

## Le LIDAR aide à l'étude des plans d'eau dans les Mille Étangs (Haute Saône)

Xavier ROCHEL\*

Sous la conduite de Dominique Harmand, le LOTERR est impliqué dans la « Mission universitaire » commandée par le Conseil départemental de Haute Saône, destinée à diagnostiquer le territoire des Mille Étangs et à documenter une future labellisation du territoire. Dans ce cadre, l'étude des plans d'eau est facilitée par le programme national LiDAR HD de l'IGN. Celui-ci permet l'obtention d'une imagerie fine des plans d'eau actuels et anciens. L'identification, la caractérisation et l'étude patrimoniale des étangs est ainsi facilitée et fiabilisée.

### Un pays d'étangs en transition

Le territoire des Mille Étangs est aujourd'hui à la recherche d'un nouveau souffle à travers un projet de territoire renouvelé. Montagnard ou submontagnard, en déprise, il présente bon nombre des caractéristiques habituellement rattachées aux territoires de marge. Le patrimoine naturel et culturel d'exception qui s'y déploie prend de ce fait une importance particulière, en offrant l'horizon d'une transition vers un projet de territoire patrimonial, au sein de ce qui sera peut-être à l'avenir un îlot de fraîcheur et un refuge recherché, riche en aménités. Bien entendu, les étangs (ici très souvent d'origine anthropique) et les zones humides sont au cœur des préoccupations actuelles (Mathis 2016, Mathis 2020).

La cartographie et le comptage des plans d'eau, forcément tentants dans un territoire dénommé « Mille Étangs », posent de multiples problèmes méthodologiques, pour certains déjà abordés et résolus par différents chercheurs (par exemple : Bartout *et al.*, 2015), et pour d'autres inédits. Ces problèmes sont surtout liés à l'insuffisance des



Fig 1 : Un étang à Faucogney-et-la-Mer, lieu-dit Grands Communaux. Photo Xavier Rochel, 2023.

\* LOTERR, Université de Lorraine, F-54000 Nancy

sources existantes, d'une part, et aux exigences propres au travail qui a été engagé dans le cadre de la Mission universitaire, d'autre part : car les objectifs patrimoniaux de la mission imposent un comptage et une cartographie sans seuil de prise en compte, puisque même les plus petits plans d'eau peuvent avoir un grand intérêt patrimonial. En outre, la cartographie doit inventorier les anciens étangs, aussi bien que les étangs aujourd'hui en eau et bien visibles dans le paysage.

Pour ce faire, les bases de données existantes sont tout à fait insuffisantes. Ni la BD-Carthage, ni la BD-Topo, ni le cadastre, ni les bases généralistes d'occupation du sol ne permettent un recensement correct. À titre d'exemple, sur la commune de Faucogney-et-la-Mer, la base OCSGE de 2019 ne mentionne que 78 plans d'eau ; le Scan25 en compte 141, et la BD-Topo distingue 155 entités. Sur le même territoire, à l'aide d'une méthodologie spécifique incluant l'usage de documents d'archives et surtout celui du LiDAR, il est possible d'arriver à un effectif de 189 plans d'eau existants ou ayant existé dans un passé plus ou moins proche.

## Le LiDAR à la rescousse

L'intérêt du LiDAR est surtout de permettre l'identification d'anciens étangs. Il permet notamment l'observation de micro-reliefs, tels que des digues ou chaussées par exemple. Il facilite aussi l'observation des plus petits plans d'eau enfouis sous le couvert forestier, pour vérifier s'ils sont en eau ou asséchés. Or, le LiDAR est en voie d'acquisition et de mise à disposition du public sur tout le territoire métropolitain par l'Institut géographique National. Notre zone d'étude est couverte et disponible depuis 2022 ; les années 2023 et 2024 ont donc été propices à l'expérimentation dans le traitement des données à l'appui de l'inventaire des plans d'eau. Les données mises à disposition sont, pour l'instant, des nuages de points bruts ou classés qui restent à traiter. Nous avons donc entrepris un traitement adapté à nos objectifs d'inventaire.

Dans le secteur des Mille Étangs, les dalles kilométriques de nuages de points sont trop nombreuses pour être toutes exploitées dans un premier temps : 1647 dalles à traiter pour toute la zone d'étude définie pour la mission universitaire, soit environ 40 milliards de points. Les nuages de points sont constitués selon les cas de 20 à 50 millions de points chacun, soit 20 à 50 points par mètre carré ; mais il s'agit d'un nombre total, et la densité qui nous intéresse est principalement la densité de points au sol. Celle-ci atteint environ 18 points « sol » au mètre carré, malgré un contexte forestier et topographique a priori défavorable ; ce qui est très suffisant pour l'usage prévu. Cette densité permet l'exportation de rasters au pas de 25 cm. Une résolution plus fine ne semble pas présenter d'intérêt pour le travail ici présenté. Dans la plupart des cas, seuls les points classés « sol » ont été utilisés. Néanmoins, lorsque des prospections de terrain ont paru nécessaires pour compléter les observations à distance, les points classés « végétation basse » ont également été pris en compte. Ceci permet d'observer, sur les images obtenues, des points de repère utiles au repérage, comme des troncs d'arbres chablis particulièrement commodes pour se repérer et s'orienter dans une végétation dense (par leur localisation mais aussi par la direction du tronc). Une fois le MNT constitué, il est traité par ombrage, par analyse des pentes, et/ou par analyse de rugosité pour obtenir une imagerie exploitable.

La figure 2 montre par exemple un étang et un ancien étang sur la commune de Faucogney-et-la-Mer, tels qu'ils apparaissent sur le MNT tiré du LiDAR HD et traité par ombrage.

Outre l'identification des chaussées et d'autres formes de relief liées aux étangs, le LiDAR permet également d'identifier les surfaces en eau et de discriminer correctement, au sein de la base constituée, les étangs asséchés ou non. Il est important de garder en mémoire le contexte de déprise du territoire dans lequel s'inscrit le travail effectué. De très nombreux étangs sont difficiles d'accès.



Figure 2 : L'étang du Moulin et son annexe aujourd'hui asséchée, hameau de La Mer.

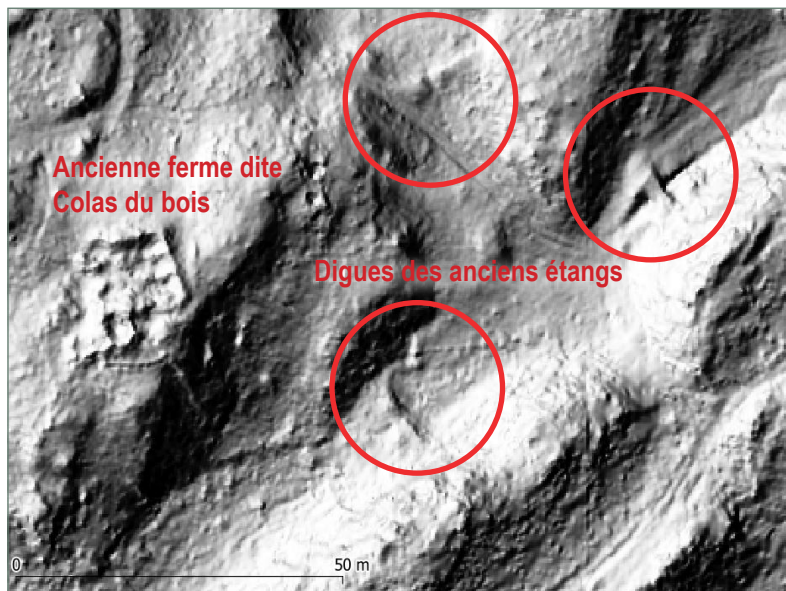


Figure 3 : Un ancien étang devenu (presque) invisible au lieu dit Colas du Bois.

Les peuplements forestiers ravagés par le Bostryche, les chemins peu nombreux et peu entretenus, les propriétés privées fermées au public contrarient les prospections au sol. Par ailleurs, bien des vestiges sont à peu près invisibles pour l'observateur qui viendrait les observer, et l'œil du LiDAR est fréquemment plus efficace que l'œil humain. La figure 3 montre le cas de trois anciens étangs au lieu dit Colas du Bois, commune de Faucogney-et-la-Mer, dont l'existence est attestée par les archives du XIX<sup>e</sup> siècle. Leurs chaussées sont bien visibles sur l'imagerie LiDAR, mais presque invisibles sur le terrain, simples reliefs de taille métrique enfouis sous les ronces et les rémanents d'exploitation forestière.

régions, pour d'autres « pays d'étangs » ; mais elle est néanmoins importante. Sur la totalité de la France métropolitaine, la densité d'étangs serait de 0,49 étang par km<sup>2</sup>, selon Pascal Bartout ; en Union Européenne, 0,15. Mais ces données proviennent d'une méthodologie différente de celle évoquée ici et toute comparaison reste donc fragile.

En outre, si l'on prend en compte le découpage communal, on observe que la petite commune d'Errevet au nord du secteur de Frahier a 74 plans d'eau soit 22 par km<sup>2</sup> : c'est celle qui a la plus grande densité d'étangs. D'autres communes ont une densité presque aussi re-

## Résultats : les Mille Étangs sont bien plus de mille...

L'effectif inventorié s'élève à 3342 plans d'eau actuels ou anciens (figure 4). La densité d'étangs varie fortement selon les secteurs. Il y a deux zones très riches en étangs : les Mille Étangs proprement dits, et le secteur de Frahier, limitrophe du Territoire de Belfort. À l'échelle de la zone étudiée, la densité d'étangs s'élève à 3,3 étangs par km<sup>2</sup>. Cette densité n'est pas spectaculaire si elle est comparée aux densités évoquées par la littérature scientifique dans d'autres

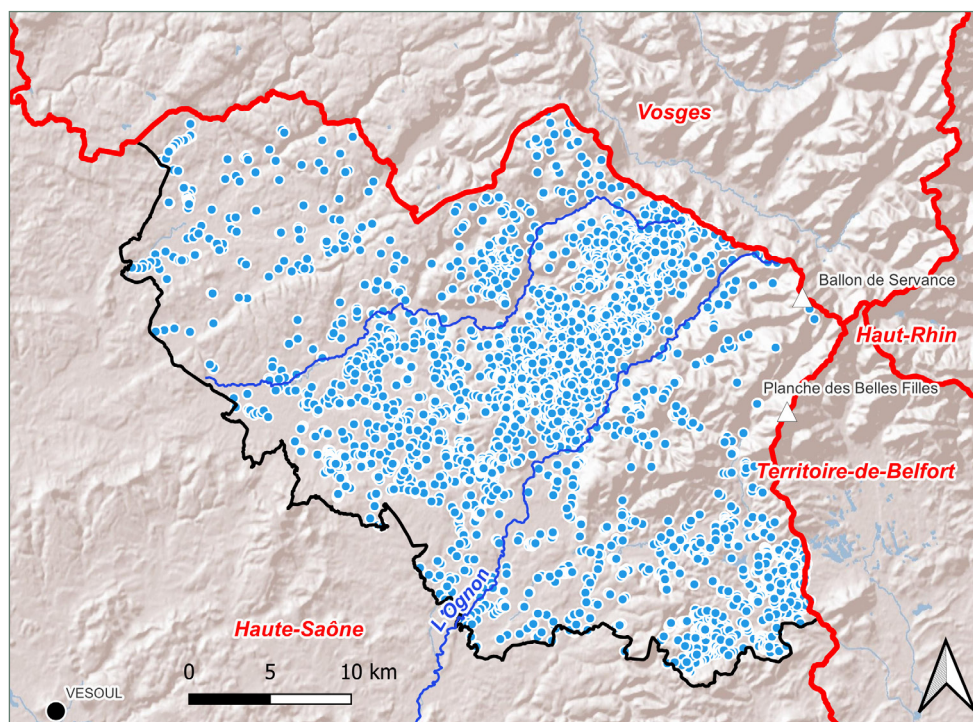


Figure 4 : Localisation des 3342 plans d'eau anciens et actuels. Sources : IGN, ESRI Shaded Relief, Inventaire Mission Universitaire Mille Étangs.

marquable : Ecomagny compte 98 plans d'eau, soit plus de 14 au km<sup>2</sup>, et Faucogney-et-la-Mer a 189 plans d'eau, soit 13 au km<sup>2</sup>.

La figure 5 développe le cas de deux étangs aujourd'hui disparus, sur la commune de Ternuay-Melay-et-Saint-Hilaire. Au dessus du petit hameau de Saint-Hilaire, s'élèvent des versants aujourd'hui presque totalement boisés, aboutissant à un plateau sommital fortement bosselé. Dans ce qui est aujourd'hui un désert boisé subsistent les vestiges d'une présence humaine autrefois bien plus forte. Sur la figure 5 s'observe en A l'étang dit des Echassis. Il était présent sur le cadastre de 1839 et appartenait alors à un ecclésiastique, l'abbé Jean-François Gavoué. L'étang est aujourd'hui asséché, boisé, mais sa chaussée s'observe encore très bien sur le LiDAR. En B s'observe un autre étang qui lui, était absent en 1839. Les registres cadastraux indiquent que la parcelle concernée était alors un pré appartenant à un cultivateur de Saint-Hilaire, François Laloz. Sur l'imagerie issue du LiDAR, la digue crevée d'un étang apparaît très nettement. En l'absence d'intervention archéologique, rien ne permet de dater l'existence de cet étang qui peut être antérieur comme postérieur à 1839.

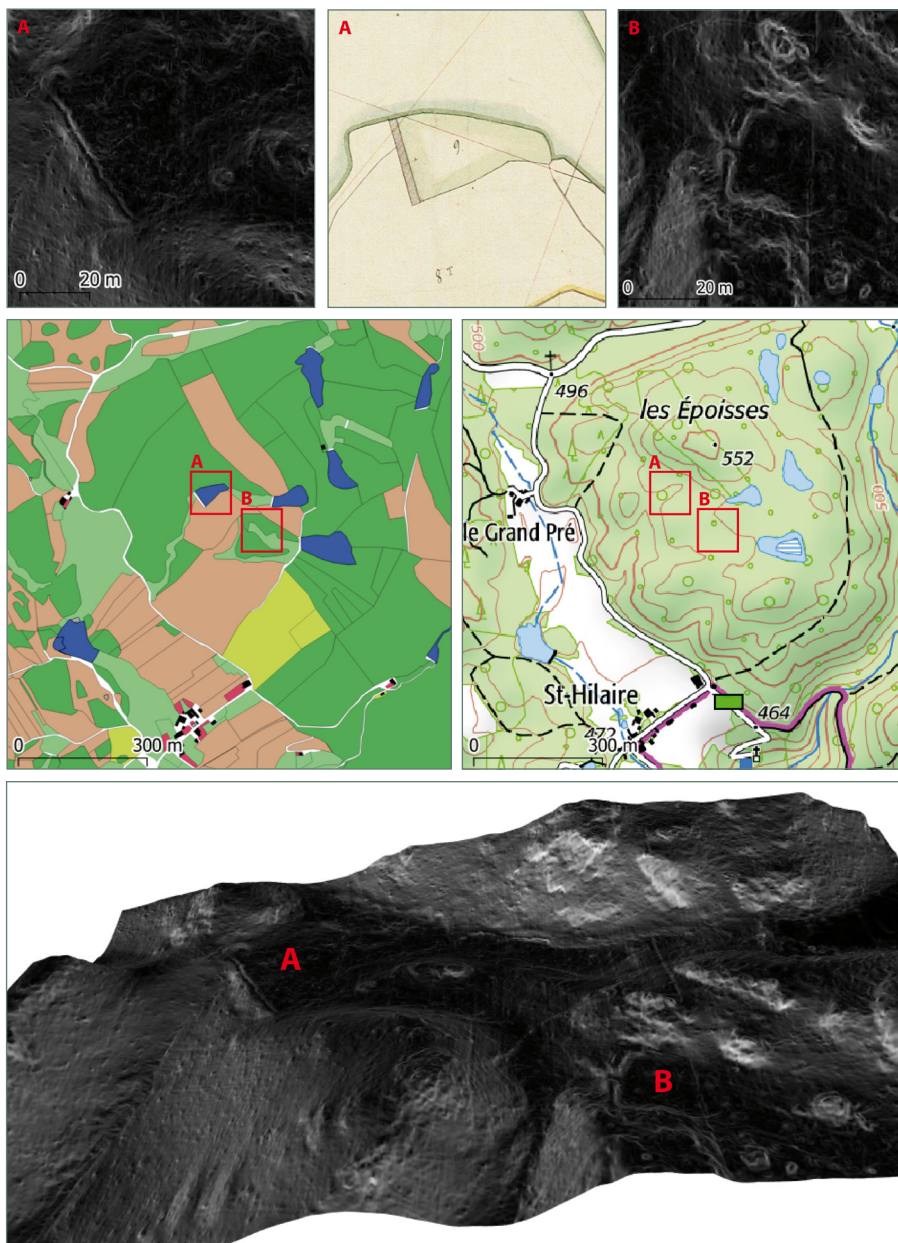


Figure 5 : Deux étangs à Saint-Hilaire d'après le Scan 25 IGN, le « cadastre napoléonien » de 1839 digitalisé, et le MNT issu du LiDAR HD.

## Références citées

Bartout P., Touchart L., Terasmaa J., Choffel Q., Marzecova A., Koff T., Kapanen G., Qsair Z., Maleval V., Millot C., Saudubray J. et Aldomany M. (2015). A new approach to inventorying bodies of water, from local to global scale. *Die Erde*, 146(4), 245-258.

Mathis D., « Les enjeux des paysages d'eau dans la construction du Pays des Mille Étangs », *Revue Géographique de l'Est* [En ligne], vol.56 / n°1-2 | 2016, mis en ligne le 22 avril 2016, consulté le 24 janvier 2025. URL : <http://journals.openedition.org/rge/5663>

Mathis D., « Quelle place pour les « 1000 Étangs » parmi le patrimoine lentique national ? », *Revue Géographique de l'Est* [En ligne], vol. 60/1-2 | 2020, mis en ligne le 10 mai 2022, consulté le 22 janvier 2025. URL : <http://journals.openedition.org/rge/9858>