HAL
open science

# La géophysique et d'autres méthodes d'investigation non destructives pour des études de sites archéologiques : l'enclos de l'abbaye cistercienne de Morimond à Parnoy-en-Bassigny (Haute Marne-52)

Benoit Rouzeau, Laurent Aubry, Michel Dabas, Christian David

**To cite this version:**

Benoit Rouzeau, Laurent Aubry, Michel Dabas, Christian David. La géophysique et d'autres méthodes d'investigation non destructives pour des études de sites archéologiques : l'enclos de l'abbaye cistercienne de Morimond à Parnoy-en-Bassigny (Haute Marne-52). Bulletin de la Société archéologique champenoise, 2005, 2, pp.74-92. hal-02925443

**HAL Id: hal-02925443**

**https://hal.science/hal-02925443v1**

Submitted on 29 Aug 2020

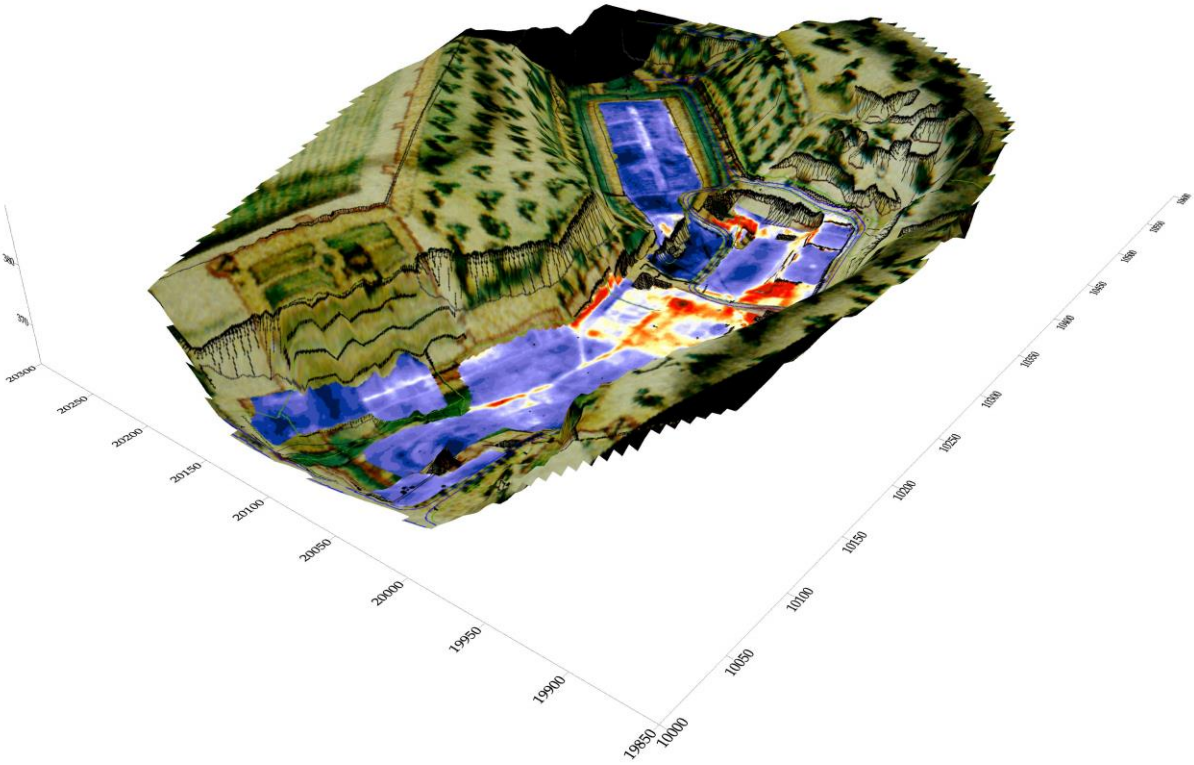
**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

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.

(Exemplaire sans figures)

# *La géophysique et d'autres méthodes d'investigation non destructives pour des études de sites archéologiques : l'enclos de l'abbaye cistercienne de Morimond à Parnoy-en-Bassigny (Haute-Marne 52).*

**Rouzeau Benoit**, Equipe d'histoire des Techniques,
Université de Paris 1, UMR 8589, doctorant.
**Aubry Laurent**, Terra NovA, doctorant
**Michel Dabas**, CNRS
**Christian David, Terra NovA**




**in : Bulletin de la Société Champenoise**
**2005-04/06, Tome 98, n°2, p. 72-92**

## *1. Historique des recherches et problématique de départ*

Les aménagements hydrauliques et industriels de l'ancienne abbaye cistercienne de Morimond (Haute Marne) sont étudiés depuis 1994 dans le cadre d'un Projet Collectif de Recherche sur l'hydraulique des ordres monastiques dans les régions Bourgogne, Champagne-Ardenne et Franche-Comté dirigé par Paul Benoit.

L'étude de cette abbaye s'est concrétisée jusqu'à présent par des travaux universitaires (université de Paris I) réalisés par Benoit Rouzeau, au cours d'une maîtrise, un DEA et se poursuivent dans le cadre d'une thèse de 3ème cycle actuellement en cours.

En 1998, lors d'un premier sondage de sauvetage, il est apparu nécessaire d'avoir une vision plus globale du site abbatial par des prospections géophysiques avant d'entreprendre des opérations archéologiques de plus d'envergure sur les réseaux hydrauliques de l'enclos.
Ce sont des travaux de ce type, à la fois sur des sites cisterciens tels que l'abbaye de Fontenay (Côte-d'Or)[1] et l'abbaye de Vauluisant (Yonne)[2], qui nous on conduits à envisager un recours à ces méthodes pour répondre à la problématique d'étude liée au site de Morimond[3].

C'est dès les années 1950 que des méthodes géophysiques d'investigation à faible profondeur commencent à être appliquées en archéologie[4]. Le perfectionnement de ces méthodes intervenu depuis les années 80, grâce à l'informatisation des données, a permis de nombreux progrès[5].

Le recours à la cartographie géophysique a permis d'établir un bilan des structures enfouies sans porter atteinte aux vestiges enterrés, donc en les préservant. La prospection géophysique met en évidence des structures souterraines qui peuvent être localisées précisément et interprétées à l'aide de comparaisons avec les sources iconographiques, ici du XVIIIe siècle, et autorise la formulation d'hypothèses sur l'évolution de l'ensemble monastique. En effet, des vestiges révélés par la prospection géophysique qui ne figurent pas

---

[1] HESSE (A.), « Prospection électrique à faible profondeur » *GMPCA*, réed. Rennes, 1966, 149 p. Un chantier de Paul Benoit et Albert Hesse à permis de retrouver la structuration des bâtiments monastiques détruits autour du cloître.
[2] Terra NovA, Ch. David L. Aubry chantier pour le Conseil général de l'Yonne, 1998.
[3] DABAS (M.), DAVID (Ch.), « La prospection géophysique dans la problématique des parcs et jardins, dans *Les nouvelles de l'Archéologie : L'archéologie des jardins*, n° 83-84, 1er et 2e trimestre 2001, p. 46-55.
[4] AITKINSON, (W. L.), « Méthodes électriques de prospection en archéologie » dans A. LANNING ed. *La découverte du Passé*, Paris, Picard, 1952.
[5] DABAS (M.), « La prospection géophysique » dans *La prospection*, coll. *Archéologiques*, A. Ferrière, Paris Ed. Errance, 1998, p. 161-207.

sur les documents anciens peuvent se rapporter à des éléments contemporains non représentés ou à d'éventuelles étapes de construction antérieures aux documents disponibles.

Le service régional de l'archéologie, pour permettre de compléter l'étude générale du site de l'abbaye, a pris en charge le financement de ces prospections géophysiques et en a confié la réalisation à Terra NovA.

En accompagnement des subventions consacrées aux recherches archéologiques et aux sondages, un levé topographique a également été pris en charge sur crédits d'Etat du ministère de la culture.

Planche 1 : localisation.

Dans le cadre de cette étude, trois campagnes de prospections géophysiques ont donc été programmées sur le site de l'abbaye entre 1999 et 2001.
Lors de chacune de ces campagnes, la méthode électrique multi-profondeur a été utilisée. A chaque reprise, elle a nécessité quelques jours d'acquisition de données sur le terrain suivis d'une quinzaine de jours pour les divers traitements numériques ainsi que pour les rapports d'étude[6].

La première campagne d'acquisition en 1999 avait pour objectif de permettre la localisation de canalisations souterraines débouchant dans les deux collecteurs principaux de l'abbaye. Des conduites étaient repérées dans le réseau souterrain mais trop comblées pour pouvoir être prospectées depuis l'intérieur. Ces collecteurs se prolongent-ils sous les bâtiments monastiques, avec quelle orientation ? Comment s'inscrivent-ils dans le réseau général de l'abbaye ? (voir planche 2). Est-il possible de repérer différemment les trois types de collecteurs mis en évidence dans la typologie établie par la prospection pédestre et les relevés (principal 3x1.6 m, secondaire 1x0.8 m et tertiaire 0.3x0.3 m) ? (voir planche 3). La superficie couverte avoisine 50 % de la zone basse de l'enclos et se centre sur l'emplacement au sol des anciens bâtiments monastiques du XVIII^e^ siècle.

Les phases de pré-études sont facilitées ici par les travaux archéologiques en cours depuis 1994. Ils ont permis de rassembler la documentation iconographique et écrite ancienne du XVIII^e^ siècle[7], de prendre connaissance du terrain et des conditions d'accessibilité par les prospections pédestres[8] et de repérer les structures d'une partie du sous sol par les quelques sondages réalisés[9].

---

[6] Ils sont déposés au SRA Champagne-Ardenne.

[7] Recueil des plans et terres appartenant à l'abbaye, 1784-1787, fait par Louis Etienne Naudin. Arch. dép. de la Haute-Marne 8H73 et Tableau réalisé pour Dom Chautan de Vercly le dernier abbé en 1789 par son neveu capitaine d'artillerie Société Historique et Archéologique de Langres.
ROUZEAU (B.), «Maîtrise et gestion du patrimoine hydraulique à Morimond », *C.H.M.* n° 209, 1997, p. 5-28.
ROUZEAU (B.), *Hydraulique cistercienne à Morimond : entre gestion du site et patrimoine*, Mémoire de maîtrise d'histoire de l'Université de Paris I sous la direction de Paul BENOIT, 1994, 269 p.

[8] BENOIT (P.)-BERTHIER (K.)-ROLLIER (G.), *L'Hydraulique monastique en Bourgogne et en Champagne*, 1994, n. p. BENOIT (P.)-BERTHIER (K.)-ROUILLARD (J.), *L'Hydraulique monastique des régions Bourgogne Champagne et Franche Comté*, 1999, 117 p. + ill.
ROUZEAU (B.), « Morimond : gestion du site et patrimoine », 1994, 7 p. ROUZEAU (B.), « Abbaye de Morimond : les réseaux hydrauliques du site », 1996, 7 p. ROUZEAU (B.), « Carte archéologique des sites ayant appartenus à l'abbaye de Morimond », 1997, 27 p. ROUZEAU (B.), « Morimond, un réseau de drainage qui recoupe tout le vallon », 1999, 13 p.

[9] ROUZEAU (B.)-BERTHIER (K.)-BOU (Ch.) Ancienne abbaye de Morimond, rapport de fouille de sauvetage, juillet 1998, SRA Champagne-Ardenne, 41 p.

Dans cette tranche, une zone devait être couverte par la méthode magnétique pour éventuellement détecter des traces d'activités métallurgiques signalées par la documentation écrite[10].

La deuxième intervention en 2000 a permis de couvrir le reste de la zone basse de l'enclos du côté sud du Flambart (35% de la superficie) avec au départ le même objectif : les collecteurs et l'hydraulique. Les importants résultats de la première année sur le bâti ancien ont été réévalués avant la mise en place du protocole de terrain.

Les objectifs de la troisième phase ont été définis après la réalisation des deux premières prospections. Il s'agissait dans un premier temps de terminer la zone basse de l'enclos côté nord du Flambart (15% de la superficie), sous les anciens ateliers du XVIII$^{e}$ siècle. Dans un second temps, d'enrichir les données en prenant des éléments de comparaison dans la zone du cloître pour mieux comprendre des anomalies apparues à cet emplacement en 1999. Un maillage de 0.5 m et 1 m au lieu de 1 m et 2 m a été utilisé en méthode électrique.

Dans un troisième temps, à titre expérimental nous avons tenté de repérer, par méthode électrique, les aménagements hydrauliques d'une grange cistercienne de plateau voisine de l'abbaye. Les relevés topographiques au 500$^{e}$ et au 200$^{e}$ réalisés par le cabinet P. Cardinal en 2001 ont donné la base pour recaler les trois campagnes de prospection dans un référentiel topographique local.

Les plans anciens (planche 4), les photographies aériennes et les résultats des campagnes de relevés (planche 5) et de prospection pédestre sont autant de sources d'informations permettant une incessante re-lecture des données géophysiques. Une base de données cartographiques propre au site est donc en train de se constituer qui sera, à terme, exploitée sous un logiciel de type Système d'Information Géographique (SIG) afin de faciliter les analyses spatiales et aussi de gérer les évolutions futures de l'étude du site ainsi que de son appréhension spatiale et de ses relations avec l'environnement proche.

[10] ROUZEAU (B.), Les aspects techniques et industriels du temporel et du site de l'abbaye de Morimond (1115-vers 1560) d'après les sources écrites et archéologiques, mémoire de DEA de l'Université de Paris 1 sous la direction de Paul Benoit et Michel Parisse, 2001, 132 p.

Planche 2 : les trois collecteurs.

Planche 3 : le réseau hydraulique avant les prospections géophysiques.

Planche 4 : Les deux plans anciens utilisés.

Planche 5 : Photographie aérienne et levé de géomètre.

## *2. Les deux méthodes géophysiques utilisées.*

La méthode électrique permet de d'enregistrer et de visualiser les valeurs de la résistivité électrique apparente du sous-sol. La résistivité varie principalement selon la nature des matériaux constitutifs du terrain et de leur teneur en eau. Les valeurs de résistivité sont également influencées par des vestiges de construction (maçonneries, dallage, etc.), par la présence de structures fossoyées ou de remblais.

Le matériel mis en œuvre comprend un résistivimètre (RM15 de la société Geoscan Research), couplé à un multiplexeur (MPX15), et un système d'acquisition de données (planche 6). Un ordinateur portable permet de visualiser sur le site les valeurs mesurées. Une première image grossièrement traitée est ainsi disponible sur le terrain, immédiatement après la phase d'acquisition des mesures. Les données sont complètement traitées durant l'étude qui suit la phase de terrain.

Lors de ces prospections, nous avons utilisé plusieurs écartements d'électrodes : 0,5 mètre, 1 mètre et 2 mètres en configuration pole-pole. Sachant que la profondeur d'investigation est du même ordre de grandeur que l'écartement des électrodes, ces différentes configurations nous permettent de visualiser la résistivité apparente du site jusqu'à trois profondeurs (0.5 m, 1m et 2m).

La méthode magnétique permet de mettre en évidence les variations du champ magnétique terrestre provoquées par les contrastes de susceptibilité magnétique propres aux matériaux constituant le sous-sol. Elle permet donc de cartographier la répartition des matériaux magnétiques sous forme d'anomalies. On peut distinguer a priori deux types de structures, sources d'anomalies : les structures en " dur " (pierres, maçonneries,...) et les structures de type remblais ou fossés.

Le matériel mis en œuvre lors de cette prospection comprend un magnétomètre à pompage optique (Geometrics G858) utilisé en mode gradiomètre. L'appareil est composé d'une centrale d'acquisition et de deux capteurs à deux hauteurs différentes prenant chacun une mesure du champ total (planche 6). Il est donc possible de tracer deux cartes de champ total (capteur haut à 1,2m et capteur bas à 0,4m) et une carte de la différence des mesures de champ total, i.e., carte de gradient magnétique. Lors de la prospection de chaque profil le magnétomètre acquiert les données en continu tous les 1/20 de seconde. Ainsi par profil de

50 mètres, environ 200 mesures sont acquises, ce qui correspond à une mesure tous les 25 centimètres en moyenne.

Planche 6 : la prospection électrique et la prospection magnétique in situ.

Les méthodes géophysiques ont été couplées avec l'analyse de deux plans anciens du XVIII$^{e}$ siècle dans un souci de comparaison constant. Le plan le plus ancien, dit de Naudin, a été réalisé dans le cadre d'un atlas des biens que les moines ont fait faire les années 1783 à 1785 par un arpenteur royal Naudin. Le plus récent est le plan réalisé par le neveu du dernier abbé, Don Chautan de Vercly, capitaine d'artillerie, pendant l'été 1788. Des calques de l'extension des bâtiments ont été réalisés et superposés aux données géophysiques. Le recours aux relevés de géomètre à suivi la même démarche.

## *3. Les résultats géophysiques obtenus.*

Les prospections se sont étendues à une superficie voisine de 4,5 ha. La superficie de prospection tient compte des zones inaccessibles à la prospection : bâtiments, talus, routes, chemins et broussailles (planche 7).

| Années de prospection | Superficie prospectée |
|---|---|
| 1999 | 2 ha |
| 2000 | 1,5 ha |
| 2001 | 1 ha |

*Nombre de données et zones étudiées*

| Année | 1999 | | 2000 | | 2001 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Maillage | 1m | 2m | 1m | 2m | 50cm | 1m | 2m |
| le vallon | 18 068 | 9 034 | 10 738 | 5 379 | Xx | 3 384 | 1 694 |
| le cloître | Xx | Xx | Xx | xx | 8 660 | 4 335 | xx |
| ch.Ste Ursu | Xx | Xx | 1 346 | 673 | Xx | xx | xx |
| la grange | Xx | Xx | Xx | xx | Xx | 1 974 | 992 |

Lors de l'acquisition, les variations de mesures en un même point n'ont pas excédées 1 à 2 Ohm.

Planche 7 : emplacement au sol des prospections.

Pour un écartement de 1 mètre, les valeurs de résistivité s'échelonnent entre un minimum de 10 Ohm.m et un maximum de 500 Ohm.m. Le niveau de référence, ou la moyenne des valeurs est de 100 Ohm.m.

Pour un écartement de 2 mètres, les valeurs de résistivité s'échelonnent entre un minimum de 10 Ohm.m et un maximum de 327 Ohm.m. Le niveau de référence est de 79 Ohm.m.

| **Rho (Ohm.m)** | **1 mètre** | **2 mètres** |
|---|---|---|
| Minimum | 10 | 10 |
| Maximum | 500 | 327, 6 |
| Nombre | 39845 | 17772 |
| Moyenne | 99, 79 | 79, 25 |
| Médiane | 78 | 59 |
| 1er quartile | 57, 48 | 44, 6 |
| 3ème quartile | 130 | 98, 96 |
| Ecart type | 64, 71 | 53, 39 |

Les valeurs statistiques du tableau montrent une diminution de la dynamique, liée à l'écartement des électrodes. Cette diminution est causée par les différences du volume de terrain mesuré selon les configurations d'électrodes : plus le volume pris en compte est important, plus les contrastes de résistivité seront atténués.

D'après le tableau 2, la moyenne et de la médiane diminuent entre les données « 1m » et les données « 2m ». Cette diminution indique que le volume moyen pris en compte est plus conducteur en configuration 2m, qu'en configuration 1m. Cette constatation permet de dire que la résistivité diminue en fonction de la profondeur, i.e., que le taux d'humidité augmente avec la profondeur.

Les valeurs relativement élevées des écart-types montrent que la répartition des données s'effectue sur une large gamme de valeurs.

Les données brutes de résistivité sont présentées sur les figures suivantes (planche 8 et 9), elles sont représentées en couleurs : rappelons que, les zones à dominante noire à bleue correspondent à des zones conductrices (fossés remblayés, zones humides), les zones à dominante rouge à jaune à des zones résistantes (zones indurées, maçonneries etc.).

Planche 8 : anomalies électriques en 1 m.

Planche 9 : anomalies électriques en 2 m.

Planche 10 : la carte des anomalies dressées grâce à la méthode électrique en 1 m 1999.

Planche 11 : la carte des anomalies électrique en 1 m sur la zone des ateliers 2001.

## *4. Les interprétations archéologiques dans l'enclos obtenus par méthode électrique.*

L'analyse des résultats fournis par les mesures nécessite une interprétation qui tiendra compte des éléments déjà connus par les plans anciens, par les sondages et par l'examen visuel du terrain. Elle consiste en une proposition d'éléments vraisemblables méritant d'éventuelles vérifications. Certaines anomalies ne sont pas interprétables à l'heure actuelle au vu des connaissances possédées sur telle ou telle zone. Les anomalies seront considérées comme résistives en l'absence de commentaire. Les anomalies conductrices seront mentionnées comme telles. Les tracés de ces anomalies sont observables sur les planches 10 et 11.

### 4.1. L'hydraulique.

Le réseau hydraulique souterrain apparaît clairement en anomalies résistantes, rouges pour le collecteur principal et blanches pour les collecteurs secondaires.

Les indices **1a** et **1b** correspondent à une anomalie résistante bien définie. L'anomalie **1a** est une anomalie linéaire, repérée par la prospection sur une longueur de plus de 25 mètres avec une largeur constante de 3 mètres. Cette anomalie se raccorde à une autre, bien définie elle aussi, l'anomalie **1b**. Cette dernière anomalie semble se poursuivre après un changement d'orientation par l'anomalie **1c** le long de la bordure nord de la zone de prospection.

L'anomalie **8** présente les mêmes caractéristiques que l'anomalie **1a**. Cette anomalie prolonge l'anomalie **1a** en direction de l'est.

Les anomalies **1a** et **1b** prolongées respectivement par les anomalies **8** et **1c** correspondent aux deux branches du collecteur principal de l'abbaye, partiellement connues par les archéologues (planche 10).

Au sud ouest, l'anomalie rectiligne **4a** présente un fort contraste de résistivité sur une longueur de plus de 45m et une largeur d'environ 2m. L'anomalie **4b**, plus faiblement

contrastée, se situe dans son prolongement. Ces anomalies correspondent à une importante canalisation maçonnée, repérée et visitée partiellement lors de prospections pédestres souterraines et qui a également fait l'objet d'un sondage archéologique localisé (au croisement des anomalies **4a** et **14a**).

L'anomalie **5** est fortement marquée. Elle présente une forme arquée relativement bien définie.

L'anomalie **12** est une anomalie conductrice bien définie de forme circulaire. Les déjections des moutons présents dans le pré prospecté, peuvent avoir changé localement le chimisme du terrain et provoqué cette anomalie. Cependant, il est tentant de voir dans cette anomalie l'indice de la présence des substructions du lavabo du cloître.

Située dans la terrasse supérieure, l'anomalie linéaire **25** correspond à une canalisation déjà observée en partie en souterrain. Elle se dirige vers la sortie d'eau de l'ancienne scierie situé au nord est de la zone de prospection (le rectangle d'orientation est ouest vide de mesure).

La planche 11 présente les résultats de la prospection dans la partie occidentale du vallon. Les valeurs de résistivité sont représentées en niveaux de gris : les zones à dominante claire correspondent à des zones conductrices, les zones à dominante noires à des zones résistives. Sur cette figure un certain nombre d'ensembles anomaliques cohérents se détachent :

L'ensemble anomalique noté **29** est constitué d'une anomalie linéaire de grande dimension présentant une largeur de l'ordre de 2 à 3 mètres. Localement, cette anomalie s'élargit de quelques mètres et gagne en amplitude. Elle présente plusieurs changements de directions notables et se dirige vers l'un des coudes du cours du Flambart dans le vallon.

Cet ensemble anomalique correspond au collecteur principal de l'abbaye. Ce collecteur est connu des archéologues et a déjà été partiellement cartographié en 1999 (voir planche 8 et 10). Les élargissements de l'anomalie géophysique sont simplement dus à la

profondeur d'enfouissement du collecteur. Plus le collecteur est proche de la surface et plus l'anomalie géophysique sera large est de forte intensité.
Sur la planche 11 il est possible de voir la jonction d'un collecteur secondaire de direction NW-SE au collecteur principal.

En définitive, les anomalies confirment le tracé du réseau souterrain étudié en prospection pédestre ; les deux collecteurs principaux et un collecteur secondaire. Elles complètent notre connaissance des canalisations non prospectables en souterrain car obstruées par des comblements de limons fins, soit en tout quatre canalisations. Ces collecteurs secondaires sont même en lien avec les bâtiments claustraux supérieurs. Des trois canalisations qui se dirigent vers l'ensemble claustral ; l'une semble clairement identifiable. Elle se rapproche d'une anomalie circulaire semblant correspondre au lavabo médiéval, le long de l'abbatiale. Elle peut être son évacuation (planche 12).

Cette anomalie de forme arrondie est visible sur les cartes réalisées en maille de 50 cm, 1m et 2 m. Le diamètre de l'emprise au sol du lavabo serait compris entre 8 et 10 m, soit une circonférence comprise entre 20 et 25 mètres.

Les prospections n'ont pas permis de mettre en évidence le réseau des canalisations de troisième catégorie. Leur taille est en effet trop petite par rapport à la profondeur d'enfouissement, plus d'un mètre, dans le sous sol[11].

[11] voir première partie : « historique des recherches en cours ».

Planche 12 : réseau hydraulique après les campagnes de prospection géophysique.

## 4.2. Le bâti.

Le bâti ancien, du XVIII$^{e}$ siècle est connu par les plans anciens (planche 4) et les inventaires révolutionnaires[12]. Il apparaît nettement en anomalies rouges et jaunes résistantes et contraste singulièrement avec les anomalies conductrices bleues (planches 8, 10 et 11).

Les anomalies **3a** se situent sur la bordure nord ouest de la zone de prospection, le long du cours d'eau, le Flambart et se présentent sous la forme d'une série d'anomalies rectangulaires bien définies spatialement qui se poursuivent en dehors de la zone prospectée, vers l'ouest. Située directement au sud, l'anomalie **3b** est moins bien définie, mais semble toutefois délimiter une bande de forte résistivité en relation avec les anomalies **3a**.
La série d'anomalies **3a** correspond à des structures bâties relatives aux ateliers du monastère situées le long du Flambart visibles sur les deux plans du XVIII$^{e}$ siècle. L'anomalie **3b** pourrait s'apparenter à du bâti ou à une allée (planche 13) qui borde les ateliers, se raccordant alors à l'anomalie **2b**.

Les anomalies notées **6a** se présentent sous la forme d'une succession de trois anomalies rectangulaires accolées (20 m x 12 m). En direction du sud, un quatrième rectangle accolé bien que moins bien défini est observable. Le rectangle septentrional est prolongé vers l'ouest par une anomalie carrée plus résistante **6b**. De plus, une anomalie linéaire de faible amplitude (indiquée en pointillé) partage les rectangles en deux dans leur largeur.
Ces anomalies correspondent aux pièces septentrionales du bâtiment nord ouest de l'ensemble claustral et à une structuration interne. L'anomalie **6b** se rapporte à la tour nord de ce bâtiment (voir planche 13).

Moins bien définie que l'ensemble anomalique **6a**, l'anomalie **7a** délimite une zone conductrice rectangulaire de dimension comparable (20 m x 12 m). Cette anomalie ne présente pas de structuration interne marquée, hormis une anomalie zonale peu définie (indiquée en pointillé à l'intérieur de la structure).
L'anomalie résistante **7b** a une forme peu définie. D'après les plans du XVIII$^{e}$ siècle (planche 13), elle correspondrait au symétrique de l'anomalie **6b**, i.e., à la tour d'angle sud du logis abbatial.

[12] Arch. Dép. de la Haute-Marne 8H72-8H77.

L'anomalie **9** de forme rectangulaire se situe dans le prolongement du rectangle septentrional de l'ensemble anomalique **6**. Elle est imputable aux restes de la partie occidentale d'un bâtiment figuré sur les plans anciens (planche 11). Les anomalies résistantes en forme d'équerre **10a** et **10b** situées plus à l'est pourraient également se rapporter à la continuité de ce bâtiment.

L'anomalie résistante **19** est peu définie spatialement mais présente un fort contraste de résistivité par rapport au sol encaissant. Elle correspond à la limite est des bâtiments du cloître d'après les plans du XVIII$^{e}$ siècle (planche 13).

L'annotation **20** correspond à une zone d'anomalies complexes résistantes. Cette zone est située entre les terrasses à l'est et la route d'accès à l'habitation à l'ouest. Elle correspond au chevet de l'église abbatiale.

Les anomalies résistantes rectilignes **23a** et **23b** sont parallèles à l'anomalie **22a** (de direction approximativement est ouest).

L'anomalie zonale **27** est située à l'extrémité est de la zone de prospection, autour de l'actuelle bergerie. La limite est de cette anomalie est bien définie, elle prolonge la limite de **24e** de la terrasse supérieure. Cette anomalie présente un niveau de résistivité plus élevée que celui de la prairie.

Les anomalies **23a**, **23b** et **27** correspondent aux restes d'un bâtiment en « L »situé le long des terrasses (voir planche 13). Les anomalies **23** représentent clairement les murs du bâtiment, alors que l'anomalie **27** correspond vraisemblablement à un niveau démolition.

L'ensemble **30.**

Contrairement à l'ensemble **29**, l'ensemble anomalique **30** présente une forme géométrique surfacique complexe. L'ensemble 30 semble être « traversé » par 29. Les anomalies constitutives de 30 possèdent individuellement un caractère fortement linéaire. Les directions préférentielles d'allongement de ces anomalies sont perpendiculaires entre elles.

L'organisation spatiale de ces anomalies décrit un bâtiment placé sur le collecteur. La présence de ce bâtiment n'est pas signalée sur les plans du XVII$^{e}$ et XVIII$^{e}$ siècle. De plus, en 1999, une prospection par méthode magnétique avait décelé la présence d'une forte perturbation magnétique à cet endroit (Terra nova 1999).

Il est donc logique d'émettre l'hypothèse de travail suivante : par sa position sur le collecteur principal en aval de l'abbaye, par la présence d'une forte perturbation magnétique, ce bâtiment correspondrait à une structure inédite possédant des structures de chauffe (four, forge, atelier métallurgique, ... ?). Il pourrait s'agir d'un bâtiment industriel cistercien.

Notons la présence d'une surface de résistivité plus élevée autour de ce bâtiment (traitement de surface lié à l'activité du bâtiment, remblais ?). Le bâtiment semble correspondre à un parallélogramme de 37 m de long longeant le collecteur principal sur 12, 5 m de large. Une extension d'une dizaine de mètres de large se développe vers la porterie.

Les ensembles **31** et **32.**

Les ensembles 31 et 32 sont situés sur la limite nord du vallon du Flambart. Ils sont séparés par une clôture fait de pierre, de barbelés et de bosquets d'arbres, le cours du Flambart ressortant à l'air libre. Ces ensembles présentent le même type d'anomalies : des anomalies à caractère linéaire structurent fortement l'espace.

Ces anomalies se situent dans le prolongement d'anomalies observées en 1999 causées par les restes des ateliers reportés sur les plans du XVIII$^{e}$ siècle. Ces anomalies correspondent donc à la suite des structures des ateliers.

De plus, les orientations des anomalies des ensembles 31 et 32 présentent une variation angulaire. Ce changement d'orientation est reporté sur les plans de Vercly et Naudin (planche 11).

La géophysique fait resurgir avec assez de précision les contours des bâtiments abbatiaux de la fin du XVIII$^{e}$ siècle. La structuration interne de ces bâtiments hormis les deux espaces ouverts du cloître et de la cour apparaît assez mal. Seul vers l'angle nord ouest du bâtiment et des ateliers XVIII$^{e}$ siècle apparaissent les subdivisions en pièces, Ce détail n'est corroboré que par les inventaires révolutionnaires[13].

Le plus intéressant est sans nul doute la mise en évidence d'un bâtiment plus ancien dont la mémoire avait disparu de la tradition iconographique des XVII$^{e}$ et XVIII$^{e}$ siècles. Ce bâtiment industriel se retrouve dans un certain nombre d'abbayes cisterciennes au Moyen-Age, comme à Fontenay (Côte-d'Or) et à Bordeslay (Roy. Uni) où se localise une forge dans l'enclos abbatial[14].

Le croisement des données issues des fouilles anciennes d'Eydoux[15] (planche 14) et des données géophysiques confirme la restitution des chapelles latérales autour du chœur de l'église, le reste n'étant pas mis en évidence de façon claire.

[13] Arch. Dép. de la Haute-Marne 8 H72- 8H77
[14] Lire en complément la partie sur « Les prospections magnétiques ».
[15] Eydoux (H. P.) *Analaecta ordis cisterciencis*

Planche 13 : Le bâti ancien sur les anomalies géophysiques.

Planche 14 : Les anciennes fouilles sur la géophysique.

## 4.3. Les parcs et jardins

Des informations apparaissent liés aux aménagements de parcs et jardins fait par les moines. L'organisation spatiale du Grand parterre est même remis en évidence par la campagne de prospection de 2002 (voir planche 15 bis). L'anomalie **A** correspond à l'allée centrale, elle est très résistante. L'anomalie **B**, un peu moins résistante correspond à la contre-allée, perpendiculaire à l'anomalie **A**. L'anomalie **C**, beaucoup plus conductrice correspond à la partie herbacée du parterre. L'anomalie **D** résistante est un muret qui délimite la partie aval du grand parterre. Les anomalies longilignes **F** ne sont pas clairement identifiées. Le groupe d'anomalies très résistantes **E**, semble correspondre a du bâti ancien qui n'apparaît pas sur les plans XVIIIe et elle n'est pas lié au jardin.

Dans le reste de l'enclos, (voir planches 10 et 13) on retrouve aussi des anomalies indiquant des aménagements dans ce jardin. L'anomalie linéaire **2b** délimite deux zones de faible contraste de résistivité. L'étude du plan établi par Vercly en 1788, nous montre qu'elle se superpose aux limites du parterre nord visible sur le plan. L'anomalie **2a** correspond à une zone présentant une augmentation globale de résistivité d'orientation globalement est ouest. Cette zone présente une largeur moyenne de 4 mètres. Cette anomalie correspond à l'ancien chemin d'accès allant de la porterie aux bâtiments claustraux visible sur les gravures du XVIII$^{e}$ siècle.

De contraste peu marqué, l'anomalie **11** caractérise un ensemble d'anomalies zonales où 4 zones conductrices de forme quadrangulaire se détachent. Situées à proximité de l'abbatiale, ces anomalies pourraient correspondre au quadrillage des parterres du cloître (planche 10).

L'anomalie résistante circulaire **21** est située sur la terrasse inférieure. Elle correspond à un bassin visible sur le plan XVIII$^{e}$ de Vercly (planche 10). Une canalisation d'alimentation en eau est faiblement visible (pointillé bleu au sud est du bassin). Sur les terrasses en amont de l'abbatiale, l'ancien bassin visible sur les plans de Naudin et Vercly, a laissé comme trace une anomalie résistante blanche. On peut proposer une évaluation du diamètre du bassin à 4 m et une circonférence de 12,56 m.

Les anomalies résistantes **22a**, **22b** et **22c** correspondent aux murs de soutènement de la terrasse inférieure, visibles sur le terrain.

Les anomalies résistantes **24a**, **24b**, **24c** et **24d** correspondent aux murs de soutènement de la terrasse supérieure, visibles sur le terrain. La rupture entre les anomalies **22a** et **24a** s'explique par la présence d'un escalier au XVIII$^{e}$ siècle noté sur le plan de Vercly (planche 4).

L'anomalie **26a** est une anomalie de grande envergure et de forme complexe. Elle a été repérée sur l'ensemble de la partie est par un contraste résistant peu marqué par rapport à la prairie. De cette anomalie axiale, il est possible de suivre des départs d'anomalies perpendiculaires de tailles variables, en direction du nord ou du sud.
Cette anomalie **26a** semble être prolongée à l'ouest par une anomalie ténue notée **26b**. Selon le plan de Vercly (planche 10), l'anomalie **26a** correspond à l'allée centrale des jardins bordés au sud et à l'est par le bâtiment des novices et l'infirmerie.

L'ensemble **33**.

Cet ensemble se situe au sud des ateliers et en contrebas de la chapelle Sainte Ursule. Les anomalies linéaires notées E correspondent aux restes des structures des aménagements du terrain en jardin. Ces jardins sont notés sur le plan de Naudin.

Une campagne réalisée par l'association EPICEHA[16] en novembre 2001 sur les deux terrasses amont de l'abbatiale en maille fine de 1 m et 50 cm a permis d'observer les séparations des parterres et une allée de circulation. Mais les vestiges de surface n'ont pas laissé une information archéologique claire, soit que les jardins du XVIII$^{e}$ siècle aient été complètement détruits, soit qu'ils aient été remaniés postérieurement. Ces prospections ont confirmé l'importance du bassin au centre de la terrasse aval.

## 4.4. Les anomalies liées aux modifications récentes du site ou non encore interprétables comme des vestiges monastiques.

[16] Association loi 1901 à but non lucratif ayant pour objet de promouvoir l'utilisation de la géophysique en archéologie. Les mesures ont été réalisées par Christian David.

L'anomalie conductrice **13** est comparable à l'anomalie **12**. D'une forme, moins bien définie que l'anomalie **12**, elle peut aussi être engendrée par les déjections ovines ou, peut-être, par un aménagement spécifique du sous-sol.

Les anomalies conductrices **14a** et **14b** sont des anomalies linéaires de largeur métrique. Elles convergent vers l'anomalie **7a**. L'anomalie **14a** correspond une ligne électrique observée sur le terrain, mise en place lors du chantier de mise hors d'eau de la chapelle des étrangers sainte-Ursule.

L'anomalie conductrice zonale **15** est située entre les anomalies **1c**, au nord et **9**, **10a**, **10b**, au sud. La structure résistante visible en son centre correspond à un effet dû au traitement des données, et ne correspond en aucun cas à une structure bâtie. La figure des données brutes (planche 8) ne présente pas cette anomalie.

Les anomalies linéaires conductrices **16a** et **16b** correspondent probablement à des canalisations.

Les anomalies conductrices rectilignes **17a** et **17b** correspondent à la clôture de l'habitation située à proximité. Cette clôture est visible le long de **17a**, et a disparu le long de **17b** (seul un poteau en bois marque encore sa présence). L'anomalie **17a** est délimitée à l'est et à l'ouest par deux anomalies résistantes **10a** et **10b**. De dimension comparable, ces deux anomalies linéaires résistantes présentent une interruption au même niveau.

Les anomalies linéaires conductrices **18a** et **18b,** de part et d'autre de la route, correspondent à des installations de réseaux d'eau récents.

L'anomalie résistante **28** correspond à des aménagements bétonnés récents en relation avec la scierie désaffectée.

## 4.5. L'organisation du cloître.

La figure 15 présente les résultats sur la zone du cloître des prospections de 1999 et de 2001. Les valeurs de résistivité sont représentées en niveaux de gris : les zones à dominante claire correspondent à des zones conductrices, les zones à dominante noires à des zones résistives.

Les cartes obtenues sur le cloître en 1999 et en 2001 sont comparables : les anomalies vues en 1999 ont été une nouvelle fois cartographiées (sic). Toutefois, la nouvelle prospection a montré une organisation spatiale sensiblement différente : en effet d'après les données de 1999, la structuration semble contrainte par des anomalies zonales, la nouvelle prospection présente une organisation de l'espace contrainte par des anomalies linéaires bien définies.

Deux anomalies conductrices notées A et B sont présentes dans la figure 4. L'anomalie circulaire A correspond à un changement d'état du terrain. Elle peut être causée par un surcroît d'humidité (les structures d'adduction d'eau du lavabo comme interprétée précédemment) ou par un changement de nature du sol (ancien sondage rebouché, …).

L'anomalie notée B correspond à un espace globalement conducteur par rapport aux zones résistives avoisinantes. Cette anomalie est délimitée par des anomalies résistives des bâtiments de l'abbaye. Elle est située sur l'ancien cloître.

Les anomalies linéaires notées 1 et 2 sur la figure 4 sont parallèles au mur de l'église. Ces anomalies ont une largeur de 2 m de largeur approximativement. Ces anomalies situées en lieu et place du parterre du cloître, « partent » du massif résistif correspondant au bras nord du transept et se dirige à l'ouest vers le bâtiment de façade. Les anomalies 1 et 2 semblent être limitées à l'ouest par l'anomalie linéaire 5. Ces anomalies sont a priori causées par des murs. D'après les résultats de la prospection les assises de ces murs sont encore bien conservées.

Les anomalies notées 3 et 4 sur la figure 4 sont orientées selon une même direction NNW-SSE, mais sont de natures distinctes. L'anomalie 3 correspond vraisemblablement à la limite entre une zone résistive et une zone conductrice (notée B), contrairement aux anomalies ténues notées 4. Ces anomalies partitionnent la zone B.

Ces anomalies ténues ne sont pas perpendiculaires aux anomalies 1 et 2, elles ne sont pas a priori issues du même épisode de structuration.

Planche 15 : données sur le cloître 1999 et 2001.

Planche 15 bis : le grand parterre, 2002 et 2003.

## *5. Les prospections magnétiques.*

Plus de 12 600 mesures ont été acquises en une journée de prospection magnétique. Lors de cette phase, un demi-hectare a été couvert par la prospection magnétique (planches 16 et 17). Les variations du champ sont trop ténues pour être vues aisément sur les cartes de champ total aussi, seule est présentée la carte de gradient magnétique. Les valeurs de gradient après filtrage varient de -12 à 5 nT/m sont représentés en niveau de gris, du noir vers le blanc.

Les anomalies magnétiques sont repérées selon un code couleur particulier :

- *Trait plein rouge : les anomalies fortement contrastées présentant une géométrie clairement définie.*
- *Trait discontinu bleu : les anomalies peu contrastées et/ou de géométries peu précises.*

L'anomalie linéaire au nord est correspond à la façade ouest du bâtiment principal de l'abbaye du XVIII$^{e}$ siècle. L'anomalie linéaire centrale correspond à la branche nord du collecteur principal. Les anomalies situées en limite de zones prospectées, peu marquées, présentent une orientation nord ouest - sud est bien définie. Elles correspondent aux ateliers de l'abbaye du XVIII$^{e}$ proche du collecteur principal. Les anomalies situées à l'ouest du bloc prospecté correspondent à des zones de fortes variations du champ magnétique. Ces variations sont provoquées par la présence matériaux présentant une forte susceptibilité magnétique, vraisemblablement la présence de scories mis au jour en prospection pédestre. D'autres anomalies magnétiques sont visibles, mais ne sont pas directement interprétables en tant que vestiges archéologiques. Ces anomalies se situent à proximité du bâtiment mis en évidence par les prospections électriques de l'année 2000, du côté nord du bâtiment, à l'extérieur. Il est tentant d'y voir un bâtiment industriel cistercien, voire la forge.

Planche 16 : anomalies magnétiques données brutes.

Planche 17 : données magnétiques tracés d’anomalies.

## *6. La grange de Vaudinvilliers.*

Les prospections sur la grange ont donné plusieurs sortes de renseignements qui ont semblé dans un premier temps en-dessous de nos espérances. Le fait que certains endroits de la parcelle étaient complètement inondés a gommé certains aspects géophysiques (planches 18, 19 et 20).

La citerne observée en prospection pédestre et ouverte par les propriétaires, les Thouvenot, apparaît nettement en bas à gauche. Il est même possible d'évaluer sa superficie extérieure, pour la zone prospectée à 37.5 m². En sachant que la limite de prospection n'est pas forcement la limite de la citerne. Il sera intéressant de comparer cette surface au volume utile à l'intérieur de la citerne. La différence entre les deux surfaces nous donnera une idée de l'épaisseur des murs et de la tranchée de fondation.

Une grande anomalie nord sud (1) semble correspondre à une canalisation reliant la citerne. Des anomalies perpendiculaires à ces dernières et venant du bâtiment ouest de la grange (habitation et stockage) sont en lien avec les deux tuyaux de plomb observés dans deux salles de la grange.

Les aménagements liés à l'approvisionnement de la fontaine sont plus récents et ne semblent pas apparaître en géophysique, à la différence de son évacuation, anomalie verticale dans la zone E.

Aucune autre citerne n'a été mise en évidence, malgré le fait que les propriétaires en mentionnaient plusieurs, dont une au sud de la zone D.

Des anomalies apparaissent clairement liées au bâti. Les zones B et C peuvent correspondre à des anciennes phases de l'aménagement de la grange. Les zones D et E indurées correspondent vraisemblablement selon les propriétaires à des zones pavées, liées aux bâtiments d'élevage. Il est impossible de dater ces aménagements.

L'anomalie horizontale vers la marque 20 m correspond aux traces laissées par le passage sous une ancienne entrée voûtée de la grange.

Ces résultats doivent être complétés par le relevé de la citerne quand celle-ci sera hors d'eau et comparés à d'autres prospections géophysiques sur des granges de plateaux. Actuellement la citerne sert encore à l'alimentation en eau. De plus deux puits, un récent près de la RD 139, et un plus ancien empierré sur une dizaine de mètre à l'est des bâtiments d'exploitation, concourent à l'adduction d'eau de cette ancienne grange cistercienne.

Planche 18 : l’ouverture de la citerne et la fontaine.

Planche 19 : la prospection géophysique dans la cour de la grange.

Planche 20 : anomalies électriques à la grange de Vaudinvilliers.

## *7. Pour une méthode de travail.*

Les méthodes géophysiques employées à Morimond ont donné des résultats très intéressants sur l'état des vestiges enfouis sur le site. Elles ont permis des progrès substantiels dans la connaissance de l'organisation du monastère médiéval et de sa reconstruction à la fin de l'Epoque moderne. Ces prospections ont en outre permis d'implanter de manière précise, en lien avec les relevés sur l'hydraulique et le plan de géomètre, des sondages et des zones de fouille.

Cette méthode doit être utilisée conjointement avec un plan de géomètre fiable ou, à défaut, les prospecteurs doivent eux même topographier la zone prospectée. De même, ces cartes d'anomalies doivent impérativement être comparées avec les différents niveaux de documentation dont nous disposons, du cadastre actuel au cadastre napoléonien, voir aux plans anciens quand il y en existe.

La réalisation de la première ouverture par sondage est aussi à bien analyser. Elle va permettre de donner une évaluation concrète de la méthode et donner des profondeurs d'enfouissement des vestiges. La même coloration, dans une autre zone, peut indiquer que les vestiges sont aussi profondément enfouis, soit proches du sol –20 cm ou alors éloignés, 80 cm. Cette réflexion aura une incidence au moment de l'intervention de la pelle mécanique, après qu'elle ait enlevé la couche d'humus.

Le sondage réalisé pendant l'été 2001 sur le bâtiment mis en évidence en 2000, a permis d'estimer une profondeur d'investigation « efficace » de la méthode sur le site de Morimond. En effet, les structures mises au jour, vues en prospection électrique à maille de 1m se trouvaient entre 30cm et 1.2 m: la profondeur « efficace » de détection est donc variable, de temps en temps supérieure ou inférieure de quelques décimètres à la profondeur théorique d'investigation.

Les largeurs de zones définies par les anomalies ont un contour plus flou, dû aux différentes couches de remblais et de démolition qui perturbent la progression du courant électrique. L'implantation du sondage n'est donc pas précise au mètre près. Ces quatre campagnes donnent une idée globale de l'enfouissement des vestiges compris entre 30 cm et 2, 3 m par rapport au sol actuel dans le reste de l'enclos en vue des futurs travaux. Les cartes sont donc regardées avant chaque nouvelle ouverture.

La relecture des anomalies géophysiques apporte aussi un complément de données pour la catégorie des anomalies peu marquées. La relecture suite à un sondage permet de valider certaines anomalies comme étant des vestiges anciens. Suite à la campagne de fouille de 2003 et à la relecture des cartes d'anomalies électriques nous pouvons dire que le bâtiment se prolonge jusqu'à l'ancienne façade du XVIIIe siècle, soit un bâtiment 3 fois plus grand que prévu après la première analyse des cartes.

Il convient aussi de dessiner des perspectives pour compléter l'étude du site par des moyens non destructifs. Dans le cadre de l'étude du patrimoine hydraulique et industriel de l'abbaye de Morimond, il apparaît incontournable de poursuivre les investigations par des moyens non destructifs et ceci dans deux directions.

L'objectif serait donc double, la méthode géophysique par méthode électrique convenant parfaitement à ce type de site, il faudrait élargir ce type d'étude à d'autres sites cisterciens. Nous avons pu lancer une prospection thématique à ce sujet en 2005 sur les abbayes d'Auberive (52), de Beaulieu (52), de La Crète (52) et de Trois Fontaine (51).

Il faut poursuivre et affiner l'enquête débutée sur l'hydraulique des granges de plateaux, ces établissements agricoles cisterciens étant à la base de leur succès économique et l'eau étant une obligation en raison de leurs activités pastorale.

Planche 21 : la fouille implantée grâce aux relevés géophysiques.