

# La Science au service de l'histoire

## Méthodes et outils scientifiques de l'archéologie

### Faire revivre le passé de notre région

- Les lieux que nous habitons ont une histoire. Des hommes s'y sont installés, y ont vécu, y ont bâti depuis des milliers d'années.
- Ils ont laissé des traces de leur présence sur nos terres : celles-ci peuvent être retrouvées, datées, expliquées grâce à **l'archéologie**, cette science qui met au jour les indices et les « artéfacts » qui permettent de (re)découvrir les activités humaines à travers le temps et apporter ainsi aux autres disciplines scientifiques (histoire, biologie, anthropologie, technologie... ) les ressources rigoureuses nécessaires à leurs développements.
- Au-delà de son apport scientifique, **l'archéologie** répond aussi au besoin de l'humanité de connaître ses origines et le sens de son histoire.
- La Fête de la Science 2021 à Louveciennes et Port-Marly la met à l'honneur à travers :
  - Une exposition évoquant les découvertes dans notre région et les méthodes scientifiques employées
  - Des ateliers pédagogiques, destinés principalement aux écoliers, illustrant concrètement le travail de l'archéologue
  - Des jeux, documentaires et animations divers autour de ce thème, tout au long des deux semaines de la fête



Restauration d'une céramique de la fin du Néolithique  
mise en couleur des comblements en plâtre)

### L'exposition

- Elle est constituée de 3 parties :
  - Explorer le passé de notre région du paléolithique inférieur à nos jours. Définition exacte des époques et illustrations par les découvertes correspondantes telles que recensées dans le fichier « périodes » du SAI
  - Focus sur Louveciennes et Port-Marly. Patrimoine classé par époques : néolithique, 9eme, 12eme, 16eme, 17 et 18eme siècles, avec photos (si possible)
  - Les techniques scientifiques de l'archéologie : détailler quelques unes des plus importantes comme la stratigraphie et géoarchéologie, le relevé 3D, prospection aérienne, la datation par mesure de radioactivité, analyse ADN etc ...
- Elle est présentée en une vingtaine de tableaux

# Chronologie des périodes archéologiques *et découvertes régionales*

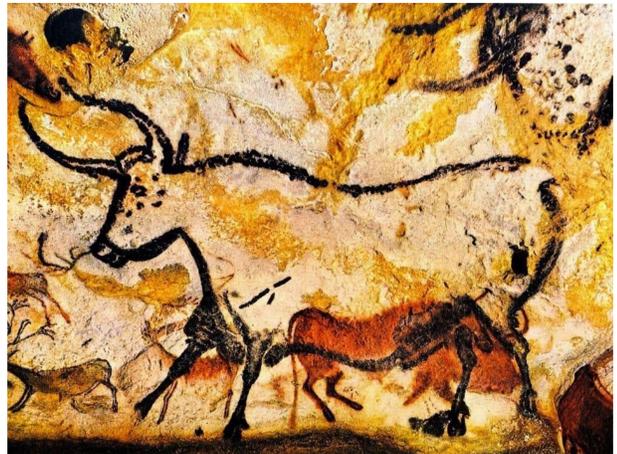
## • Paléolithique (âge de la pierre taillée)

- De - 2,5 millions à - 10 000 ans
- Hommes nomades, chasseurs-cueilleurs
  - Paléolithique archaïque de -2,5 millions à - 1,76 millions ans
  - Paléolithique inférieur de -1,76 millions à - 350 000 ans
  - Paléolithique moyen de -350 000 à -45 000 ans

*A Poissy (centre du PSG) : Haltes de chasses de Néandertaliens, technologie du silex*

- Paléolithique supérieur -45 000 à -10 000 ans

*A Rueil (A 86) : Campements saisonniers*



## • Mésolithique (âge moyen de la pierre)

- De -10 000 (fin de la dernière période glaciaire) à - 5 500 ans
- Hommes semi-nomades, sur des territoires plus réduits favorisés par le réchauffement climatique
- Innovations pour la chasse : microlithes (pierres taillées comme éléments de flèches)

*Au Vésinet (ZAC Parc Princesse) outillage lithique*

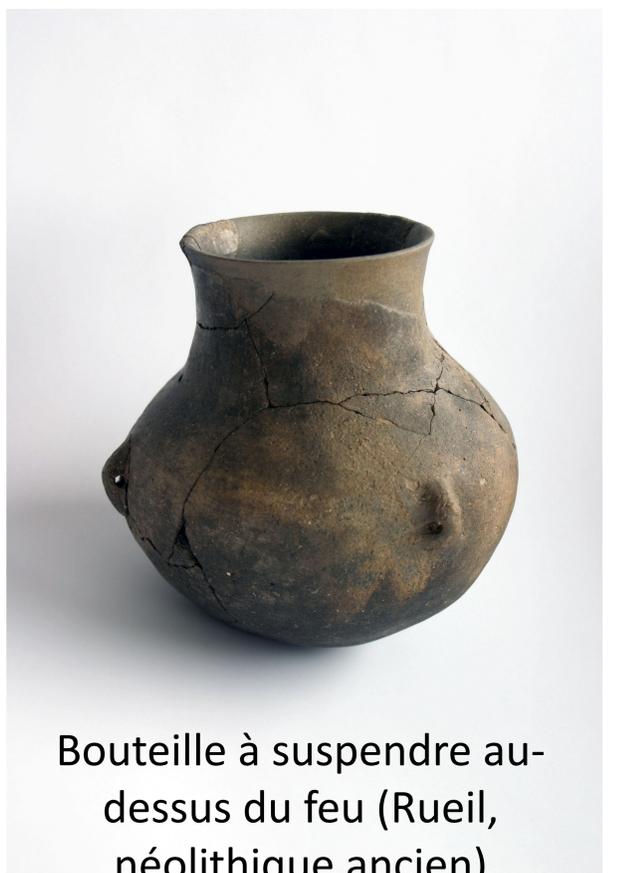
*Achères (La Porte de Garenne) : la plus ancienne sépulture des Yvelines*



## • Néolithique (âge de la pierre polie)

- De - 5 500 à -2 200 ans
- Migration de populations introduisant l'élevage et l'agriculture. Domestication des plantes aboutissant à une sédentarisation des populations
- Outillage en pierre polie, poterie, tissage et développement de l'architecture

*A Rueil, Rocquencourt, Marly: habitat, allée couverte, outils épars, céramique*



Bouteille à suspendre au-dessus du feu (Rueil, néolithique ancien)

# Chronologie des périodes archéologiques *et découvertes régionales*

- **Age du bronze**

- De -2 200 à - 850 ans
- Circulation d'objets en bronze, puis maîtrise de la réalisation des alliages

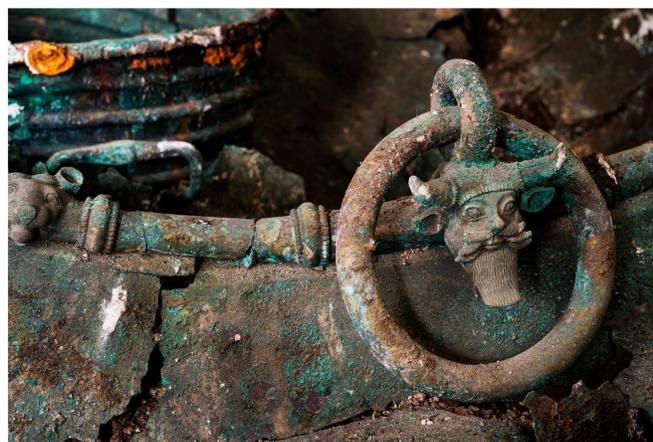
*A Noisy-le-Roi (Le Cornouiller) : nécropole*



- **Age du fer**

- De - 850 à -52 ans
- Progrès dans la technologie des fours : la température de fusion du fer est supérieure à celle du cuivre et de l'étain

*A L'Etang-la-ville et Bailly: habitat et céramiques peintes*



- **Epoque Gallo-Romaine**

- De -52 (conquête de Jules César) au Ve siècle (mérovingiens)

*A Poissy (centre du PSG) : villa avec thermes et bassins*



*A Noisy-le-Roi (Le Billardon) : enclos fossoyé (probablement gaulois)*



- **Moyen Age**

- Premier Moyen Age de -486 à 1100
- Moyen Age classique de 1100 à 1500

*A Rocquencourt (ZAC du bourg) : fours culinaires*



- **Epoque Moderne**

- De 1500 à 1789

*A Marly : le château, architecture et archives*

- **Epoque Contemporaine**

- De 1789 à nos jours

*A Aigremont : abri et tranchées de la première guerre mondiale*



# Archéologie à Louveciennes

## Découverte fortuite recherches historique

- **Occupation néolithique : 19, rue Paul Kempf**

Fin septembre 1987, de nombreux fragments de silex furent découverts dans les déblais d'une tranchée de canalisation pour le gaz (à environ 40 cm sous le niveau actuel de la rue), dans un sédiment jaune et sableux.

- **Habitat Médiéval : Hameau de Voisins**

En 853-854, Charles le Chauve, à la prière de son cousin Louis, abbé de Fontenelle, confirme l'affectation faite par celui-ci aux besoins de la communauté d'un certain nombre de biens-fonds, parmi lesquels des manses, c'est-à-dire des parcelles agricoles, à Voisins (en latin *Viciniacas*).

- **Moyen Age et époque moderne: Château du Pont**

Château de la deuxième moitié du XVI<sup>e</sup> s. ; un pont enjambe les douves, et un portail monumental s'ouvre sur la cour d'honneur. Cependant, le fief est connu au XIII<sup>e</sup> siècle. Il subsiste apparemment une aile médiévale ; en outre, le fief est attesté en 1514 (Archives Départementales 78).

- **Moyen Age et époque moderne : Château du Prunay**

Château avec colombier et bâtiments annexes visibles sur la *Carte de Cassini*, détruit au XIX<sup>e</sup> s., et reconstruit en 1903. Le toponyme de Prunay (*Prunetum*) est mentionné dès 872, et le fief attesté en 1210 (*Prunoi*).



## Fouilles et/ou documents d'archives

- **Moyen Age : Eglise Saint-Martin**

L'église est mentionnée en **1173** : *Martino Lupicianarum* (*Cartulaire des Vaux-de-Cernay* éd. Merlet).

Un plan plus ancien montre une configuration différente de l'édifice muni d'un chevet à trois pans coupés sous le chevet actuel. Un sondage effectué en juin 1997 dans la salle de la chaufferie a permis de retrouver, en élévation, l'un des pans (le sud) de cet édifice. Les pierres taillées de cet ensemble présentent un layage caractéristique des XI<sup>e</sup>-XII<sup>e</sup> siècles.

# Inventaire du patrimoine de Louveciennes

## Epoque moderne



- Deux Moulins à vent

Moulins aujourd'hui disparus,

Visibles sur un plan de 1680 (fiche du Service Régional de l'Archéologie d'Île de France).

- Pavillon de Musique de la du Barry

Œuvre de Nicolas Ledoux, édifié en 1771.

- Château de Louveciennes :

Construit au milieu du XVIIIe s. Beau perron à ferronnerie qui donne sur la parc ; les communs ont disparu. Il aurait été bâti sur une maison seigneuriale du XIIIe s. ? (De la Torre, ne citant pas ses sources).

- **Epoque inventée ?**

Après avoir signalé la découverte d'« ateliers de taille et de polissage... », la monographie communale rapporte : « ... un de ces ateliers millénaires, où l'homme primitif de Louveciennes, épié peut-être par les loups, taillait furtivement sa lance grossière, se trouve exactement à l'endroit où croît encore, majestueux et superbe, l'orme légendaire sous lequel la Du Barry invitait Louis XV à prendre le café... » (L'instituteur de Louveciennes 1899).

Les monographies d'instituteurs sont des ressources intéressantes car elles listent les découvertes faites le plus souvent par les agriculteurs au XIXe siècle. On y voit aussi l'approche de l'époque mi-littéraire, mi-fantasmagorique ... en rien scientifique !

- l'Aqueduc de Louveciennes

Aqueduc construit entre 1681 et 1685 par Jules Hardouin Mansart puis par Robert de Cotte. Il s'agit de l'un des éléments du système d'adduction d'eau des châteaux de Marly et de Versailles : il recevait l'eau de la Seine élevée par la Machine de Marly et la conduisait au Réservoir des Deux Portes.

Ouvrage de 643 m de long, haut de 23 m, il est constitué de 36 arches et de tours aux extrémités.

- Château de Madame du Barry

Château du XVIIIe s., ancien bâtiment du directeur de la Machine de Marly donné par Louis XV à sa maîtresse ; classé Monument Historique "pour être conservé et remis en état...".

- Château de Voisins

Edifié dans le troisième quart du XVIIIe s. La princesse de Conti y ajouta des annexes au XVIIIe s. Il fut détruit au début du XIXe s. et reconstruit à la Restauration.



# Inventaire du patrimoine du Port-Marly

Epoque Haut Moyen Age

Cimetière antique ou mérovingien

Sept tombes à inhumation ont été découvertes dans la propriété de M. Mac Avay à **l'Ermitage, dans le Parc du château de Monte-Christo.**

Cependant sur le plan conservé au Musée des Antiquités Nationales aussi bien que dans l'article de B. Champion, seules 6 tombes sont décrites et représentées en plan. Elles sont d'orientation variables avec cependant une direction préférentielle Sud-Nord (pieds au nord).

Habitat sur l'île d'Épinay (île de la Loge)

Peu avant 829 est cité comme domaine de Saint-Germain-des-Prés comprenant cinq manses ingénuiles tenus par neuf colons, un serf et leurs familles (une vingtaine de personnes). Pour L. Bourgeois, il s'agit de l'île d'Épinay à Port-Marly, mais il la situe aussi à Maisons-Laffitte. Le *Feoda ecclesie Beati Germani* des environs de 1176 mentionne un fief de l'île de Spinosa, vassal de l'abbaye. Nous n'avons pas retrouvé le toponyme d'Épinay sur la commune de Port-Marly : il pourrait s'agir de l'actuelle île de la Loge, sans aucune certitude... Il y a un lieu-dit "Les Epines" à Marly-le-Roi, cité au XIIIe siècle dans le Cartulaire des Vaux-de-Cernay ("*Vinea de Spina*" ; Merlet, Moutié 1857-1858, I, 939)

- Epoque Moderne

- Eglise Saint-Louis

Eglise de style néo-classique palladienne, œuvre de E. F. Legrand vers 1780.

L'archevêque de Paris érigea Port-Marly en paroisse en 1785. La collecte demeura unie à celle de Marly

- Château des Lions

Un ancien château, du XVIIIe s., se plaçait à l'emplacement aujourd'hui occupé par la mairie (reconstruite en 1806) ; il est composé de deux avant-corps latéraux encadrant le corps central.

# La Photogrammétrie, outil précieux de l'archéologue

- Complémentaire de la topographie

- La **topographie** d'un terrain de fouille est un paramètre essentiel à l'analyse archéologique. Elle repère l'emplacement des vestiges, les aménagements ou perturbations du terrain (puits, fondations récentes, éboulis, traces d'anciennes guerres). Ces données sont utiles pour expliquer l'état de conservation des éléments archéologiques étudiés.

- Complémentaire, la **photogrammétrie** permet d'obtenir l'image d'un objet en trois dimensions, grâce à une succession de calculs et de clichés pris depuis différents angles de vue. Cette technique permet de représenter rapidement en 3D les découvertes : céramiques, sols, bâtiments...

- Une image virtuelle quand le terrain réel doit disparaître

- La modélisation en 3D d'un terrain par la photogrammétrie permet ainsi de retrouver un site archéologique en volume et de le visiter quand on en a envie ! On comprend son importance en archéologie préventive : garder une mémoire précise d'un site qui est destiné à disparaître « pour cause de travaux ».

- En archéologie, la photogrammétrie est devenue une technique incontournable. Combinaison de la topographie, de la photographie et des algorithmes, elle produit une archive fiable et pérenne, tout en obéissant à un protocole scientifique étroitement lié à l'acte de fouille.

- Exemple de modèles 3D

Reconstitution d'une cave de la ville antique de Meaux

(sources INRAP)



# Principes de fonctionnement de la photogrammétrie

- **Vision stéréoscopique**

- De même que notre cerveau appréhende le **relief** d'une scène grâce à la vision binoculaire (chaque œil voit un objet selon un angle légèrement différent), la photogrammétrie repose sur la prise d'une série de photographies d'un même terrain en faisant varier à chaque fois très légèrement l'angle de prise de vue.
- Pour que le résultat des calculs effectués par l'ordinateur (et non plus notre cerveau) soit exact il faut que le recouvrement d'une photo à l'autre soit de 80% : le même pixel doit se retrouver dans au moins 3 photos successives.

- **Nuage de points**

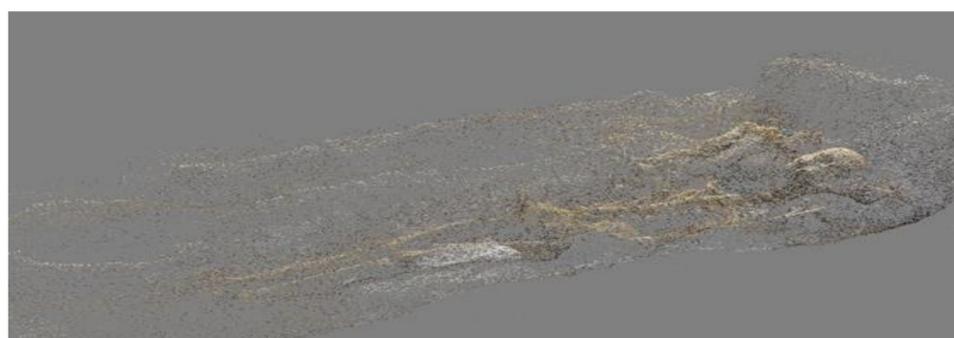
- Un logiciel complexe analyse les photos ainsi prises et repère comment chaque point se situe par rapport aux autres sur chaque photo : c'est la détection et l'appariement des points homologues.
- On obtient un nuage de points dont la structure est calculée selon des opérateurs mathématiques : points alignés, points coplanaires, distances relatives, triangulation.
- Le topographe intervient alors pour renseigner les coordonnées spatiales réelles de certains points caractéristiques du terrain, ce qui permet au logiciel d'inférer les valeurs des coordonnées réelles des autres points.

- **Représentation 3D**

- Pour finaliser le processus, une phase de « maillage » est entreprise. Le logiciel tisse des fils entre les points qui sont en cohérence (altitude, position dans l'espace) pour former des surfaces et faire apparaître in fine la scène en 3 dimensions.

- **Exemple : photogrammétrie d'une sépulture médiévale de Noisy le Roi**

Nuage de points puis maillage :



# Démarche scientifique : Redécouvrir comment les hommes du mésolithique taillaient le **Silex**

- (1) En juin 2001, une fouille dans le Tardenois met au jour de nombreux débris de silex datant de 5500 ans (fin du mésolithique).
- (2) Les archéologues tentent de reconstituer les blocs de silex pour comprendre comment ils ont été taillés



(3) Ils constatent qu'il manque des éclats en périphérie des blocs reconstitués. Ils en concluent que ces éclats sont les résultats de la taille et que les blocs restants sont des déchets. Une méthode expérimentale permet alors de retrouver les gestes de la taille ...

## La taille du silex : production de lames coupantes (Jacques Pelegrin CNRS)

((1) Dégrossissage au percuteur



(2) Percussion indirecte avec andouillers de bois de cerf



(3) Eclats de lames

# La taille du silex : production de lames coupantes (Jacques Pelegrin CNRS)

- (4) Voici la production pour un seul bloc de silex.
- Le site du Tardenois était donc bien un atelier de production d'outils de silex.
- Ces lames peuvent servir de racloirs, de couteaux ou être taillées en pointes de flèches.
- Cette technique semble s'être développée rapidement sur de nombreux territoires ce qui suggère une communication et des échanges importants entre les hommes du mésolithique.



## Le Silex dans les Yvelines



Biface du Paléolithique moyen découvert à Poissy, daté de plus de 300 000 ans.

Si avant le début du Néolithique la matière première nécessaire à la taille des outils en pierre (le silex) est souvent ramassée en surface, ce système d'acquisition devient insuffisant au fur et à mesure de la croissance démographique des populations du Néolithique moyen. Se met en place alors une véritable exploitation minière. Deux sites d'extraction du silex ont été identifiés à ce jour dans le département, à Flins-sur-Seine et à Maule.

La démarche employée pour étudier de tels sites donne un bon exemple de la méthode archéologique:

1ère étape : la prospection aérienne, pedestre, électrique (mesure de la résistance du sol), magnétique

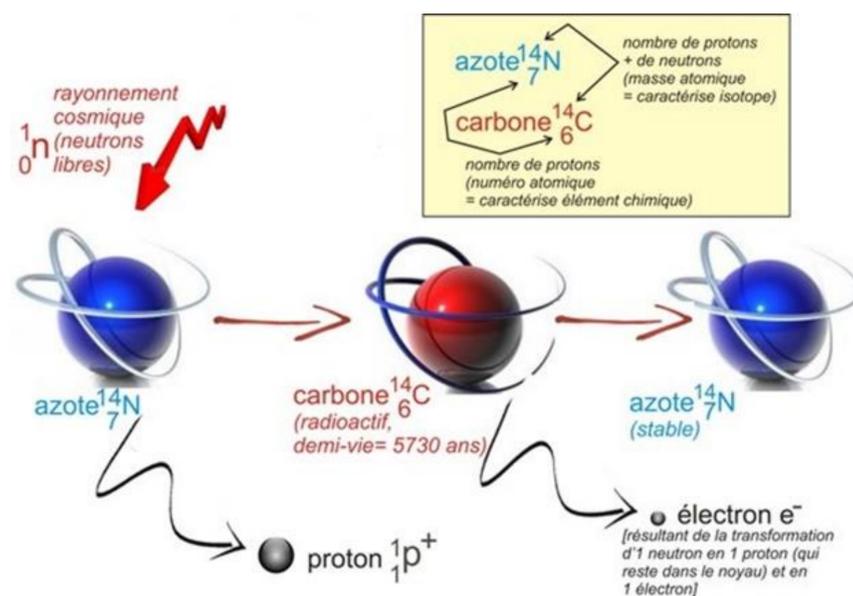
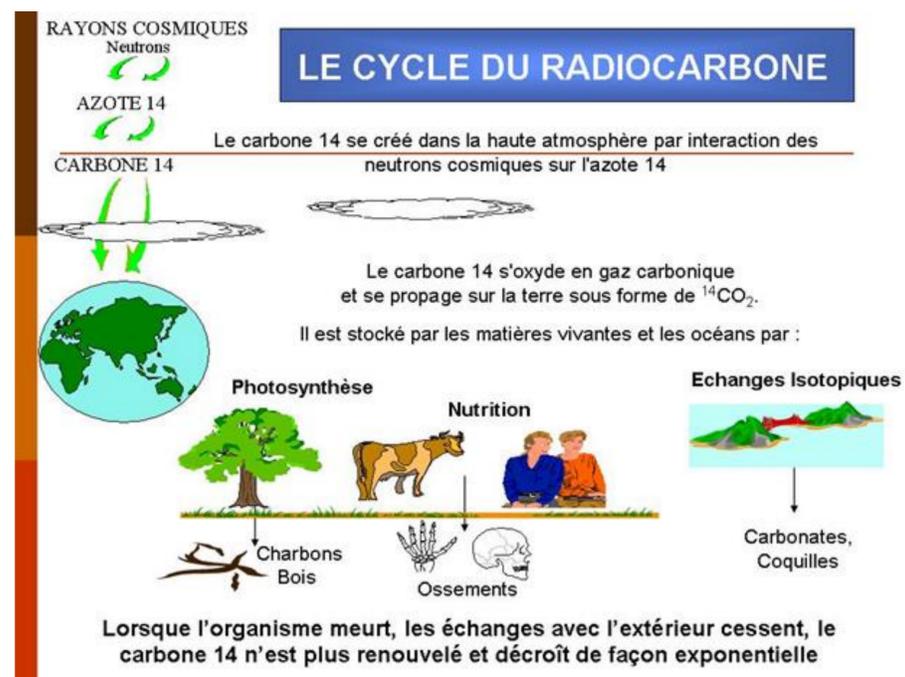
2e étape : la fouille archéologique  
Étayage des puits et galeries. Photographie des objets découverts. Traces d'outils. Moulage de galeries

3e étape: l'étude du mobilier archéologique  
En laboratoire. Datation C14 ; Analyse des blocs de silex...

# La datation par le Carbone 14 [ $^{14}\text{C}$ ]

## • Principe

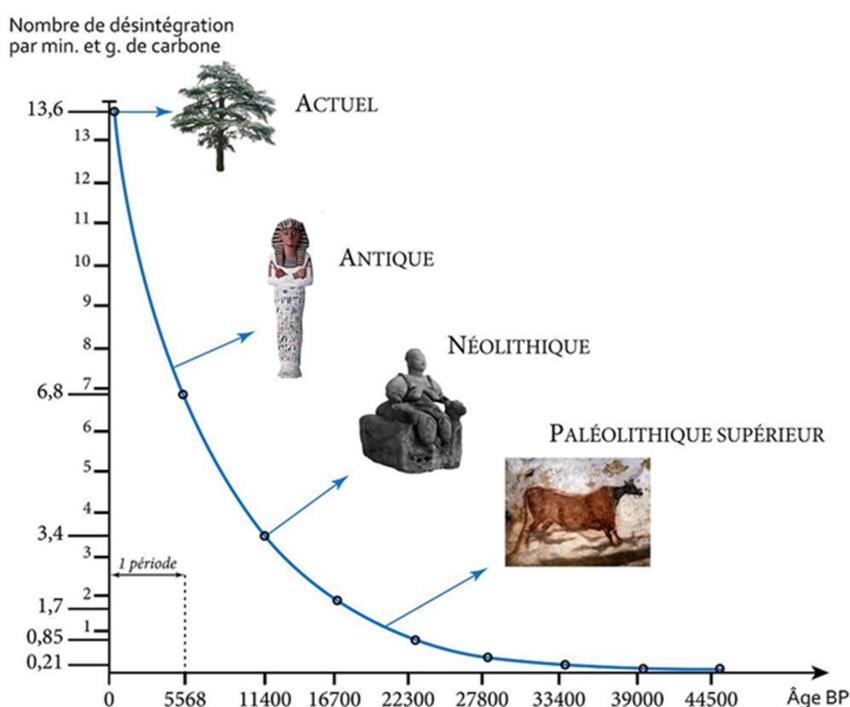
- **Le  $^{14}\text{C}$  est le seul isotope radioactif du carbone.** Sa radioactivité décroît au fil du temps à un rythme parfaitement régulier. Il sert de « chronomètre » pour estimer l'âge d'objets très variés : œuvres d'art, roches, fossiles... et est utilisé dans les sciences de la vie et de la Terre, les sciences de l'Homme et de l'environnement. **En Histoire et archéologie** : c'est un outil précieux et largement utilisé pour dater des échantillons organiques et construire une chronologie
- **Sa période radioactive est de 5 730 ans.** Il se forme dans la haute atmosphère de la Terre. Il existe 1 atome de  $^{14}\text{C}$  pour 1 000 milliards de  $^{12}\text{C}$  (isotope non radioactif). Comme le  $^{12}\text{C}$ , le  $^{14}\text{C}$  se combine avec l'oxygène de notre atmosphère pour former du  $\text{CO}_2$  (dioxyde de carbone).
- **Ce  $\text{CO}_2$  est assimilé par les organismes vivants** tout au long de leur vie : respiration, alimentation... En mourant, ils n'en absorbent plus. La quantité de  $^{14}\text{C}$  assimilé diminue alors au cours du temps de façon exponentielle tandis que celle de  $^{12}\text{C}$  reste constante.
- **La datation repose sur la comparaison du rapport entre les quantités de  $^{12}\text{C}$  et  $^{14}\text{C}$  contenues dans un échantillon avec celui d'un échantillon standard de référence.** On déduit de cette comparaison « l'âge  $^{14}\text{C}$  » de l'échantillon qu'on cherche à dater. Cet « âge  $^{14}\text{C}$  » est ensuite traduit en âge réel (ou « âge calendaire »), en le comparant à une courbe-étalon, réalisée par les chercheurs à force de nombreuses mesures complémentaires. On peut ainsi en déduire l'âge de l'objet étudié et remonter jusqu'à 50 000 ans environ (au-delà, la technique n'est pas assez précise).



# La datation par le Carbone 14 [ $^{14}\text{C}$ ]

- **Méthodologie**

- Prélèvement d'un échantillon d'un objet à dater (quelques grammes ou microgrammes).
- Traitement physico-chimiques pour ne conserver que le carbone de l'échantillon.
- Détermination de la quantité de  $^{14}\text{C}$  par des mesures de radioactivité ou par spectrométrie de masse, et calcul « l'âge  $^{14}\text{C}$  » de l'objet. Historiquement les premières datations ont été faites avec des compteurs proportionnels à gaz (mesure de la radioactivité émise par le  $^{14}\text{C}$ ), transformé auparavant en gaz carbonique, W.F. Libby, 1950, Prix Nobel 1960). Cette méthode a laissé la place à deux techniques complémentaires :
  - le détecteur à scintillation : ce détecteur mesure la radioactivité d'un échantillon en carbone 14 par la mesure de la lumière émise à chaque désintégration d'un atome de  $^{14}\text{C}$ .
  - le spectromètre de masse par accélérateur (SMA) : cette technique a été développée pour la datation d'échantillons de petite quantité et/ou d'âge allant jusqu'à 50 000 ans. Elle compte directement le nombre d'atomes de carbone 14 présents dans un échantillon
- Comparaison de cet « âge  $^{14}\text{C}$  » à une courbe d'étalonnage pour déterminer l'âge réel.



## La datation $^{14}\text{C}$ à Noisy le Roi

L'ensemble sépulcral du Cornouiller à Noisy-le-Roi, est d'une grande homogénéité chronologique : les 6 datations  $^{14}\text{C}$  disponibles permettent de caler sa mise en place entre le 15<sup>ème</sup> et 12<sup>ème</sup> siècles avant notre ère. Elles renvoient sans ambiguïté à la seconde étape de l'âge du Bronze moyen ou au tout début de l'âge du Bronze final.

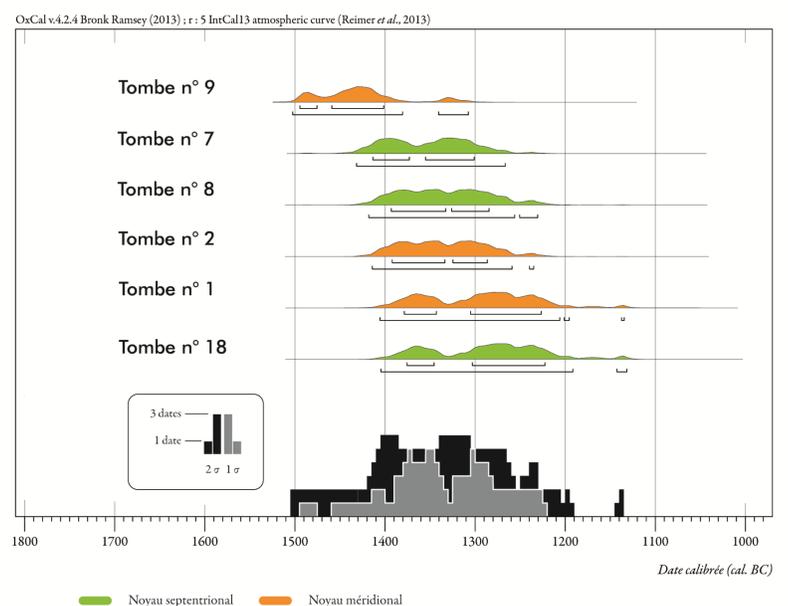


Tableau des résultats de la datation C14 effectuée sur six individus de la nécropole très homogène (entre - 1 500 et - 1 200 ans)

# La Géo Archéologie

- Comment être certain à la vue d'un lieu, que son aspect soit bien issu d'un processus géologique naturel, ou le résultat de changements que l'homme a provoqué directement ou indirectement ?
- L'étude d'un lieu pour en déduire l'éventuel impact de l'homme utilise des domaines scientifiques communément nommés GéoArchéologie.
- Il est ainsi admis que l'impact des activités humaines sur un milieu se fait sentir à partir de néolithique, ou même avant.
- Exemple :
- L'exploitation très ancienne d'une mine dans une vallée, va entraîner des dépôts en aval, qui vont sédimenter, créer de nouvelles couches géologiques récentes que le GéoArchéologue devra expliquer
- Il reconstitue ainsi une partie de l'histoire du lieu, lue dans les sédiments déposés.
- La géoarchéologie peut se définir comme une approche géologique et géographique d'un site archéologique et de son environnement.



- La GéoArchéologie utilise les techniques et les approches de :
- La géomorphologie (étude des origines et des formes du paysage)
- La sédimentologie (étude des caractéristiques et de la formation des dépôts)
- La pédologie (étude de la formation du sol et de sa morphologie)
- De la stratigraphie (étude des séquences, de la corrélation des sédiments et des sols)
- De la géochronologie (étude du temps dans les séquences stratigraphiques)
- L'archéologiques et de toutes ses sources
- La GéoArchéologie utilise aussi les techniques directes de la géologie :
- Exemple : Identifier toutes les roches et leur provenance ayant servi à la construction d'édifice, afin aussi de comprendre le mouvement des populations au travers des âges. C'est alors une véritable collaboration entre l'archéologue et le géologue qui s'établit .

# La Dendrochronologie

- La dendrochronologie est une méthode de datation qui se base sur l'évolution de la Nature au cours du temps et en particulier la croissance d'un de ses meilleurs représentants : l'**arbre**.
- L'Homme a en effet très tôt constaté que le tronc d'un arbre, son écorce mais aussi son aubier, placé sous cette écorce, gardaient les traces des événements qu'il avait traversés (sécheresse, attaques de parasites..). Cette observation sera plus tard la base de la **dendrologie** qui permet de reconstituer les changements climatiques et environnementaux observés dans un milieu donné.
- Plus prodigieux encore, l'Homme a aussi constaté qu'une fois mis à terre, le cœur de ce roi de la forêt décelait un trésor : des **anneaux**, ou **cernes**, plus ou moins larges. Et chacun de ces anneaux racontait l'histoire de celui que l'on venait d'abattre. **Léonard de Vinci**, qui ne cessait d'observer et de s'inspirer de cette nature, avait déjà répertorié ce phénomène dès la fin du XV<sup>e</sup> siècle.
- Ce n'est cependant qu'au XX<sup>e</sup> siècle, que l'étude des anneaux de croissance des troncs d'arbres a été validée en méthode de datation sous le nom de **Dendrochronologie**, du grec dendron ou « arbre », khronos ou « temps » et -logie ou « discours ».



Créateur : Bernard Dery

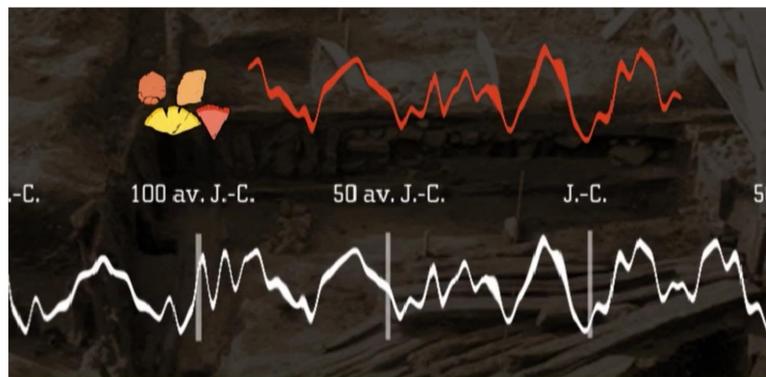
Droits d'auteur : Copyright © 2005, 2007 - Bernard Déry. All rights reserved.

- Le principe de cette méthode repose sur la mesure des cernes de bois (leur nombre et leur épaisseur)
- Sous les climats tempérés, les arbres grandissent de manière régulière en fonction des saisons. Dans l'hémisphère Nord, au printemps, le bois conduit la sève, alors que l'été le bois résiste aux chaleurs de l'été avant de stopper son développement en automne et en hiver. Chaque année, apparaît un nouveau cerne visualisé grâce à la différence de couleur entre la croissance du tissu ligneux plus active au printemps (partie claire) qu'en saisons froides (partie sombre).
- En comptant le nombre de cernes, on peut donc établir l'âge du tronc. La mesure se fait dans le sens de la croissance de l'arbre, de la moelle à la périphérie
- Plus le nombre de cernes de croissance est important et plus les possibilités de dater un échantillon sont élevées. Pour de très vieux arbres, comme des chênes, les lectures se font au 1/100 de mm près.
- Après avoir analysé les cernes d'un grand nombre d'arbres de la même essence et de la même région, on établit « des indices de croissance » annuel et un catalogue de références.
- Application : Par comparaisons avec des coupes du tronc d'un arbre multi-centenaire, on peut dater des vieilles poutres dans des maisons après avoir fait un prélèvement d'une carotte de bois à l'aide d'une tarière.

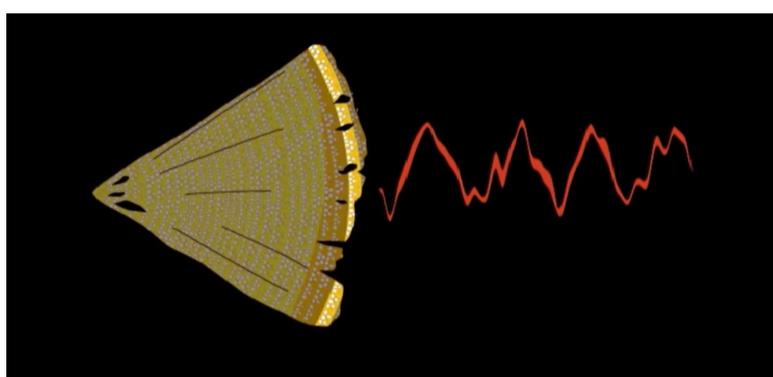
# La Dendrochronologie



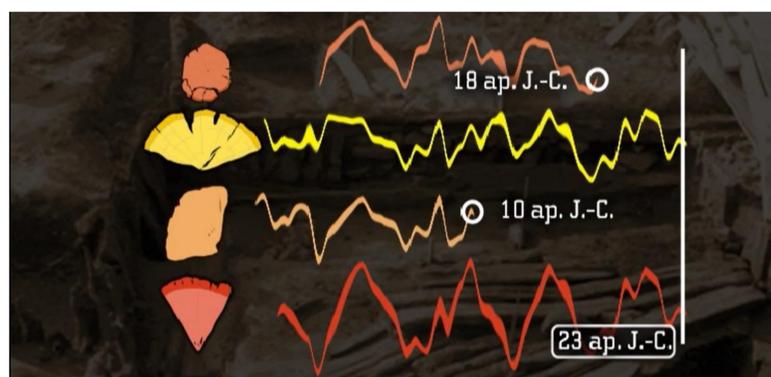
Prélèvement d'échantillons de bois.  
Site archéologique des Filles- Dieu, Le Mans



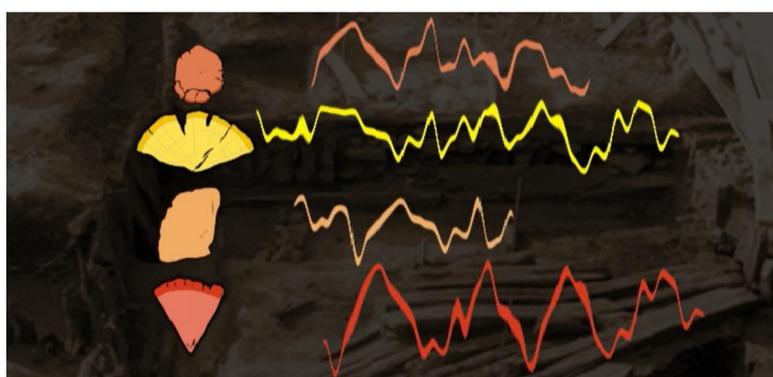
Datation de la courbe obtenue par comparaison avec  
une courbe de référence régionale datée.



Mesure des cernes et élaboration d'une courbe de  
croissance.



Le dernier cerne conservé de chaque échantillon peut  
être ainsi daté.



Comparaison et synchronisation des courbes des échantillons  
pour constituer une moyenne dendrochronologique.



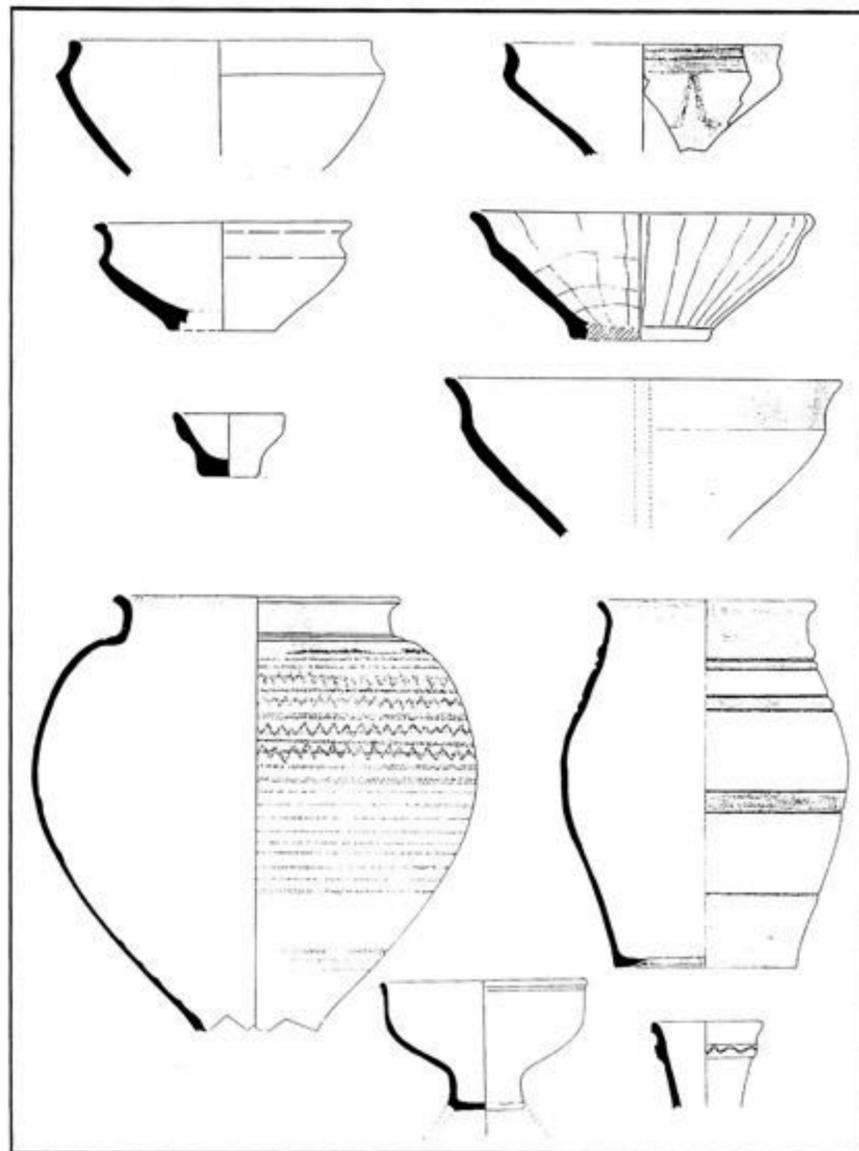
Comparaison et synchronisation des courbes des échantillons  
pour constituer une moyenne dendrochronologique.

DENDROTECH  
Crédits : Dendrotech, Rennes  
[www.dendrotech.fr](http://www.dendrotech.fr)  
CNRS, UMR 6565 CReAAH  
Conception Ubiscène  
Réalisation Protéa  
Ville du Mans, 2009

# La Céramique

## Un outil à disposition des chercheurs archéologues

- Parmi les éléments qui permettent à l'archéologue de dater ses découvertes, la céramique tient une place privilégiée
- Son omniprésence, sa bonne conservation et l'évolution rapide de ses formes influencée par les modes culturelles à travers le temps, en font un matériau de premier choix dans la recherche archéologique. Deux méthodes complémentaires d'approche peuvent être développées pour faire « parler les tessons ».
- (1) l'analyse typologique prend en compte les caractéristiques morphologiques des vases. Par l'observation de leur forme, de leur épaisseur et de leur couleur il est possible de les rattacher à un répertoire connu (une classification par type), même lorsqu'il ne subsiste que quelques fragments (le bord ou le fond). Ces rapprochements permettent le plus souvent d'attribuer une datation au quart de siècle près.
- Par exemple la figure ci-jointe montre les formes typiques de l'époque dite de « la Tène finale » entre 450 et 25 av JC.



69 : exemples de céramiques de la Tène finale en Ile-de-France. (Y.B.)

- (2) l'examen visuel de la pâte et de la surface des tessons
- Celles-ci varient énormément selon les lieux de production, les lieux d'extraction de l'argile ainsi que les inclusions que les tessons comportent (coquilles d'œufs, sable, éléments organiques...). À ces paramètres, s'ajoute celui de la méthode de cuisson employée (cuisson réductrice ou oxydante). En fonction de tous ces éléments, il est possible d'identifier un atelier de fabrication ou du moins une aire géographique de production, pourvu de disposer d'une collection de référence bien décrite.
- d'une carotte de bois à l'aide d'une tarière.

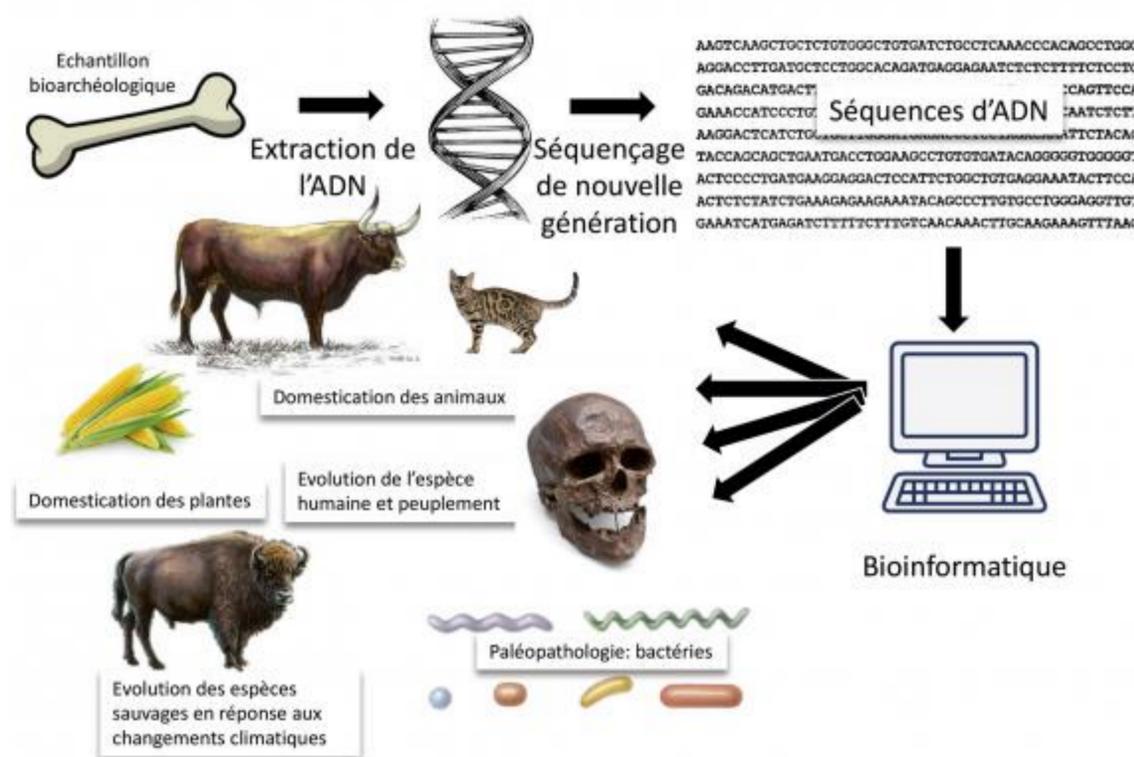
# Un Tessonier des céramiques antiques

- C'est à cette fin qu'a été créé un échantillonnage de l'essentiel des productions céramiques susceptibles d'être découvertes dans le département, entre la fin de l'époque gauloise (1er siècle avant J.-C) et le tout début du Moyen Âge (Vème siècle après J.-C.). Cette collection de référence contient à présent 684 types de pâtes distinctes.
- Chaque tesson porte un numéro d'identifiant qui renvoie à une fiche descriptive informatisée. Elle mentionne, entre autres, le lieu de découverte et l'origine géographique de la production, mais également la couleur et la texture de la pâte ainsi que les types d'inclusions rencontrés. Ces tessons de référence sont rangés dans trois meubles à tiroirs avec casiers.
- Ainsi, le tessonier servira de modèle de comparaison pour chaque nouveau tesson retrouvé. Il est bien évidemment amené à évoluer et s'enrichir dans le temps, au hasard des découvertes, des dons ou des échanges entre chercheurs.



# Archéologie et (paléo)génétique

- L'analyse génétique de l'ADN préservé dans les vestiges biologiques du passé a ouvert de nouvelles perspectives en archéologie.
- Elle contribue à une meilleure compréhension des sites archéologiques et des sociétés du passé, (migrations et métissages, domestication des animaux et des plantes, effets de l'action humaine sur les populations animales et végétales sauvages).
- La paléogénétique et la paléogénomique reposent sur l'analyse des génomes :
- La génétique étudie les lois de l'hérédité dont l'information est contenue dans l'ADN.
- La génomique étudie la structure, la composition et l'évolution des génomes qui représente l'ensemble de l'information génétique d'un individu.
- L'étude génétique contribue à la compréhension des sites archéologiques : l'analyse des vestiges humains peut renseigner sur les relations de parenté entre individus, leurs métissages et migrations. Ainsi, l'étude paléogénomique de restes néanderthaliens européens a permis de caractériser l'évolution de ces Humains archaïques (~ -400 000 -40 000 ans), a révélé que ces derniers se sont métissés avec les Humains modernes au cours de leurs multiples sorties d'Afrique et que ces métissages ont laissé des traces dans les génomes des Humains actuels.



Représentation schématique du plan de déroulement des analyses paléogénétiques et paléogénomiques montrant des exemples de leur contribution à l'archéologie.

# Archéologie et (paléo)génétique

- L'analyse génomique permet de mettre en évidence des phénotypes qui ne peuvent pas être déduits à partir de la seule étude des squelettes, (couleur de la peau, des yeux, des cheveux, ...), pourvu que ces traits soient bien caractérisés au niveau génétique chez les populations actuelles.
- Ainsi, les Humains du Pléistocène avaient tous la peau, les cheveux et les yeux foncés. Les yeux bleus sont apparus pour la première fois chez les chasseurs-cueilleurs mésolithiques
- La paléogénomique révèle aussi les maladies génétiques et infectieuses, des populations du passé. Les bactéries responsables peuvent être préservées dans les squelettes caractérisant les épidémies qu'elles ont causées, ou accumulées dans les tartres dentaires. L'analyse de l'ADN dans les tartres d'individus archéologiques peut nous renseigner sur leur microbiote buccal, par exemple quand des espèces microbiennes provoquent la périodontie ou la carie dentaire sont détectées.
- L'analyse du génome des animaux est identique à celle des humains. Elle nous renseigne sur la dynamique de leurs populations en réponse aux changements du climat et de l'environnement ou aux actions humaines. Elle révèle leurs migrations, extinctions, expansions et remplacements.



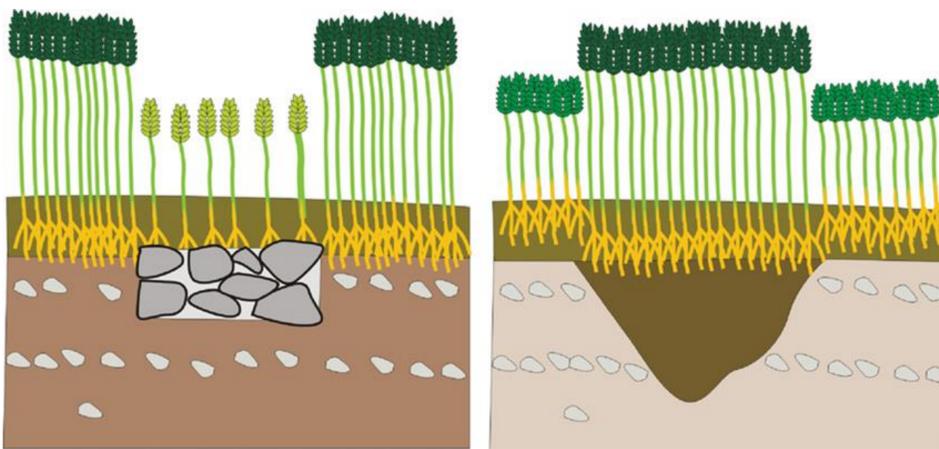
Prélèvement d'une dent pour analyse C14 et ADN  
(fouille de la nécropole de Noisy-le-Roi)



Mâchoire d'un adolescent montrant des caries, des pertes dentaires et des incisives usées.

# Archéologie aérienne

- La prospection aérienne joue un rôle prépondérant dans l'enrichissement de l'Inventaire du patrimoine archéologique et, par là même, dans sa protection. La découverte et l'identification de nouveaux sites archéologiques permettent d'anticiper les risques de destruction lors de travaux d'aménagement.
- L'apport de la prospection aérienne est particulièrement important dans les zones rurales ; elle complète les recherches en archives. Et pouvoir traverser le département en moins de 30 minutes pour observer le territoire autrement est un véritable plus.



Le différentiel de croissance des cultures au-dessus des vestiges construits et d'un creusement retenant l'humidité.



Les murs d'un fanum gallo-romain se révèlent, en creux, au fil des saisons et des plantations (Bonnières-sur-Seine)



Cité romaine (Diodurum) à Jouars-Pontchartrain (1976).

- Ces indices de sites, révélés en prospection aérienne, doivent faire l'objet d'une vérification au sol, afin de fournir une datation avérée par la collecte de mobilier. Par ailleurs, les cartes anciennes, les plans terriers, comme la Carte des Chasses du Roi ou le cadastre dit "napoléonien", sont systématiquement confrontés aux indices découverts.
- L'efficacité de cette méthode reste cependant mesurée ; les traces sont fugaces et peuvent parfois disparaître en l'espace de quelques jours, (rotation des cultures, météo, éclairage), rendent la démarche incertaine. À chaque campagne de prospection, même s'il s'agit de zones déjà survolées, l'archéologue ignore s'il découvrira de nouveaux sites ou même s'il apercevra des vestiges déjà connus.

En survolant les zones agricoles, à moyenne et basse altitude, des anomalies dans les cultures peuvent parfois être observées alors qu'elles restent invisibles depuis le sol. Plusieurs facteurs favorables doivent pour cela être réunis, comme la lumière, le type de végétation et le taux d'humidité. Ces variations dans la couleur et dans le développement des cultures vont progressivement intéresser les archéologues car elles trahissent la présence d'anciennes occupations humaines

# Archéologie et aménagement du territoire

95 % des découvertes archéologiques actuelles sont issues d'un diagnostic ou d'une fouille « préventive » qui interviennent avant le début d'un chantier de construction et parce que le sous-sol est impacté par le projet...

## Repère réglementaire

Le Code du Patrimoine (Livre V : Archéologie), dont la mise en application et le contrôle sont effectués par les représentants de l'État dans chaque région : les préfets de région et les directions régionales des Affaires culturelles (DRAC-SRA).

## Comment ça marche ?

1 - **Le diagnostic** : sa prescription est motivée par la protection du patrimoine que menace le projet d'aménagement. Pour l'évaluer, l'État s'appuie sur les connaissances déjà établies (cf. la Carte archéologique).

Faire un diagnostic permet de vérifier l'existence de vestiges, de caractériser leur nature et de les dater. 10 % du terrain sont ainsi testés à l'aide de longues tranchées judicieusement réparties.

Un rapport détaillé est ensuite remis au service régional de l'Archéologie (SRA/DRAC Île-de-France) qui statuera sur les suites à donner.

2 - **La fouille** : en raison de l'intérêt scientifique des découvertes faites au diagnostic et de leur bon état de conservation, le SRA peut prescrire la réalisation d'une fouille préventive sur les zones intéressant la recherche.

Les délais et les moyens nécessaires à l'étude des vestiges recueillis sont décrits dans un projet scientifique, puis un contrat est signé entre l'aménageur et l'opérateur d'archéologie préventive qu'il aura choisi.



Sondage profond et fouille à Poissy

Trois types d'organismes s'offrent à lui : l'Institut national de recherches archéologiques préventives (INRAP), un service de collectivité territoriale comme le Service interdépartemental ou une entreprise privée, agréée

# Archéologie et aménagement du territoire

## Qui finance l'archéologie préventive ?

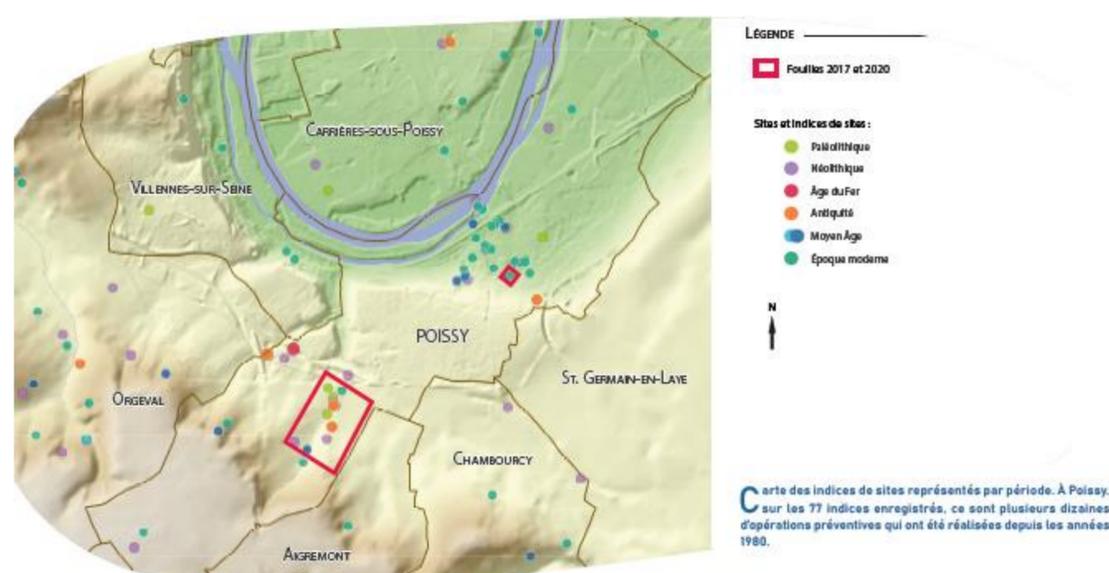
Les diagnostics sont financés par une redevance payée par tous les aménageurs pour les travaux touchant le sous-sol dont la surface est supérieure à 3 000 m<sup>2</sup>. Son montant est calculé en fonction du type d'aménagement (soit 0,56 € / m<sup>2</sup> ou 0,40 % de la valeur forfaitaire de l'ensemble mobilier projeté). Des exonérations existent pour certains types de travaux (ex. les constructions à vocation agricole ou sociale) et bénéficient également aux particuliers.

La fouille sera prise en charge par l'aménageur concerné, en choisissant parmi les devis proposés par plusieurs opérateurs et avec l'accord du service régional de l'Archéologie (DRAC).

## Connaître le sous-sol : la carte archéologique des Yvelines et des Hauts de Seine

Dans les Yvelines et les Hauts-de-Seine, un inventaire des sites et des collections archéologiques est mené depuis de longues années. Il conserve les informations issues d'archives, de prospections pédestres et aériennes, de découvertes anciennes et les rapports des opérations préventives récentes.

Cette base de données, régulièrement actualisée, est associée à un système de représentation cartographique (SIG). La « Carte archéologique interdépartementale » est ainsi consultée avant chaque opération préventive. Elle peut révéler l'existence de plusieurs indices de sites comme leur absence totale, ce qui peut, dans les deux cas, motiver la réalisation d'un diagnostic.



# Et après la fouille, comment étudier les vestiges ?

L'intervention sur le terrain s'accompagne toujours d'un long travail d'étude réalisé au Service archéologique interdépartemental 78-92 ou en faisant appel à des laboratoires externes. Cette étape, appelée la « post-fouille », constitue le temps de l'analyse de l'ensemble des indices recueillis qui ne se résument pas aux objets.

Une partie conséquente se déroule dans les locaux de Montigny-le-Bretonneux et mobilise plusieurs agents selon leur spécialité : les premiers traitements sur le mobilier archéologique, la mise au propre des relevés de terrain, l'étude des objets par les spécialistes, leur restauration ou encore la réalisation du rapport final d'opération...



Nettoyage des enduits peints antiques découverts aux Terrasses de Poncy.

A screenshot of a web-based archaeological inventory software interface. The interface is titled 'Collection' and shows a detailed record for a coin. The record includes fields for 'Nom usuel' (Monnaie), 'Alliage cuivreux' (Monnaie), 'Date' (Âge du Fer / La Tène), 'Description' (Avers : dans un grènetis serré, buste casqué à droite... Revers : dans un grènetis serré, cavalier ailé...), 'Commune' (POISSY), 'Site' (Centre d'entraînement du PSG), and 'Opération' (6028). There is also a small image of the coin and various administrative fields like 'N° d'objet' (17) and 'N° d'inv.' (PCP.90.8.17).

Extrait de l'inventaire des collections conservées à Montigny-le-Bretonneux.

Lorsque les observations et analyses des spécialistes sont achevées, tous les objets sont rangés au dépôt archéologique : un espace de stockage adapté garantissant une bonne conservation. Ces collections restent accessibles aux chercheurs et aux publics en visite et circulent lors d'expositions temporaires.

Tous les objets suivent une série de traitements spécifiques selon leur matériau de constitution et préalablement à leur étude. Ils sont d'abord lavés et reconditionnés par matériau avant d'être confiés aux différents spécialistes pour étude. Les objets métalliques et fragiles seront nettoyés avec d'autres méthodes pour ne pas accentuer leur dégradation. Chaque fragment est alors compté, pesé puis décrit dans une base de données informatisée enregistrant leur localisation et permettant ainsi de conserver et de partager facilement l'information.



Réserves dédiées à la conservation des collections interdépartementales, sur des étagères mobiles et fixes.

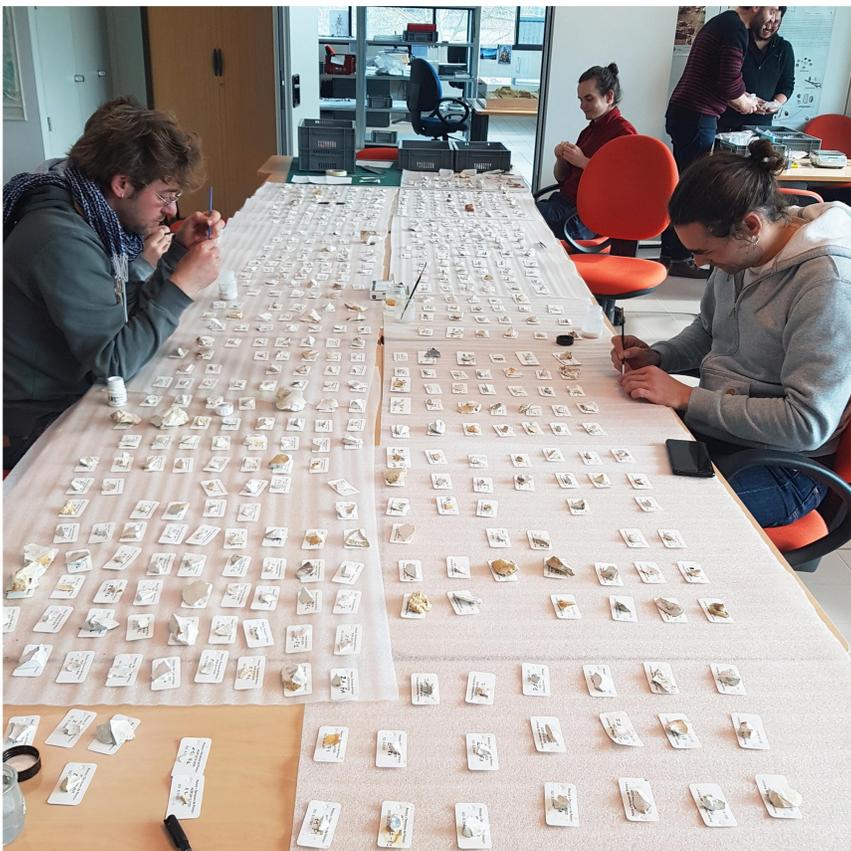
# Et après la fouille, comment étudier les vestiges ?

Certains objets ont pu subir des altérations importantes durant leur enfouissement ou en raison de leur extraction et sont souvent dans un état fragmentaire, nécessitant l'intervention d'une restauratrice.

Les **traitements de conservation-restauration** servent à préserver l'intégrité physique des objets et faciliter leur compréhension pour les études et leur présentation au public. Des campagnes de radiographies peuvent également être effectuées afin d'identifier les objets métalliques.



Restauration d'un pichet médiéval : rebouchage des lacunes au plâtre avant une mise en teinte.



Chaque fragment de silex retrouvé est marqué avec son numéro d'inventaire (vestiges néandertaliens).

Une étape de remontage des fragments de poteries ou des éclats de silex peut être nécessaire pour restituer la forme initiale du vase ou du bloc de silex qui a été taillé. **Le marquage de chacune des pièces** sera alors effectué, en particulier lorsqu'elles proviennent de différents contextes stratigraphiques

# Et après la fouille, comment étudier les vestiges ?

## Les études menées par les spécialistes

Le type de mobilier recueilli est très variable selon les périodes : du silex taillé paléolithique jusqu'aux poteries en grès modernes, en passant par du mortier de construction, des ossements humains, des outils en bronze, etc. Cette diversité implique l'intervention de plusieurs spécialistes, certains intégrés au service et d'autres sollicités par prestation. On peut évoquer par exemple :

- **le lithicien** qui étudie les objets en pierre (lithique) pour comprendre les différentes techniques de taille, le mode de façonnage des outils et leur utilisation, mais aussi les modalités d'approvisionnement des roches et leurs circuits d'échange.
- **le céramologue** s'intéresse par exemple aux ateliers de production des poteries, aux différentes pâtes, à l'évolution des formes et des décors (la typologie) qui constituent de bons marqueurs chronologiques.
- ou encore **l'anthropologue**, spécialiste des restes humains et du contexte dans lequel ils sont découverts. Il observe leurs caractéristiques anatomiques, biologiques, et recherche d'éventuels traumatismes ou maladies, témoignant des conditions de vie ou des circonstances de leur mort. Il étudie également les sépultures afin d'enrichir nos connaissances sur les pratiques funéraires (traitement du corps, type de tombe, offrandes...).

Mais les études ne se limitent pas aux objets façonnés par l'homme ou aux restes humains, elles s'intéressent également à leur environnement. L'étude des graines par exemple, la **carpologie**, permet d'identifier les plantes cultivées et la **palynologie**, l'étude des pollens, fournit des connaissances supplémentaires sur la végétation d'un site...



# Et après la fouille, comment étudier les vestiges ?

## Documenter la fouille

Produire un discours scientifique à partir des données recueillies n'a de sens que si l'archéologue connaît le contexte dans lequel ils ont été découverts. Après la fouille méticuleuse de chaque structure, les archéologues photographient toutes les traces observées, les dessinent en plan et en coupe et relèvent leurs positions en 3D afin d'élaborer les plans de localisation les plus précis possibles. Des images multiples peuvent être prises pour créer des modèles en 3D des structures remarquables (photogrammétrie).

Les dessins de terrain sont repris à l'aide d'un logiciel de DAO (dessin assisté par ordinateur) et d'une tablette graphique afin, notamment, d'établir le plan général des structures et, de la même manière pour les objets, de réaliser des planches les regroupant par période par exemple.

Toutes ces données matérielles et numériques constituent la base documentaire de chaque fouille, seul témoin du site désormais détruit. Elle va permettre aux archéologues, en analysant l'articulation des objets avec les couches stratigraphiques, de comprendre l'évolution des différentes occupations humaines et ainsi de restituer l'histoire du site dans son environnement...

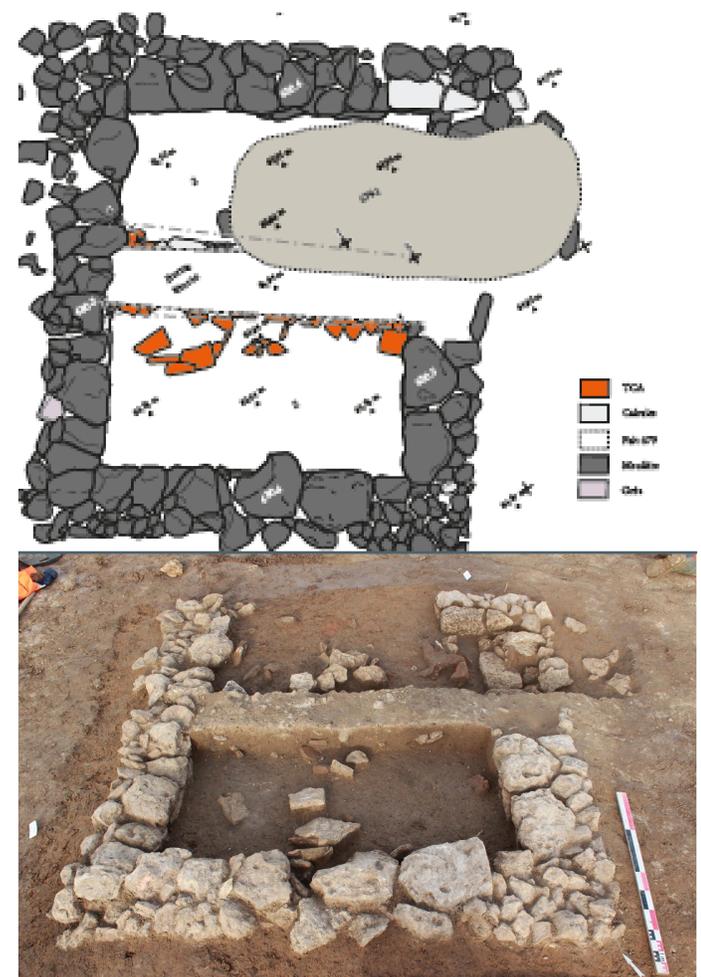
## Production du rapport final d'opération

Toutes les études, coordonnées par le responsable scientifique de l'opération, sont synthétisées dans un rapport scientifique qui présente à la fois **les résultats de la fouille, la datation de toutes les occupations et les hypothèses associées.**

L'opérateur dispose d'un délai de 2 ans, à compter de la date de fin de chantier, pour achever ce rapport et le remettre aux services de l'État (DRAC/Service régional de l'Archéologie).

Ce dernier vérifie alors sa conformité et en transmet un exemplaire à l'aménageur ainsi qu'à la commission territoriale de la Recherche archéologique (CTRA) qui procédera à son évaluation scientifique.

Ces nouvelles connaissances pourront par la suite servir de base à une publication scientifique ou faire l'objet de projets de valorisation afin d'être partagées avec les publics.



Dessin et photographie d'un cellier antique, mis au propre pour la publication du rapport.

# SAI 78-92 : Une équipe au service de deux départements

***Installé à Montigny-le-Bretonneux, le Service archéologique interdépartemental Yvelines / Hauts-de-Seine (SAI 78-92) a été créé en août 2016 par la fusion des deux services départementaux.***

Il rassemble une équipe de 16 agents permanents composée d'archéologues, de spécialistes métiers (restaurateur, régisseur des collections, médiateur du patrimoine), d'un agent chargé de la comptabilité et d'un logisticien pour la préparation des chantiers.

L'équipe d'archéologues peut se voir adjoindre des renforts en fonction du nombre d'opérations à réaliser dans l'année.

**L'archéologie préventive** constitue sa mission principale, pour laquelle plusieurs actions sont menées conjointement comme la recherche, le conseil auprès des aménageurs potentiels, l'inventaire, la gestion et la conservation-restauration des collections ou encore la valorisation auprès des publics.

Le SAI 78-92 est un acteur territorial impliqué dans la protection du patrimoine archéologique en intervenant sur les sites menacés de destruction, permettant ainsi d'en assurer la préservation, l'étude et la mise en valeur.



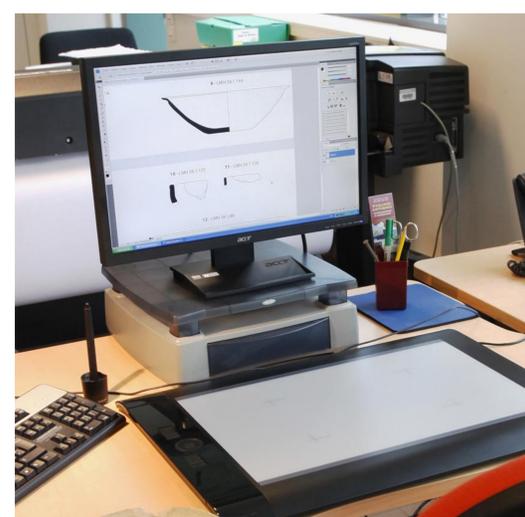
## Réaliser les opérations d'archéologie préventive



Le SAI est habilité par l'État comme opérateur de diagnostics et de fouilles préventives concernés par les périodes chronologiques allant du Paléolithique jusqu'à l'Époque moderne. Outre les spécialistes de chaque grande période, l'équipe d'archéologues est dotée d'une anthropologue, d'un archéologue du bâti et d'un topographe. Ils interviennent sur les diagnostics et les fouilles et dans toutes les étapes de la post-fouille jusqu'à la rédaction des rapports d'opération.

Le Service exerce une mission de conseil auprès des services départementaux des Yvelines et des Hauts-de-Seine, des autres collectivités territoriales ou de structures privées sur leurs projets d'aménagement. Il contribue ainsi à concilier la protection du patrimoine archéologique avec l'aménagement du territoire afin que le risque soit pris en compte le plus en amont possible pour être le mieux géré.

Les neuf archéologues participent par ailleurs à des programmes de recherche thématiques dont les problématiques, régionales ou nationales, ont été définies par le Conseil national de la recherche archéologique (CNRA). Ils communiquent régulièrement et publient leurs études dans des revues spécialisées.



Les recherches s'appuient sur la base de données patrimoniales, constituée depuis plusieurs dizaines d'années à l'échelle des deux départements. Indispensable à la préparation des opérations, cet outil est conçu à la fois comme un instrument de recherche et un outil de gestion. Riche de plus de 4 000 références d'indices et de sites avérés, cette « carte archéologique interdépartementale » alimente la production de synthèses et de supports pédagogiques valorisant le patrimoine local.

# SAI 78-92

## Assurer la gestion et la conservation restauration des collections

Le Service conserve à Montigny-le-Bretonneux des collections archéologiques issues, majoritairement, des opérations dont il a eu la responsabilité dans les deux départements. Sous le contrôle scientifique et technique de l'État, il en assure la gestion et la conservation à des fins d'étude, de valorisation et de transmission.



Le bâtiment est équipé de deux réserves adaptées à la conservation des objets selon leur composition, gérés par une attachée de conservation. Il est également doté d'un laboratoire de restauration piloté par une professionnelle. Les traitements appliqués concernent les matériaux les plus courants, tels que céramiques, métaux, os et verrerie.



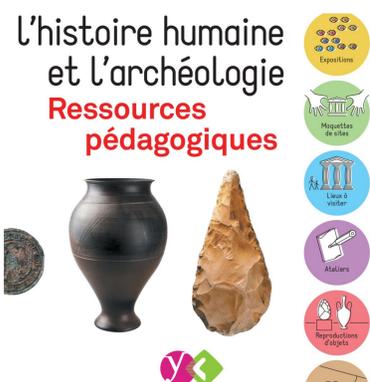
## Valoriser le patrimoine archéologique

Le Service contribue également à la valorisation du patrimoine ancien des deux départements à travers diverses formes de médiation. Il offre par exemple des ateliers aux collégiens et prête des ressources pédagogiques, propose des visites aux groupes, alimente un site web en supports numériques ou organise des portes ouvertes sur les sites lorsque c'est possible.

Ces différentes approches permettent de partager avec un public varié les connaissances sur l'histoire ancienne locale et de faire vivre un patrimoine le plus souvent méconnu.

## Un centre de documentation spécialisé

Une bibliothèque spécialisée sur l'archéologie en France, et particulièrement sur les communes des deux départements, est mise à disposition du public dans la salle de lecture du bâtiment. Ce fonds s'élève à 11 890 références environ (ouvrages, rapports, articles) dont 4 500 en accès libre. Un fonds pour les enseignants et les jeunes est, lui, ouvert à l'emprunt : ouvrages et documentaires jeunesse, supports multimédia, revues... accessibles sur rendez-vous auprès du pôle Médiation.



# Sites et indices de sites archéologiques toutes périodes confondues dans le 78 et le 92 (EPI 78-92 / 2021).

