

## **APPORTS DE LA SPATIALISATION DE DONNEES PALYNOLOGIQUES ET ARCHEOLOGIQUES SOUS SIG A LA RECONSTITUTION DES DYNAMIQUES VEGETALES DES PYRENEES FRANÇAISES, EXEMPLE POUR LA TRANSITION NEOLITHIQUE-AGE DU BRONZE.**

**Anne Le Flao**

Laboratoire GEODE, UMR CNRS 5602, 5 allées Antonio Machado, 31058 Toulouse cedex 9, France.

### **Résumé**

L'histoire de l'environnement des Pyrénées françaises faisant l'objet depuis longtemps déjà d'études interdisciplinaires, le besoin et l'intérêt d'une étude de synthèse sont apparus. Pour cela, nous proposons de gérer et d'articuler les données polliniques des tourbières pyrénéennes et les données archéologiques pour la période allant de la fin du Mésolithique jusqu'au début de l'Antiquité. Au-delà de la compilation de données (dans une base de données), notre objectif est de spatialiser, de cartographier sous SIG les dynamiques de la végétation et de mettre en exergue les traces laissées par les pratiques agro-pastorales néolithiques.

### **Mots-clés**

Palynologie ; archéologie ; Pyrénées ; base de données ; SIG ; Mésolithique ; Néolithique ; histoire de l'environnement ; spatialisation ; anthropisation.

### **Introduction**

Une discipline naturaliste telle que la palynologie ne peut pas expliquer, seule, l'évolution des milieux. C'est au croisement des regards de spécialistes que l'histoire de l'environnement prend forme et la chaîne des Pyrénées est depuis longtemps déjà le terrain d'études de botanistes, d'historiens, de sociologues, de géographes et d'archéologues. Mais cet héritage interdisciplinaire des premiers spécialistes des Pyrénées tel H. Gaussen (sa thèse porte sur la végétation de la moitié est des Pyrénées, 1926) ne se révélera que tardivement.

Le premier jalon de la palynologie pyrénéenne est posé en 1974 par G. Jalut (réflexion sur l'évolution de la végétation des Pyrénées méditerranéennes en lien avec le climat et les impacts anthropiques). Dans cette lignée, D. Galop présente, en 1998, une thèse où il place d'emblée l'homme et ses activités au cœur de la recherche paléoenvironnementale. D'autres études sont entreprises ayant pour cadre diverses zones des Pyrénées (Mardones, 1982 ; Pages, 1982 ; Andrieu, 1991 ; Aubert, 2001 et Belet, 2001).

Les études mixtes pionnières concernent la palynologie et l'anthracologie (Davasse et Galop, 1989, dans les Pyrénées ariégeoises). L'expérience a été reproduite en Cerdagne dans le cadre d'une étude historique et archéologique de la montagne pastorale d'Enveig (Rendu, 2003). Cette association de la palynologie et de l'archéologie constitue aujourd'hui un axe de recherche très dynamique auquel l'étude présentée ici appartient.

Fort de ce cadre scientifique riche, c'est tout naturellement que notre choix s'est porté sur la zone des Pyrénées pour tester des outils informatiques modernes tels que la base de données et le SIG. D'une part, un recensement des analyses et des études pyrénéennes s'avère nécessaire et d'autre part, les programmes de recherches pluridisciplinaires récents réclament la création d'outils adaptés. De plus, les portées spatiale et temporelle spécifiques des diverses données concernées désignent le SIG comme un outil incontournable.

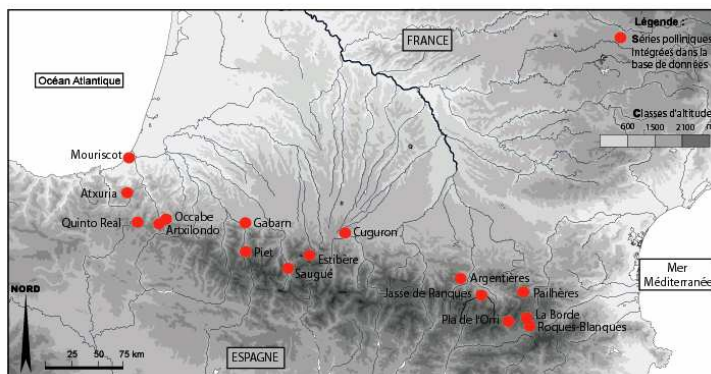
Les dynamiques végétales sont enregistrées par la palynologie et ce sont ces données qui, cartographiées, devraient nous permettre de mieux appréhender l'histoire de la végétation pyrénéenne depuis le Tardiglaciaire. Nous nous interrogeons sur la mise en place de la forêt tempérée il y a environ 20 000 ans puis sur les modifications du couvert végétal induites par les premières populations d'agriculteurs. Nous comparons ces informations aux données archéologiques pour la période allant de la fin du Mésolithique jusqu'au début de l'Antiquité. De cette confrontation, nous espérons voir émerger des pistes explicatives aux variations de valeurs visibles dans les analyses palynologiques. Dans le cadre du projet de recherche interinstitutionnel « Rythmes et causalités des dynamiques de l'anthropisation en milieu montagnard. L'exemple de la construction des territoires pyrénéens de la fin du Mésolithique à l'aube de notre ère » (ACR dirigée par D. Galop, L. Carozza et N.

Valdeyron), notre étude propose des solutions pour aider à représenter ce morceau de l'histoire de l'environnement des Pyrénées.

## Données

### *Les tourbières pyrénéennes comme archives des végétations passées*

Les données à la base de l'étude sont les analyses palynologiques des tourbières du versant français des Pyrénées (cf. carte des sites utilisés pour cette étude ci-dessous). Cet accès aux données palynologiques fossiles se fait par le biais de collaborations puisque ce sont des analyses datant de 1970 à aujourd'hui (G. Jalut, D. Galop, J.-M. Belet). Les données palynologiques modernes sont elles en cours d'acquisition.



A partir des feuilles de comptage et des datations radiocarbone, nous réalisons un modèle âge-profondeur pour dater tous les niveaux analysés et nous calculons les moyennes des valeurs des taxons pour les périodes qui nous intéressent. Ce sont ces données préalablement triées qui sont insérées dans le SIG. Là, elles sont à nouveau triées et sélectionnées par des requêtes en vue d'être cartographiées. Les cartes sont réalisées sous forme de séries « thématiques » se succédant chronologiquement. A partir de ces supports, rapprochements, commentaires et hypothèses sont émis et discutés.

### **Sur la trace des pratiques agro-(sylvo)-pastorales néolithiques en Pyrénées**

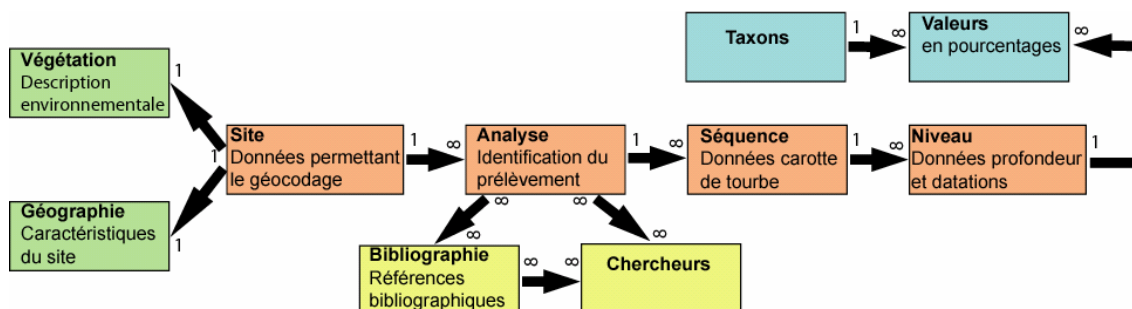
Notre étude travaille également avec les données archéologiques attestant de la présence humaine dans la zone concernée (extractions des bases de données Patriarche des SRA Aquitaine, Midi-Pyrénées et Languedoc-Roussillon...). Ces informations sont comparées aux renseignements sur l'état de la végétation et nous essayons de percevoir les cas de figure où la présence humaine et donc celle de pratiques agro-(sylvo)-pastorales semblent être le facteur explicatif principal des évolutions des dynamiques forestières.

## Méthode et mise en œuvre

### *La base de données pour synthétiser les acquis*

L'apparition des recherches interdisciplinaires ayant fait naître de nouveaux besoins, les supports techniques se diversifient. La création d'une base de données est une réponse dans notre cas au besoin d'organiser une mémoire paléoenvironnementale.

Schéma d'organisation de la base de données (état non définitif) :



Dans la base de données, nous avons souhaité préserver le plus possible des données « brutes » qui l'alimentent. En effet, nous devons pouvoir parer à toute évolution éventuelle des besoins en terme de précision des données sources et de demande en terme de fiabilité et de restitution graphique. C'est pourquoi les fréquences polliniques brutes, niveau par niveau, préexistent dans la base à côté des datations radiocarbone non encore calibrées. Les données sont ensuite travaillées avant d'être intégrées au SIG : les modèles âge-profondeur sont réalisés à partir des datations calibrées avec Calib 5.0.1 (M. Stuiver, P. J. Reimer, R. Reimer). Les données sont ensuite interrogées au moyen des requêtes, par exemple :

- « quelles sont les valeurs de *Fagus*, *Quercus* et *Abies* autour de 6000 cal BP ? »

- « quelle est la moyenne des valeurs des taxons arboréens des sites des Pyrénées orientales à basse altitude au Mésolithique final puis au début du Néolithique... ? »

- « à quelles dates sont enregistrées les premières occurrences de *Plantago lanceolata* sur la chaîne ? »

Les résultats des requêtes sont ensuite exprimés graphiquement.

La BD « Paléopyr » ayant précédé le SIG, cela a été le moyen de vérifier la pertinence des premières cartes manuelles issues de requêtes sous Access.

Le recours au SIG se justifie principalement en terme de « facilité » d'exploitation par rapport à la cartographie manuelle. La recherche portant sur l'observation d'évolutions spatiales et temporelles, la solution de la série de cartes chronologiques thématiques semble être la plus pertinente. Or cela demande que l'articulation entre le corpus de données (la base de données), son interrogation et sa restitution graphique soient les plus pratiques et les plus « rapides » à l'utilisation. Récemment nous avons commencé la confrontation graphique des données palynologiques avec des données archéologiques et la base de données commence à accueillir les tables se rapportant aux informations archéologiques.

### **Le SIG**

En terme de logiciel, notre choix s'est porté sur Arcgis dans la mesure où ses capacités garantissent la possibilité de réaliser notre projet et où son utilisation demeure relativement souple.

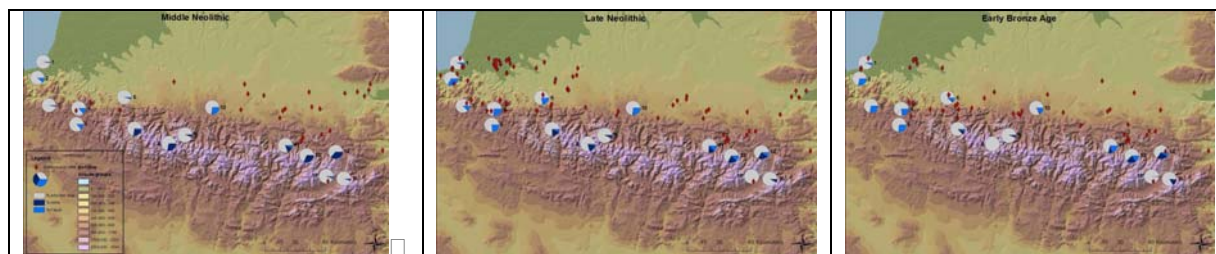
L'emploi du SIG pour manipuler des données appartenant à différentes disciplines s'avère un choix payant même s'il faut rester prudent quant à la spatialisation des valeurs polliniques notamment. En effet, si la palynologie permet de restituer une image passée de la végétation environnante d'un site, elle donne certes des informations dans la durée mais, par nature, elle est une information régionale et non locale. Il est donc impératif de contourner cet état de fait et de chercher une façon de spatialiser la donnée sans raccourcis ni biais.

Les pourcentages par espèces comptés au microscope niveau par niveau ne constituent effectivement qu'un écho de la végétation. Cette image englobe les pluies polliniques des végétations locale, voisine et régionale. Sur le modèle synthétique de provenance des pollens par rapport à la taille des sites, proposé par Jacobson et Bradschaw (1981) et d'après D. Galop (1998) « il semble que de petits bassins sédimentaires soient plus adaptés à une analyse locale ». Ces valeurs sont caractéristiques des disparités de la pollinisation propres à chaque espèce et des particularités du site de prélèvement, qui vont influencer la dispersion et le transport de la pluie pollinique. Toutes ces limites requièrent un traitement spatial spécifique des échantillons : la calibration des valeurs fossiles grâce à un référentiel pollinique actuel (cf. travaux de J. Heim pour la méthode en 1970 et thèse de F. Mazier pour une application récente). Ce référentiel permettra de définir les valeurs polliniques seuils, c'est à dire les valeurs caractéristiques dont la signification est connue (végétation dense, lointaine... à partir de telle fréquence pollinique pour telle région). A terme ces valeurs pourront être représentées sous la forme de cartes de la végétation passée matérialisée par des courbes isochrones, sur le modèle développé dans l'atlas de Huntley et Birks. Les prélèvements contenant la pluie pollinique actuelle sont en cours et réalisés sur une trame la plus régulière et fine possible sur le versant français des Pyrénées en tenant compte de tous les cas de figures pouvant être discriminants sur le modèle des caractéristiques des tourbières prélevées (gradient est-ouest, altitude, superficie du site de captage...). L'interpolation linéaire ou surfacique des valeurs par le biais d'un modèle permettra par la suite de ne plus être limité par l'aspect ponctuel des données.

### **Résultats**

Après une série de premiers tests concluants portant sur la spatialisation des valeurs de certains taxons arboréens, nous avons débuté les essais de corrélations cartographiques entre les données archéologiques et palynologiques. Nous présentons ici un exemple des résultats obtenus avec la spatialisation des valeurs du hêtre et du sapin et des données archéologiques (incomplètes car en cours d'acquisition). Le but est d'évaluer si la

quantification des impacts humains sur l'environnement est possible. Les modifications de rythme de vie liées à la néolithisation des populations mésolithiques pyrénéennes ont généré une pression telle sur le milieu que le paysage forestier en a été modifié. Ces changements se traduisent en terme de densité des peuplements et de variété des espèces. Les transformations ont touché le cœur même des écosystèmes jusque là soumis à des processus d'origine naturelle.



Au Néolithique moyen, *Fagus* a déjà commencé son expansion et s'étend vers l'ouest sur le piedmont des Pyrénées Centrales. Le facteur anthropique ne semble pas être de première importance durant cette phase d'expansion. Bien que les données archéologiques ne soient pas complètes, le développement le plus important de *Fagus* se trouve dans une zone moins densément peuplée comparativement aux Pyrénées Orientales. Or une des hypothèses concernant le développement de *Fagus* est qu'il est un corollaire d'abandon de terres défrichées puis cultivées (Björkman, 1999; Delhon et Thiébault, 2005).

Les plus fortes augmentations des valeurs de *Fagus* sont enregistrées sur des tourbières où de nombreux artefacts tardi-néolithiques ont été enregistrés. La fin du Néolithique est le moment où l'on perçoit un clair développement du hêtre sur l'ensemble de la chaîne, à l'ouest mais aussi dans la partie est, dans un contexte d'augmentation et de maintien des occupations des vallées et du piedmont. Ceci renvoie encore à cette idée d'un déterminisme anthropique du développement de *Fagus*.

La diminution des occupations humaines est peut-être due au manque de données archéologiques actuellement disponibles dans la base de données; même si nous pouvons observer une intemporalité des occupations de la montagne. Pendant ce temps, *Fagus* est bien établi et devient l'espèce dominante du versant nord, essentiellement dans les régions ouest et centre, alors qu'il reste en position secondaire au sein de la forêt des Pyrénées Orientales.

## Discussion et conclusion

L'histoire de l'environnement montre la mise en place millénaire de processus lents et successifs qui touchent les ensembles végétaux. Malgré une linéarité apparente des événements, il faudrait plutôt imaginer une suite de mouvements pulsatiles d'expansions et de rétractions, au gré des variations climatiques: c'est-à-dire des phénomènes arythmiques.

Il existe une réelle difficulté à saisir toutes les modalités des dynamiques temporelles et surtout à les restituer. Pourtant, après une interrogation des méthodes et des moyens de restitution, les outils base de données et SIG commencent à se révéler des supports de l'information valables et performants. Plus encore, la limite spatiale inhérente à la nature de la discipline palynologique aurait tendance à pouvoir être contournée, offrant ainsi des perspectives très intéressantes aux études interdisciplinaires.

A l'heure actuelle, nous complétons la trame des informations sur la chaîne pyrénéenne (séquences polliniques fossiles, prélèvements actuels, données archéologiques...). Nous procédons également à des réajustements fonctionnels des modes de saisie des données à la fois pour la base de données et pour le SIG. Au fil des utilisations, il est apparu que certaines maladresses de conception rendaient les étapes de saisie bien trop longues. La standardisation des fichiers sources et l'automatisation de certains transferts vont permettre de gagner du temps.

## Bibliographie

- ANDRIEU V., 1991, *Dynamique du paléoenvironnement de la vallée montagnarde de la Garonne (Pyrénées Centrales, France) de la fin des temps glaciaires à l'actuel*. Thèse de doctorat, Université de Toulouse II : 330 p.
- AUBERT S., 2001, *Limite supérieure de la forêt, climat et anthropisation: dynamique tardiglaciaire et holocène de la végétation dans la vallée du Marcadau (Hautes-Pyrénées, France)*. Thèse de doctorat, Université Toulouse III : 365 p.
- BELET J.-M., 2001, *Variations tardiglaciaire et holocène de la limite supérieure de la forêt dans les Pyrénées Centrales : l'exemple du vallon d'Estibère (Hautes-Pyrénées, France)*. Thèse de doctorat, Université de Toulouse III : 241 p.
- BJÖRKMANN L., 1999, The establishment of *Fagus silvatica* at the stand-scale in southern Sweden. *The Holocene*, 9, 2 : 237-245.
- DAVASSE B. et GALOP D., 1989, Le charbon de bois et le pollen : éléments pour une approche de l'évolution historique du paysage forestier dans les Pyrénées ariégeoises. *Acta biol. mont.*, IX : 333-340.
- DELHON C. et THIEBAULT S., 2005, The migration of beech up the Rhone : the Mediterranean history of a « mountain » species. *Veget. Hist. Archaeobot.* 14 : 119-132.
- GALOP D., 1998, *La forêt, l'homme et le troupeau dans les Pyrénées. 6000 ans d'histoire de l'environnement entre Garonne et Méditerranée*. GEODE, Laboratoire d'Ecologie Terrestre, FRA.M.ESPA, Toulouse : 285 p.
- GAUSSEN H., 1926, Végétation de la moitié orientale des Pyrénées. Sol, climat, végétation, *Bull. Soc. Hist. Nat. De Toulouse*, LV : 564 p.
- HEIM J., 1970, *Les relations entre les spectres polliniques récents et la végétation actuelle en Europe occidentale*. Université de Louvain, 181 p.
- HUNTLEY B. et BIRKS H. J. B., 1983, *An atlas of past and present pollen maps for Europe: 0-13000 years ago*. Cambridge University Press : 667 p.
- JACOBSON G.L. et BRADSCHAW R.H.W., 1981, The selection of sites for palaeovegetational studies, *Quaternary Research* (16): 80-96.
- JALUT G., 1974, *Evolution de la végétation et variations climatiques durant les quinze derniers millénaires dans l'extrémité orientale des Pyrénées*. Thèse d'Etat, Université P. Sabatier, Toulouse : 176 p.
- MARDONES M., 1982, *Le pléistocène supérieur et l'Holocène du piémont de Lourdes : le gisement de Biscaye (Hautes-Pyrénées, France). Etude palynologique, sédimentologique et géomorphologique*. Thèse de doctorat, Université P. Sabatier : 100 p.
- MAZIER F., 2006, *Modélisation de la relation entre pluie pollinique actuelle, végétation et pratiques pastorales en moyenne montagne (Pyrénées et Jura). Application pour l'interprétation des données polliniques fossiles*. Université de Franche-Comté, 226 p.
- PAGES P., 1982, *Histoire de la végétation en Haute vallée d'Ossau*. Mémoire de DEA, Université P. Sabatier : 45 p.
- RENDU Ch., 2003, *La montagne d'Enveig – Une estive pyrénéenne dans la longue durée*. Editions Trabucaire, Canet : 606 p.