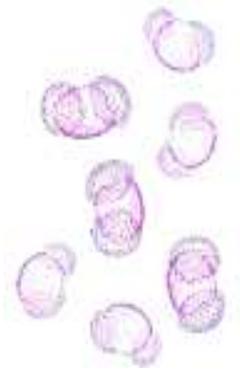


*Reconstitution du paléoclimat ligérien  
à partir des pollens fossiles  
de la tourbe du lac de Grand-Lieu*



Sciences à l'École



[www.sciencesalecole.org](http://www.sciencesalecole.org)



MINISTÈRE DE  
L'ÉDUCATION NATIONALE,  
DE LA JEUNESSE  
ET DE LA VIE ASSOCIATIVE

MINISTÈRE DE  
L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR  
ET DE LA RECHERCHE



**C.gENial**

Fondation pour la culture  
scientifique et technique

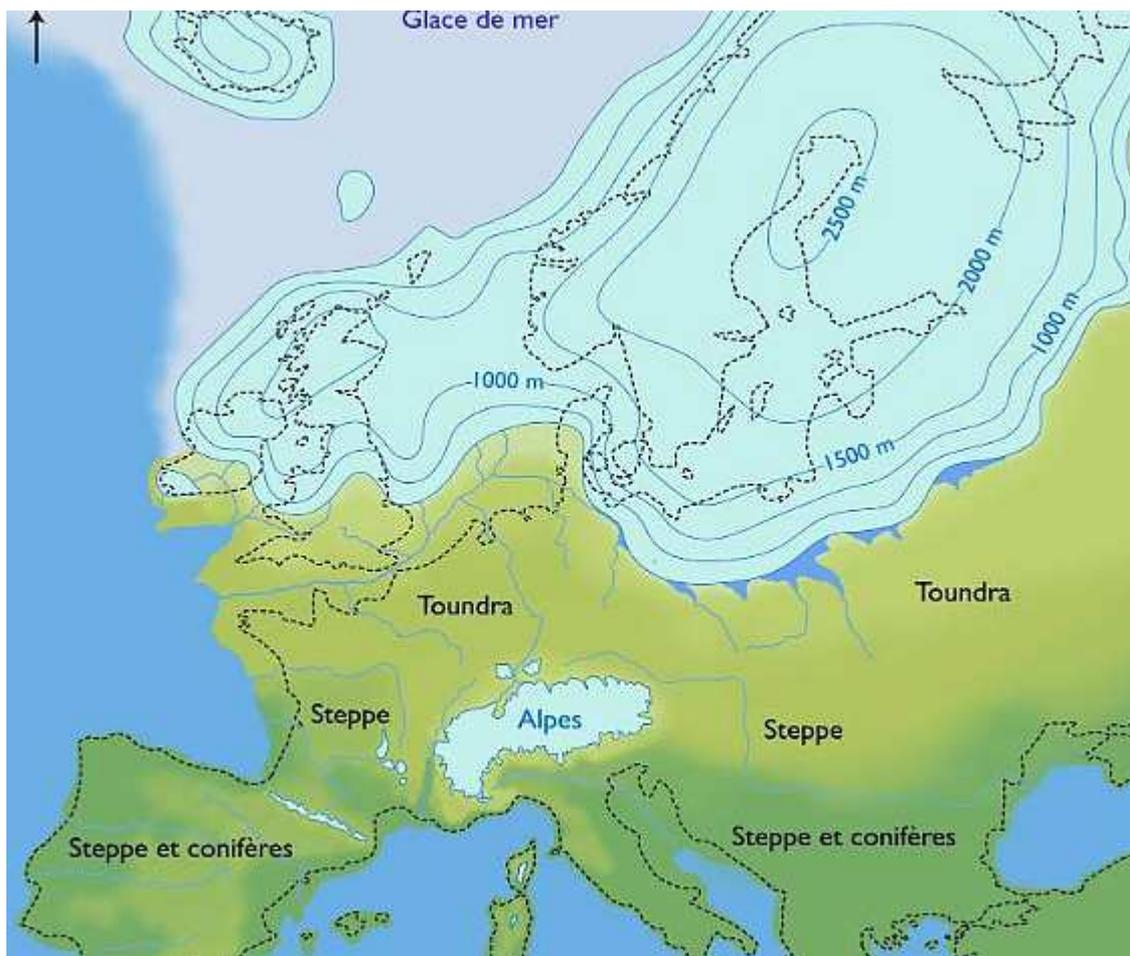
# Travaux de l'Atelier Scientifique et Technique

- I Date d'apparition des premiers angiospermes
- II Les grains de pollen
  - Rôle des grains de pollen dans le cycle du végétal
  - Comment les identifier ?
  - La palynologie
- III Milieux favorables à la conservation des pollens : grottes et tourbières
- IV La notion de biomes
- V Les tourbières
- VI Les pluies polliniques
- VII Spectres et diagrammes polliniques
- VIII La datation radiométrique
- IX Identification de pollen à partir de la clé de détermination du logiciel paléobiomes  
(Pin sylvestre, sapin, hêtre, bouleau, noisetier, chêne carex, poacées, apiacées, saule, aulne, tilleul)
- X Initiation à la palynologie à partir de lames microscopiques de simulation  
(Mélanges de pollens d'après un diagramme palynologique correspondant à la tourbière du Mont Bar situé à l'extrémité sud du territoire du Parc Naturel Régional du Livradois-Forez)
- XI Reconstitution de paléoclimat depuis le dernier optimum glaciaire en Europe à partir du logiciel Paléobiomes1
  - Evolution paléogéographique du bouleau et du chêne à feuilles caduques sur le territoire européen au cours des derniers 12000 ans.
  - Utilisation d'une clé de détermination pour la reconnaissance des pollens d'armoise et du chêne à feuilles caduques. Identification des préférences climatiques et analyse des diagrammes polliniques de ces deux végétaux.
  - Evolution paléogéographique du biome forêt tempérée décidue à partir des taxons chêne à feuilles caduques et hêtre.
  - Utilisation du logiciel Paléobiomes1 pour aborder l'évolution paléogéographique de l'Europe au cours des derniers 13000 ans à partir du biome toundra et des taxons cypéracées, saules et bouleaux.
- XII Analyse de données polliniques de la Grande Brière à partir de trois sondages réalisés par Lionel Visset (Université de Nantes)
- XIII Conception et réalisation d'un carottier pour extraire de la tourbe.
- XIV Extraction de pollen à partir d'une carotte de tourbe provenant du lac de Grand-Lieu
- XV Reconstitution du paléoclimat de la région ligérienne à partir des pollens fossiles de la tourbe du lac de Grand-Lieu.



## PROBLEMATIQUE

Au cours de la dernière période de glaciation (110000 ans– 13000 ans) la France présentait une végétation de toundra et de steppe.



aurelienequateur.blogspot.com

*Est-il possible de retrouver les traces de ce paléoenvironnement dans notre région ?*

**Les grains de pollen** peuvent se déposer dans les sédiments des lacs ainsi que dans les tourbières. L'enveloppe externe, très résistante, permet au pollen de se conserver pendant des milliers d'années. Le carottage de sédiments accumulés dans les lacs et les tourbières permet ainsi de réaliser des analyses polliniques à différents niveaux et de dater ces niveaux au carbone C<sup>14</sup>.

Les proportions de grains de pollen des différentes espèces présentes dans un niveau donné, permettent de réaliser un spectre pollinique. L'ensemble des spectres des différents niveaux aboutit à la construction d'un diagramme pollinique. **L'analyse d'un diagramme pollinique permet d'étudier l'évolution de la végétation sur un site donné pendant une période plus ou moins étendue et témoigne des climats successifs** si on considère que les espèces végétales passées avaient les mêmes exigences que les espèces actuelles (principe de l'actualisme).

### *Les grains de pollen*

Le **pollen** (du grec πάλη (*palè*) : farine ou poussière) constitue, chez les angiospermes, l'élément fécondant mâle de la fleur : ce sont de minuscules grains de forme plus ou moins ovoïde de quelques dizaines de micromètres de diamètre, initialement contenus dans l'anthère à l'extrémité des étamines. Lorsque les étamines sont mûres elles s'ouvrent libérant ainsi des grains de pollen. Le grain de pollen n'est pas un gamète, mais un gamétophyte à part entière, c'est-à-dire un producteur de gamète.

Concernant la taille, on considère que les pollens les plus petits sont ceux du myosotis (7µm) et les plus gros, ceux de la courge (150µm). Les pollens de moins de 10 µm sont réputés plus souvent allergènes: bouleau, aulne, charme, noisetier, châtaignier, chêne, cyprès, frêne, olivier, peuplier, platane.

Le pollen peut se composer d'un grain isolé ou de grains multiples.

Le grain de pollen mature est constitué habituellement de deux enveloppes. L'une est externe, l'exine; l'autre est interne, l'intine. L'exine est très différente selon les espèces, ce qui permet la détermination.

Bien souvent il faut une étude fine en microscopie pour aboutir à la détermination des grains de pollen mais une classification approximative peut être utilisée. Elle est basée sur :

- ✚ la taille, les plus petits sont ceux du myosotis (7µm) et les plus gros, ceux de la courge (150µm).
- ✚ la forme.
- ✚ la présence de pores ou de sillons en surface.

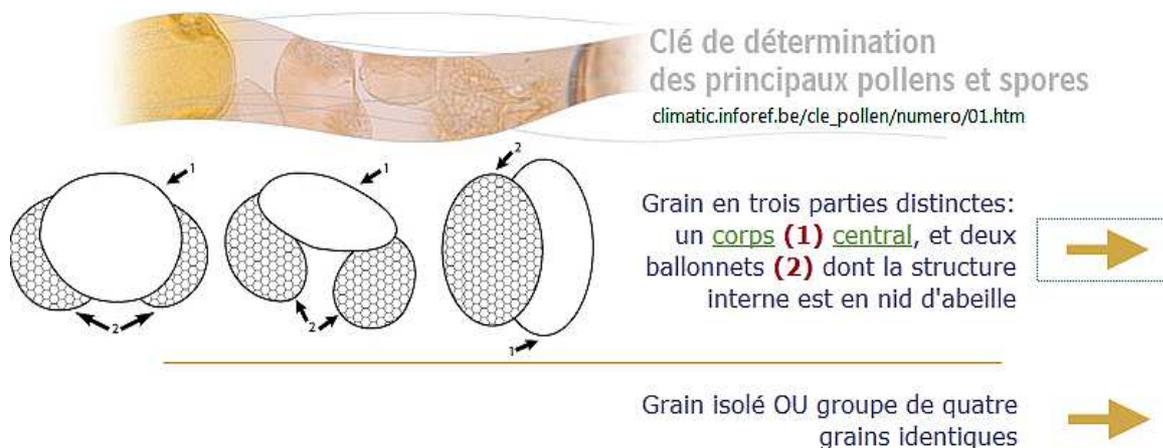
Dans les grains de pollen, l'enveloppe la plus externe du grain est faite de sporopollenine. Cette molécule est produite par les cellules au niveau des anthères (partie terminale des étamines produisant les grains de pollen). Elle est indestructible sinon par oxydation. Lorsque des grains de pollen sont piégés dans les sédiments ou dans un milieu réducteur comme les **tourbières**, seule cette enveloppe n'est pas dégradée et se conserve très longtemps. C'est donc cette caractéristique qui est à la base de la détermination des pollens.

## La palynologie

La palynologie est l'étude scientifique des pollens. Il est possible d'identifier une espèce végétale par l'observation de son pollen. Les caractères observés sont la taille (de 2,5 à 200 micromètres), la forme générale et l'aspect de l'exine : la stratification, les sculptures et granulations de la surface, le nombre, la forme et la disposition des ouvertures. La paléopalynologie est l'étude des pollens fossiles : elle permet de donner des informations sur le climat et la végétation au cours de l'ère quaternaire.

## Détermination des pollens

De nombreuses clés de détermination existent en ligne ou sous forme de logiciel.



## Qu'est ce qu'une tourbière?

L'écosystème d'une tourbière se caractérise par un sol saturé en permanence d'une eau stagnante ou très peu mobile privant d'oxygène les micro-organismes (bactéries et champignons) responsables de la décomposition et du recyclage de la matière organique. Dans ces conditions asphyxiantes, la litière végétale ne se minéralise que très lentement et très partiellement. Elle s'accumule alors, progressivement, formant un dépôt de matière organique mal ou non décomposée : la tourbe. Cette tourbe contient au moins 20% de carbone et peut s'accumuler sur plusieurs mètres d'épaisseur, au rythme moyen de 0.2 à 1 mm par an. La plupart des tourbières s'étant formées après le retrait de la dernière glaciation (glaciation du Würm, il y a environ 12000 ans), les dépôts de tourbe généralement observés ont une épaisseur comprise entre 50 cm et 5 à 10 m mais ces accumulations prennent parfois des proportions exceptionnelles comme à la Grande Pile (70) où le dépôt atteint 19 m.

La région nantaise est la région de France la plus riche en tourbe (le bassin de la Basse-Loire représente 6684 hectares de tourbières), l'essentiel des ces « réserves » étant concentré dans le bassin de l'Erdre (marais de Logné et de Mazerolles), le bassin de l'Acheneau (marais de Grand-Lieu), le bassin du Brivet et celui de la Roche Taillée (marais de Prinquiau) et le bassin de l'Etier de Méan (marais de Donges, de Trignac et de Grande Brière).

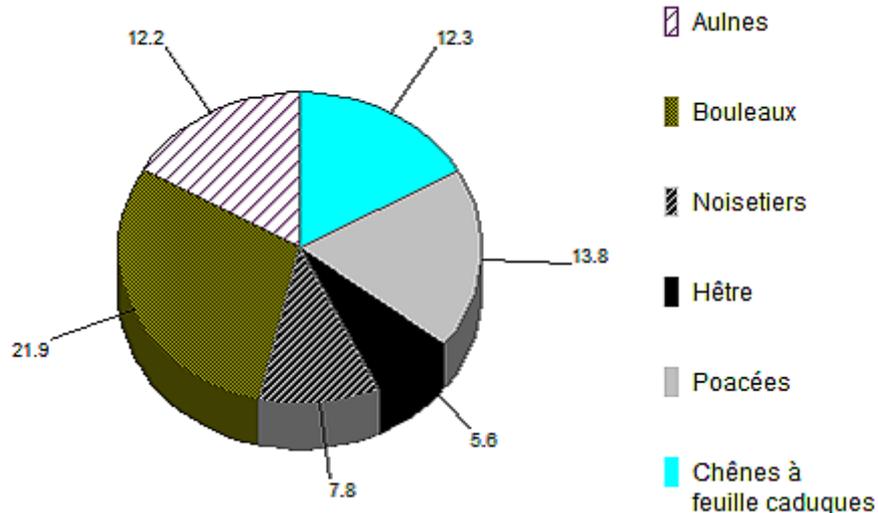


## Valeur scientifique des tourbières

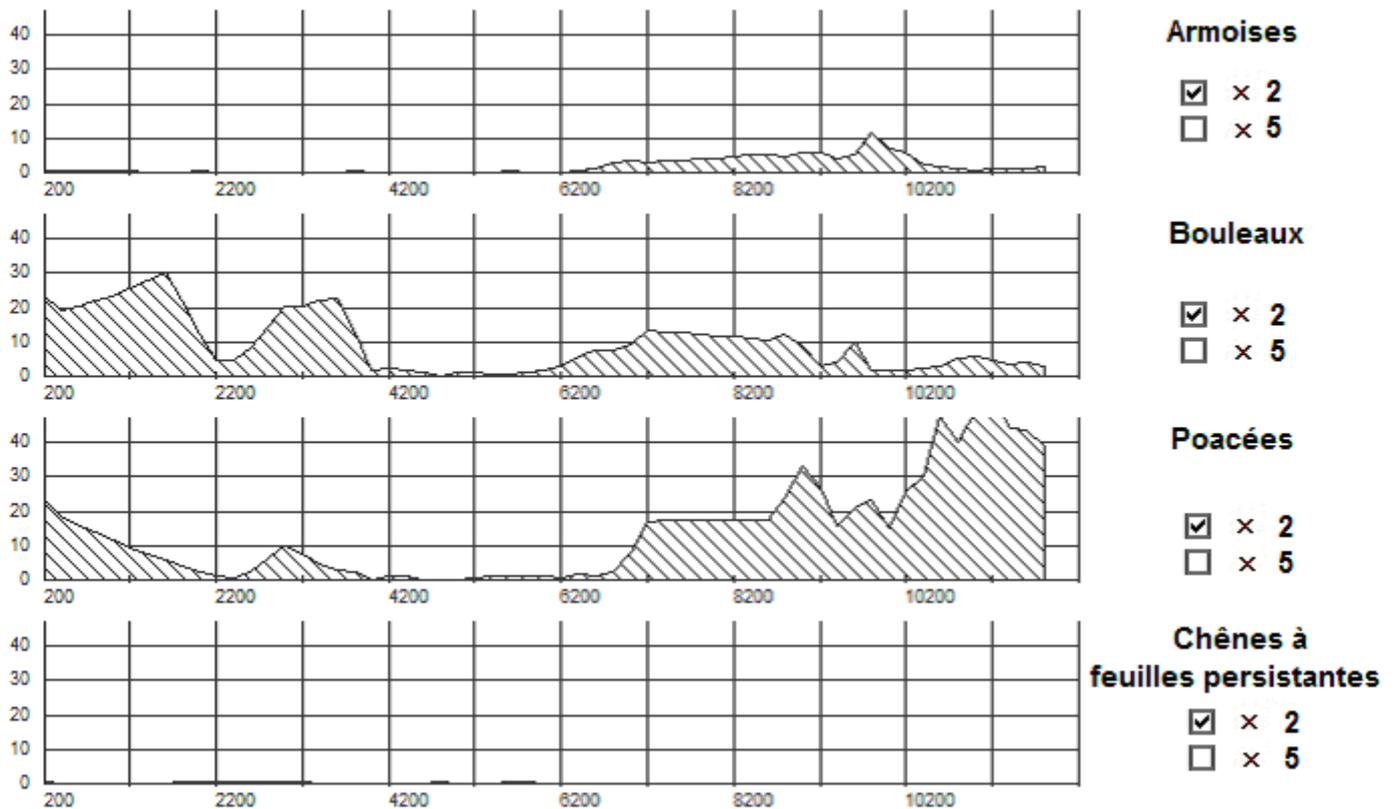
L'étude des pollens (palynologie) conservés dans la tourbe permet de reconstituer le paléoclimat et le paléopaysage depuis près de 12 000 ans.

### Spectres et diagrammes polliniques

Le palynologue mesure l'abondance des différents taxons identifiés par leurs grains de pollen. La réalisation d'un diagramme pollinique nécessite l'extraction préalable des grains de pollen par un traitement physique et chimique. Pour chaque échantillon prélevé, l'identification des grains de pollen est faite au microscope photonique. Par convention, on compte et on identifie 300 à 500 grains de pollen dans chaque niveau pour établir le pourcentage de chaque espèce de grain de pollen. Un **diagramme pollinique** représente la variation des pourcentages des grains de pollen d'un taxon au cours du temps.



Représentation d'un spectre pollinique sur le site de PRE EN PAIL à la date de 800BP (logiciel Paléobiomes1)



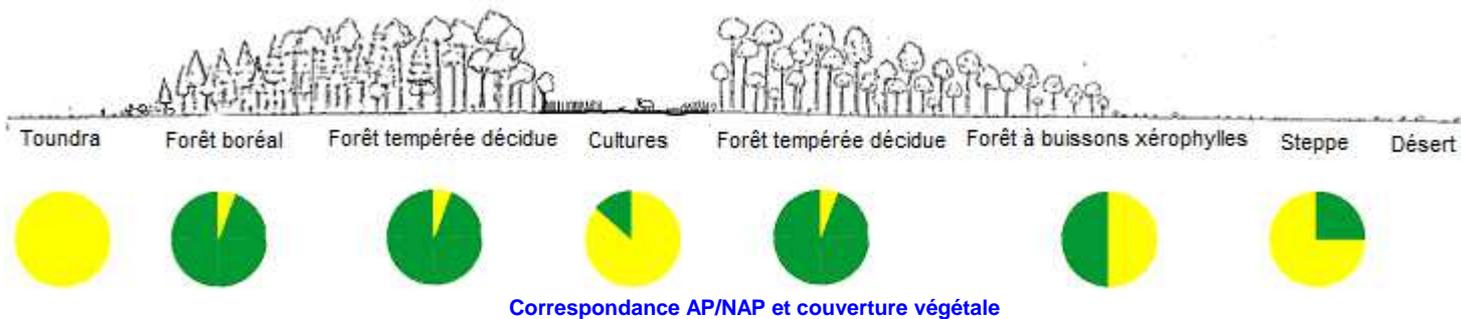
Représentation d'un diagramme pollinique sur le site de PRE EN PAIL à la date de 800BP (logiciel Paléobiomes1)

## Illustration des dynamiques polliniques par des évolutions paysagères puis climatiques

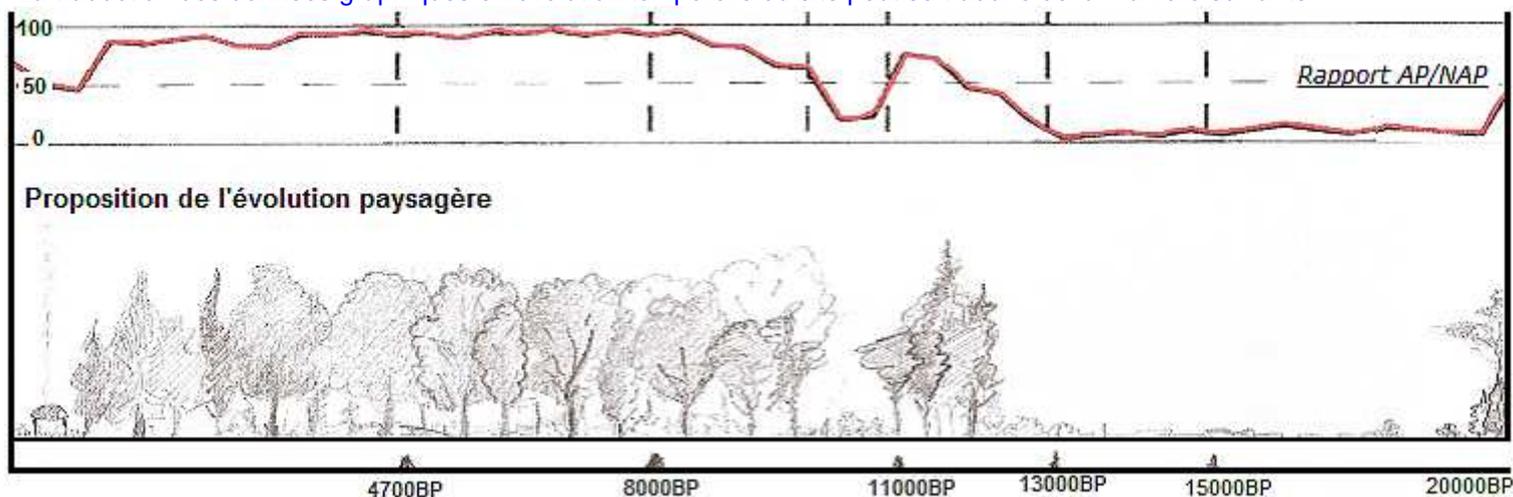
Le comptage des grains de pollen dans des couches sédimentaires permet d'obtenir des représentations graphiques des variations des pluies polliniques donc des taxons au cours du temps. Traduire un ensemble de données polliniques en une variation lisible de la végétation puis du climat n'est pas des plus simples. Il faut noter les difficultés classiques d'interprétation liées à l'action de l'homme (période néolithique vers 5000/4000 BP ou plus récemment) où la variation paysagère est peu liée au changement climatique de cette période mais à la déforestation par l'homme.

Un indice est utilisé : le ratio AP/NAP (Arboreal pollen/non arboreal pollen) est le rapport du pourcentage de pollen d'arbre sur celui des arbustes et herbacées.

On pourrait traduire de manière simple le lien AP (vert) / NAP (jaune) en paysage végétal.



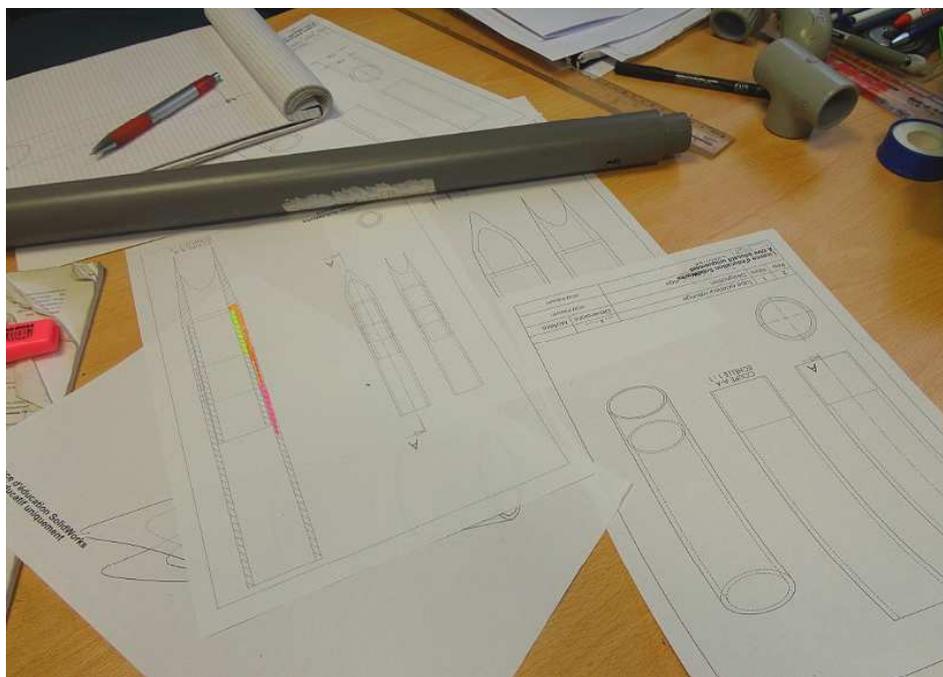
La traduction des données graphiques en évolution temporelle du site peut se traduire de la manière suivante :



Rapport AP/NAP – Diagramme pollinique simplifié des sédiments lacustres supra morainiques de la région de Lourdes

## Réalisation de carottes de tourbes

Pour réaliser des prélèvements de tourbe sous forme de carottes il a été nécessaire de concevoir et de réaliser un carottier. Le prototype a été conçu en technologie puis présenté à un industriel pour sa réalisation.



Elaboration des plans du carottier à partir d'un logiciel



Réalisation en salle de technologie et premiers tests....



Présentation du prototype à Monsieur Yvon Plantive des Chaudronnerie Plastique Nantaise (Basse-Goulaine)  
Madame Plouhinec, professeur de Technologie, donnant quelques détails techniques à Monsieur Plantive

Une grande attention a été portée sur le choix du site d'extraction en bordure du lac de Grand-Lieu pour la réalisation des carottes de tourbe. Les premiers essais de notre carottier ont été contrariés par le niveau très élevé du lac de Grand-Lieu en ce mois de février 2013. Aucun prélèvement de tourbe n'a été possible. En revanche le carottier fonctionne et nous attendons des conditions plus favorables pour réaliser une véritable carotte de tourbe !



Présentation du carottier avec le tube intérieur



Extrémité du carottier



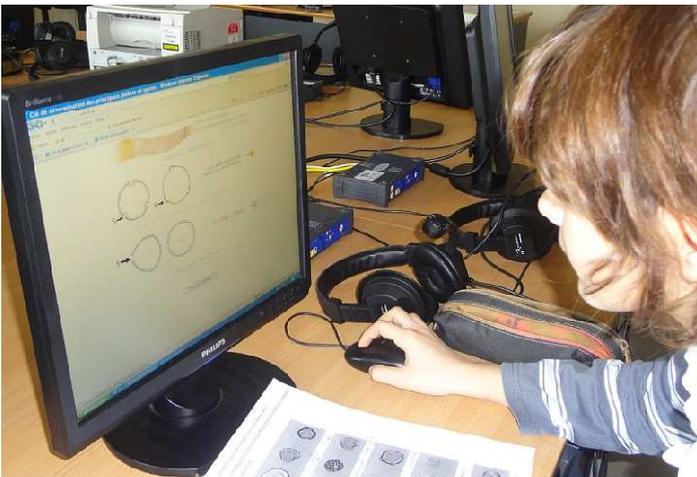
Premiers essais au Lac de Grand-Lieu



Pour maîtriser l'environnement scientifique de notre recherche, il a été nécessaire de réaliser des séances de détermination de pollen au microscope optique, d'étudier l'origine des tourbières et des pluies polliniques, les notions de biomes, de spectres et de diagrammes polliniques, de comprendre la datation radiométrique, d'analyser les résultats de carottages déjà réalisé dans notre région par des scientifiques



Prélèvement et observation de grains de pollen au microscope optique



Identification des pollens à partir d'une clé de détermination

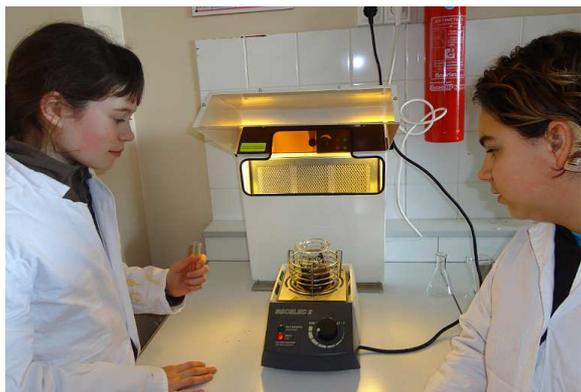
Notre hotte d'aspiration et notre centrifugeuse ont permis d'extraire les pollens fossiles de manière efficace et sécurisé. Il ne restait plus qu'à identifier et compter ces pollens fossiles à différentes profondeurs des carottes recueillies (le niveau le plus profond nous renseignant sur la période la plus ancienne des dépôts de pollens de notre région).



Prélèvement d'un échantillon de tourbe de 2 cm<sup>3</sup> environ à l'aide d'un emporte-pièce



Placer l'échantillon dans un petit bœcher avec 8 cm<sup>3</sup> de potasse à 10% et agiter.



Porter à ébullition douce ( sous la hotte ) pendant 8 à 10 minutes au maximum



Filtrer le contenu du bœcher sur un tamis de 125 µm au-dessus d'un cristalliseur



Récupérer le filtrat et le répartir dans les tubes à centrifuger



Centrifuger 10 minutes à 2000 tours en équilibrant bien la centrifugeuse



Prélever une petite partie du culot et monter entre lame et lamelle dans l'eau colorée par une goutte de Fuchsine

## Visite du laboratoire «Polen» de la Faculté des Sciences de Nantes

La visite au laboratoire «Polen» de la Faculté des Sciences de Nantes a montré l'intérêt de la paléopalinologie en archéologie et de découvrir le métier d'enseignant chercheur.



Exposé de Madame Brun, enseignante-chercheuse, responsable du laboratoire POLEN



Présentation de l'extrémité d'un carottier par Monsieur Laurent Charrieau, technicien au laboratoire POLEN



Visite du laboratoire de Palynologie