



**HAL**  
open science

## Le stage Archéologie environnementale : une approche thématique et transversale des sciences naturelles appliquées à l'archéologie préventive

Muriel Boulen, Frédéric Broes, Cécilia Cammas, Benoit Clavel, Sylvie Coubray, Laurent Deschodt, Isabel Figueiral, Stéphane Frère, Matthieu Le Bailly, Blandine Lecomte-Schmitt, et al.

### ► To cite this version:

Muriel Boulen, Frédéric Broes, Cécilia Cammas, Benoit Clavel, Sylvie Coubray, et al.. Le stage Archéologie environnementale : une approche thématique et transversale des sciences naturelles appliquées à l'archéologie préventive. Carine Carpentier; Rose-Marie Arbogast; Philippe Kuchler. Bioarchéologie : minimums méthodologiques, référentiels communs et nouvelles approches : Actes du 4e séminaire scientifique et technique de l'Inrap, 28-29 nov. 2019, Sélestat, Inrap, 20 p., 2020, 10.34692/jtxq-z907 . hal-03046105

HAL Id: hal-03046105

<https://inrap.hal.science/hal-03046105v1>

Submitted on 8 Dec 2020

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

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



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License



# Le stage *Archéologie environnementale* : une approche thématique et transversale des sciences naturelles appliquées à l'archéologie préventive

Muriel BOULEN, Frédéric BROES,  
Cécilia CAMMAS, Benoît CLAVEL, Sylvie  
COUBRAY, Laurent DESCHODT, Isabel  
FIGUEIRAL, Stéphane FRÈRE, Matthieu  
LE BAILLY, Blandine LECOMTE-SCHMITT,  
Sophie MARTIN, Pascal VERDIN, Jean-  
Hervé YVINEC

## Mots clés

Formation, géoarchéologie, bioarchéologie,  
occupations humaines, paysage, activités hu-  
maines

## Keywords

Training, geoarchaeology, bioarchaeology,  
human occupations, landscape, human activities

## Référence électronique

BOULEN, Muriel, BROES, Frédéric, CAMMAS, Cécilia,  
CLAVEL, Benoît, COUBRAY, Sylvie, DESCHODT, Laurent,  
FIGUEIRAL, Isabel, FRÈRE, Stéphane, LE BAILLY,  
Matthieu, LECOMTE-SCHMITT, Blandine, MARTIN,  
Sophie, VERDIN, Pascal & YVINEC, Jean-Hervé.  
(2020). Le stage *Archéologie environnementale* :  
une approche thématique et transversale des  
sciences naturelles appliquées à l'archéologie  
préventive. Dans C. Carpentier, R.-M. Arbogast  
& P. Kuchler (dir.), *Bioarchéologie : minimums  
méthodologiques, référentiels communs et  
nouvelles approches : actes du 4<sup>e</sup> séminaire  
scientifique et technique de l'Inrap, 28-29 nov.  
2019*, Sélestat. <[https://doi.org/10.34692/  
jtxq-z907](https://doi.org/10.34692/jtxq-z907)>.

## Résumé

La formation interne de l'Inrap « Archéologie environnementale » vise à présenter les apports des différentes disciplines bioarchéologiques et géoarchéologiques mises en œuvre pour une meilleure compréhension des activités humaines au cours du temps. Des exemples croisés sont présentés par thématique, comme la restitution du paysage, l'exploitation des milieux, les pratiques funéraires, artisanales, agro-pastorales et alimentaires. Les différents thèmes y sont traités de façon transversale, en hiérarchisant les apports et limites de chacune des disciplines : géomorphologie, pédologie, micromorphologie, palynologie, malacologie, carpologie, xylo- et anthracologie, étude des phytolithes, entomologie, paléoparasitologie, archéozoologie et ichtyologie. Le stage est également un moment d'échanges entre les intervenants et les stagiaires (responsables et techniciens d'opération, directeurs adjoints scientifiques et techniques), mais aussi avec les « décideurs » et personnes en charge des prescriptions, afin que puissent être envisagées, en amont, les études les mieux adaptées aux contextes et aux problématiques scientifiques.

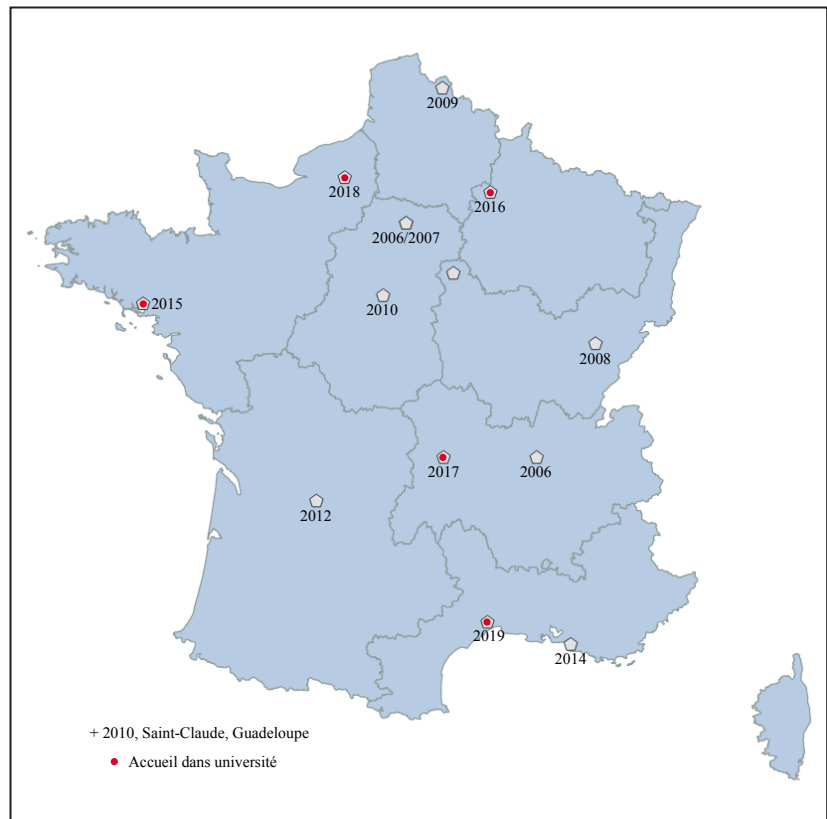
## Abstract

*Inrap's internal learning aims to present the benefits of the different disciplines (bioarchaeology and geoarchaeology) used for a better understanding of human activities over time. Cross-cutting examples are presented by theme, such landscape restitution, exploitation of environments, funeral practices, handcrafts, agro-pastoral and food practices. The different themes are treated in a transversal way, by ranking the contributions and limits of each discipline: geomorphology, pedology, micromorphology, palynology, malacology, carpology, xylo- and anthracology, study of phytoliths, entomology, palaeoparasitology, archaeozoology and ichthyology. The stage is also a time for exchanges between the speakers and trainees (excavation managers, technicians, scientific and technical assistant directors), but also with the « decision-makers » and people in charge of the prescriptions, so that the most appropriate studies can be envisaged, upstream, according to the contexts and scientific issues.*

## 1. Introduction

Les disciplines de la bioarchéologie et de la géoarchéologie visent à répondre à différentes questions. Dans quel environnement les occupations se sont implantées ? Quel a été l'impact de ces occupations sur le paysage ? Comment ces populations ont-elles exploité et géré ces milieux ? Quelles productions animales et végétales ont été privilégiées ? Quelles étaient les pratiques alimentaires et funéraires ? Qu'elles étaient les conditions de vie des populations ? Autant de questions abordées à la fois par des approches très anthropiques et plus naturalistes. Afin de sensibiliser les archéologues de terrain et les directeurs adjoints scientifiques et techniques (DAST) à ces disciplines, un stage interne à l'Inrap leur a été proposé. Il s'agit de transmettre les apports et limites de nos disciplines et de les orienter sur la façon de les combiner entre elles, de manière à optimiser, hiérarchiser et cibler les études à engager en fonction des contextes et des problématiques rencontrés.

**Fig. 1** - Localisation des sessions de la formation *Archéologie environnementale* entre 2006 et 2019. Les prochaines sont programmées à Paris et Strasbourg. (D'après fond de carte Inrap. Muriel Boulen, Inrap, 2020)



Afin de sensibiliser le maximum d'archéologues, la formation se tient une fois par an, dans une région différente [fig. 1]. De plus, l'implication ou la collaboration des intervenants avec des unités mixtes de recherche (UMR), permet d'être gracieusement accueillis dans des locaux universitaires depuis la session de 2015, favorisant ainsi les échanges avec des chercheurs au cours du stage. Dans une optique similaire, les prochaines sessions seront accueillies dans les locaux de services régionaux de l'archéologie (SRA).

## 2. La structure du stage

Cette formation, mise en place en 2006 par Anne Dietrich, alors xylologue à l'Inrap, a évolué depuis sa création. Dans sa forme actuelle, il ne s'agit plus de présentations des disciplines les unes à la suite des autres, mais bien d'approches transversales traitées par thématiques (les disciplines sont toutefois abordées indépendamment les unes des autres dans le support de stage). Cette démarche nécessite l'implication d'un grand nombre de formateurs et une grande coordination. Ainsi, treize intervenants fixes, dont beaucoup sont dans « l'aventure » depuis les premières sessions, participent à ce stage chaque année. Des intervenants locaux, internes ou externes à l'Inrap, sont également sollicités pour présenter leurs problématiques et connaissances sur la région d'accueil.

Cette formation, très dense, se déroule sur une semaine. La première journée est destinée aux disciplines du sol, la seconde à celles de la flore et la troisième à la faune. Si les approches croisées y sont essentiellement abordées au sein de chacune de ces grandes familles de disciplines, la transversalité entre toutes est assurée avec une sortie de terrain le 4<sup>e</sup> jour et une 5<sup>e</sup> journée d'échanges, de restitutions et de discussions.

### 3. Les disciplines du sol

#### 3.1. Déroulement de la journée et objectifs

1 - L'équipe de formateurs en géosciences est composée de Laurent Deschodt (géochronologie), Frédéric Broes (pédologie) et Cécilia Cammas (micromorphologie).

Il n'est pas concevable de délivrer un enseignement complet en géosciences<sup>1</sup>, même abrégé et limité à la géomorphologie, pédologie et micromorphologie, sur les quelques heures disponibles. De plus, les stagiaires ont pu parfois développer une appréhension vis-à-vis des sciences du sol, réputées user d'un vocabulaire hermétique et de notions complexes. Aussi, est-il important de désamorcer cette crainte et, en termes simples, de cibler les démarches et bonnes pratiques de terrain maîtrisables par tous.

La première demi-journée débute par une présentation de la géoarchéologie avec quelques concepts généraux. Viennent ensuite les méthodes et principes de la pédologie et de la micromorphologie. Le reste de la journée est consacré à la présentation de cas concrets, avec tout d'abord, des exemples d'études géoarchéologiques. Le contexte géomorphologique est à chaque fois souligné, à différentes échelles. Les exemples pédologiques et micromorphologiques occupent la fin de cette première journée, avec des études à l'échelle du versant où la pédologie est prépondérante, puis les cas présentés sont resserrés à l'échelle du site et de la structure avec, principalement, des exemples d'études micromorphologiques.

Ainsi, l'objectif de la journée est de rendre abordables les quelques disciplines présentées en mettant l'accent sur la contextualisation des faits étudiés et en glissant, progressivement, de l'échelle du contexte régional à celle de la structure.

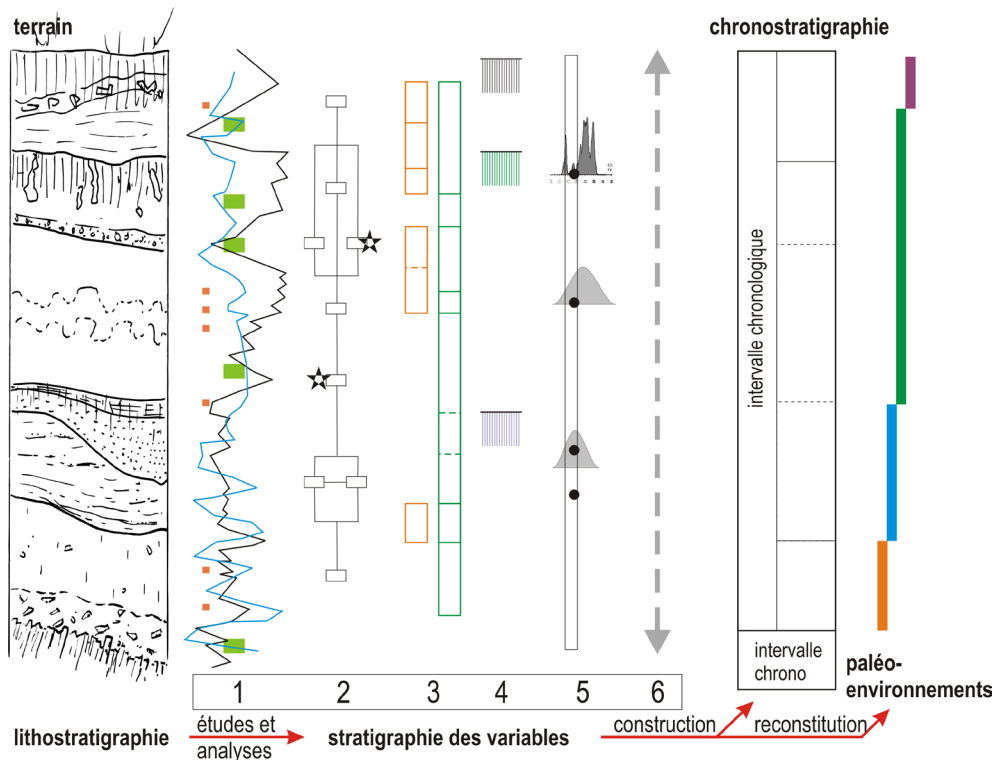
#### 3.2. Du contexte géomorphologique à la chronostratigraphie et aux reconstitutions des paléoenvironnements

2 - La lithostratigraphie est issue de l'observation. Elle est appréhendée autant que possible dans les trois dimensions de l'espace et dans ses relations avec la morphologie. Elle constitue le cadre fondamental dans lequel les études pourront être entreprises. Les analyses peuvent être réalisées en continue ou ponctuelles. Toutes les études spécialisées peuvent donner lieu à une stratigraphie particulière. Elles peuvent porter sur un caractère du sédiment lui-même ou sur ses inclusions (sédimentologie, pétrologie...). Des « (bio)zones » peuvent être définies en fonction du contenu paléontologique (ex : palynozones). Les limites de ces unités biostratigraphiques ne coïncident pas forcément avec les limites lithostratigraphiques. Les biozones qui ont une valeur chronologique sont appelées « chronozones ». Les traits laissés à travers les dépôts par les différentes pédogenèses peuvent donner lieu à une pédostratigraphie. Avec la chronologie relative et autres éléments datant (chronozones, datations archéologiques, datations numériques...), il est possible de proposer une chronostratigraphie. De la même manière, la confrontation entre lithostratigraphie et la stratigraphie des variables permet de reconstituer pour chaque unité enregistrée un environnement correspondant.

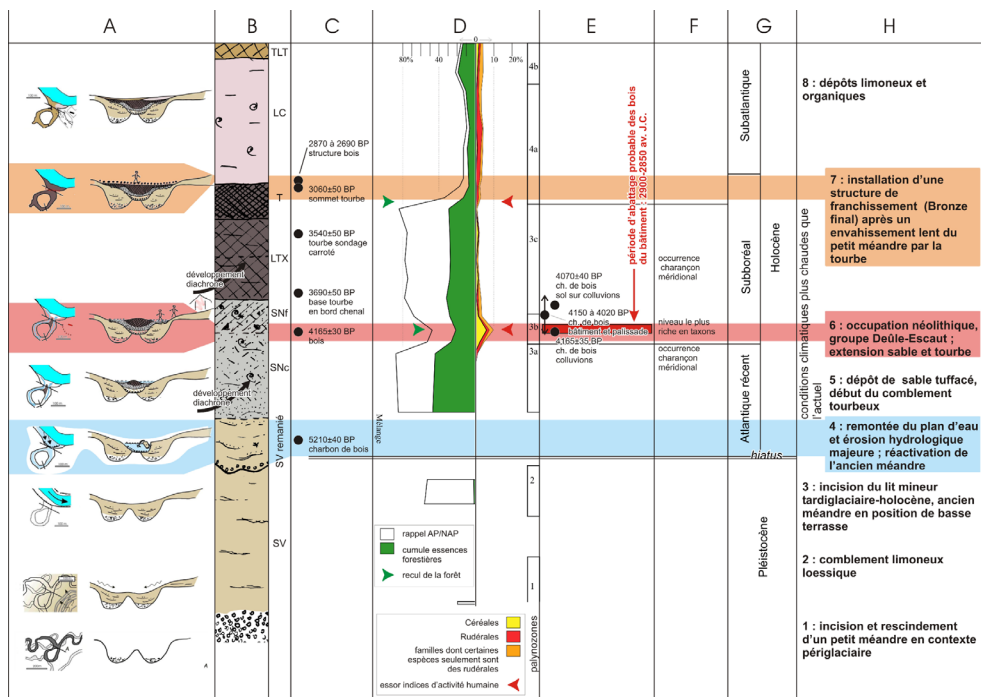
L'accent est mis sur la compréhension géographique et géomorphologique de la parcelle ou du fait, étudié à différentes échelles. Cette première démarche, essentielle, est suivie d'une description des terrains en unités lithologiques. Il s'agit d'acquérir une perception tridimensionnelle et de comprendre les relations entre topographie et dépôts. Le cadre lithostratigraphique<sup>2</sup> est alors défini. Cette étape, purement descriptive, est le préalable indispensable aux futures interprétations, aux développements des problématiques archéologiques et aux choix des études spécialisées à mener. La nature des dépôts eux-mêmes, leur contenu et le résultat des analyses permettent de poser un ensemble de faits et de variables : lithologie, datations, contenus archéologiques ou paléontologiques, traits pédologiques, etc. La confrontation de l'ensemble de ces données permet de proposer une chronostratigraphie et de reconstituer les paléoenvironnements [fig. 2].

Ce travail « géoarchéologique » peut être effectué par le géoarchéologue comme par l'archéologue : il s'agit de faire le lien entre toutes les étapes et les disciplines, entre géosciences et fait archéologique, depuis l'intégration du site dans son contexte géographique jusqu'à la confrontation raisonnée des tous les résultats d'analyses spécialisées. Les convergences des interprétations, mais aussi les divergences qu'il est important de souligner et d'expliquer, nous permettent d'avoir une vision de plus en plus précise et étayée des sociétés passées en lien avec leur environnement physique. L'exemple du site d'Houplin-Ancoisne « Le Marais de Santes » (Praud et coll., 2015) illustre cette interprétation croisée [fig. 3].





**Fig. 2** - Principe de construction d'une chronostratigraphie et de reconstitution des paléoenvironnements en confrontant la lithostratigraphie et les variables (exemple fictif). 1 : Diverses analyses sur le sédiment (sédimentologie, pétrologie, géochimie, micromorphologie...). - 2 : Stratigraphie archéologique et matériel archéologique. - 3 : Diverses biostratigraphies (biozones, voire chronozones). - 4 : Pédostatigraphie (traits pédologiques). - 5 : Géochronologie (radiométrie, paléomagnétisme, OSL...). - 6 : Toute autre analyse ou étude associée à la lithostratigraphie. (Laurent Deschodt, Inrap, 2020)



**Fig. 3** - Exemple de confrontation entre lithostratigraphie et la stratigraphie des variables aboutissant à une chronostratigraphie et à la reconstitution de l'évolution environnementale : Houplin-Ancoisne « Le Marais de Santes ». A : Croquis des principales phases de l'évolution du méandre. - B : Lithostratigraphie schématisée d'après levés de coupes et sondage carrotté. - C : Datations radiocarbone dans le méandre. - D : Données palynologiques (représentation des indices anthropiques et palynozones). - E : datations radiocarbone et dendrochronologie sur le versant (habitat néolithique). - F : Occurrence de taxons méridionaux (entomologie). - G : Chronostratigraphie. - H : Commentaires sur l'évolution du méandre. (Laurent Deschodt, Inrap. D'après Praud et coll., 2020)

### 3.3. Pédologie

#### 3.3.1. La pédologie au service de l'archéologie

La pédologie va s'attacher à expliquer les processus de transformation des différents types de dépôts sédimentaires en sol. Ces processus sont liés aux caractéristiques chimiques et texturales des dépôts mais également à leur position dans le paysage (influence sur la capacité de drainage). Ainsi, un dépôt aux caractéristiques chimiques ou texturales semblables n'évoluera pas de la même façon s'il est situé en sommet de plateau, en bas de versant ou en fond de vallée.

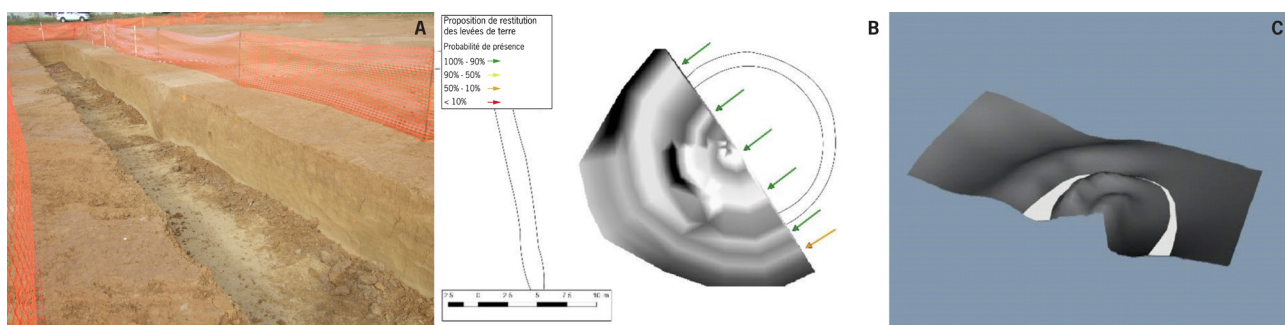
Le sol dit « naturel » n'est, cependant, pas un système fermé. Dynamique et en constante évolution, il entretient avec son environnement des relations qui peuvent influencer son développement. Ces facteurs environnementaux, impactant l'évolution d'un sol, sont ceux qui intéressent l'archéologie. En effet, les activités humaines peuvent modifier localement les caractéristiques chimiques (par ajout de matière organique, de carbonate de calcium, de phosphore) ou la capacité de l'eau à percoler dans la pédo-séquence (surface de circulation, mur, levée de terre, fossé). Elles peuvent, également, causer des épisodes érosifs (érosion de surfaces mises à nu par colluvionnement) ou d'accumulation de sédiment qui affectent le développement des sols.

Le pédologue va rechercher ces traits pédologiques anthropiques dans les séquences archéologiques ou anthropisées afin d'approcher, au travers des processus ayant anormalement affecté les sols naturels, les activités humaines.

#### 3.3.2. Reconstitution des tertres funéraires

Les activités humaines peuvent influencer la profondeur de la pédogénèse, c'est-à-dire celle sur laquelle les dépôts sédimentaires ont été transformés. Les essais de reconstitution de la morphologie des levées de terre des tertres funéraires se fondent sur ce point. Le principe de base est qu'une levée de terre modifie la capacité de l'eau météoritique à dissoudre les carbonates du sol en modifiant localement la perméabilité de la séquence. Pour un luvisol, sol typique des plateaux limoneux des Hauts-de-France présentant une succession d'horizons A1 (grisâtre humifère), E (blanchâtre ayant perdu une partie de son argile, de son fer), Bt (brunâtre présentant des accumulations d'argile), C (jaunâtre de limon décarbonaté), Ckca (jaune clair de limon carbonaté), la présence d'une levée de terre sera, par conséquent, trahie par une anomalie positive (limite C/Ckca anormalement haute) de la morphologie du front de décarbonatation. Cependant, la mesure de la profondeur de cette interface ne suffit pas puisqu'elle peut être liée à un paléo-relief aujourd'hui disparu. Par conséquent, il est nécessaire de trouver un repère marquant la profondeur typique de la pédogénèse Tardiglaciaire et Holocène, en mesurant également la profondeur du front d'illuviation (limite Bt/C). Ces deux mesures nous permettent de produire une cartographie des anomalies anthropiques affectant le front de décarbonatation et de proposer des reconstitutions de la morphologie des levées de terre des tertres funéraires [fig. 4].

**Fig. 4** - Exemples d'études pédologiques sur sites archéologiques. A : Vue du front de décarbonatation (zone claire) dans une des coupes du double cercle funéraire de Nesles (Somme, responsable Nathalie Buchez, Inrap). - B : Vue de la cartographie des anomalies des rapports Ckca/B3t marquant les zones pour lesquelles des levées de terre ont induit une modification de la morphologie du front de décarbonatation. - C : Proposition de restitution des levées de terre du cercle funéraire simple de Nesle sur la base des anomalies détectées. (D'après fond de carte Inrap. (Frédéric Broes, Inrap, 2020)

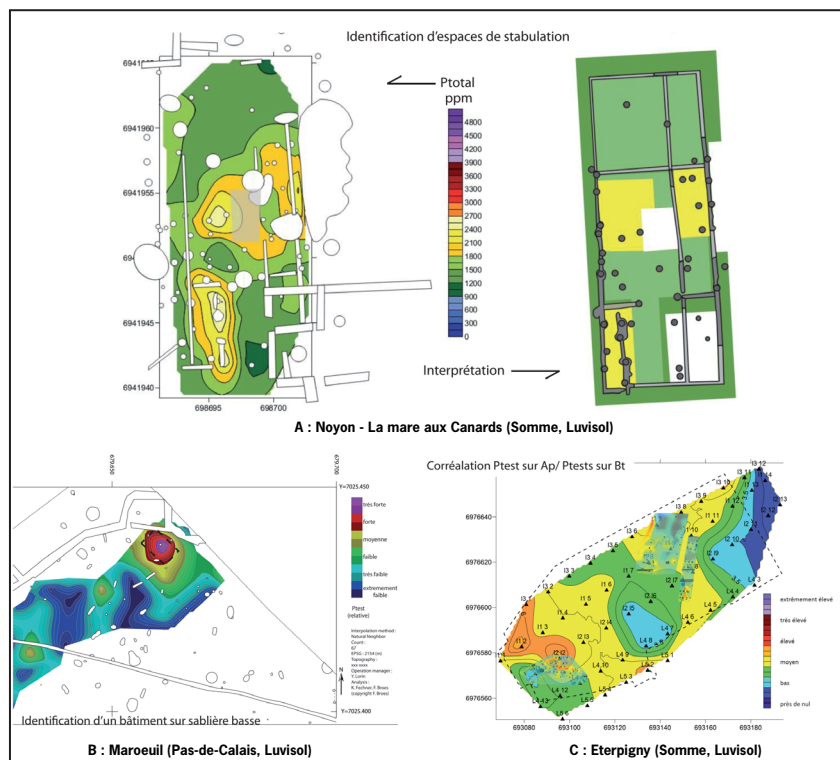


### 3.3.3. Cartographie du phosphore

Le phosphore est l'élément qui, par expérience, reflète le mieux l'anthropisation d'un sol ou d'une pédo-séquence. Il est issu de la dégradation de matières organiques (excréments, végétaux) ou de biominéraux (coquilles, ossements). L'origine ancienne d'un enrichissement doit être confirmée par la corrélation entre la répartition de la pollution et les données archéologiques.

Les cartographies du phosphore sont réalisées en deux temps. D'abord une phase de tests (Eidt, 1984), permettant de confirmer la préservation de l'enregistrement chimique. Ensuite, une phase d'analyses chiffrées (Mikkelsen, 1997) qui permet de proposer des hypothèses quant à l'origine des accumulations de phosphore. La capacité d'un sol à fixer le phosphore dépend de facteurs pédologiques tels que la proportion d'argile, la capacité d'échange cationique, le pH ou encore la concentration en matière organique du sédiment (Broes et coll., 2017 ; Broes et coll., 2018). Un sédiment argileux et carbonaté fixera très bien le phosphore mais celui-ci ne pénétrera pas profondément dans la pédo-séquence. Par conséquent, l'enregistrement chimique sera perdu s'il y a une érosion, même faible. À l'inverse, un sédiment sableux décarbonaté fixera très mal le phosphore mais celui-ci pénétrera en profondeur dans la pédo-séquence. Ainsi, l'information chimique sera préservée même si l'érosion est importante. La dispersion du phosphore archéologique dans un grand volume de sédiment diminue, cependant, la concentration en phosphore mesuré au niveau d'un échantillon. Si la dispersion est trop importante, le phosphore archéologique est masqué par le bruit de fond du phosphore « naturel ». Une fois ces biais potentiels évalués, la cartographie du phosphore permet de préciser l'environnement fonctionnel d'aménagements architecturaux ou d'espaces extérieurs. Elle permet de préciser si un bâtiment ou un espace extérieur a accueilli des animaux [fig. 5a], si un espace dépourvu de structures archéologiques a servi de jardin ou si une structure sur sablière basse, aujourd'hui érodée, y était érigée [fig. 5b]. Elle permet également, en prospection de surface, de pointer les zones anthropisées pouvant marquer l'emplacement d'un nouveau site archéologique [fig. 5c].

**Fig. 5** - Exemples de cartographie du phosphore. A : Écurie de Noyon « la Mare aux Canards » (Somme, responsable Marjolaine de Muyllder). Cartographie du phosphore total. Interprétation des données phosphore : blanc, zones non interprétables ; jaune, zones fortement enrichies (2500 ppm à 1700 ppm), il s'agit de zones de stabulation ; vert clair, espace interne (1150 ppm), interprété comme zones de passages ; vert foncé, espace externe (1000 ppm). - B : Zone enrichie en phosphore entourée de structures en creux du site de Maroeuil (Pas-de-Calais, responsable Yann Lorin). Il s'agit très probablement d'une zone ayant accueilli un bâtiment sur sablière basse. - C : Cartographie du phosphore sur labour du site d'Éterpigny (Somme, responsable Didier Lamotte). La corrélation des accumulations sur labour et des accumulations correspondantes sur surface décapée indique que les accumulations archéologiques sont identifiables dans le labour. (Frédéric Broes, Inrap, 2020)



### 3.4. Micromorphologie

La micromorphologie est à même de caractériser des apports et des mécanismes anthropiques ou naturels, par l'étude de lames minces constituées à partir de sédiments imprégnés de résine. Ainsi, l'analyse micromorphologique des sols anciens permet d'appréhender le degré et le mode d'anthropisation du paysage. En l'absence de conservation des biorestes, elle peut se révéler être la seule source d'information sur l'évolution du paysage (Gebhardt, 2000).

Une étude réalisée à l'échelle de la structure ou de la couche peut également mettre en évidence des aménagements anthropiques particuliers (Cammass & Wattez, 2009), tels que des remblais ou des murs, distinguer un espace ouvert d'une couverture, ou encore l'alternance de phases d'abandon et d'activité.

## 4. Les disciplines de la flore

Après un tronc méthodologique commun visant à expliciter les techniques, les approches sont traitées par grandes thématiques. Chacune d'entre elles est menée par un chef de file qui fait intervenir différents collègues<sup>3</sup>.

D'après un environnement végétal type, les différents biorestes potentiels sont listés en distinguant sous quelles formes (imbibés, carbonisés ou minéralisés) et dans quels contextes ils pourront se conserver.

Aussi, outre la palynologie, la xylologie, l'anthracologie, la carpologie et l'étude des phytolithes, deux disciplines transfuges de l'archéozoologie, la malacologie et l'archéoentomologie, apportent leur contribution. En effet, les insectes, avec des espèces inféodées à un biotope donné voire à une plante en particulier, sont d'excellents indicateurs du milieu (Ponel & Yvinec, 1997), et l'étude des mollusques terrestres et fluviatiles apporte, entre autres, des informations sur la structure du paysage végétal (Evans, 1972 ; Martin & Magnin, 2013).

Ici, afin de privilégier la mutualisation des prélèvements, l'information est regroupée par taille de vestiges – qu'il s'agisse d'objets (les bois), de macrorestes ou de microrestes – qui induit des techniques de prélèvements puis de traitements spécifiques<sup>4</sup>.

Habituellement, les quantités nécessaires à une étude de microrestes (phytolithes, grains de pollen et spores ou encore œufs de parasites) se limitent à quelques dizaines de grammes par échantillon, qui font l'objet d'extractions physico-chimiques en laboratoire. En revanche, les macrorestes (fragments de bois, charbons de bois, carporestes et mollusques) nécessitent en moyenne des prélèvements de 10 litres qui peuvent être mutualisés pour ces disciplines. Toutefois, il est impératif de toujours prendre contact, au préalable, avec les spécialistes qui réaliseront l'étude et qui sauront adapter les besoins en quantité et en maille de tamis aux contextes et problématiques propres à leur région. Les prélèvements en vue d'une étude entomologique, quant à eux, nécessitent un traitement qui leur est spécifique (Ponel & Yvinec, 1997). Après cette introduction générale, le stage se poursuit par grandes thématiques. Chaque spécialiste illustre son propos par la présentation d'un site phare, en mettant en avant les points forts de sa discipline et ses milieux de prédilection. Par la suite, des études de cas croisées sont présentées.

### 4.1. Évolution et gestion du paysage végétal (thème 1)

Plusieurs exemples abordent l'évolution du climat, de la végétation et des systèmes agro-sylvo-pastoraux. C'est l'occasion d'aborder les problématiques intra- et hors site et de rappeler que, des référentiels étant maintenant établis,

3 - L'équipe de formateurs est composée de Muriel Boulen (palynologie), Blandine Lecomte-Schmitt (xylologie), Sylvie Coubray (anthracologie), Isabel Figueiral (carpologie), Pascal Verdin (étude des phytolithes), Sophie Martin (malacologie) et Jean-Hervé Yvinec (archéoentomologie).

4 - Nous invitons le lecteur à se référer aux articles méthodologiques spécifiques, par discipline, proposés dans la publication des actes de ce séminaire.

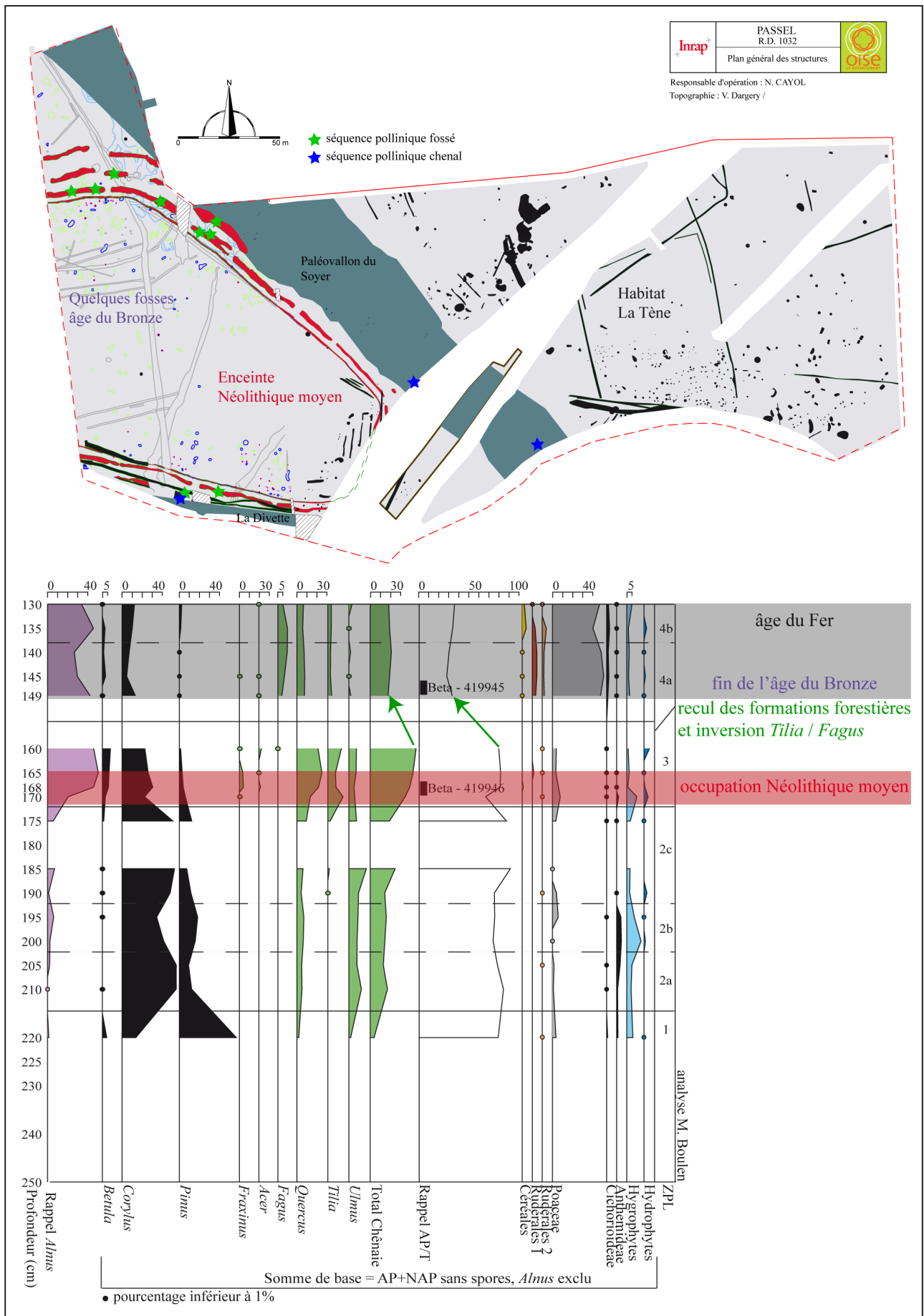


Fig. 6 - Résultats polliniques synthétiques de la séquence de PasSEL « le Vivier ». (Muriel Boulen, Inrap, 2020)



il est possible de tester une séquence sédimentaire dès la phase de diagnostic. L'objectif est d'en cerner la chronologie et de voir si elle a éventuellement enregistré la période relative à une occupation humaine proche ainsi que ses activités.

C'est en croisant l'apport des différentes disciplines que l'on obtient le maximum d'informations comme en témoigne l'exemple du site de Passel « le Vivier » (Cayol et coll. 2017) [fig. 6]. La séquence sédimentaire enregistre l'évolution du paysage végétal avant, pendant et après l'occupation du Néolithique moyen. D'après le diagramme pollinique, la construction de l'enceinte néolithique ne semble pas avoir eu d'impact sur l'espace forestier environnant. Si la discipline enregistre la flore à l'échelle du versant, la malacologie présente une image très locale. Ici, l'analyse des mollusques vient confirmer l'environnement extrêmement boisé de l'occupation néolithique. L'analyse anthracologique conclut de même, soulignant, par ailleurs, l'importance de la ripisylve. Les déboisements conséquents sont, en revanche, bien perçus dès la fin de l'âge du Bronze où l'occupation semble pourtant restreinte en termes de vestiges archéologiques.

#### 4.2. Archéologie funéraire (thème 2)

Des exemples présentent ici des résultats sur les pratiques funéraires, les crémations, les éléments de cercueil (qui abordent alors les gestes techniques et l'artisanat), les pratiques d'embaumement (Corbineau et coll., 2018) ou encore ce qui relève du cultuel (Gillet, Fechner & Fercocq-du-Leslay, 2018). L'interdisciplinarité permet d'aboutir à une interprétation et de proposer des restitutions [fig. 7]. Ainsi, le site du « Chemin de Saint-Pierre » dans l'Hérault

#### Le monument funéraire du Chemin de Saint-Pierre (Lattes, Hérault)



Maquette réalisée par Stéphane Rogge, Art du Petit



Illustration réalisée par Loïc Derrien

**Fig. 7** - Reconstitutions (maquette et dessin) du monument funéraire du Chemin de Saint-Pierre (Lattes, Hérault) réalisées pour l'exposition *Circulez, y a tout à voir. Archéologie des grands travaux entre Nîmes et Montpellier*, Musée Henri Prades de Montpellier Méditerranée Métropole (Dusseaux et coll., 2017). Les reconstitutions paysagères ont été réalisées en croisant les données de l'archéologie et de la bioarchéologie (analyses botaniques, carpologie et anthracologie par I. Figueiral ; analyse malacologique par S. Martin). (Sophie Martin, Inrap, 2020)

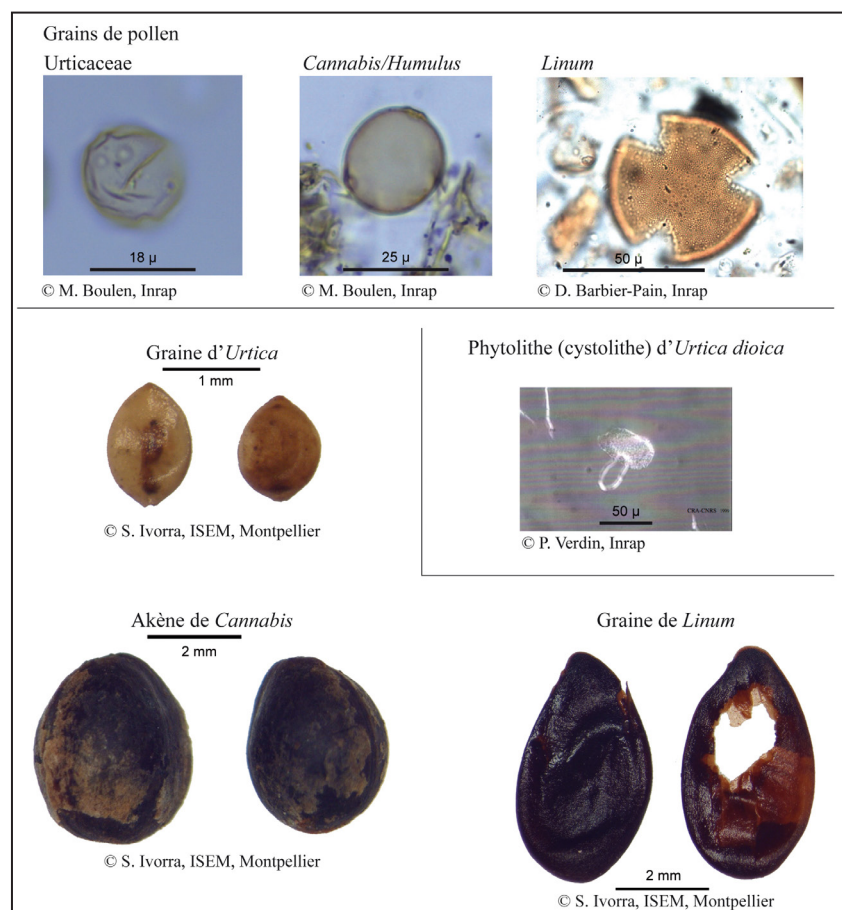


(Jung, 2017) a livré un ensemble funéraire exceptionnel daté du début du V<sup>e</sup> s. avant notre ère. Le monument est composé de quatre espaces, isolés d'un paysage agro-pastoral par des fossés et des haies : deux petites parcelles sont dévolues aux bûchers et aux dépôts de vases ossuaires, accompagnés d'éléments de parure et de vaisselle luxueuse. Elles sont associées à une petite parcelle de vigne et une dernière boisée, sans doute à vocation cultuelle.

#### 4.3. Fonction d'une structure (thème 3)

Sans matériel archéologique probant, il est parfois difficile à l'archéologue de déterminer l'usage de certaines structures. Les disciplines naturalistes, présentées ici, peuvent alors leur venir en aide. Par exemple, elles permettent de discriminer un puits d'une latrine ou d'une fosse de tannage, une mare d'une fosse à fumier ou encore un bâtiment de parcage de bétail d'une habitation. L'exemple du site de « Saint-Brice-sous-Forêt » (Val-d'Oise) (Rouppert et coll., 2009 ; Rouppert & Dufour, 2017) en est une parfaite illustration : les concentrations de phytolithes et le taux de phosphates permettent de bien délimiter les zones de stabulation et de rejets, des aspects de l'élevage des animaux qui ne peuvent être documentés à partir de la seule étude des restes de faune.

Il est également possible de mettre en évidence des activités de rouissage de plantes textiles telles le chanvre, le lin ou l'ortie [fig. 8] ou encore d'apporter des indices directs ou indirects de la présence de plantes tinctoriales, nous renseignant ainsi sur l'activité artisanale. Une autre question récurrente consiste à savoir si une structure était en eau ou pas, stagnante ou courante. « L'étang de Pézenas » (Hérault) (Mazière et coll., 2012) est un bon exemple de l'apport primordial des études bio- et géo-archéologiques dans ce domaine. En effet, ce site appartient à la série des étangs internes languedociens qui aurait, traditionnellement, été asséché au Moyen Âge par les Templiers



**Fig. 8** - Quelques clichés de grains de pollen, phytolithes et carporestes de plantes textiles.  
(Muriel Boulen, Inrap, 2020)

(Abbé, 2006). Ainsi, pour les périodes antérieures, la question de son hydromorphie est cruciale car l'attractivité ou la répulsivité de ces milieux semble être un facteur déterminant pour expliquer les dynamiques de peuplement à la Protohistoire et, plus largement, tout au long de l'Holocène (Abbé, 2006 ; Mazière et coll., 2012). Hors, à l'occasion de diagnostics archéologiques préalables à la construction d'une section de l'autoroute A75 entre Pézenas et Béziers, les séquences sédimentaires comblant cet étang ont pu être étudiées (Compan, 2006) et une séquence de référence a pu être datée : les niveaux échantillonnés se sont déposés entre le Néolithique moyen et le second âge du Fer. Du point de vue géomorphologique, ces dépôts sont principalement constitués de limons colluviaux qui montrent des traces d'altération pédologique plus ou moins marquée, sur l'ensemble de la stratigraphie, incompatibles avec un milieu aquatique (Jorda, dans Mazière et coll., 2012).

L'analyse de la malacofaune témoigne également, à l'encontre des attendus historiques, d'un milieu essentiellement terrestre, comprenant, tout au plus, quelques individus aquatiques [fig. 9]. Les rares espèces dulçaquicoles identifiées, de milieux karstiques et interstitiels, n'indiquent pas la présence d'un plan d'eau à l'air libre mais reflètent plutôt des battements de la nappe phréatique qui auraient remobilisés ces animaux lors de processus secondaires. Ainsi, les assemblages malacologiques mettent en évidence des milieux exclusivement terrestres reflétant des prairies humides plus ou moins

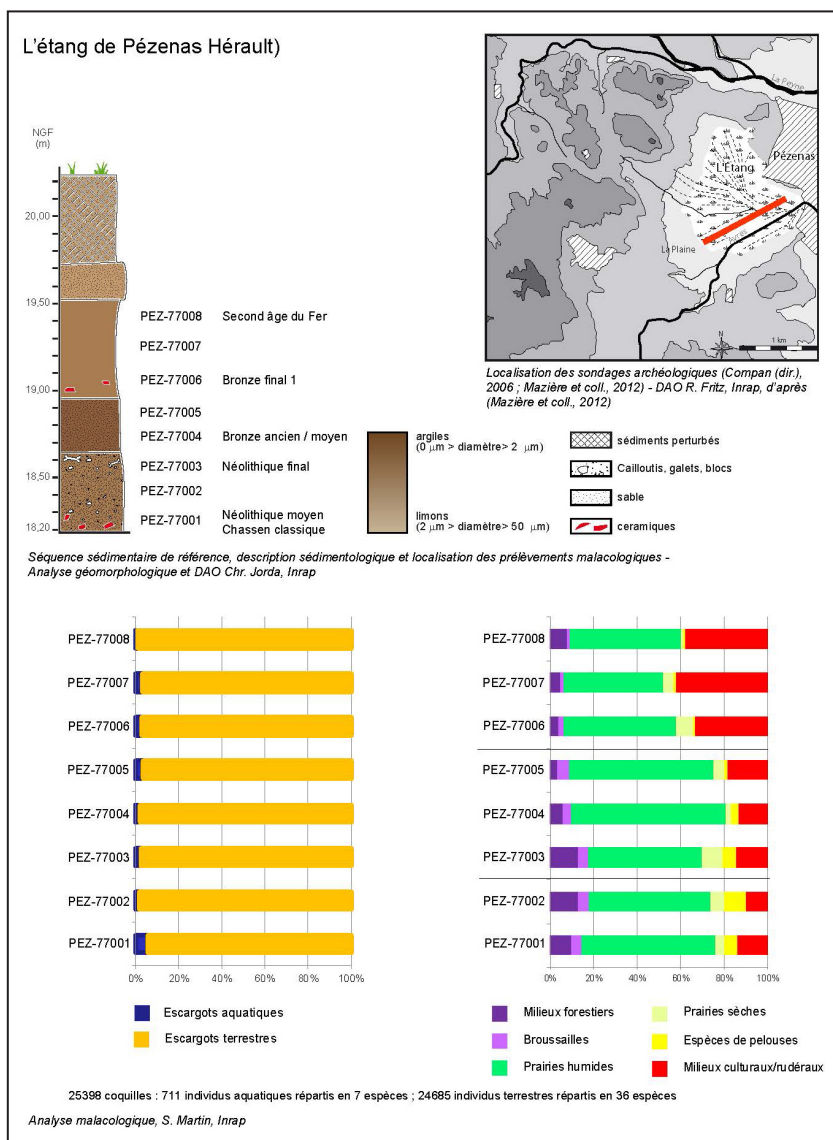


Fig. 9 - Étude malacologique de l'étang de Pézenas (Hérault). (Sophie Martin, Inrap, 2020)

embroussaillées. On peut donc affirmer que l'étang de Pézenas, sec depuis le Néolithique, n'a pas été asséché à l'époque médiévale. Son attractivité ou répulsivité en tant que plan d'eau ne peut être retenue pour expliquer l'implantation locale des populations protohistoriques et leur dynamique. Cet « étang » constitue une zone au mieux engorgée saisonnièrement et dévolue aux pratiques pastorales.

#### 4.4. L'économie rurale et urbaine, l'agriculture et l'alimentation (thème 4)

Dans le cadre de ce dernier thème, nous traitons bien évidemment des pratiques agro-sylvo-pastorales, de l'économie et de l'alimentation.

L'exemple du site de « La Lesse » (Sauvian, Hérault) (Pomarède, 2011) illustre la perception de l'évolution des pratiques agricoles au cours du temps [fig. 10]. La fouille de cet établissement a permis d'identifier plusieurs états d'occupation. La ferme de taille réduite, bâtie au début de la période augustéenne, s'agrandit vers le changement d'ère, devenant alors une villa de taille modeste où la partie résidentielle se distingue clairement des communs. Par la suite, des travaux d'agrandissement ont augmenté la capacité de stockage, signe de prospérité économique. Cependant, les bâtiments semblent être abandonnés avant le milieu du I<sup>e</sup> s. après J.-C. malgré le fait que les

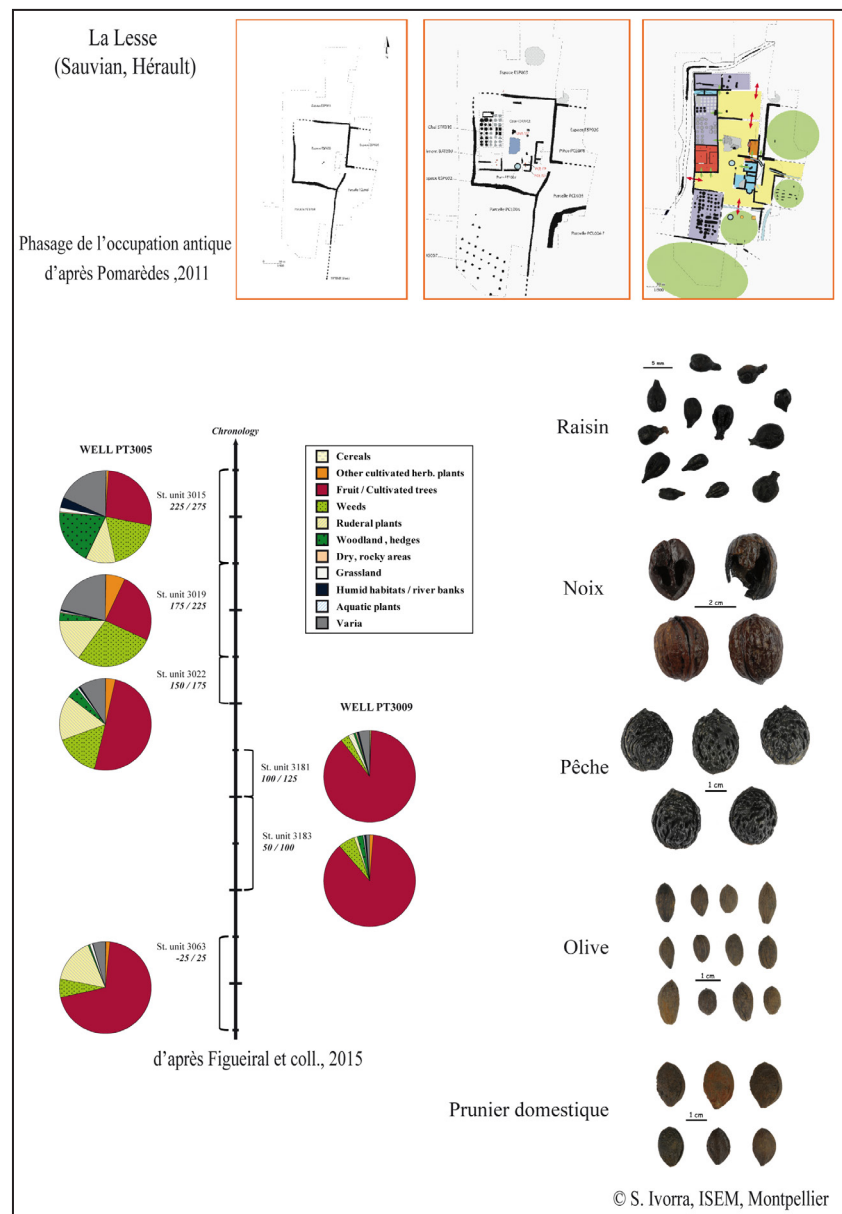


Fig. 10 - Étude carpologique de l'établissement de La Lesse (Sauvian, Hérault). (Isabel Figueiral, Inrap, 2020)

derniers remplissages des puits fouillés contiennent des mobiliers du III<sup>e</sup> s. L'essoufflement économique de La Lesse pourrait s'expliquer par le dynamisme de la villa de La Domergue située à proximité immédiate (Ginouvez, 1995). Des questions se sont posées concernant l'économie de ce site, la division de son finage, la possible intégration de ses terres au sein du domaine voisin et le maintien d'une occupation limitée. Des informations sur ces points ont été fournies par l'archéobotanique en raison de l'abondance exceptionnelle de restes végétaux conservés dans les deux puits découverts. La combinaison des données obtenues, dans ces derniers, a permis d'identifier les traits majeurs de l'économie agricole et de percevoir ses changements entre la fin du I<sup>er</sup> s. avant J.-C. et le début du III<sup>e</sup> s. après J.-C.

Dès le début de la séquence, la vigne tient une place primordiale dans les assemblages identifiés, mais l'abondance de restes d'autres arbres fruitiers témoigne aussi d'une production arboricole très diversifiée. Durant le II<sup>e</sup> s. après J.-C., les plantes « potagères » semblent jouer aussi un rôle important. L'abandon de l'habitat entre la fin du II<sup>e</sup> et le début du III<sup>e</sup> s. n'entraîne pas, pour autant, l'abandon total des parcelles agricoles. Malgré la reconquête forestière perceptible vers la fin de la séquence, une exploitation partielle du terrain semble se poursuivre.

Les données obtenues par la carpologie sont corroborées et complétées par celles fournies par l'anthracologie et la palynologie. Les notions d'alimentation, abordées à travers l'étude de latrines, permettent de faire la transition vers la paléoparasitologie<sup>5</sup>.

5 - Discipline présentée par Matthieu Le Bailly dans le cadre de ce séminaire : <https://sstinrap.hypotheses.org/5834>.

## 5. Les disciplines de la faune

Tout comme celles de la flore, les disciplines de la faune répondent à des problématiques environnementales (taxons inféodés à des milieux) et archéologiques. La grande faune comme la microfaune, les oiseaux et les poissons sont présentés<sup>6</sup>.

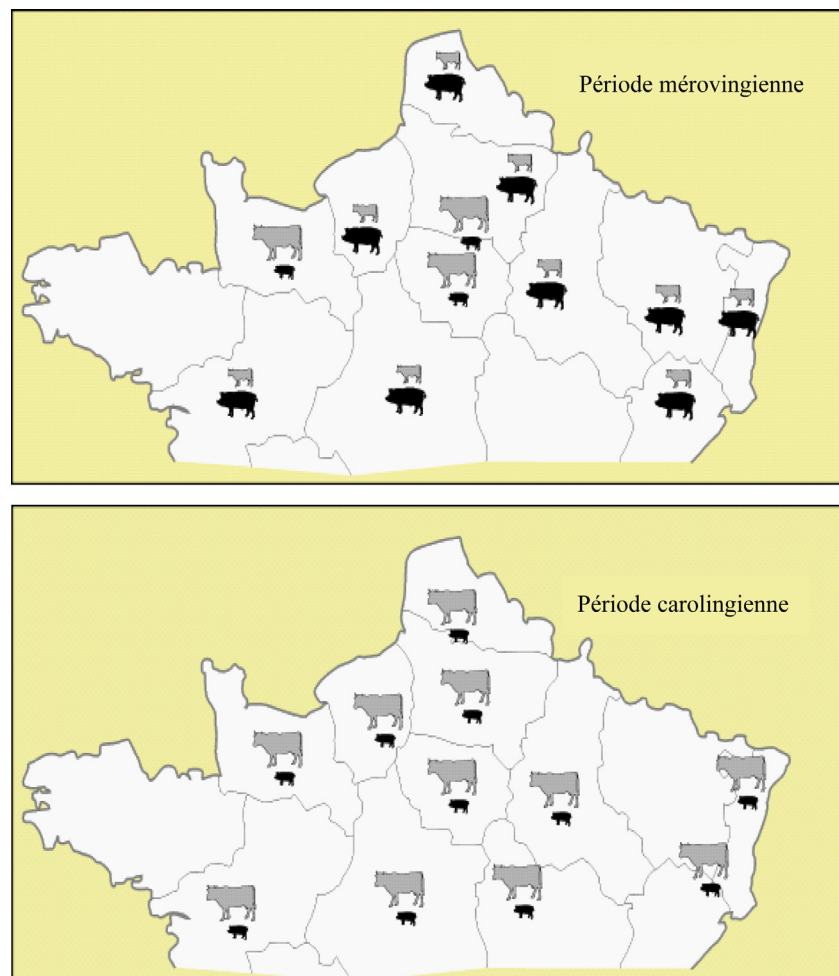
6 - Présentation de l'archéozoologie par Stéphane Frère (Inrap) et Benoît Clavel (CNRS).

L'étude des restes de faune issus de contextes archéologiques vise à restituer les relations entre l'Homme et l'animal. Les matériaux d'étude peuvent être diversifiés (os, dents, corne, poils, bois de cervidés...) et concerner l'ensemble des groupes animaux (mammifères, oiseaux, poissons, amphibiens, mollusques, etc.). Leur étude permet de répondre, avec plus ou moins de précision, à des interrogations spécifiques. Toutefois, en l'absence de prélèvements de sédiments et de tamisages adaptés (discussion sur les maillages les plus appropriés), en coordination avec les besoins des autres champs disciplinaires présentés dans le cadre de cette formation, ce sont avant tout les pièces les plus visibles, à savoir des os ou fragments d'os de grands mammifères et d'oiseaux, qui sont collectés à vue lors de la fouille. Le potentiel informatif très diversifié des espèces plus petites demeure alors largement inexploité.

Les ossements animaux sont de formidables enregistreurs de données tant anatomiques qu'archéologiques. Ils constituent une source d'informations très intéressante pour la zoologie (morphologie, stature des espèces), l'histoire (alimentation, cultes) et l'archéologie (contribution à la compréhension de la fonction des structures ou des sites). L'ensemble de ces aspects est abordé lors du stage afin de sensibiliser les participants aux potentiels de l'archéozoologie et de favoriser une mise en œuvre adéquate. Les questionnements récurrents de l'archéologue, lorsque le mobilier ostéologique est soumis pour étude, portent sur la compréhension de la fonction des structures, leur vitesse de comblement, la nature des remplissages (détritique, rituel...) ou encore l'organisation spatiale des occupations. L'interprétation proposée par l'archéozoologue doit s'appuyer sur une compréhension fine de l'impact des

contraintes taphonomiques qui ont pu modifier les assemblages, depuis leur rejet par l'homme jusqu'à la table d'étude. Après avoir cerné ces différents biais, l'examen de l'état de conservation et des traces présentes sur les os, ainsi que la sélection anatomique des restes, est couplé à une analyse de la répartition spatiale (de plus en plus souvent traitée via un SIG), afin de mieux saisir la signification des rejets et le fonctionnement des sites. Ainsi, l'archéozoologie apporte des éléments de réponse aux questionnements des archéologues, mais cette démarche ne peut faire l'économie d'échanges croisés avec les études des autres artefacts et écofacts.

Considéré à l'aune d'une échelle spatiale plus large que celle du site, allant du terroir aux territoires, les restes animaux documentent un large pan des productions et des échanges, permettant ainsi d'aborder des questionnements d'ordre économique (Bridault & Frère, 2019). Lorsque l'occurrence des données archéologiques et bioarchéologiques est élevée, dans un cadre géographique et temporel circonscrit, il est possible d'esquisser des schémas de production des ressources vivrières. Pour exemple, les modifications des choix d'élevage qui s'observent dans un large tiers nord de la France, entre les périodes mérovingienne et carolingienne, témoignent d'une transition depuis des productions mérovingiennes diversifiées (porcs ou bœufs constituent, au gré des sites et des régions, l'espèce majoritaire), vers une généralisation, durant la période carolingienne, d'un élevage bovin dominant [fig. 11] (Clavel & Yvinec, 2010). Au sein de ces troupeaux de bovins carolingiens, la part des mâles adultes âgés, voire séniles, est élevée. Selon toute vraisemblance, ces animaux sont majoritairement dévolus aux travaux de trait. Ils témoignent de changements agraires majeurs, de la part croissante de l'agriculture et, plus particulièrement, de la pratique de la céréaliculture.

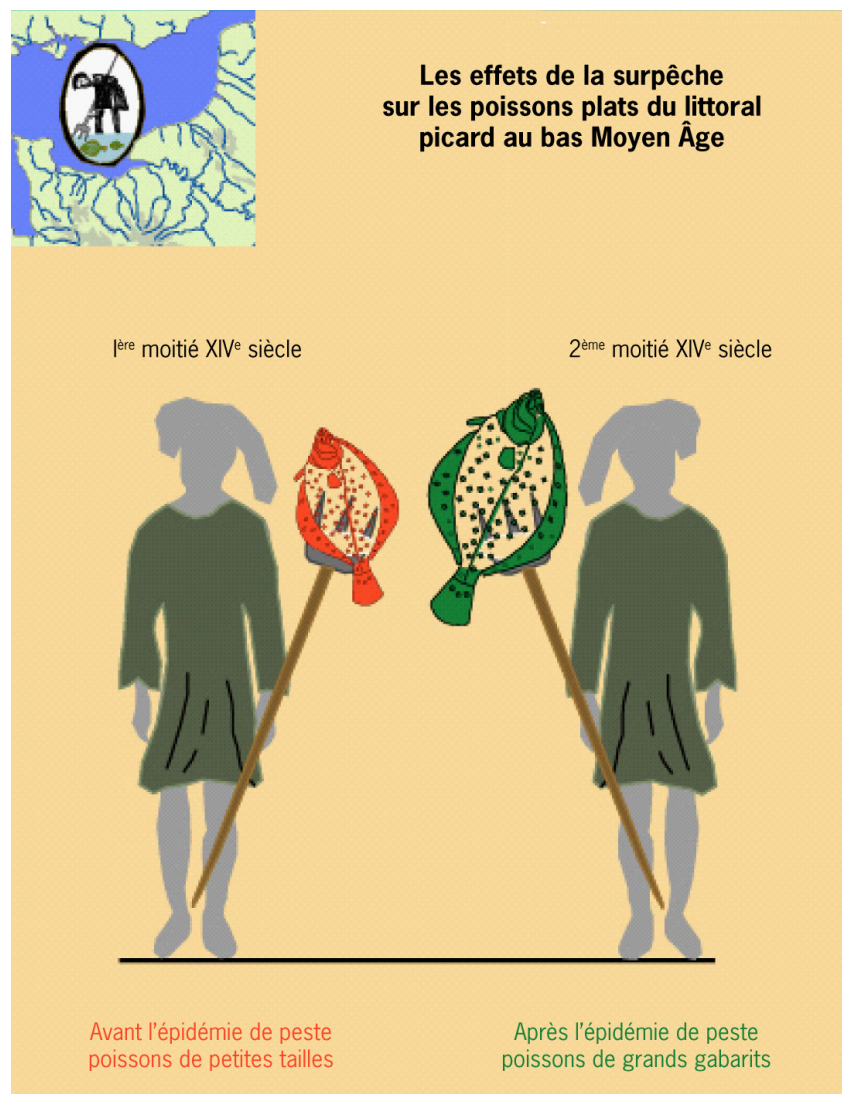


**Fig. 11** - Évolution des choix d'élevage dans le nord de la France durant le haut Moyen Âge : un indicateur des grands changements agraires. (D'après Clavel & Yvinec, 2010. Jean-Hervé Yvinec, Inrap, 2020)



7 - Principalement les plies et les carrelets, poissons plats qui sont pêchés à pied à l'aide de foënes dans des trous d'eau de la zone d'estran.

Lorsque les corpus sont suffisants et que des prélèvements de sédiment ont été effectués de manière systématique, il devient possible d'aborder la question de l'impact de l'homme sur l'environnement et les ressources naturelles. Les mesures effectuées sur les éléments crâniens des poissons permettent, par exemple, d'estimer la longueur et la masse des individus, dans la mesure où des référentiels de croissance ont été préalablement constitués. Ainsi, on peut mettre en évidence qu'une augmentation de la taille des populations de Pleuronectidés<sup>7</sup> sur le littoral picard, entre la première et la seconde moitié du XIV<sup>e</sup> s., témoigne d'une diminution de la surpêche à mettre en relation avec les épidémies successives de peste et la forte déprise démographique des populations humaines [fig. 12] (Clavel, 2001). Le relâchement temporaire de l'intensité de la pêche côtière permet à ces espèces de retrouver temporairement, durant la seconde moitié du siècle, un développement morphologique comparable à celui de populations faiblement impactées par la pression humaine. Ces quelques exemples illustrent un panel succinct des possibilités offertes par l'archéozoologie, que ce soit au niveau d'un site ou à des échelles plus larges (travaux de synthèses). D'autres volets sont abordés dans le cadre de cette formation, tels que l'étude spécifique de dépôts d'animaux plus ou moins complets, témoins d'une simple gestion sanitaire ou de pratiques rituelles. Il s'agit de fournir aux stagiaires des indications quant aux choix méthodologiques à adopter, dès la phase terrain, afin de recueillir une documentation la plus exhaustive possible en vue d'interpréter au mieux ces gestes.



**Fig. 12** - Évolution des choix d'élevage dans le nord de la France durant le haut Moyen Âge : un indicateur des grands changements agraires. (D'après Clavel & Yvinec, 2010. Jean-Hervé Yvinec, Inrap, 2020)



## 6. La journée de sortie

En complément des nombreux exemples concrets présentés dans le cadre des interventions théoriques, une journée de sortie permet aux participants de mettre en pratique les différents aspects abordés. Elle est généralement encadrée par un géoarchéologue local ou une personne du service régional de l'archéologie. Le premier point consiste en une lecture du paysage [fig. 13a], afin de comprendre où l'on se situe et quelle est la dynamique du paysage que l'on observe.

Si l'activité le permet, la visite d'une fouille archéologique peut être programmée de manière à expliciter les choix et techniques de prélèvement [fig. 13b]. C'est également l'occasion de s'essayer aux carottages et à la description des sédiments [fig. 13c]. Des naturalistes locaux sont potentiellement sollicités pour des échanges.

Enfin, quand cela est possible, la visite d'une exploitation agricole permet de discuter des pratiques agro-pastorales (gestion des troupeaux, apports alimentaires, amendements des terres, rendements...) et, surtout, de visualiser dans l'espace la répartition des activités et les restes qui vont en découler. Il s'agit de répondre à la question : quels indices pour mettre en évidence quelles activités ?

**Fig. 13** - La journée de sortie permet une visualisation concrète des aspects abordés les premiers jours de façon théorique. A : Lecture du paysage. – B : Visite d'un site. – C : Carottage et description des sédiments, (Muriel Boulen, Inrap, 2020)



## 7. La journée de synthèse

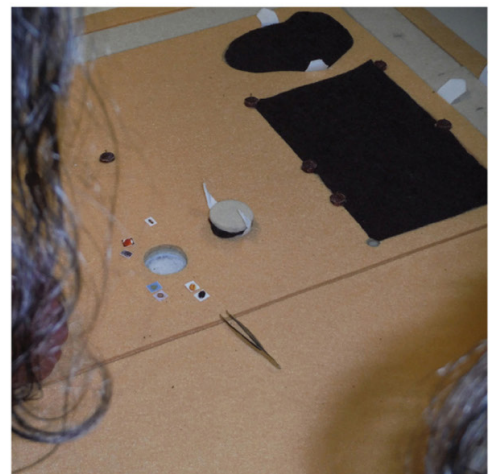
Dans le cadre de la dernière journée de stage, un rapide résumé des principales méthodes est réalisé. Par la suite, les stagiaires peuvent soumettre des études de cas et une réponse collégiale à leurs questions est apportée, en fonction des problématiques qu'ils ont pu ou auraient voulu développer. Un archéologue local peut également venir présenter un site où les disciplines archéoenvironnementales ont été bien intégrées. Un jeu interactif est ensuite proposé à partir de la maquette d'un site type ; les stagiaires doivent faire l'interprétation du site, restituer le paysage et les activités humaines d'après les différents éléments qu'ils retrouvent dans les structures [fig. 14].

Cette journée de synthèse est également l'occasion de discuter avec les responsables locaux, les directeurs adjoints scientifiques et techniques et, depuis 2018, des agents prescripteurs des services régionaux de l'archéologie. Les habitudes locales en matière d'application des études spécialisées sont abordées. Ces échanges visent à mieux communiquer sur les besoins et contraintes des disciplines afin de favoriser leur prise en compte dès l'élaboration du cahier des charges scientifiques (CCS) des SRA et de faciliter leur intégration dans les projets scientifiques d'intervention (PSI) qui doivent être soumis par les opérateurs publics et privés. En outre, il est rappelé qu'intervenir dès la phase de diagnostic permet de mieux cibler le potentiel à la fois en terme de conservation et d'intérêt scientifique, d'orienter vers telle ou telle discipline et d'aider ainsi à constituer le cahier des charges.

**Fig. 14** - La maquette interactive réalisée dans le cadre de cette formation permet une interprétation du site avec restitution des activités humaines et des paysages, (Muriel Boulen, Inrap, 2020)



L. Deschodt, Inrap





## 8. Conclusion

Au cours des dernières décennies, les disciplines évoquées ici ont largement prouvé leur intérêt et leur pertinence dans le cadre des recherches archéologiques. Toutefois, leur déploiement efficace se heurte à certains obstacles dont une méconnaissance, par les différents acteurs de l'archéologie, des contextes possibles et des limites de chaque discipline. Cette méconnaissance s'explique du fait de la multiplicité des enseignements d'origine, du nombre de disciplines engagées et de leur profondeur et complexité propre. Il n'est possible d'y remédier que par une diffusion transverse de connaissances clés : contextes favorables, apports et limites d'une discipline, complémentarité entre les disciplines.

Loin de pousser les collègues à multiplier à outrance les études, l'objectif de cette formation est, au contraire, de leur donner les bases pour les aider à faire les meilleurs choix possibles et à bien cibler quelles disciplines sont à mettre en œuvre, en fonction des caractéristiques du site et des questions qu'il suscite. Au-delà de l'environnement et de son exploitation, les thématiques abordées au cours du stage sont au cœur des problématiques archéologiques : alimentation, économie agricole, pêche, chasse, élevage, activités artisanales, statut du site, gestuelles funéraires, pratiques culturelles... Enfin et surtout, ce stage vise à développer les interactions entre les archéologues et les spécialistes afin de favoriser la mise en place de gestes adéquats dès le terrain, mais aussi d'optimiser les résultats des études et de favoriser leur intégration au sein des rapports de fouilles et des publications. Cette collaboration et l'intégration des possibilités d'études, de leur choix, de leur exploitation optimale, de l'amont à l'aval du processus, est plus que jamais nécessaire alors que les moyens dévolus à l'archéologie environnementale sont de plus en plus contraints. Les connaissances acquises pendant le stage peuvent servir de support à des discussions avec le service régional de l'archéologie et la hiérarchie scientifique pour recourir aux disciplines adéquates, dans le contexte archéologique local, afin de faire émerger des nouvelles thématiques et d'en renforcer d'autres.

## Bibliographie

ABBÉ, Jean-Louis. (2006). À la conquête des étangs : *L'aménagement de l'espace en Languedoc méditerranéen, XII<sup>e</sup>-XV<sup>e</sup> siècle*. Toulouse : Presses universitaires du Mirail. 331 p.

BRIDAULT, Anne & FRÈRE, Stéphane. (2019). Les archéozoologues face à l'économie : esquisse d'une question. *Archéopages, Hors-série 5*, 133-139. Disponible en ligne sur <<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02290014>> (consulté le 30 novembre 2020) .

BROES, Frédéric, FECHNER, Kai & CLAVEL, Viviane. (2017). Unités architecturales interprétées à l'aide des sciences du sol dans le nord de la France : résultats et tendances pour l'époque romaine. Dans F. Trément (dir.), A. Ferdière, Ph. Leveau & F. Réchin, *Produire, transformer et stocker dans les campagnes des Gaules*

*romaines : Problèmes d'interprétation fonctionnelle et économique des bâtiments d'exploitation et des structures de production agro-pastorale. Actes du XI<sup>e</sup> colloque de l'Association d'étude du monde rural gallo-romain, Clermont-Ferrand, 11-13 juin 2014* (p. 69-95). Bordeaux : Aquitania.

BROES, Frédéric, FECHNER, Kai & CLAVEL, Viviane. (2018). Cartographie systématique du phosphore dans les habitats néolithiques et protohistoriques : Intérêt et résultats. Dans O. Lemerrier, I. Sénépart, M. Besse & C. Mordant (dir.), *Habitations et habitat du Néolithique à l'Âge du Bronze en France et ses marges. Actes des secondes rencontres Nord/Sud de Préhistoire Récente, Dijon, 19-21 nov. 2015* (p. 575-596). Toulouse : Archives d'Écologie Préhistorique.

- CAMMAS, Cécilia & WATTEZ, Julia. (2009). L'approche micromorphologique : méthode et applications aux stratigraphies archéologiques. Dans A. Ferdière (dir.), *La géologie : les sciences de la Terre*. (p. 181-2016). Paris : Éditions Errance.
- CAYOL, Nicolas, BARBÉ, Romain, BOSTYN, Françoise, BOULEN, Muriel, COHEN, Claire, COLAS, Caroline... THÉVENET, Corinne. (2017). *Passel, le Vivier : une enceinte du Néolithique moyen II* (Rapport de fouilles). Glisy : Inrap Hauts-de-France. <<http://dolia.inrap.fr/flora/ark:/64298/0147408>>.
- CLAVEL, Benoît. (2001). L'animal dans l'alimentation médiévale et moderne en France du nord (XIII<sup>e</sup>-XVII<sup>e</sup> siècles), *Revue Archéologique de Picardie, numéro spécial 19*, 9-204.
- CLAVEL, Benoît & YVINEC, Jean-Hervé. (2010). L'archéozoologie du Moyen Âge au début de la période moderne dans la moitié nord de la France. Dans J. Chapelot (dir.), *Trente ans d'archéologie médiévale en France* (p. 71-87). Caen : Publications du CRAHM.
- COMPAN, Michel (dir.). (2006). *Pézenas-Tourbes (Hérault), Secteur 11 - Bonne terre, Autoroute A75 Section Béziers-Pézenas* (Rapport de fouille). Nîmes : Inrap Méditerranée.
- CORBINEAU, Rémi, RUAS, Marie-Pierre, BARBIER-PAIN, Delphine, FORNACIARI, Gino, DUPONT, Héléne & COLLETER, Rozenn. (2018). Plants and aromatics for embalming in Late Middle Ages and modern period : a synthesis of written sources and archaeobotanical data (France-Italy). *Veget Hist Archaeobot*, 27 (1), 151-164. <<https://doi.org/10.1007/s00334-017-0620-4>>.
- DUSSEAUX, Diane, ODE, Benoît, GILABERT, Christophe & BREUIL, Jean-Yves (dir.). (2017). *Circulez, y a tout à voir. Archéologie des grands travaux entre Nîmes et Montpellier. Catalogue de l'exposition, 17 mai 2017 - 5 févr. 2018, Musée Henri Prades de Montpellier Méditerranée Métropole, Lattes (34)*. Gand : Éditions Snoeck.
- EIDT, Robert C. (1984). *Advances in Abandoned Settlement Analysis: Application to Prehistoric Anthrosols in Colombia, South America*. Centre for Latin America. Milwaukee, États-Unis : University of Wisconsin-Milwaukee.
- EVANS, John G. (1972). *Land snails in archaeology : With special reference to the British Isles*. London, New York: Seminar Press. 436 p.
- FIGUEIRAL, Isabel, POMARÈDES, Hervé, COURT-PICON, Mona, BOUBY, Laurent, TARDY, Christophe & TERRAL, Jean-Frédéric. (2015). New insights into Mediterranean Gallo-Roman farming: a closer look at archaeological wells in Southern France. *Archaeological and Anthropological Sciences*, 7, 201-233.
- GEBHARDT, Anne. (2000). Le rôle de la micromorphologie des sols dans la formation des paysages. *Études rurales*, 153-154. Disponible en ligne sur <<http://etudesrurales.revues.org/8>> (consulté le 30 novembre 2020).
- GILLET, Evelyne, FECHNER, Kai & FERCOQ-DU-LESLAY, Gérard (dir.). (2018). *Sacré science ! Apports des études environnementales à la connaissance des sanctuaires celtes et romains du nord-ouest européen. Actes du colloque, Amiens, 6 et 7 juin 2013*. Amiens : Service régional de l'archéologie en Picardie. 368 p. (Revue archéologique de Picardie ; n° spécial 32).
- GINOUEZ, Olivier. (1995). Un vaste site rural d'époque romaine récemment fouillé sur le territoire de la Cité de Béziers. Dans M. Clavel-Lévêque et R. Plana-Mallart (dir.), *Cité et territoire. Actes du colloque européen, Béziers, 14-16 oct. 1994* (p. 169-173). Besançon : Institut des Sciences et Techniques de l'Antiquité. 274 p.
- JUNG, Cécile (dir.). (2017). *Lattes, Saint-Pierre sud : un ensemble funéraire protohistorique au sein de la campagne lattoise : Occitanie, Hérault (34), Lattes : Ligne à grande vitesse, contournement Nîmes-Montpellier : Secteur 2* (Rapport de fouille, 2 vol.). Nîmes : Inrap Méditerranée. 510 p., 230 p. <<http://dolia.inrap.fr/flora/ark:/64298/0148809>>.

## Auteurs

**Muriel Boulen** - Palynologue

Inrap – UMR 7209 AASPE

[muriel.boulen@inrap.fr](mailto:muriel.boulen@inrap.fr)

**Frédéric Broes** - Pédologue

Inrap – Université Gent

[frederic.broes@inrap.fr](mailto:frederic.broes@inrap.fr)

**Cécilia Cammas** - Micromorphologue

Inrap – UMR 5140 ASM

[cecilia.cammass@inrap.fr](mailto:cecilia.cammass@inrap.fr)

**Benoît Clavel** - Archéozoologue

CNRS – UMR 7209 AASPE – CRAVO

[benoit.clavel@mnhn.fr](mailto:benoit.clavel@mnhn.fr)

**Sylvie Coubray** - Anthracologue

Inrap – UMR 7209 AASPE

[sylvie.coubray@inrap.fr](mailto:sylvie.coubray@inrap.fr)

**Laurent Deschodt** - Géoarchéologue

Inrap – UMR 8591 LGP

[laurent.deschodt@inrap.fr](mailto:laurent.deschodt@inrap.fr)

**Isabel Figueiral** - Anthracologue

Inrap – UMR 5554 ISEM

[isabel.figueiral-rowe@inrap.fr](mailto:isabel.figueiral-rowe@inrap.fr)

**Stéphane Frère** - Archéozoologue

Inrap – UMR 7209 AASPE

[stephane.frere@inrap.fr](mailto:stephane.frere@inrap.fr)

**Matthieu Le Bailly** - Paléoparasitologue

Université Franche-Comté – UMR 6249

Chrono-environnement

[matthieu.lebailly@univ-fcomte.fr](mailto:matthieu.lebailly@univ-fcomte.fr)

**Blandine Lecomte-Schmitt** - Xylogue

Inrap – UMR 5600 EVS

[blandine.lecomte-schmitt@inrap.fr](mailto:blandine.lecomte-schmitt@inrap.fr)

**Sophie Martin** - Malacologue

Inrap – UMR 5140 ASM

[sophie.martin@inrap.fr](mailto:sophie.martin@inrap.fr)

**Pascal Verdin** - Phytolithologue

Inrap – UMR 7264 CEPAM

[pascal.verdin@inrap.fr](mailto:pascal.verdin@inrap.fr)

**Jean-Hervé Yvinec** - Archéontomologiste

Inrap – UMR 7209 AASPE

[jean-herve.yvinec@inrap.fr](mailto:jean-herve.yvinec@inrap.fr)

MARTIN, Sophie & MAGNIN, Frédéric. (2013). Du paléoenvironnement au paléopaysage : Peut-on reconstituer les paysages anciens et leur évolution à partir de données paléocéologiques ? Apports de l'analyse malacologique dans un paysage actuel méditerranéen (Sud-Est de la France). Dans D. Galop, *Paysages et Environnement. De la reconstitution du passé aux modèles prospectifs* (p. 81-96). Besançon : Presses universitaires de Franche-Comté.

MAZIÈRE, Florent, MARTIN, Sophie, JORDA, Christophe, SENDRA, Benoît & PALLIER, Céline. (2012). La place du facteur naturel dans les dynamiques d'occupation protohistoriques. L'exemple de l'étang de Pézenas (Hérault, France). Dans V. Ropiot, C. Puig, & F. Mazière, *Les plaines littorales en Méditerranée nord-occidentale. Regards croisés d'histoire, d'archéologie et de géographie de la Protohistoire au Moyen Âge* (p. 13-32).

MIKKELSEN, Jari Hinsch. (1997). Laboratory method for determination of organic, inorganic and total phosphate. Dans *Report on the workshop of Archaeological soil micromorphology/ Round table I : Micromorphology and Phosphate, mars 1997. Bulletin of the archaeological micromorphology working group*. Gent, Belgique : UGent.

PONEL, Phillipe & YVINEC, Jean-Hervé. (1997). L'archéontomologie en France. *Les Nouvelles de l'Archéologie*, 68, 31-44.

POMARÈDES, Hervé (dir.). (2011). *Implantation d'une ferme pré-augustéenne et développement d'une villa de la cité de Béziers (fin Ier s. av. / IIIe s. ap. J.-C.) : Hérault, Sauvian, La Lesse* (Rapport de fouilles). Nîmes : Inrap Méditerranée. 377 p. <<http://dolia.inrap.fr/flora/ark:/64298/0118835>>.

PRAUD, Ivan, BERNARD, Vincent, BOITARD-BIDAUT, Eve, BOULEN, Muriel, BOSSUT, Dominique, BRAGUIER, Séverine, ... SELLAMI-DIETSCH, Marie-France. (2015). *Le Néolithique final dans la vallée de la Deûle : Le site d'Houplin-Ancoisne, le Marais de Santes*. Villeneuve d'Ascq : Inrap, CNRS Éditions. 344 p. Disponible en ligne sur <<https://hal-inrap.archives-ouvertes.fr/hal-01489255>> (consulté le 30 novembre 2020).

ROUPPERT, Vanessa, DUFOUR, Jean-Yves, FECHNER, Kaï, PASQUIER, Iliana, BOULENGER, Lionel, BOYER, François & CABBOI, Sandra. (2009). Saint-Brice-sous-Forêt (Val-d'Oise), « *La Chapelle Saint-Nicolas* ». *Essai de caractérisation d'une exploitation agricole gallo-romaine* (Rapport de fouilles, 3 vol.). Pantin : Inrap Centre-Île-de-France. 253, 200, 530 p. <<http://dolia.inrap.fr/flora/ark:/64298/019947>>.

ROUPPERT, Vanessa & DUFOUR, Jean-Yves (dir.). (2017). Identifier le logement des animaux de ferme à l'époque romaine : l'apport d'un référentiel architectural et agronomique. Dans F. Trément (dir.), A. Ferdière, Ph. Leveau & F. Réchin, *Produire, transformer et stocker dans les campagnes des Gaules romaines : Problèmes d'interprétation fonctionnelle et économique des bâtiments d'exploitation et des structures de production agro-pastorale. Actes du XIe colloque de l'Association d'étude du monde rural gallo-romain, Clermont-Ferrand, 11-13 juin 2014* (p. 525-548). Bordeaux : Aquitania.