



HAL
open science

**La mise en valeur d'un terroir médiéval: identification
archéologique d'un système de petite irrigation
(VIIe-VIIIe siècle) sur le site Les Tournelles à
Roissy-en-France (Val-d'Oise)**

Jean-Yves Dufour, Farid Sellami, Claire Delhon, Christophe Petit

► **To cite this version:**

Jean-Yves Dufour, Farid Sellami, Claire Delhon, Christophe Petit. La mise en valeur d'un terroir médiéval: identification archéologique d'un système de petite irrigation (VIIe-VIIIe siècle) sur le site Les Tournelles à Roissy-en-France (Val-d'Oise). Journot Florence. Pour une archéologie indisciplinée. Réflexions croisées autour de Joëlle Burnouf, Editions Mergoïl Drémil-Lafage, pp.165-187, 2018. hal-02046413

HAL Id: hal-02046413

<https://hal.science/hal-02046413v1>

Submitted on 4 Jun 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.



La mise en valeur d'un terroir médiéval :

identification archéologique d'un système de
petite irrigation (VII^e-VIII^e siècle) sur le site
Les Tournelles à Roissy-en-France (Val-d'Oise)

**JEAN-YVES DUFOUR, FARID SELLAMI,
CLAIRE DELHON, CHRISTOPHE PETIT**

Résumé

Le site Les tournelles, dans le village de Roissy-en-France (Val-d'Oise), est un site d'habitat « sec » occupé depuis le VI^e siècle. Le VIII^e siècle est marqué par un changement micro-environnemental : un fossé adducteur d'eau permet la création d'une zone herbeuse humide.

La lecture archéologique de ces changements est confortée par les analyses micromorphologiques et phytolithiques.

L'apparition d'un réseau de tout petits fossés traduit une remise en culture du terrain. Un balayage de la littérature agronomique moderne et contemporaine nous enseigne que ces fossés sont certainement destinés à l'irrigation de prairies ou de cultures légumières. L'espacement, la morphologie et les dimensions de ces fossés correspondent au schéma d'une irrigation par infiltration. Ces structures, trop rarement identifiées en archéologie, permettent, en s'appuyant par ailleurs sur les données textuelles, de reconstituer un système cohérent de mise en valeur d'un terroir par irrigation dès le VIII^e siècle.

Summary

The site called “Les Tournelles” in the village of Roissy-en-France (Val-d’Oise) is a dryland habitat occupied since the 6th century. In the 8th century there was a micro-environmental change: a ditch bringing water enabled the creation of a grassy, wet area.

The archaeological investigation of these changes is strengthened by micromorphological and phytolith analyses.

The appearance of a network of very small ditches represents a return to cultivation of the land. A search of modern and contemporary agronomic literature teaches us that these ditches are surely there with the purpose of irrigating meadows or for the cultivation of vegetables. The spacing, morphology and dimensions of the ditches correspond to a system of irrigation by infiltration. These features, too rarely identified by archaeology, allow, with the additional help of textual sources, the reconstruction of a coherent system of development of the land by irrigation since the 8th century.

Mots clefs : micromorphologie, Roissy-en-France, VIIIe siècle, irrigation, techniques agraires, agronomie

1. INTRODUCTION

1.1 Problématique

L'identification et l'analyse fonctionnelle des systèmes hydrauliques ruraux font actuellement l'objet d'un renouveau de la recherche archéologique grâce aux nombreuses découvertes issues de l'archéologie préventive et à la mise en œuvre d'analyses géoarchéologiques en France (Bernigaud 2012 ; Bernigaud *et al.* 2013) et plus précisément dans le Bassin parisien (Blanchard 2013). Dans le domaine hydraulique, les sites de la période antique sont souvent riches d'aqueducs, de canalisations d'eau et de bassins en tous genres, tandis que les sites du haut Moyen Âge exhumés en France livrent des mares et de nombreux fossés interprétés au mieux comme drains destinés à assainir les sites. Le moindre degré de conservation des vestiges fossoyés et notre méconnaissance de la diversité des techniques agraires peuvent limiter la lecture fonctionnelle des sites du haut Moyen Âge. Les sources textuelles issues des manuels techniques agricoles de l'époque moderne permettent d'appuyer certaines conclusions concernant le mode de fonctionnement de systèmes d'irrigation encore mal identifiés archéologiquement. Dans cet article, nous essayons de montrer qu'un petit groupe d'agriculteurs du VIII^e siècle est capable de concevoir et de mettre en forme un système de petite irrigation. L'exemple présenté ici, situé sur la commune de Roissy-en-France, à la limite orientale du Val-d'Oise, permet d'aborder ces questions de l'aménagement hydraulique de cette campagne du haut Moyen Âge aux portes de Paris.

1.2 CONTEXTE GÉOGRAPHIQUE ET ARCHÉOLOGIQUE

Roissy-en-France est localisé au centre du Pays de France, vaste ensemble de plaines situé immédiatement au nord et au nord-est de Paris. Cette région naturelle repose sur un plateau incliné vers le sud-ouest, soit vers Paris. Le village de Roissy est implanté sur un léger versant issu de l'érosion du substrat constitué par le calcaire de Saint-Ouen. Le talweg de Vaudherland relie le village au bassin versant du Croult, affluent de la Seine, mais aucun cours d'eau permanent ne circule cependant dans le village à l'époque moderne. Le substrat géologique de cette région est constitué d'un limon loessique très argileux pouvant atteindre 13 m d'épaisseur correspondant au matériau parental qui est repris dans le comblement des différentes couches et structures archéologiques.

La fouille au lieu-dit Les Tournelles fut effectuée en 1996, 2001 et 2014 (Dufour, Gilbert 1997, Dufour *et al.* 2003, Dufour 2016) en limite occidentale du village de Roissy-en-France. Sur ce site, les investigations ont mis au jour, sur une surface de 2,1 ha, une occupation dense de la fin du V^e siècle jusqu'à la période contemporaine (fig. 1). D'un point de vue géomorphologique, le site est implanté sur un sommet d'un flan de talweg actuellement urbanisé, où l'eau ne peut pas stagner naturellement. Concrètement, étalé sur 150 m du nord au sud, le terrain possède un dénivelé de 2 m, de l'altitude 97 à la cote 95 m NGF. La pente observée avant et après décapage du sol est axée selon un gisement de 135° Est, soit du nord-ouest au sud-est.

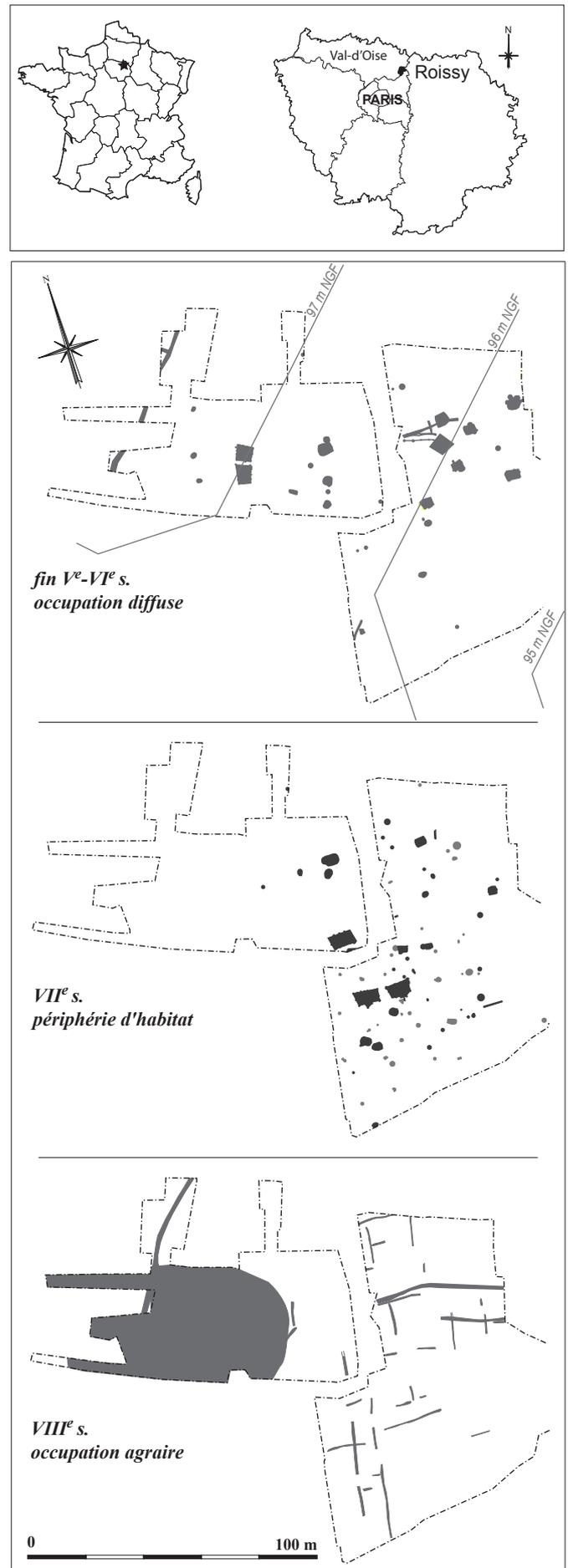


Fig. 1 : Roissy-en-France, les Tournelles, plan évolutif des vestiges du principal noyau d'occupation, premières phases du haut Moyen Âge (Jean-Yves Dufour/Inrap, Mehdi Belarbi/Inrap).

L'occupation médiévale la plus ancienne (fin V^e - début VI^e siècle) est illustrée par une aire de cuisson, six fonds de cabane et trois bâtiments sur poteaux. Les vestiges du VII^e siècle sont abondants : outre deux bâtiments sur poteaux et un séchoir, cinq fonds de cabane ont été exhumés. L'occupation dite mérovingienne est toujours diffuse et riche en rejets. Les analyses micromorphologiques conduites sur le site confirment que ce sol constitué de colluvions s'est mis en place en conditions relativement sèches (voir *infra*).

La période du VIII^e siècle est matérialisée par les structures qui font l'objet de cet article. Dans le secteur nord-ouest du site, la transition du VIII^e siècle est marquée par un fossé et une zone humide, qui témoignent d'un changement micro-environnemental. Dans le secteur oriental du site se développe un système de petits fossés. Ces aménagements hydrauliques conduisent à envisager une modification radicale du mode d'exploitation de ces terres (fig. 2 et 3 - pages suivantes). Dans ce contexte, la description archéologique, épaulée par des analyses micro-morphologiques (Farid Sellami) et une analyse phytolithique (Claire Delhon), et par une mise en regard des données techniques issues de l'analyse des textes des agronomes de l'époque moderne, permettent de proposer une interprétation fonctionnelle de ces aménagements.

2. À L'OUEST, LA CRÉATION D'UNE ZONE HUMIDE

2.1 Description archéologique et lecture micromorphologique

2.1.1 La stratigraphie

Les sondages, effectués en 1998 dans le secteur nord-ouest, ont révélé une dépression couvrant à peu près 3 200 m² comblée de sédiments hydromorphes noirs (unité stratigraphique 2028) de près de 60 cm d'épaisseur (fig. 3). Les limites ouest et nord de cette étendue sont bien définies mais la limite orientale, imbriquée dans l'habitat, est moins nette. La limite sud, hors emprise, reste inconnue. Le substrat correspond au sommet du sol qui se développe au dépend des limons loessiques du plateau. L'évolution pédologique de ces limons rend compte d'une période d'engorgement du sol en eau qui est clairement identifiable sur le terrain (fig. 3) confirmée par les analyses micromorphologiques. Trois principales unités pédo-sédimentaires peuvent être décrites.

Faciès limono-argileux homogène (US 2028 partie inférieure)

Ces limons argileux (US 2028 et 2027) correspondent à des colluvions holocènes, remaniant les loess quaternaires qui ont subi des pédogenèses différentes. Le faciès US 2027 riche en nodules d'oxydes traduit des conditions de pédogenèse continuellement oxydantes ; en revanche, le faciès de limons argileux de couleur grise (US 2028) montre de nombreuses traces d'hydromorphie témoignant localement d'une phase d'engorgement du sol. Dans ce dernier faciès, les organisations texturales diffuses dans la masse montrent que l'accumulation des sédiments a été progressive. L'absence de micro-litages et du tri du matériel indique que nous sommes en pré-

sence d'un apport colluvial de très faible énergie à l'état semi-liquide. Cet apport progressif a permis l'intégration dans la masse de fragments charbonneux et d'agrégats organiques. Les accumulations sédimentaires sont par la suite régulièrement homogénéisées par l'activité biologique. Celle-ci est marquée par des organisations agrégées sphériques indiquant l'activité des vers de terre et par des organisations organo-minérales témoignant de la dégradation en place de restes végétaux (Bullock *et al.* 1985 ; Page 1987 ; Sellami 1999). Après le dépôt, l'ensemble de cette unité a subi une évolution relativement importante affectant la structure du sol, qui devient massive et légèrement compacte sous l'effet de la saturation en eau entraînant l'effondrement des agrégats. Le sol, relativement bien drainé au début de sa formation, s'est ensuite colmaté. Le drainage devenant plus limité, entraîne ainsi l'engorgement de la partie supérieure du sol.

Les faciès limono-argileux noirs organiques (US 2028, partie supérieure)

Matérialisés au sommet de l'unité stratigraphique 2028 (US 2028, partie supérieure), ces limons argilo-organiques sont homogènes et présentent un fort enrichissement en matière organique. Cette matière organique est intégrée initialement dans une matrice poussiéreuse témoignant de la décomposition préalable des restes organiques, puis dans leur dépôt. Ce type de dégradation évoque celle reconnue dans les faciès de compost dans les occupations protohistoriques et historiques (Sellami 2000). La structure cavitaire de ces dépôts représente également un critère de différenciation de ce faciès. Elle montre que, contrairement au précédent, ce faciès n'a pas été colmaté sous l'effet de la percolation. Cette différence indique qu'il a longtemps fonctionné en surface, ce qui explique l'abondance des organisations biologiques issues de l'activité de la faune du sol. Les organisations organo-minérales abondantes dans les vides et dans la masse témoignent de la présence d'un couvert végétal de type herbacé.

Limon brun jaune hétérogène (US 2026-2027)

Succédant à cette unité 2028, sans continuité aucune, un apport hétérogène de limon brun jaune mêlé de limon gris (US 2027-2026), se dépose sur une épaisseur de 15 à 25 cm sur toute l'étendue de la dépression.

Évolution pédo-sédimentaire : l'identification d'un sol hydromorphe

Trois phases de fonctionnement pédo-sédimentaires se distinguent.

Une première phase correspond au dépôt en milieu sec de colluvions holocènes remaniant les limons éoliens quaternaires. Cette phase se poursuit jusqu'à la période mérovingienne selon la présence des artefacts archéologiques.

La deuxième phase est marquée dans cette dépression par la transformation structurale de ces colluvions devenant progressivement peu perméables sous l'effet de la compacité. De nombreux traits d'hydromorphie apparaissent. Ces colluvions se chargent alors en matière

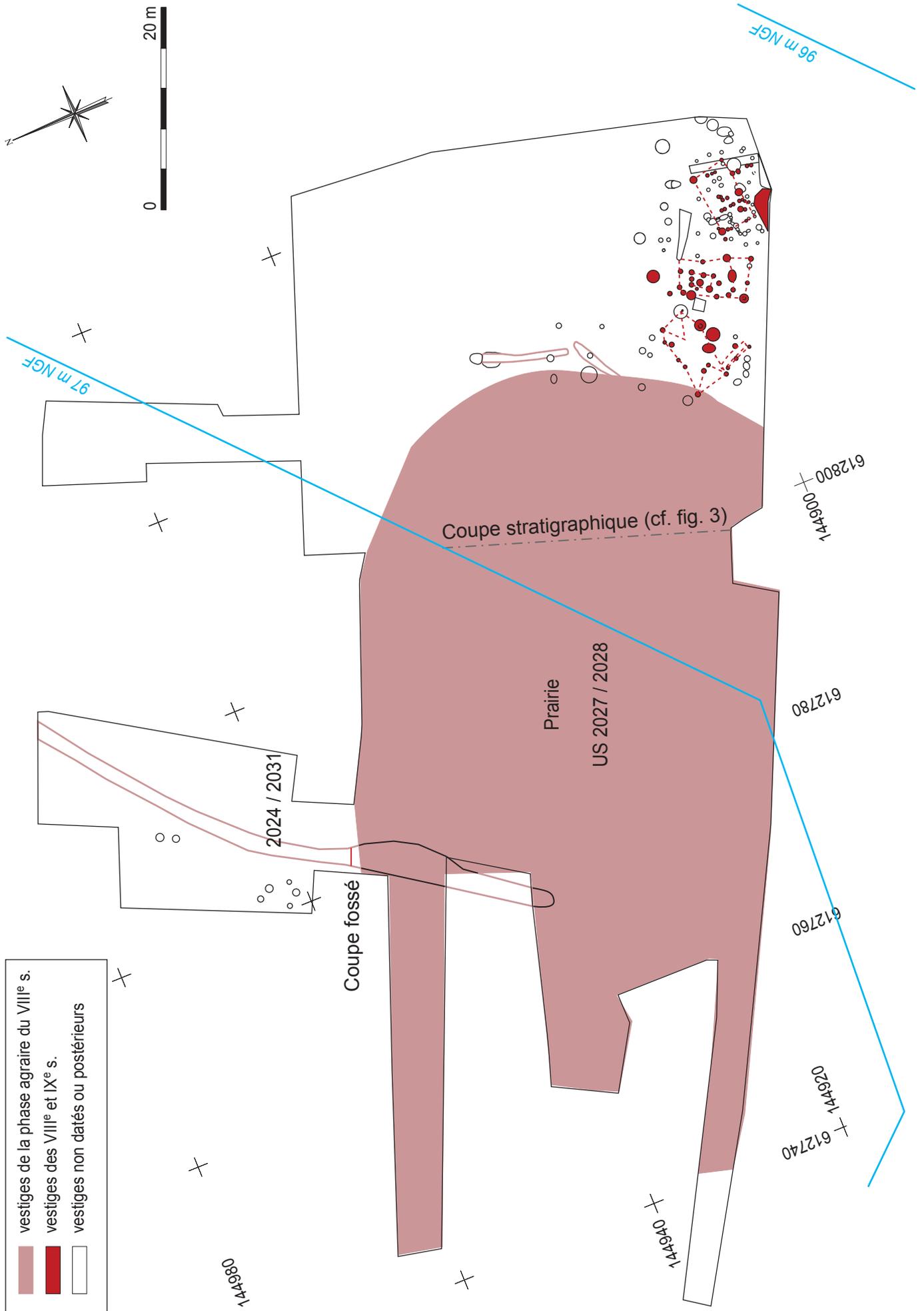
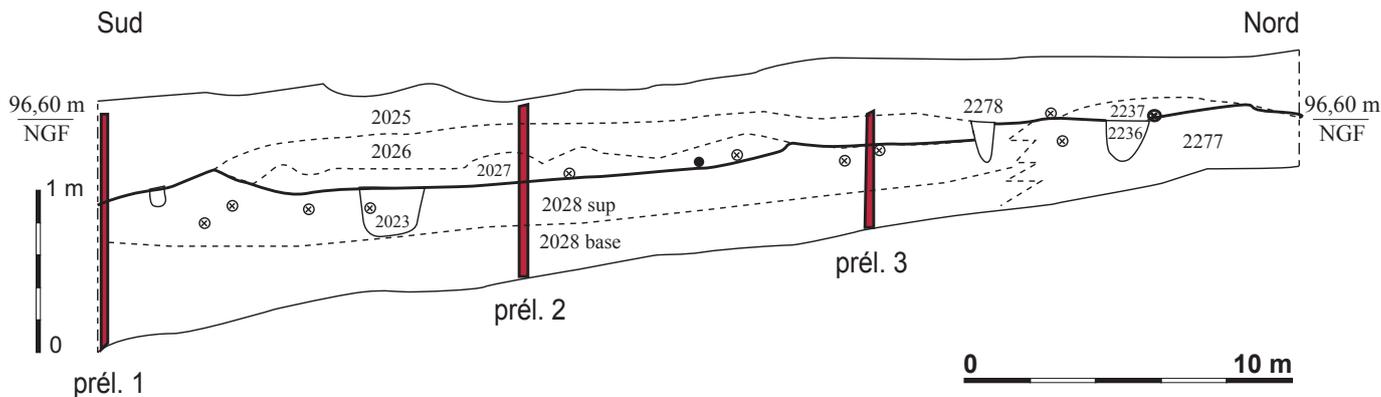


Fig. 2 : Roissy-en-France, Derrière les Tournelles, plan de la phase VIIIe-IXe siècle (Jean-Yves Dufour/Inrap, Mehdi Belarbi/Inrap).



- Prélèvements micromorphologiques en colonne discontinue
- Terre cuite (tuile ou céramique)
- Pierre calcaire

Sols, apports colluviaux et remblais

- 2025 : limon marron, **terre végétale actuelle**
- 2237 : limon brun gris hétérogène, **remblais**
- 2026 : limon brun jaune hétérogène, **remblais, XVIe siècle**
- 2027 : limon gris jaune hétérogène, **base du remblais 2026**
- 2028 (sommet) : limon argileux noir organique, **prairie humide, VIII-Xe siècle**
- 2028 (base) : limons gris hydromorphes, **colluvions humides, VIIe siècle**
- 2277 : limon brun gris avec oxydes ferriques, **colluvions secs**

Structures fossoyées

- 2278 : limons, **ornières, XVIe siècle**
- 2236 : limons, **remblais de fossé, VIIIe siècle ?**
- 2023 : limon gris hydromorphe, **remblais de fossé**



Fig. 3 : Roissy-en-France, Derrière les Tournelles, relevé des unités stratigraphiques observées au centre de la parcelle. Position des prélèvements micromorphologiques (Jean-Yves Dufour/Inrap, Mehdi Belarbi/Inrap).

organique (US 2028 sup) issue du développement d'une végétation herbacée dense avec un horizon de surface très bioturbé, caractéristique d'une prairie humide.

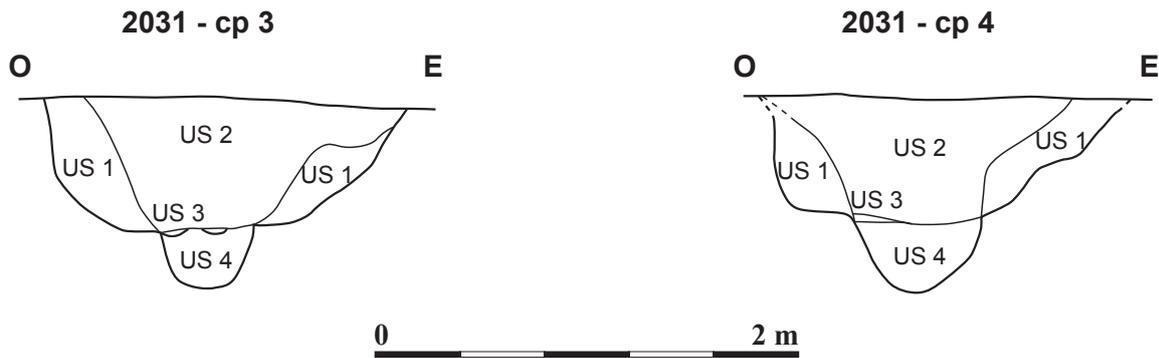
Enfin, la troisième phase signe l'arrêt de ce fonctionnement pédo-sédimentaire qui est fossilisé par l'apport d'un important remblai limoneux (US 2027-2026) asséchant cette zone.

2.1.2 Éléments de datation

La datation de la zone humide et du fossé de captage (voir *infra*) se fait par la stratigraphie et un rare mobilier datant. L'US 2028 recouvre les vestiges des VI^e et VII^e siècles trouvés sur cette zone. Une occupation préalable en terrain sec est donc certaine (fig. 1). Le sommet de l'US 2028 n'est pas recoupé de creusements des IX^e et

X^e siècles ; l'habitat de cette période est concentré immédiatement au sud-est de la prairie, ce qui suggère une contemporanéité. L'US 2028 a livré de nombreux tessons à pâte granuleuse du haut Moyen Âge. Deux bords d'oule attribuables au VIII^e siècle permettent d'avancer une datation à la charnière des périodes mérovingiennes et carolingiennes pour l'installation de cette prairie.

Fouillée mécaniquement, la couche de limons hétérogènes (US 2027-2026) a livré bon nombre de tessons, parmi lesquels quelques fragments du haut Moyen Âge, mais surtout beaucoup de tessons médiévaux assez usés, des éléments du bas Moyen Âge, et quelques tessons du XVI^e siècle que nous retenons pour la datation. Les fossés ouverts immédiatement sur la prairie sont comblés par le même apport. Dans la tranchée de sondage raccrochée à l'angle nord-est du site, trois ornières (F. 2049,



US 1 : limon brun, quelques inclusions grises
 US 2 : limon gris clair, oxydes ferriques
 US 3 : lentilles limoneuses brunes
 US 4 : limon argileux gris, hydromorphe, riche en oxydes ferriques

US 1 : limon brun, quelques inclusions grises
 US 2 : limon gris clair
 US 3 : limon argileux brun clair
 US 4 : limon brun, légèrement gris

Fig. 4 : Roissy-en-France, Derrière les Tournelles, coupes du fossé conducteur d'eau (Jean-Yves Dufour/Inrap, Mehdi Belarbi/Inrap).

2048 et 2054) axées nord-est/sud-ouest contiennent les mêmes tessons médiévaux émoussés et deux fragments de grès du XVI^e siècle.

Ces observations stratigraphiques permettent d'identifier des phénomènes d'hydromorphie et d'accumulations de matière organiques dans des dépressions largement bioturbées, qui témoignent de la présence de prairie humides durant le VIII^e siècle à proximité d'un habitat rural.

2.2 Un fossé d'approvisionnement en eau

Un fossé a été mis au-jour. Sa proximité avec la dépression nous a conduit à mettre en place des analyses complémentaires de son comblement, pour tenter de déterminer la nature de son fonctionnement.

2.2.1 Description archéologique et datation

Le fossé 2024/2031 est axé nord-est/sud-ouest ; son extrémité méridionale aboutit à une cinquantaine de mètres de l'habitat (fig. 2). Il est apparu au décapage au nord de la dépression, et sous l'us 2028. En son tronçon le plus large, il était comblé par une vaste nappe de vestiges anthropiques : tuiles gallo-romaines, pierres et charbon de bois en grande quantité. Son comblement final a également livré de nombreux tessons à pâte granuleuse dont deux bords d'oule mérovingienne. Le fossé est large de 170 cm et profond de 90 cm. Son profil est très spécifique : les parois concaves, puis convexes donnent au bas du creusement une section rectangulaire, en gradin (fig. 4). Le fond dégagé est en cuvette et large d'une trentaine de centimètres. Il est comblé par un limon brun légèrement gris (fig. 4, US 4), épais de 30 cm, complètement stérile. Sur ce comblement inférieur, une fine couche de limon brun clair (fig. 4, US 3) pourrait résulter de la décomposition d'éléments végétaux. Les deux tiers supérieurs du fossé sont comblés de limons bruns sur les parois, tandis qu'un limon gris clair forme le comblement central.

La fouille en plusieurs sections n'a livré que quelques menus tessons altérés, probablement gallo-romains. Seule la portion la plus large du fossé, coupée en phase sondage, a livré en son comblement final une couche

riche en charbon de bois, *tegulae* et pierres, ainsi qu'une dizaine de tessons datables entre fin du VI^e et début du VII^e siècle.

2.2.2 Description micromorphologique

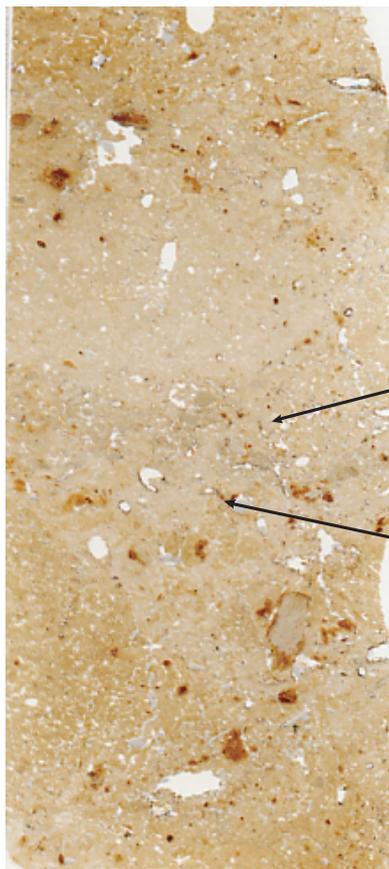
La prise en compte de la morphologie globale du fossé et de l'organisation de son remplissage a soulevé la question de la nature et du fonctionnement de ce fossé. L'identification et la caractérisation des microfaciès pédo-sédimentaires de son dépôt ont permis de conforter l'hypothèse du fonctionnement comme un fossé conducteur d'eau (fig. 5).

Sur les deux coupes, le fond du fossé reflète une circulation d'eau de faible énergie.

Les limons sableux bien triés concentrés à la base du fossé indiquent la présence d'une dynamique hydrique de faible énergie. Ce tri, associé à des traits d'hydromorphie, indique que le fond du fossé a été constamment humide durant une longue période. En se basant sur les triages texturaux faiblement marqués, la circulation de l'eau a été très réduite. Il peut même s'agir d'une eau dormante. L'orientation des matériaux comblant la partie inférieure du fossé traduit un effondrement progressif des parois. Les graviers, au contraire, présentent une organisation aléatoire, qui ne renvoie à aucun processus sédimentaire naturel. Leur contact très net avec les limons sous-jacents témoigne d'un apport rapide probablement dans le cadre de l'aménagement du fossé. La succession de ces différents dépôts montre qu'il ne s'agit pas d'un remplissage massif et rapide.

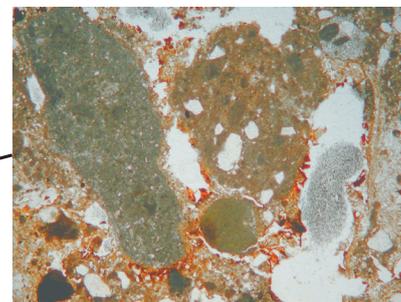
La préservation des parois, dont la pente est pourtant importante, ne peut s'expliquer que par des aménagements spécifiques. Les matériaux limoneux encaissant se caractérisent par une structure fragile très favorable au colluvionnement massif : ce dernier aurait dû provoquer un comblement rapide du fossé, d'autant plus que la profondeur est importante (parfois jusqu'à 1,5 m).

Les inclusions de fragments végétaux, localisées au même niveau que le gradin qui interrompt la pente des



faciès graveleux calcaire

fragment végétal



Faciès graveleux calcaire intercalé dans les limons de couverture du fossé très riche en restes végétaux



faciès limoneux lavé correspondant à la couverture du fossé

limite entre les deux faciès

fragment végétal partiellement décomposé

faciès limoneux argileux du support naturel du fossé

Support en place du fossé et de sa couverture limoneuse séparé par un lit de végétaux

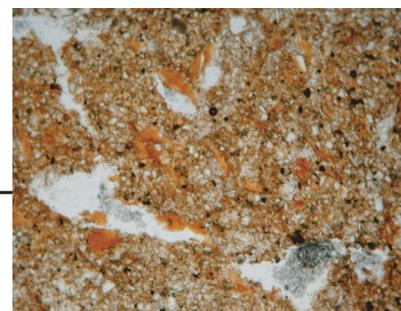
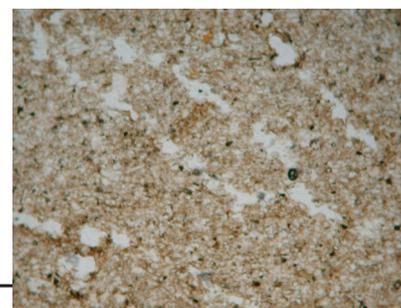


Fig. 5 : lames micromorphologiques réalisées à travers le remplissage du fossé (Farid Sellami/Inrap).

parois, apparaissent en relation directe avec le faciès graveleux (fig. 5). Leur présence en coïncidence avec ce gradin semble traduire un aménagement spécifique. Les fragments végétaux dont le diamètre atteint parfois 3 cm peuvent correspondre à des traverses en bois permettant de relier les marches sur les deux parois. Nous précisons que plusieurs végétaux, non racinaires, sont concentrés sur une dizaine de centimètres à ce même endroit. La prise en compte de tous ces éléments permet de conforter l'hypothèse de la couverture du fossé évoquée par les observations archéologiques. Des végétaux peuvent être utilisés comme support sur lequel repose la couverture sédimentaire.

On peut donc en conclure que, lors de son creusement, le fossé a été aménagé d'un plancher végétal appuyé sur le gradin de ses parois. Le fossé est refermé immédiatement, autorisant ainsi la culture sur son emprise. Des recherches de phytolithes dans ces niveaux complètent cette analyse.

2.2.3 Les phytolithes

Les deux échantillons de sédiment prélevés dans les US 3 des sections du fossé 2024/2031 (fig. 2 et 4) ont fourni des assemblages phytolithiques très proches (fig. 6 et 7 - pages suivantes). Dans les deux cas, les phytolithes sont très nombreux, très bien conservés, et les morphotypes produits par les graminées (Twiss *et al.* 1969; Twiss 1992) sont largement majoritaires. Les échantillons ont fourni une très grande quantité de phytolithes produits dans les tiges et les feuilles des graminées. Les cellules dendroïformes issues des pièces florales (essentiellement des glumes) sont sous-représentées. L'identification des cellules dites « courtes » montre que ces graminées sont issues de la sous-famille des Festucoïdées. Cette sous-famille regroupe des espèces de milieu tempéré, très majoritaires en Europe, dont la plupart des céréales: blé, orge, seigle, avoine... Toutefois, les phytolithes de dicotylédones ne sont pas absents des assemblages. Leur pourcentage total est de 6,4 % dans le premier échantillon et de 5,7 % dans le deuxième. Si l'on tient compte de la différence de production de phytolithes entre les graminées (très productives) et les dicotylédones (peu productives), ces proportions sont loin d'être négligeables. Enfin, il est à noter dans ces deux échantillons la présence de quelques phytolithes de Cypéracées et de spicules d'éponge qui signent probablement le caractère aquatique du milieu.

La grande quantité de phytolithes contenue dans les échantillons signe une accumulation supérieure à celle que l'on rencontre habituellement dans un sol. De plus, les observations de terrain et micromorphologiques font état d'un dépôt organisé, ce qui plaide en faveur d'une mise en place volontaire d'un plancher végétal à mi-hauteur du fossé. L'analyse phytolithique montre que ce plancher était constitué par les tiges de graminées de la sous-famille des *Festucoideae*. La faible quantité de phytolithes issus de l'inflorescence montre que celle-ci n'était probablement pas présente, qu'elle ait été éliminée volontairement, que la plante ait été récoltée en dehors de la période de floraison, ou qu'il s'agit de plantes dont la biomasse végétative est très importante par rapport à la biomasse des parties reproductives, ce qui exclut les céréales.

Les phytolithes de dicotylédones n'étant pas rares, il est possible que ce plancher de paille repose sur une structure faite de petits branchages plus solides, ce que confirment les observations micromorphologiques (fig. 5). On sait que le bois des espèces tempérées contient peu de phytolithes (Delhon 2010) ; une accumulation importante est donc nécessaire à la détection d'un signal phytolithique, et la présence de jeunes brindilles feuillées pourrait aussi être un élément important, mais les études quantitatives manquent.

2.2.4 L'apport de la lecture des textes d'agronomes

Les observations archéologiques complétées par des analyses micromorphologiques et phytolithiques permettent d'identifier un fossé au fond duquel l'eau s'écoule sous un plancher végétal. La partie supérieure du fossé étant comblée de terre, il fonctionne comme une adduction d'eau souterraine (fig. 8). Des textes historiques scientifiques de l'époque moderne permettent de confirmer l'hypothèse d'une conduite aménagée de paille.

Un dépouillement des textes historiques permet de préciser les interprétations archéologiques et de proposer un modèle de fonctionnement de ce fossé.

Dans le *Théâtre d'agriculture* (1600), Olivier de Serres décrit ainsi les fossés de drainage à réaliser lorsqu'on ne dispose pas de pierre ; « Pour lesquels faire tenir, où, et comme il appartient, faudra à cela assujétir le fossé, en le façonnant plus estroit par bas, que par haut, non en pente et talussant, ains à plomb et droite ligne, se retractant en quarré, en l'endroit que posérés le plancher, ... » (Serres 1600 : second lieu, chap. I). Cette description d'un fossé de drainage, différent d'un drain empierré plus habituel, peut tout à fait expliquer le profil et remplissage du fossé 2024/2031. Le liseré de matière végétale rencontré serait la trace de ce plancher végétal qui permettait une circulation d'eau au fond du fossé.

Selon les auteurs anciens, le plancher est constitué d'un épais lit de paille ou de roseau, qui recouvre la partie basse du fossé pour empêcher la terre, dont on comble les tranchées, de tomber dans l'espace par où les eaux s'écoulent. Ce comblement immédiat du fossé explique la stérilité et l'homogénéité texturale de son remplissage principal. Thoüin parle de « rigoles cachées ou sourdes [...] parce qu'elles sont recouvertes d'une couche de terre assez épaisse pour être cultivée à sa surface comme le reste du champ [...]. La terre qui les recouvre est supportée par des fagots, des plaques de gazon » (Thoüin 1827 : 113). Signalons que cette technique n'est pas nouvelle au Moyen Âge, puisque déjà mentionnée au V^e siècle dans le traité de l'agronome Palladius : « On connaît les tranchées apparentes ; voici comment on fait celles qui sont cachées. Traversez un champ de tranchées qui aient trois pieds de profondeur ; ensuite, remplissez-les à moitié de petites pierres ou de gravier, et remettez de niveau avec la terre enlevée [...] l'eau s'écoulera ainsi, et il n'y aura pas de terrain perdu. Si vous manquez de pierres, étendez au fond de la paille, des sarments ou toutes sortes de broussailles »¹.

2.2.5 Conclusion

1. Palladius, *De Re rustica*, Lib. VI, III, trad. Cabaret-Dupaty.



- a.l. : allongés lisses, graminées
- a.d. : allongé dendriforme, graminées, glumes
- pt. : pointe, graminées
- f. : festucoïde
- c. : croix (panicoïde)
- c.r. : circulaire rugueux (cystolithe, dicotylédones)
- cy. : cypéracée

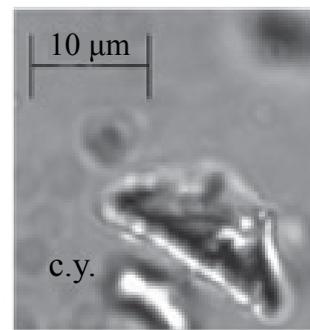
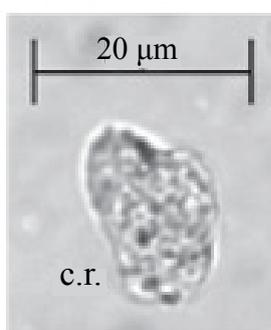
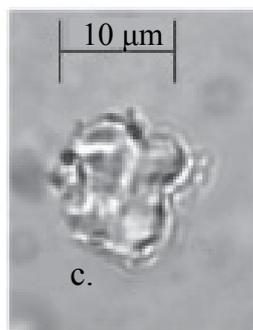
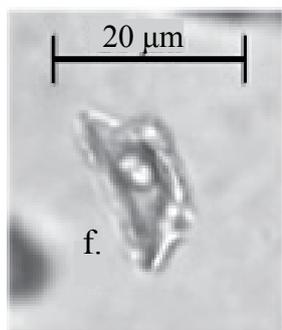
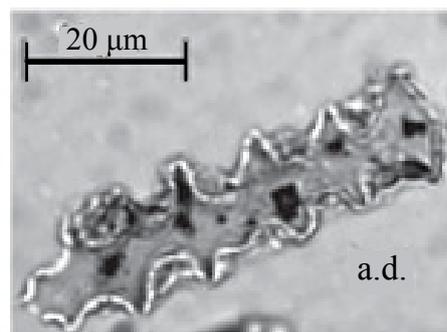
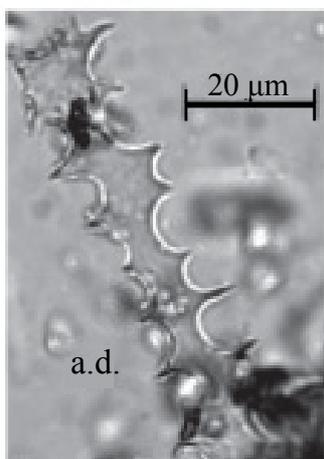
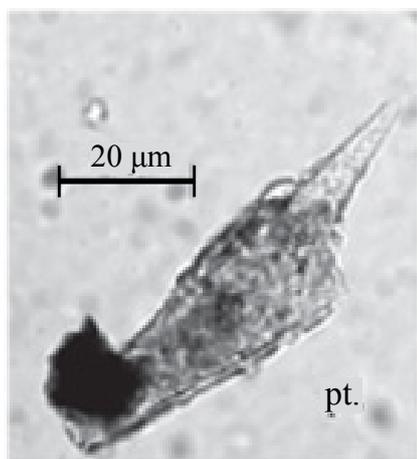


Fig. 6: morphotypes de phytolithes observés dans les sédiments de Roissy-en-France, Derrière les Tournelles (Claire Delhon/CNRS).

La position de ce fossé en amont de la zone humide et son axe oblique à celui de la pente en font un fossé idéal pour le captage des eaux. Puisque ce fossé amène l'eau sur le site d'habitat plus qu'il ne l'évacue, sa fonction est bien celle d'un fossé d'irrigation, avec une technique encore rarement documentée en archéologie mais clairement décrite dans les ouvrages techniques de l'époque moderne. Le fossé s'élargit, s'évase et s'interrompt sous une zone qui est saisonnièrement engorgée par la création d'une nappe artificielle. Les données archéologiques et pédo-sédimentaires (sédiments organiques hydromorphes succédant à un sol sec) recueillies sur le site des Tournelles à Roissy montrent clairement que le milieu a

été globalement marqué par un déficit hydrique. La présence d'entité micro-locale de sédiments hydromorphe peut s'expliquer par un geste anthropique, destiné à apporter de l'eau pour compenser ce déficit. C'est le seul processus qui peut justifier la formation d'une prairie humide au sein de ce milieu. Sur cette base, on peut suggérer une activité de pacage et de fauchage destinée donc à l'alimentation du bétail, suivant un processus technique largement décrit dans les textes techniques de l'époque moderne.

	allongés lisses	éventails	bulliformes	pointes	allongés dendriformes	polylobés	haltères et croix (bilocés)	rectangulaires et circulaires coniques	circulaires lisses	circulaires rugueux	autres dicot.	Total phytolites identifiés	Total phytolites observés		
f20/31US4	97	12	18	5			21	1	5	6	171	188	188	valeur absolue	
	56,7	7	10,5	2,9			12,3	0,6	2,9	3,5	100%	X	X	%	
f20/24US3	117	20	14	14	5	4	1	18	5	3	8	1	210	242	valeur absolue
	55,7	9,5	6,7	6,7	2,4	1,9	0,5	8,6	2,4	1,4	3,8	0,5	100%	X	%

Graminées
Cypéracées
Dicotylédones

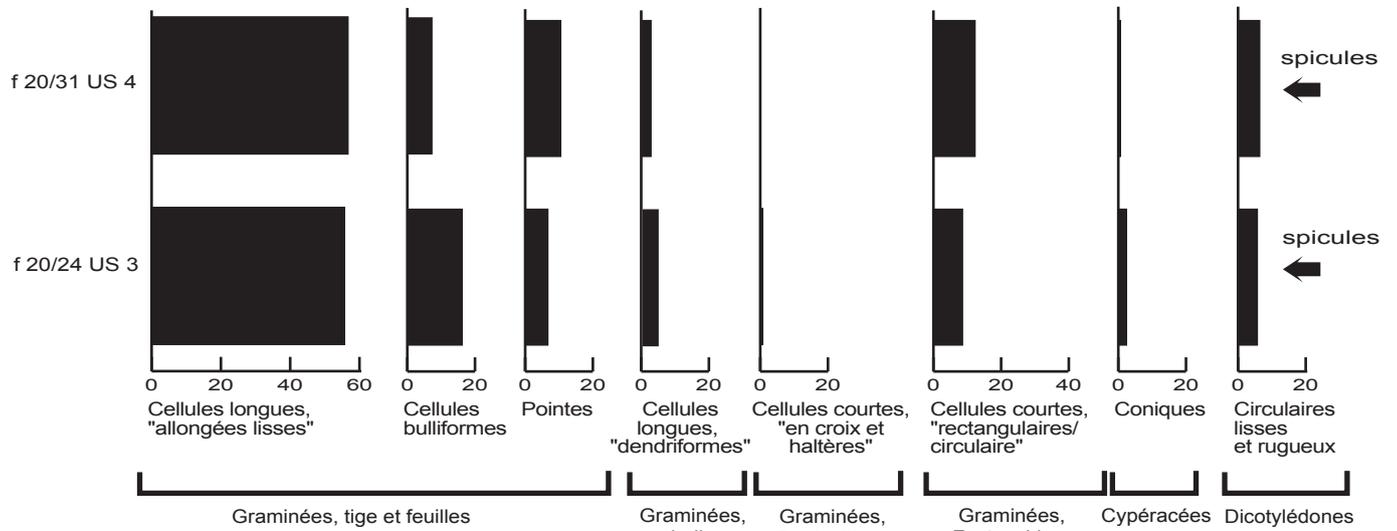


Fig. 7 : tableau et diagramme des résultats de l'analyse des phytolites de Roissy-en-France, Derrière les Tournelles (Claire Delhon/CNRS).

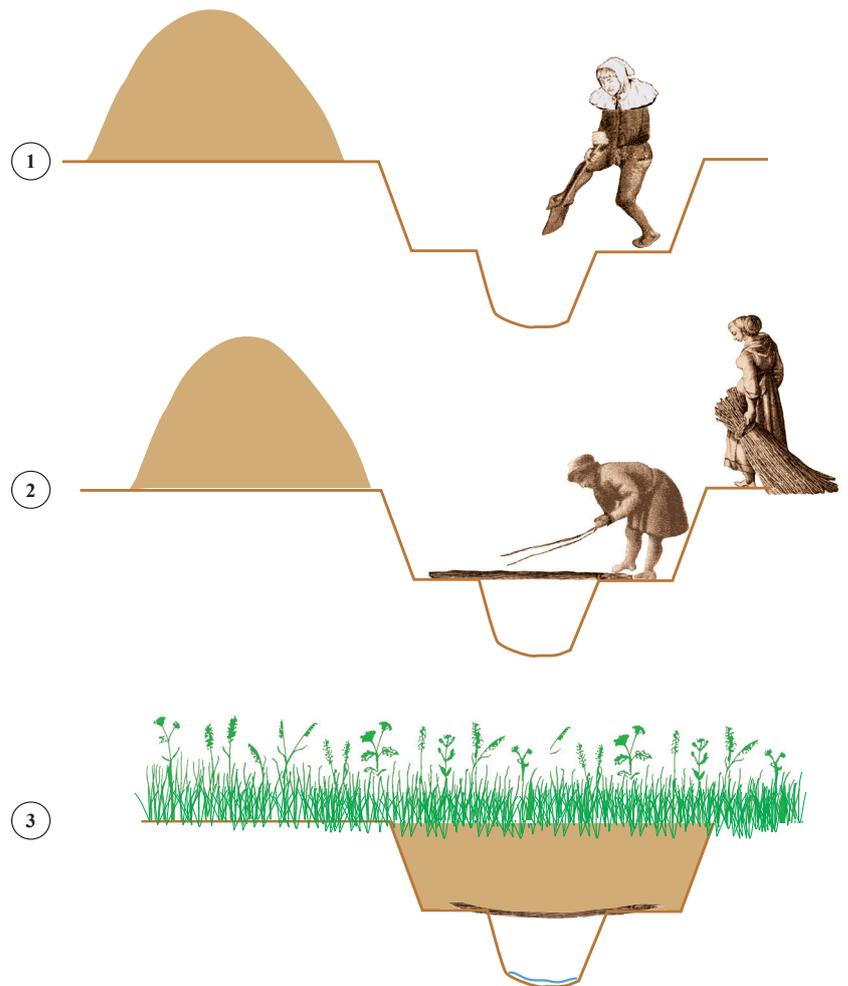


Fig. 8 : Roissy-en-France, Derrière les Tournelles, restitution de la mise en place du fossé conducteur d'eau (Jean-Yves Dufour/inrap, Mehdi Belarbi/Inrap, Iliana Pasquier/Inrap).

3. À L'EST, UN RÉSEAU DE PETITS FOSSÉS

3.1 Les données archéologiques

La transition entre la période mérovingienne et la période carolingienne est marquée dans le secteur occidental de la fouille par la mise en place d'une prairie humide. Les structures identifiées à l'est du site montrent un réseau de tout petits fossés (fig. 9 et 10). Une vingtaine de fossés aux orientations franches, nord-sud et est-ouest, quadrillent la zone centre-est du site, zone auparavant riche en occupations humaines. La surface couverte, pour ce qui en est connu, équivaut à environ 7000 m². Il est à noter que ce réseau ne s'étend pas plus vers l'est², où nous n'avons pas non plus retrouvé de vestiges antérieurs. Ces fossés répondent aux mêmes critères morphologiques (fig. 11) :

- faible largeur : 40 mesures pour une moyenne de 57 cm, 31 mesures entre 30 et 70 cm. Le décapage archéologique nous prive cependant de la largeur à l'ouverture d'origine des fossés ;
- parois obliques, le fond plat large de 20 à 30 cm atteint 18 cm de profondeur en moyenne.

La moitié des profondeurs relevées après décapage ne dépassent pas 10 cm, aussi les petits fossés décrits sont globalement de faible profondeur.

Des différences de conservation d'une extrémité à l'autre du site peuvent expliquer que certains fossés apparaissent sous forme de tronçons de quelques mètres linéaires apparemment déconnectés du réseau. Le remplissage de ces fossés est composé de limon sableux brun gris, ou gris, témoignant d'une faible circulation d'eau. La datation de ce réseau est délicate. Les tessons retrouvés dans certains tronçons s'expliquent par la proximité de structures recoupant les fossés. Par ailleurs, cinq tronçons ont livré des tessons à pâte granuleuse sans datation précise possible au sein du haut Moyen Âge. Les relations stratigraphiques de ces fossés avec d'autres structures permettent de les dater. Des structures des VI^e et VII^e siècles sont recoupées³ par le réseau, lui-même recoupé par des creusements⁴ des IX^e et X^e siècles, aussi proposons-nous une datation intermédiaire du VIII^e siècle.

Les petits fossés ci-dessus décrits dessinent des pièces de terres légèrement rectangulaires, longues de 12 à 18 m et larges de 9 à 14 m (fig. 10 - *Infra*). La moyenne des 21 mesures relevées sans extrapolation est de 14,5 m. Trois lopins présentent une surface moyenne de 253 m², l'équivalent d' 1/20^e d'arpent des eaux et forêts (5 107 m², Baudrillart 1823 : 273). Cinq lopins ont une surface moyenne de 127 m², soit la moitié des précédents.

Les petits fossés délimitent un réseau de parcelles de petites surfaces, bien trop petites pour la céréaliculture

2. Pour des raisons de lisibilité, le plan donné en fig. 9 ne présente que la partie centrale du site fouillé.

3. Le fossé F. 105 recoupe le fond de cabane F. 556 daté du VII^e siècle.

4. Des tessons pouvant être attribués à la période carolingienne sont présents dans la fosse F. 1022 qui recoupe le fossé F. 171. Enfin le fossé 1163 est recouvert par une couche riche en vestiges carolingiens (F. 1159/1170).

qui ne peut qu'être gênée par des limites trop étroites. L'absence d'un nombre suffisant de fossés de plantation empêche d'y voir un verger. Le plan de ce réseau de petits fossés, leur forme et leur remplissage sédimentaire nous conduisent à les interpréter comme des réseaux d'irrigation, hypothèse archéologique que nous confrontons avec les données textuelles.

3.2 L'apport des sources textuelles à la compréhension de ces structures médiévales d'irrigation

La littérature agronomique moderne et contemporaine, nous enseigne que l'irrigation des prairies et celle des cultures légumières génère un parcellaire et des fossés aussi étroits. L'arrosage des prés est toutefois une technique beaucoup plus souvent décrite que celle des planches potagères. « *Aucun terrain n'est plus favorable à l'irrigation que la prairie. Aucune récolte n'en retire autant de profit que l'herbe* » (Moll 1835 : 239-243).

Les principes de l'irrigation peuvent être identifiés à la lecture de nombreux manuels d'agriculture dont les informations des dix huit manuels les plus descriptifs sont présentées sous forme d'un tableau récapitulatif (fig. 12 - pages suivantes).

L'irrigation d'un terrain peut être réalisée par submersion (cinq descriptions), mais surtout par infiltration (quinze descriptions). Le *Cours complet d'agriculture* donne une définition simple de cet arrosage : « Arroser par infiltration, c'est tenir l'eau au niveau du terrain. Cette espèce d'arrosage ne convient que dans les pays plats, dont le sol est spongieux, et où les eaux ont un cours très lent. On entoure la pièce de terre, que l'on veut arroser de cette manière, de fossés plus ou moins larges et en proportion de l'étendue de la pièce et de sa perméabilité à l'eau. Le plus souvent on leur donne deux pieds de profondeur sur autant de largeur, ils sont creusés dans le fond en forme d'auget » (Thoüin *et al.* 1805 : XI, p. 169). Il est à noter que l'expression « irrigation par infiltration » n'est utilisée que dans cinq manuels du XIX^e siècle. La technique utilisée, celle de l'arrosage avec des rigoles, se retrouve toutefois dans maints autres manuels plus anciens, qui décrivent des systèmes fossoyés pour « améliorer », « arroser », « abreuver », « conserver frais les prés en été » (tableau fig. 12 - *Infra*). Si l'on s'appuie sur la description faite par Martin et Roy (1900), alors la technique de l'irrigation par ruissellement correspond également à celle de l'infiltration.

Le dispositif en est simple : à partir d'une rivière, d'un étang ou d'un réservoir (niveau 1), un canal, ou fossé principal, dit de dérivation équipé de vannes (niveau 2) alimente une rigole principale, autrement nommée grande rigole, maîtresse-rigole, fossé secondaire, rigole d'amenée, rigole de distribution ou de dérivation (niveau 3), qui à son tour répartit l'eau par des rigoles secondaires, dites de déversement ou de distribution, ou d'irrigation, autrement qualifiées de rigoles simples, petites, d'arrosage ou de fossés tertiaires (niveau 4). Certains auteurs ajoutent un gradient plus petit à l'extrémité du réseau : rigoles déversantes, canaux ou saignées, rigoles de niveau (niveau 5). Un éventuel surplus d'eau est évacué par des rigoles, canaux ou fossés de colature, d'écoulement, d'égouttement ou dessèchement (fig.13 - *Infra*).

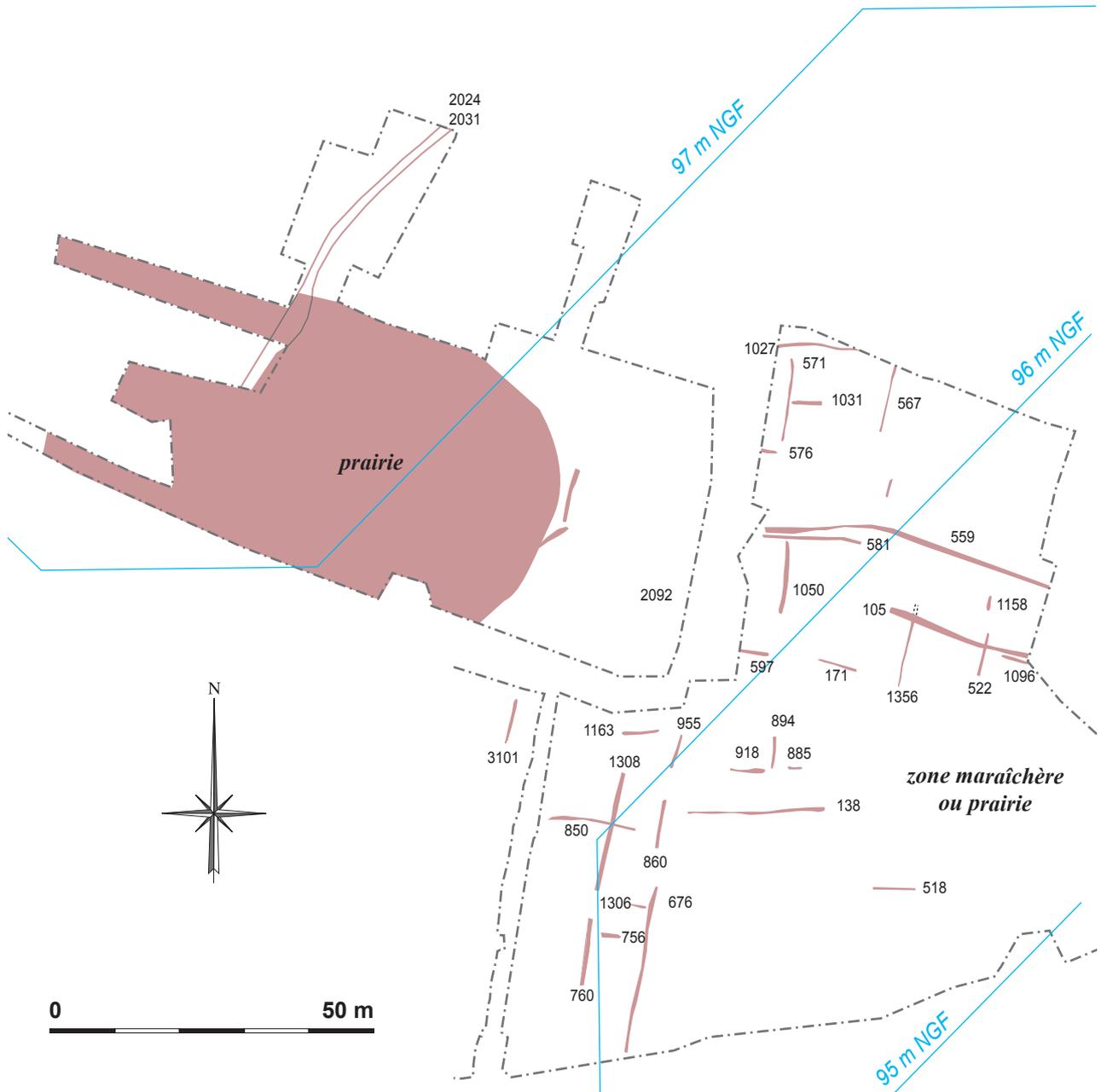


Fig. 9 : Roissy-en-France, les Tournelles, plan des structures agraires du VIIIe siècle (Jean-Yves Dufour/inrap, Mehdi Belarbi/inrap, Iliana Pasquier/inrap).

Le *Traité de l'irrigation des prés* de Bertrand détaille leur arrosage qui se fait par des «rigoles», espacés de 30 à 40 pieds, soit 10-13 m dans les terres légères à faible pente. Les rigoles simples sont de faibles largeurs et profondeurs. Le *Théâtre d'agriculture* décrit également pour l'arrosage des prés, des canaux ou petits fossés équidistants de 15 à 20 pas, soit 12 à 16 m. Ces mesures et celles des autres auteurs, récapitulées dans le tableau (fig. 12 - *Infra*), sont tout à fait équivalentes à celles observées

à Roissy (moyenne de 14,5 m). L'espacement relevé aux Tournelles correspond à celui connu pour les systèmes irrigués par infiltration. Quand les mesures données par les agronomes sont bien plus grandes que celles relevées à Roissy, on constate que ces mesures sont données pour l'irrigation par submersion (Barral, Sagnier 1889), celle par ados ou celle des jardins (Rozier 1789 ; Lévy Salvador, Frick 1923). Elles ne relèvent pas du cas décrit à Roissy.

L'irrigation des prés n'est pas l'apanage du Midi. Elle se pratique en Angleterre (Darvill 1987 : 75-79), dans le Maine, l'Auvergne (Moriceau 2005 : 220), la Campine (Gourcy 1850 : 283 et suiv.), le Maine (Delatouche 1977 : 183), la Lorraine (Lahalle de Blamont 1821 : 271), la Normandie (Félizet 1879 : 318), autant de pays riches en eaux pluviales, ou encore les Vosges (Savouret 1985 ; Leclerc-Thouin 1835 : 475). Dans cette dernière région, les rigoles simples sont dites larges et profondes d'un fer de bêche, les « rigoles maîtresses » ont un pied d'ouverture (fig. 14 - *Infra*).

Dans ses *Recherches sur l'état et l'importance des irrigations en France*, Yvart cite des exemples d'irrigations dans toute la France. Dans la moitié nord de la France, elle sert surtout aux prairies (Yvart 1819 : 170 et suiv.).

3.3 Confrontation des données archéologiques et textuelles : un réseau d'irrigation par infiltration

Le réseau de petits fossés mis au jour à Roissy-en-France présente un schéma (tailles des fossés, organisation du réseau par rapport à la pente du terrain) compatible avec les descriptions textuelles des réseaux d'irrigation, dont le fonctionnement peut être restitué par cette documentation historique.

Les manuels anciens nous informent des dimensions à donner aux rigoles d'arrosage (11 descriptions). Celles-ci mesurent en moyenne 30 cm de largeur. Les rigoles observées à Roissy tendent à être plus larges ; leur recreusement ou curage régulier explique-t-il cette largeur finale plus importante que la largeur d'origine ? Selon les manuels, la profondeur des rigoles oscille entre 3 et 54 cm, avec une moyenne à 16 cm (1/2 pied). Cette mesure est très proche de celle observée à Roissy. Un seul auteur décrit la forme des rigoles : les petites rigoles sont en auget (Thouin 1827), c'est-à-dire à fond plat et parois obliques ; les grandes rigoles sont évasées. Les rigoles fouillées à Roissy ont très largement un fond plat et des parois obliques, car cette forme répond à la nécessité d'un écoulement des eaux en surface.

Plusieurs auteurs précisent que les rigoles de déversement ont une largeur décroissante de l'amont à l'aval, leur débit diminuant au fur et à mesure de l'éloignement de la prise d'eau. Ce schéma répond à plusieurs des petits fossés fouillés sur le site des Tournelles⁵. En fonction des largeurs et profondeurs données par les agronomes, nous sommes tenté de répartir ces petits fossés entre rigoles principales ou secondaires, dans les deux derniers échelons du déversement des eaux. Les rigoles principales, plus larges, profondes et longues sont naturellement mieux conservées, et peuvent donc apparaître en surnombre dans nos effectifs (voir dernière colonne du tableau descriptif (fig.11 - *Infra*).

Douze des auteurs consultés rappellent qu'une légère pente est nécessaire au système d'irrigation :

« La forme de terrain la plus favorable à l'établissement d'une irrigation, est une légère inclinaison ; un terrain

entièrement plat nécessite de grands travaux pour être rendu apte à l'arrosage ; sur une pente trop rapide, au contraire, l'arrosage est assez facile à établir, mais les plantes profitent peu d'une eau coulant avec force. » (Moll 1835 : 240).

Le site des Tournelles, implanté sur un plateau en pente douce, répond à cette exigence (*cf.* 1.2). La pente observée est axée selon un gisement de 135° Est, soit du nord-ouest au sud-est. Pour être efficaces, des rigoles d'arrosage ne doivent être ni parallèles, ni perpendiculaires à l'axe de la pente. De fait, les rigoles d'irrigation observées aux Tournelles sont disposées en écharpe selon des angles aigus ou ouverts. L'égalité de la surface du sol est une condition non moins importante pour l'arrosage. La présence de deux fossés d'épierrement sur le site, entre les fossés 138 et 918, témoigne peut-être de la nécessaire remise en état du terrain avant la création d'une zone irriguée (Rozier 1789 : 347).

Outre l'arrosage des prés, Bastien mentionne qu'une situation en pente douce est très utile aux jardins potagers : « *Il seroit à désirer que l'on mit les eaux, soit naturelles ou par artifice, plus hautes que les lieux que l'on veut arroser [...] il n'y auroit alors qu'à laisser couler l'eau doucement [...] par des canaux tels qu'on peut les avoir, soit de bois, de plomb ou de terre cuite, et même par les terres, y faisant des rigoles qui donnent l'eau dans les sentiers des planches et le long des bordures ; cette manière abreuve la terre insensiblement ; les racines en sont rafraîchies, sans que les plantes en soient décharnées, comme il arrive quand l'eau est versée tout-à-coup avec l'arrosoir* » (Bastien 1798 : t. 2, III^e part., liv. I, chap. V).

L'abbé Schabol (1767) mentionne aussi « *des rigoles faites avec des gouttières pour porter les eaux d'un quartier de jardin dans un autre, comme en ont la plupart des maraîchers de Paris.* »

Le littoral atlantique, doux et humide est favorable à l'exploitation des légumes. Certains secteurs y sont cultivés de façon intensive, et produisent des « champs lilliputiens, en parcelles minuscule » (Papy 1941), pouvant n'atteindre que 200 ou 400 m², surfaces du même ordre que celles des planches restituées à Roissy (253 et 127 m²). Nous ne manquons donc pas de références ethnographiques pour interpréter ce petit réseau partiellement conservé à Roissy, et pour lequel nous proposons une datation du VIII^e siècle.

3.4 Un réseau d'irrigation pour quelle production ?

Nous ne savons pas si les lopins identifiés étaient mis en herbe ou en planches légumières, mais nous avons déjà retenu l'hypothèse d'une prairie artificielle pour le secteur nord-ouest du site.

Il serait curieux, mais toujours possible, que deux techniques différentes d'irrigation soient mises en œuvre pour un même produit. Aussi avançons-nous, sans preuve déterminante, l'hypothèse de cultures légumières développées à partir de la fin du VII^e siècle, sur un sol irrigué enrichi par un bon siècle d'occupation humaine et animale. Des redevances en fruits et légumes étaient

5. Voir sur la fig. 9, les fossés 138, 676, 1027, 1356, 3101.

N° fossé	N° et position de la coupe	Largeur en cm	Profondeur conservée	Parois	Fond	Remplissage	Commentaire	Essai d'interprétation
138	cp A la + à l'ouest	40	3		plat	limon sablonneux gris	écoulement d'est en ouest?	
	cp B la + à l'est	50	6		plat			
105	cp A la + à l'ouest	90	26	convexes	plat	limon gris clair	possible gradin	grande rigole
	cp B	130	28	obliques	plat	limon gris clair		
	cp C	86	16	obliques	plat	limon gris clair	si on ne tient pas compte de la cp B, tendance à l'écoulement d'ouest vers l'est?	
	cp E a + à l'est	84	26	obliques	plat	limon gris clair		
571		40	4		plat	limon gris		rigole secondaire
567	cp dans berme nord	80	40	obliques	plat	limon gris en bas du remplissage		grande rigole
	cp + au sud	60	26	obliques	plat, large 30 cm	limon brun gris	écoulement du nord vers le sud	
559	cp A la + à l'est	90	53	obliques	plat	limon brun gris		grande rigole
	cp B	30	4	obliques	plat	limon brun gris		
	cp C la + à l'ouest	65	20	obliques	plat	limon brun gris	prof irrégulière due infiltration eau ?	
552		35	4		plat	limon brun gris	remplissage moins lessivé est + logique dans petites rigoles ?	rigole secondaire
1158		40					non fouillé. Si F. 552 et 1158 sont liés, alors écoulement du nord vers le sud	
576		50 ?	4		plat	limon brun gris		rigole secondaire
597		40	10	obliques	plat	limon brun gris sableux		
171		50	20	obliques	plat	limon brun gris sableux	si 171 et 597 sont tronçons d'une même rigole, alors écoulement d'est en ouest	grande rigole
518		40	6		plat	limon gris		rigole secondaire
676	cp nord	60 - 50	15	obliques	plat			
	cp sud	60 - 50	13	obliques	plat		écoulement du nord vers le sud	grande rigole
860		40	15		plat	limon gris	si F. 676, F. 860 et F. 955 sont tronçons d'une même rigole, alors approvisionnement en eau depuis le sud, la voirie ?	
955		40	très faible			limon gris		
850		45	26	abruptes	plat	limon gris foncé		
760		40	26			limon gris		
1308		80 à 110	40	obliques		limon gris clair		grande rigole
2092		88				limon gris tacheté oxyde ferrique	si F. 2092, F. 1308 et F. 2092 sont tronçons d'une même rigole, alors approvisionnement en eau depuis le nord?	
756		50	16	obliques	plat	limon gris		
1031		60	5	obliques	plat	limon brun gris		rigole secondaire
1356		40	7	obliques		limon gris brun	fossé vu au 2e décapage	rigole secondaire
1050		60	10	concaves	plat	limon gris brun		
1027		40	20	obliques	plat	limon gris brun sableux	fossé vu au 2e décapage	grande rigole
1027		60	15	obliques		limon brun gris		
590		20	2			limon gris clair	ou sablière basse ?	rigole secondaire
1096		30	5 à 10	obliques	plat	limon brun sableux		rigole secondaire
894		40	10		plat	limon gris		rigole secondaire
908		60 à l'est 20 à l'ouest				limon gris	écoulement d'est en ouest?	
885						limon gris	non fouillé	
1163	cp A la + à l'est	40	10	obliques	plat	limon gris		grande rigole
	cp B	70	30	obliques	plat	limon gris		
	cp C	110	36	obliques	plat	limon gris	écoulement d'ouest en est?	
	cp D la + à l'ouest	80	32	obliques	plat	limon gris		
3101		47	5 à 10	obliques	plat	limon gris clair	écoulement du nord au sud	

Fig. 11 : tableau descriptif des petits fossés fouillés aux Tournelles (Jean-Yves Dufour/Inrap, Zeldia Hugon/Inrap).

mise en place d'un réseau de petite irrigation destinée à la production d'herbe ou de légumes. Une zone herbeuse humide avait été pressentie par Marie-Pierre Ruas à partir de trois échantillons carpologiques étudiés sur le même site (Ruas 1999). La nature du sol et la teneur en eau fournissaient sans doute une végétation mésohygrophile permettant le maintien d'une prairie permanente, entretenue par l'homme ou l'animal.

Quelques centaines de mètres plus au sud, au lieu-dit Clos Saint-Aubin, un paléosol du haut Moyen Âge interprété comme support d'une prairie drainée a déjà été observé à Roissy. Parce que le village médiéval était implanté sur un ancien vallon nord-sud, sa rue la plus basse drainait les eaux boueuses vers le sud du village. À l'époque carolingienne, la dépression occupant ce secteur pouvait donc être exploitée comme une riche prairie bien arrosée et servant de pâture à un troupeau. La forte présence d'imprégnations organo-phosphatées dans les fossés suggère une zone de pacage (Dufour 2001). Par opposition, l'absence de tels phosphates ici, au lieu-dit « Derrière les Tournelles », semble induire une prairie de fauche. L'analyse micromorphologique note toutefois l'intégration, dans la masse, de fragments charbonneux et d'agrégats organiques. Cet enrichissement est favorable à la croissance de toute prairie. Si la pureté de l'eau de source est donnée comme la meilleure à l'irrigation des prés, « *celle des mares est moins estimée, quoiqu'engraissée par les égouts des terres et les fientes des bestiaux qui y boivent* » (Bastien 1798 : t.2, III^e part., liv. I, chap. V). Royer de Fontenay rappelle également que les eaux déposées dans un réservoir, « *on les bonifie en les mêlant avec du fumier ou de bonnes terres* ». Rey, Véret, Bertrand, Rozier et bien d'autres expliquent que, de cette manière, on répand les engrais avec plus d'égalité sur la prairie.

Finalement, certains auteurs considèrent que, pour les eaux des irrigations, « *les meilleures de toutes sont celles qui tiennent en dissolution les débris des substances végétales et animales* » (Lahalle de Blamont 1821 : 276).

L'intégration dans la masse limoneuse de fragments charbonneux et d'agrégats organiques, intégration vue par l'analyse micromorphologique, s'explique tout à fait par l'enrichissement des eaux d'irrigation.

Dans le cas de Roissy, l'absence de cours d'eau ne laisse envisager qu'une irrigation « *à petit volume d'eau* », agissant par la fraîcheur qu'elle donne à la terre. Cet approvisionnement en eau de la prairie et/ou des carrés légumiers nécessitait un stockage de l'eau en amont, c'est-à-dire au nord de la zone fouillée, dans une mare, un réservoir collectant les eaux pluviales et les eaux de source. Comme cela a été décrit « *Sur un terrain en légère pente, il est possible de former des espèces de petits étangs au dessus de plusieurs pièces de terres avec quelques fossés qui rassemblent les eaux de pluie, une petite digue et des rigoles perpendiculaires à la pente* » (Duhamel du Monceau 1779 : 136). Rien dans les premiers plans topographiques levés au XIX^e siècle, ne permet toutefois de localiser un étang ou une grosse mare au nord du village. Notons toutefois, en limite nord du vil-

lage (fig. 15), c'est-à-dire en surplomb par rapport au site Les Tournelles, un lieu-dit au nom évocateur : « les prés d'acier ». Dans sa thèse en cours sur la mutation foncière à Roissy, Marie-Anne Bach décèle au « pré d'acier », quelques traces d'humidité, sous la forme de prés, clos de fossés et parfois de « saulx ». Attenant au nord des « prés d'acier » le lieu-dit « le cheneau » peut également évoquer l'irrigation, le cheneau étant compris, dans certains manuels agronomiques, comme une gouttière ou conduite enterrée destinée à l'irrigation.

4.2 L'irrigation médiévale : mise en évidence archéologique

Dans le domaine hydraulique, les sites de la période antique sont souvent riches d'aqueducs, de canalisations d'eau et de bassins en tous genres, tandis que les sites du haut moyen Âge exhumés en France livrent à leurs fouilleurs des mares et de nombreux fossés interprétés au mieux comme drains destinés à assainir les sites. On passe ainsi de l'image d'une civilisation construite, raffinée, propre et limpide, à celle de cultures rurales, rustiques et bourbeuses. Nous essayons de montrer dans cet article, comment un petit groupe d'agriculteurs du VIII^e siècle conçoit et met en forme un système de petite irrigation. Seuls le moindre degré de conservation des vestiges fossoyés et notre méconnaissance de la diversité des techniques agraires, limitent la lecture fonctionnelle des sites du haut Moyen Âge.

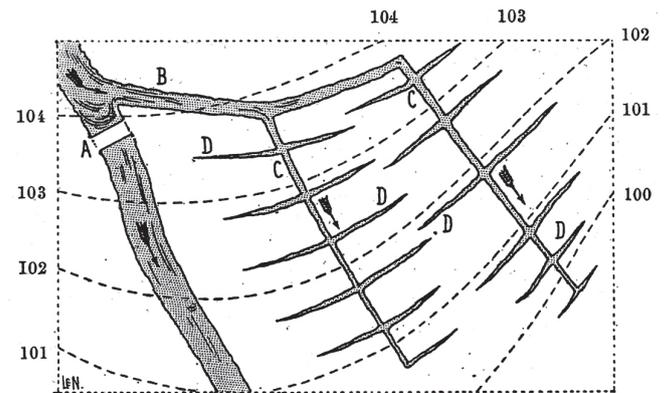
La conduite des eaux n'est pas réservée aux balnéaires antiques, ni même au milieu méditerranéen. Elle se rencontre dans toute la France, en Angleterre et ailleurs. Au VI^e siècle, Grégoire de Tours mentionne des jardins irrigués artificiellement (Lorren, Périn 1997 : 95). De fait, l'irrigation médiévale est mal connue, l'iconographie elle-même étant muette sur l'arrosement des prés, alors que de multiples règlements pour répartir la jouissance de l'eau sont connus par les archives (Mane 2001 : 809). À Roissy, l'épisode agraire marquant le début de la période carolingienne nous prouve que le paysan du haut Moyen Âge sait parfaitement modeler son terroir et bâtir des paysages comme cela est également montré dans les Ardennes belges pour une période semblable. Les chercheurs s'appuient sur divers polyptyques pour envisager « l'utilisation de l'eau, que ce soit pour les prairies, la force motrice ou les pêcheries, comme autant d'adaptations face au changement des modes d'exploitation du terroir à l'époque romaine. Ils correspondent à la mise en place de la nouvelle économie domaniale entre le VII^e et le IX^e siècle » (Mignot, De Meulemeester 2005 : 9). Ces changements interviennent à la même époque à Roissy, où nous pouvons accrédi-ter l'hypothèse de changements agricoles majeurs à cette période. La petite irrigation dévoilée à Roissy aurait également pu être mise en œuvre par des paysans modernes ou antiques, tant la plupart des techniques agricoles restent simples et adaptées à leur terroir.

Référence	Origine de l'eau	Type d'irrigation	Fossé principal	Rigoles	Rigoles secondaires
Serres 1600		pour arroser les prés			canaux d'1 pied de largeur, 0,5 pied prof.
Bertrand 1764		pour abreuver les prés	maîtresses-rigoles	rigoles simples servent à l'arrosement	larg. 21-24 x 3-5 cm prof. ; un peu plus larges à leur entrée, plus étroites à leur issue
Duhamel du Monceau 1779	petits étangs	conserver prés frais en été			rigoles perpendiculaires à la pente
Rozier 1784		irrigation des jardins			
Rozier 1789			maîtresses-rigoles	rigoles simples servent à l'arrosement	Rozier cite Bertrand
Bastien Jean-François 1798	rivière ou étang plus élevé que prairie	prairies flottantes	fossé principal = menoïr = porteau, équipé de batardeaux = ventaires		
	eau de source est meilleure ; eau des mares est engraisée	arrosements des jardins			canaux de bois, plomb, terre cuite ou rigoles
Perthus de Laillevaut 1810	réservoir	amélioration des prés	rigoles principales d'irrigation en cuvette, larg. 33 à 50 cm	rigoles secondaires	largeur diminue avec éloignement prise d'eau
Mathieu de Dombasle 1824		irrigation pour prairies, infiltration et submersion	canal principal	maîtresse rigole	rigoles d'irrigation
Thouin 1827			canaux d'irrigation avec vannes et écluses	rigoles d'arrosement	petites rigoles larg. 27 à 40 cm x 13 cm prof., grandes rigoles évasées 81 x 54 cm prof.
				rigoles cachées ou sourdes recouvertes de terres cultivées	bagots, plaques de gazons, soliveaux ou briques retiennent la terre
Neufchateau François de 1828	réservoir exposé, chaleur du soleil	irrigation ou infiltration pour prairies	canal de dérivation avec chaussées et vannes	rigoles distribuent eaux dans prairies	rigoles principales - rigoles secondaires - saignées
Noïrot 1836	fleuves et ruisseaux qui charrient limon sont les meilleures eaux ; eau de source ou d'étang est moins bonne	irrigation pour prairies de plan incliné	canal		
		inondation des terrains à surface horizontale	canal		
Rey 1851			canal de dérivation	rigoles principales = rigoles de tête larg. 25-30 x 6 cm prof.	rigoles d'arrosement larg. 24 x 6 cm prof.
Beléze 1862	réservoir artificiel	pour les prés	canal de dérivation, au moins 60 cm de larg. x 30 cm prof.	rigoles principales ou alimentaires, 60 cm largeur	rigoles d'irrigation larg. 35 cm en surface, prof. 12 cm, fond large de 15 cm
Véret 1870		irrigation par ruissellement	canal principal, dit de dérivation		
		irrigation par submersion inonde entièrement un terrain			
		irrigation par infiltration		eau s'infiltré par parois très poreuses des fossés	
Boitel 1889	rivière	arrosage par déversement pour prairies	canal de dérivation	rigole principale	largeur 20 à 30 cm x 20 cm prof.
Charpentier de Cossigny 1889	rivière, étang, canaux, réservoirs		canal ou rigole d'amenée	rigole de distribution	rigole d'arrosage larg. 70 x prof. 25 cm
		arrosage par déversement			
		irrigation par submersion			
		irrigation prairies permanentes			petite rigole de niveau, prof. 10 cm
Barral et Sagnier 1889		irrigation par submersion recouvre le sol d'une couche d'eau			
		irrigation par rigoles de niveau			
		irrigation par rigoles inclinées	rigoles principales de distribution	rigoles secondaires	
		irrigation par planches en ados	rigoles de distribution larges de 50 cm au fond x 15 cm prof.	rigoles de déversement	largeur 25 x 5-10 cm prof.
		eaux d'égout	irrigation par infiltration pour cultures potagères	rigoles de dérivation	rigoles secondaires
Martin et Roy 1900	réservoir d'eau de source ou dérivation des eaux de rivière	irrigation par ruissellement	rigoles de distribution	rigoles déversantes	
		irrigation par submersion ou colmatage			
Lévy Salvador & Frick 1923			canal secondaire équipé de vannes	fossé secondaire	fossé tertiaire, rigole de distribution
		irrigation par ados dans prairies climat tempéré			rigoles de déversement larges 15-30 cm ; prof. 6-10 cm
		irrigation par déversement dans prairies et terres labourables à pente naturelle suffisante			largeur et prof. décroissent de l'amont (18 x 15-20 cm) à l'aval (5 x 8-10 cm)
		irrigation par infiltration pour le jardinage, la culture maraîchère et plantes industrielles			prof. 20 cm
		irrigation des vignes par submersion pour noyer le phylloxera			

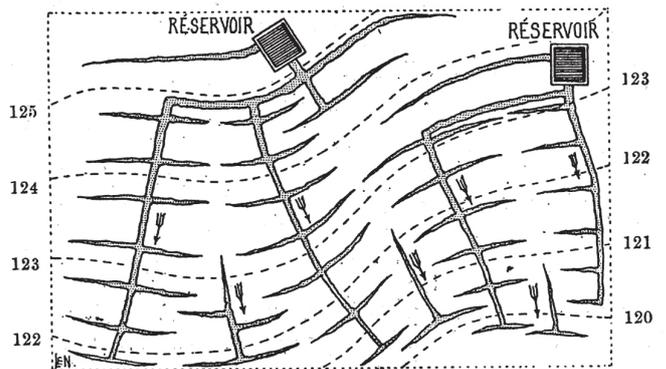
Fig. 12 : description de systèmes d'irrigation dans quelques manuels d'agriculture anciens (Jean-Yves Dufour/Inrap).

Forme	Sol	Espacement	Évacuation
	légère pente	équidistants de 15 à 20 pas = 12 à 16 m	
		espace de 30-40 pieds (10-13 m) dans terres légères à faible pente espace de 40-50 pieds (13-16 m) dans terres fortes ou pentantes	
		dans jardins bourgeois, carreaux de 25 à 30 toises en tous sens ; tables de 40 à 50 pieds (13-16 m)	
		Rozier cite Bertrand	canaux d'écoulement
	pente douce		
	rigoles dans direction analogue à faible pente	10-14 m d'espacement dans terres légères ; 14-17 m dans autres natures de terrain	
très étroite	pente suffisante	plus rapprochées dans sols argileux que dans sols sablonneux	rigole de dessèchement
forme d'un auget	nature argileuse, pente. Si terrain sec et perméable, rigoles en glaise et plâtras. Rigoles pavées sont plus durables		
	plan incliné		rigole d'assainissement
	surface horizontale, terrain entouré d'une espèce de digue		
	pente insensible mais constante	rigoles arrosement espacées 10 m environ	fossés d'écoulement
	pente de 0,05 m/m	irrigation en ados dans prés à surface presque horizontale. Planches larges de 5 à 15 x 40 m maximum	rigoles et fossés d'écoulement
		rigoles espacées de 10 à 15 m	fossés d'écoulement
	terrain très poreux		
	inclinaison favorable		
parois évaseées, fond plat			rigole d'égouttage
		moyenne 30 m entre 2 rigoles, maxi 50 m	
évasement des parois suite dégradation	terrain à peu près plat méthode selon pente	25 à 30 m entre deux rigoles de distribution, et entre 2 et 18 m entre rigoles de niveau	
		rigoles de distribution espacées 30 à 50 m, rigoles d'arrosage espacées de 5 à 6 m	
	terrains presque horizontaux	planches de 50 m de côté, minimum 5-6 m x 25-30 m	rigoles de colature
	terrains à grande pente des Vosges et du Limousin		
	pente de 0,001 à 0,005 m/m		rigoles de colature
parois verticales	pente faible et terrains marécageux	planches bombées perpendiculaires à la pente 25-30 m x 10-16m	rigoles égouttement, fossé de colature
		planches larges d'1 à 4 m	
	pente très faible 2 mm/m		
			fossés colateurs
		planches longues 35 à 40 m, larges de 2 à 10m	
	pente 5 mm/m	rigoles écartées de 5 à 25 m, longueur de 20 à 25 m	
	terrain plat	raies espacées de 2 à 4 m, longueur 20 à 40 m	

Passé l'épisode agraire décrit dans cet article, le site connaît une réoccupation marquée par des bâtiments sur poteaux, des silos et des fonds de cabane. Le nord-ouest du site, n'est pas réoccupé avant la fin du Moyen Âge ; un remblai (US 2026) recouvre l'ancienne prairie, sans doute devenue trop humide et sollicitée à d'autres fins culturales. Le secteur est parcouru de plusieurs fossés qui ont livré de la céramique gallo-romaine résiduelle, de rares tessons des XIII^e et XIV^e siècles et une glaçure du XVI^e siècle. Les comblements très hydromorphes de ces fossés pourtant de faibles profondeurs (20 à 40 cm conservés), suggèrent une nappe artificielle relativement haute à la fin du Moyen Âge. La forte humidité de ce secteur est encore nette au XIX^e siècle puisque c'est précisément dans l'ancienne prairie qu'est creusée une cressonnière.



1



2

Fig. 13 : exemples d'irrigation par ruissellement (Martin, Roy 1900 : 27). 1 Barrage et dérivation d'une rivière. A : barrage ; B : canal de dérivation ; C : rigole de distribution ; D : rigole déversante. 2 Irrigation par ruissellement

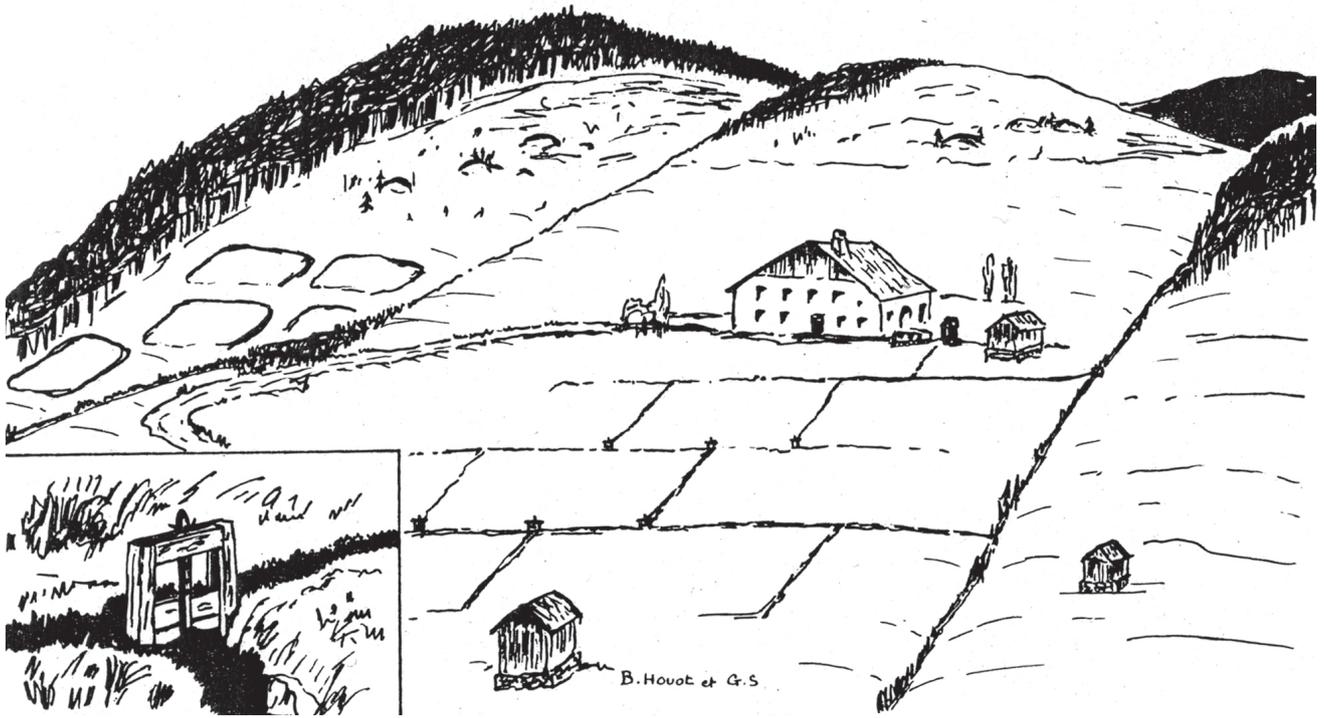


Fig. 14 : l'irrigation des prés de fauche dans les Vosges : royes et ressinerosses partagent les prairies en planches. Ça et là, des fenils (Savouret 1985 : fig. 12).

RÉFÉRENCES

- Barral, Sagnier 1889** : BARRAL (Jean-Augustin), SAGNIER (Henry). – *Dictionnaire d'agriculture : encyclopédie agricole complète*, t. 3, G-O. Paris : Libr. Hachette, 1889. 1052 p.
- Bastien 1798** : BASTIEN (Jean-François). – *La nouvelle maison rustique ou Économie rurale pratique et générale de tous les biens de campagne*. Paris : Deterville, 1798. 3 vol., 889 p., 899 p., 1006 p.
- Baudrillart 1823** : BAUDRILLART (Jacques-Joseph). – *Traité général des eaux et forêts, chasses et pêches*, seconde partie. *Dictionnaire général*, t. premier. Paris : chez Huizard, Bertrand, Warée, 1823. 816 p.
- Bertrand 1764** : BERTRAND (Jean). – *De l'eau relativement à l'économie rustique, ou traité de l'irrigation des prés*. Avignon : chez G. Regnault (Lyon), 1764. 176 p., 8 pl.
- Bernigaud 2012** : BERNIGAUD (Nicolas). – *Les anthroposystèmes des marais de Bourgoin-La-Verpillière (Isère) du Néolithique final à l'Antiquité tardive (3000 av. J. C. -600 apr. J.-C. : archéologie du paysage et de l'environnement*. Nice : université de Nice-Sophia Antipolis, 2012. 517 p. Thèse sous la dir. de Franck Braemer.
- Bernigaud et al. 2013** : BERNIGAUD (Nicolas), GAUCHER (Gilles), GUILLON (Sébastien), PURDUE (Louise), BERGER (Jean-François). – Pour une histoire de l'hydraulique agricole, méthodologie et étude de cas (France, États-Unis). In : BALLUT (Christèle), FOURNIER (Patrick) dir. – *Au fil de l'eau : ressources, risques et gestion du Néolithique à nos jours*. Clermont Ferrand : MSH, 2013, p. 173- 189. (Collection croisée des SHS).
- Blanchard 2013** : BLANCHARD (Johann). – Un réseau de fossés antique original au nord-ouest du plateau briard : nouvelles observations réalisées à Bussy-Saint-Georges (Marne-la-Vallée, Seine-et-Marne). *Revue archéologique du Centre de la France*, [En ligne], t. 52, 2013, mis en ligne le 31 décembre 2013, consulté le 14 mars 2014. URL : <http://racf.revues.org/1920>
- Bullock et al. 1985** : BULLOCK (Peter), FEDOROFF (Nicolas), JONGERIUS (Amilius), STOOPS (Georges), TURSINA (T.). – *Hand-book for soil thin description*. Wolverhampton : Waine research Publications, 1985. 152 p.
- Darvill 1987** : DARVILL (Timothy). – *Ancient monuments in the countryside : an archaeological management review*. Swindon : English Heritage, Historic Buildings & Monuments Commission for England, 1987. 188 p.
- Delhon 2010** : DELHON (Claire). – Phytolithes et taphonomie, apport de l'expérimentation à la quantification des phytolithes dans les cendres de bois. In : COSTAMAGNO (Sandrine), CHABAL (Lucie), THÉRY-PARISOT (Isabelle) dir. – *Taphonomie de la combustion des résidus organiques et des structures de combustion en contexte archéologique* : actes de la table-ronde, mai 2008. *Palethnologie*, 2010, 2. p. 95-107. <http://blogs.univ-tlse2.fr/palethnologie/wp-content/files/2010/fr-FR/Palethnologie-2010-FR-00-Revue.pdf>
- Delatouche 1977** : DELATOUCHE (Raymond). – Regards sur l'agriculture aux temps carolingiens. *Journal des savants*, avr.-juin, 1977, p. 73-100.
- Dufour 2001** : DUFOUR (Jean-Yves). – *Clos Saint-Aubin II, 2ter chemin de la Dîme* : document final de synthèse après évaluation archéologique. Pantin : Afan ; Saint-Denis : SRA Île-de-France, 2001. 35 p.
- Dufour 2016** : DUFOUR (Jean-Yves) dir. – *Roissy-en-France (Val-d'Oise), 14 rue Jean Moulin : la ferme de La Selle* : rapport final d'opération. Pantin : Inrap, 2016. 631 p.
- Dufour et al. 2003** : DUFOUR (Jean-Yves), ADRIAN (Yves-Marie), BELARBI (Mehdi), DELHON (Claire), FRÈRE (Stéphane), LEFÈVRE (Annie), MARAMBAT (Laurence), RUAS (Marie-Pierre), SELAMI (Farid). – *Roissy-en-France (Val-d'Oise), Les Tournelles II, Derrière les Tournelles, chemin de Montmorency* : rapport final d'opération. Pantin : Inrap ; Saint-Denis : SRA Île-de-France, 2003. 243 p.
- Dufour, Gilbert 1997** : DUFOUR (Jean-Yves), GILBERT (Christophe). – *Le site médiéval des « Tournelles » à Roissy-en-France : origine d'une grande ferme du Pays de France* : document final de synthèse. [Pantin : Afan] ; Saint-Denis : Service Régional de l'Archéologie d'Île-de-France, 1997. 265 p.
- Duhamel du Monceau 1779** : DUHAMEL DU MONCEAU (Henri-Louis). – *Éléments d'agriculture*, t. I-II. Paris : chez la veuve Desaint, 1779. 532 p., 462 p.
- Félizet 1879** : FÉLIZET (Charles-Laurent). – *Petit berquin agricole ou dialogues ruraux...* Rouen : Lapiere, 1879. 406 p.
- Royer de Fontenay 1836** : [ROYER] DE FONTENAY. – *Manuel pratique des constructions rustiques ou guide pour les habitants des campagnes...* Paris : Libr. encyclopédique de Roret, 1836. 271 p.
- Gourcy 1850** : GOURCY (Conrad de). – *Second voyage agricole en Belgique, en Hollande et dans plusieurs départements de la France*. Paris : Libr. d'agriculture, 1850, 401 p.
- Lahalle de Blamont 1821** : LAHALLE DE BLAMONT (Jean-Baptiste). – Rapport sur l'état de quelques parties de l'agriculture dans l'arrondissement de Lunéville. *Annales de l'agriculture française*, 2e série, 1821, t. XVI, p. 269-290.
- Leclerc-Thouin 1835** : LECLERC-THOUIN (Oscar). – Des plantes à fourrages. In : BAILLY DE MERLIEUX (Charles-François) dir. – *Maison rustique du XIX^e siècle : encyclopédie d'agriculture pratique*, tome premier. *Agriculture proprement dite*. Paris : 1835, chap. XVIII, p. 454-528.

Levillain 1909 : LEVILLAIN (Léon). – Un état de redevances dues à la manse conventuelle de Saint-Denis. *Bulletin de la Société de l'histoire de Paris et de l'Île-de-France*, tome XXXVI, 1909, p. 80-90.

Lévy Salvador, Frick 1923 : LÉVY SALVADOR (Paul), FRICK (Paul). – *Hydraulique agricole*. Paris : Dunod, 1923. 381 p. (Bibliothèque de l'ingénieur des travaux publics).

Lorren, Périn 1997 : LORREN (Claude), PÉRIN (Patrick). – Images de la Gaule rurale au VI^e siècle. In : GAUTHIER (Nancy), GALINIÉ (Henri) éd. – *Grégoire de Tours et l'espace gaulois* : actes du congrès international, Tours, nov. 1994. Tours : FERACF, 1997, p. 94-109. (Suppl. à la *Revue Archéologique du Centre de la France* ; 13).

Mane 2001 : MANE (Perrine). – *L'outil et le geste ; iconographie de l'agriculture dans l'Occident médiéval (IX^e-XV^e siècles)*. Paris : Université Paris 1, 2001. 6 vol., 1 800 p. Thèse sous la dir. de Pierre Toubert.

Martin, Roy 1900 : MARTIN (Jean-Baptiste), ROY (Julien). – *Agriculture et jardinage : principes scientifiques et applications*. Paris : Delalain frères, 1900. 280 p.

Mathieu de Dombasle 1824 : Mathieu de Dombasle (Christophe-Joseph-Alexandre). – *Calendrier du bon cultivateur ou manuel de l'agriculteur praticien*, 2e éd. Paris : chez madame Huzard, 1824. 493 p.

Mignot, De Meulemeester 2005 : MIGNOT (Philippe), DE MEULEMEESTER (Johnny). – À propos de l'hydraulique en Ardenne belge. In : KLÁPŠTĚ (Jan) ed. – *Water management in medieval rural economy : Rurality V*, Lyon-Villard-Sallet, sept.-oct. 2003. Turnhout : Brepols publisher, 2005, p. 3-10. (Památky archeologické-supplementum ; 17).

Moll 1835 : MOLL (Louis). – Des conditions qui permettent l'irrigation. In : BAILLY DE MERLIEUX (Charles-François) dir. – *Maison rustique du XIX^e siècle : encyclopédie d'agriculture pratique*, tome premier. *Agriculture proprement dite*. Paris : 1835, chap. IX, sect. II, p. 239-244.

Moriceau 2005 : MORICEAU (Jean-Marc). – *Histoire et géographie de l'élevage français : du Moyen Âge à la Révolution*. Paris : Fayard, 2005. 477 p.

Page 1987 : PAGE (Fernand). – Rôle des racines sur la différenciation des organisations micromorphologiques des horizons B podzoliques du Québec. In : FEDOROFF (Nicolas), BRESSON (Louis-Marie), COURTY (Marie-Agnès) éd. – *Micromorphologie des sols* : actes de la VII^e réunion internationale de micromorphologie des sols, Paris, juil. 1985. Plaisir : Association française pour l'étude des sols, 1987, p. 377-384.

Papy 1941 : PAPY (Louis). – *L'homme et la mer sur la côte atlantique de la Loire à la Gironde : étude de géographie humaine*. Bordeaux : Delmas, 1941. 526 p. Thèse pour le doctorat ès lettres, université de Paris

Perthuis de Laillevault 1810 : PERTHUIS DE LAILLEVAULT (Léon de). – *Traité d'architecture rurale*. Paris : Déterville, 1810. 263 p.

Rey 1851 : REY (Victor-P.). – *L'agriculteur praticien*. Autun : Dejussieu et Villedey, 1851. 382 p.

Roziar 1789 : ROZIER (François). – *Cours complet d'agriculture théorique... ou Dictionnaire universel d'agriculture*, tome huitième. Paris, rue et hôtel Serpente, 1789. 709 p.

Ruas 1999 : RUAS (Marie.-Pierre). – Rapport de l'analyse carpologique sur les structures du VI^e-VII^e siècle au X^e-XII^e siècle [fév. 1999]. In : DUFOUR (Jean-Yves), ADRIAN (Yves-Marie), BELARBI (Mehdi) et al. – *Roissey-en-France (Val-d'Oise), Les Tournelles II, Derrière les Tournelles, chemin de Montmorency* : rapport final d'opération. Pantin : Inrap ; Saint-Denis : SRA Île-de-France, 2003, p. 187-226.

Savouret 1985 : SAVOURET (Georges). – *La pastorale dans les hautes-Vosges*. Nancy : Presses universitaires de Nancy, 1985. 175 p.

Schabol 1767 : SCHABOL (Roger). – *Dictionnaire pour la théorie et la pratique du jardinage et de l'agriculture, par principes, et démontrés d'après la physique des végétaux*. Paris : chez Debure, 1767. 531 p.

Sellami 1999 : SELLAMI (Farid). – *Reconstitution de la dynamique des sols des terrasses de la Dordogne à Creysse (Bergeracois) : impact sur la conservation des sites archéologiques de plein air*. Versailles Grignon : INRA/INA-PG de science du sol, 1999. 255 p. Thèse de doctorat.

Sellami 2000 : SELLAMI (Farid). – Étude micromorphologique. In : LAPORTE (Luc) et al. – Les occupations mésolithiques et néolithiques ancien sur le site de La Grange à Surgères (Charente-Maritime). *Revue archéologique de l'Ouest*, 17, 2000, p. 108-113.

Serres 1600 ; SERRES (Olivier de). – *Le théâtre d'agriculture et mesnage des champs*, [1600], rééd. Arles : Actes Sud, 1996. 1 410 p. (Thesaurus).

Thoüin 1827 : THOÛIN (André). – *Cours de culture et de naturalisation des végétaux*, tome second. Paris : Mme Huzard, Deterville, 1827. 614 p.

Thoüin et al. 1805 : THOÛIN (André), PARMENTIER (Antoine-Augustin), BIOT (Jean-Baptiste), CHASSIRON (Pierre Charles Martin de), CHABERT (Philibert), LASTEYRIE (Charles Philibert de), PERTHUIS DE LAILLEVAULT (Léon de), ROARD (Jean-Louis), COTTE (Louis), SONNINI DE MANONCOURT (Charles-Nicolas Sigisbert), FROMAGE DE FEUGRÉ (Charles Michel François), CHAUMONTEL (André Thomas Jean de), TOLLARD (Claude), BOSC D'ANTIC (Louis-Augustin Guillaume), CURAUDAU (François-René). – *Cours complet d'agriculture théorique, pratique, économique, et de médecine rurale et vétérinaire ou dictionnaire universel d'agriculture*, tome onzième. Paris : chez Marchant, Crapart, Drevet, 1805. 492 p.

Twiss 1992 : TWISS (Page C.). – Predicted world distribution of C₃ and C₄ grass phytoliths. *In*: RAPP (George), MULHOLLAND (Susan) ed. – *Phytolith systematics.emerging issues*. New York : Plenum Press, 1992, p. 113-128.

Twiss et al. 1969 : TWISS (Page C.), SUESS (Erwin), SMITH (Robert M.). – Morphological classification of grass phytoliths. *Soil Science Society of America Proceedings*, vol. 33, n° 1, febr. 1969, p. 109-115.

Véret 1870 : VÉRET (Benjamin). – *Le livre du village*. Amiens : Lambert-Caron imprimeur-libraire, 1870. 363 p.

Yvart 1819 : YVART (Jean-Augustin Victor). – *Excursion agronomique en Auvergne, principalement aux environs des Monts-Dor et du Puy-de Dôme, suivie des recherches sur l'état et l'importance des irrigations en France*. Paris : imprimerie royale, 1819. 218 p. ■