse, bordure de lac
Eucommia	Eucommiaceae	Arbre à latex, à feuilles caduques des régions tempérées
Ginkgo geisserti nov. sp.*	Ginkgoaceae	Arbre, *Ginkgo biloba*, C, R
Glyptostrobus europaeus	Cupressaceae	«Cyprès des marécages», C
Halesia crassa	Styracaceae	Arbustes et arbres ; U (C) *cf. H. carolina* « Arbre aux clochettes d'argent », compagnon du hêtre, atmosphère humide
Juglans bergomensis*	Juglandaceae	Noix id. au noyer cendré (U)
Leitneria flexuosa (nov. sp.)	Letneriaceae	*Cf. Leitneria floridana*, petit arbuste résineux à feuilles caduques et bois très léger (cork-wood) Swamps du SE des USA
Liquidambar europaea	Hamamelidaceae	Arbre *Cf.* Copalme, U, C
Liriodendron germinata	Magnoliaceae	*Cf.* Tulipier de Virginie, U, C
Magnolia cor*	Magnoliaceae	U, C
Meliosma europaea*	Sabiaceae	Arbres tropicaux, U, C, V
	Myricaceae	Arbres ou arbustes, Dicotylédones archaïques
Nyssa disseminata	Nyssaceae (Cornaceae)	Arbres et arbustes U, C
Platycarya	Juglandaceae	
Parrotia persica**	Hamamelidaceae	Petit arbre, C
Parthenocissus	Vitaceae	Vigne-vierge, U, C

Genre et espèce	Famille	Port, milieu, espèce actuelle du même genre
Podocarpus	Podocarpaceae	Conifères (pinales), Régions tempérées chaudes, vallées humides et maréca-geuses
Prosperinaca reticulata	Halogaraceae	*Cf. P. palustris*, « faux myriophylle »
Ptelaecarpum Bronni	Sapindaceae	E, T, fam. Savonnier, litchi
*Pterocarya** (2 espèces)	Juglandaceae	Arbre, C, Caucase, ST
Rehderodendron ehrenbergii	Styracaceae	C, ST
Sabia europea	Sabiaceae	Plante grimpante C, T à ST
Sapium madleri	Euphorbiaceae	T
Sassafra ferretianum	Lauraceae	Régions tempérées chaudes, U, C
Scheuzeria	Scheuzeriaceae	Plantes de tourbières
Schizandra kirchheimeri et *S. geissertii (nov. sp.)*	Schizandraceae	U, *S. chinensis* (liane) « graine aux cinq saveurs »
Sciadopitys	Sciadopitiaceae (proche des Cupressaceae)	Conifères, pinales, *cf*. Pin parasol du Japon (*verticillata*)
Sequoia langdorfi*	Taxodiaceae	Proche de S. sempervirens, « *redwood* », plus haut mais moins large que *S. gigantea*, U
Sinomenium	Menispermaceae	*Cf. S. acutum*, liane asiatique
	Sparganiaceae	
Stuartia beckerana		
Styrax maximus *Pseudostyrax**	Styracaceae	Arbres et arbustes,U, C, *cf. S. officinalis* et *S. benzoin*
Symplocos (5 espèces)	Symplocaceae (Ericales)	U, C, T
Taxodium dubium*	Taxodiaceae (Cupressaceae)	Cyprès chauve, U
Ternstroemia dorofavii	Theaceae (Pentaphyllacaceae)	Arbustes, C famille des Camélias et du thé
Toddalia (2 espèces)	Rutaceae	*T. asiatica*, régions chaudes d'Asie et d'Afrique
Tsuga	Pinaceae (Abietoideae)	Conifère, U, C
Wikstroemia thomasii, nov. sp.	Thymelaceae	
Zelkova ungeri*	Ulmaceae	Arbres très proches du genre *Ulmus*, Europe du Sud et Asie