

Enseignements de la recherche de viviers sur les images Lidar

Etienne Juvigné, Jean-Marc Marion, Pauline Lamberty et Denis Parkinson.

Introduction

Bouillenne & Bouillenne-Waland (1937) attribuent à l'action de l'Homme le creusement des viviers des Hautes Fagnes. Pissart (1956) défend pour la première fois l'hypothèse que ces mêmes formes sont des traces de pingos qui se sont développés pendant la dernière glaciation, lorsque le climat des Hautes Fagnes était de type périglaciaire, identique à celui qui règne actuellement au Cercle polaire arctique. Ensuite, en s'alignant sur l'évolution des connaissances des types de buttes

périglaciaires dans l'Arctique, cet auteur révisé le mode de formation des viviers qui deviennent, successivement, des traces de palses (Pissart *et al.*, 1981), puis de palses minérales (Pissart, 1983) qui seront ensuite appelées lithalses pour de simples raisons sémantiques (Pissart *et al.*, 1998). Dans ce dernier article, il est aussi proposé de maintenir, en géomorphologie, l'usage du terme 'vivier' pour désigner les cuvettes tourbeuses entourées d'un rempart qui sont issues de la genèse de ces lithalses.

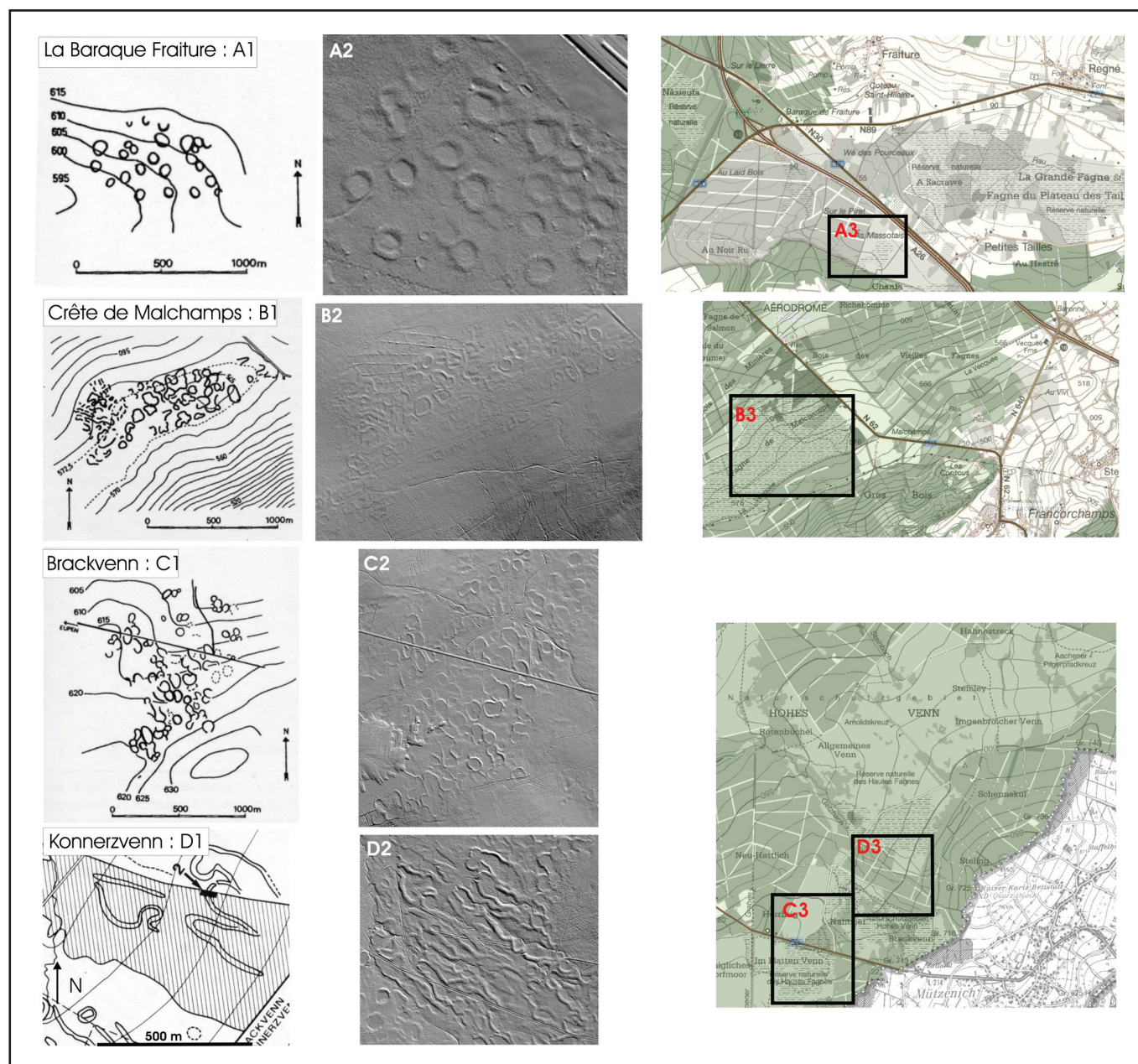


Figure 1. Quatre zones de viviers avérés : A1 à D1, dessins selon Pissart (2014 : A1, B1, C1) et Pissart & Juvigné (1980 : D1) ; A2 à D2, les mêmes secteurs sur la carte Lidar ; A3 à D3, localisation des mêmes secteurs sur une carte de l'IGN.

Pissart (2010) publie une carte de synthèse de la localisation des zones de viviers de haute Belgique, dont certaines ont été identifiées dès les années 1950' sur des photos aériennes prises par des avions volant à basse altitude ; d'autres ont été reconnues sur Google Earth dans les années 2000'. Toutefois, il faut savoir que l'une et l'autre source ne sont exploitables à cette fin que dans les paysages ouverts. En 2015, le SPW, via son site «Walonmap» met en ligne la carte Lidar qui, entre autres possibilités, permet de restituer uniquement le relief du sol sans tenir compte de la couverture végétale (MNT 2013-2014 «Hillshade»). La question est donc posée de savoir quel peut être l'apport de ce nouvel outil en matière d'identification de traces de lithalses.

Traces de lithalses avérées, sur la carte Lidar

Nous retenons ici quatre zones (fig. 1) qui ont été cartographiées antérieurement par Pissart (1963, fig.7 ; 1965, fig. 3 ; 2014) : (A) les viviers de Massotais (Baraque Fraiture), dont Mullenders & Haesendonck (1963) et Mullenders & Gullentops (1969) ont montré que les lithalses correspondantes se sont formées pendant la

période très froide du Dryas récent ; (B) des viviers de la crête de la Vecquée, à Malchamps au sud de Spa, cartographiés par Pissart (1965) ; (C) des viviers de la Brackvenn, circulaires et/ou coalescents, cartographiés par Pissart (1972) et dont un rempart a été excavé et décrit par Bastin *et al.* (1974) ; (D) des viviers allongés de la Konnerzvenn, dont un rempart a été étudié en détails par Pissart et Juvigné (1980) et, plus tard, notamment par Bastin (1985), Juvigné et Streel (2007) et Damblon *et al.* (2014). Ces derniers ont notamment montré que les lithalses se sont formées pendant la seconde moitié du Dryas récent.

Recherches complémentaires autour de la Baraque Fraiture

Des formes identiques à celles décrites plus haut ont été recherchées systématiquement sur la carte Lidar, autour de la Baraque Fraiture. Nous choisissons de présenter ici quatre exemples de résultats représentatifs.

Les zones de viviers de Bihain

Pissart (2014) a identifié, par la seule morphologie, des viviers présents sur le versant gauche de la dépression du ruisseau de Saint-Martin/Bihain (Fig. 2). Les

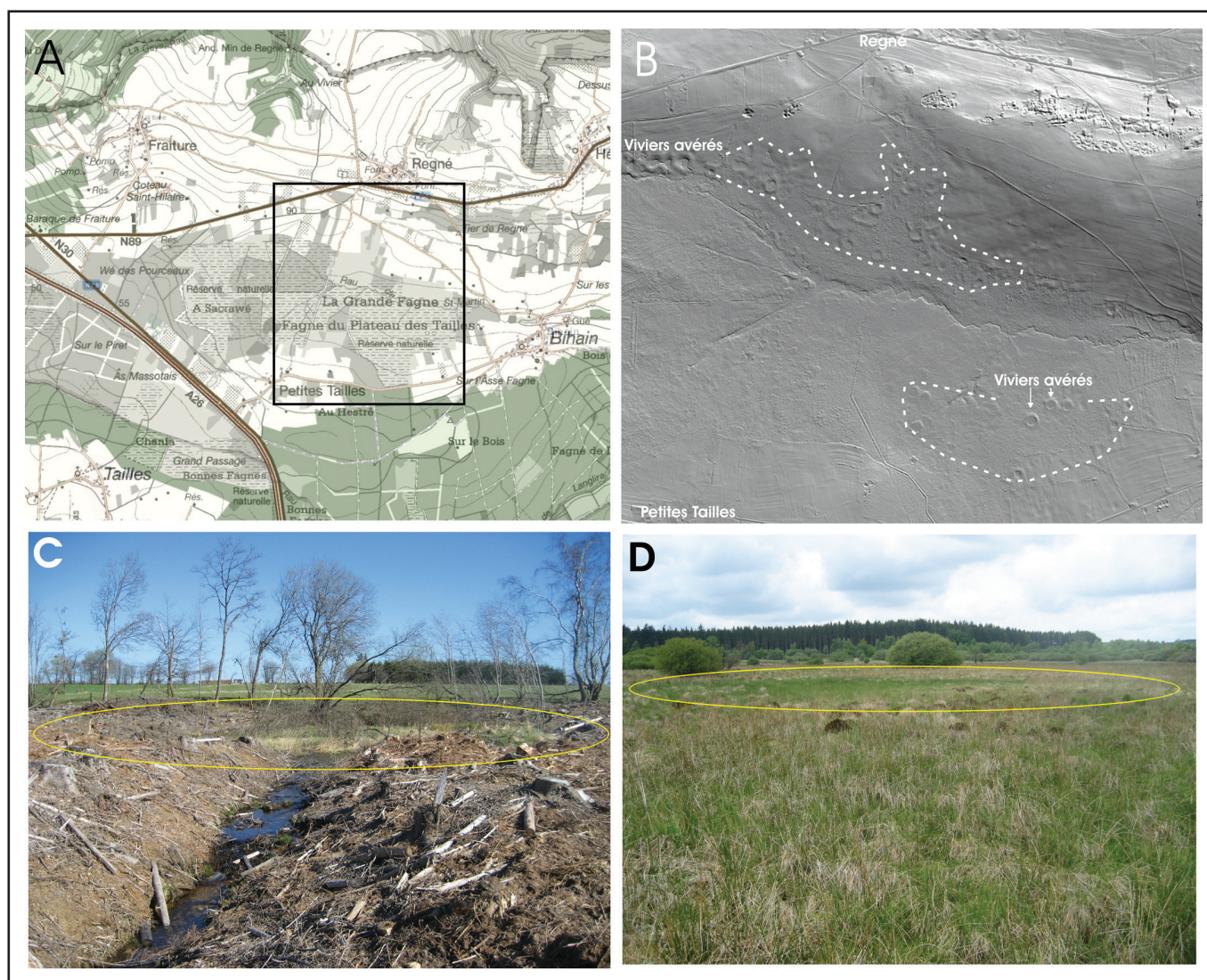


Figure 2. Les viviers de la dépression du ruisseau de Saint Martin (Bihain). A, localisation de la zone étudiée (carte topographique de l'IGN) ; B, la zone étudiée à l'aide de l'image Lidar ; C, un des viviers avérés du versant gauche, avec l'exutoire de drainage ; D, un des viviers avérés du versant droit. Le projet LIFE «Ardenne liégeoise» prendra aussi en charge le colmatage des brèches profondes pratiquées dans certains remparts en vue de drainer les cuvettes tourbeuses. La remise en lumière et la restauration de l'intégrité hydrologique de ces viviers permettra la restauration des tourbières flottantes dégradées qui ont persisté en leur sein. Les interventions sur les remparts seront menées en prenant soin d'en respecter la forme initiale.

sondages à la gouge que nous avons effectués dans les quatre formes les plus contrastées (Fig. 2B : ‘viviers avérés’) confirment la présence d’un épais remplissage tourbeux sur limon argileux gris clair (gyttja), reposant lui-même sur un limon caillouteux. Il faut signaler qu’un débit d’eau continu et élevé se dégage de ces viviers (Fig. 2C) ; leur alignement Ouest-Est est probablement en relation avec une fracture fortement alimentée en eau phréatique. En période périglaciaire, ces conditions hydriques ont dû favoriser la formation de la glace nécessaire au développement des lithalses correspondantes, particulièrement bien développées.

De nombreuses autres microformes circulaires sont parfaitement reconnaissables dans la zone entourée d’un trait interrompu ; l’ensemble est compris entre 550 m et 570 m d’altitude.

Les viviers situés dans cette zone étaient, pour la plupart enfermés dans de vieilles plantations d’épicéas qui ont été abattus en 2014 dans le cadre du projet LIFE « Ardenne liégeoise » ; ils n’ont donc pas pu être identifiés sur les documents antérieurs.

Sur le versant droit de la même dépression, le Lidar révèle des formes circulaires non retenues sur la carte de Pissart (2014). Deux d’entre elles, repérées sur la carte topographique de l’IGN au 1/10.000, ont été sondées. Elles ont été, de fait, reconnues en tant que traces de lithalses, sur la base de la succession lithologique classique décrite plus haut (tourbe sur gyttja). Le secteur concerné par l’ensemble des formes repérées est aussi compris entre 550 m et 570 m d’altitude.

Par ailleurs, on constate que les deux zones délimitées sur la carte Lidar se trouvent sur la partie inférieure des versants de la dépression où existent probablement des dépôts meubles de versant, accumulés pendant les périodes périglaciaires antérieures à la formation des lithalses, donc précédant la seconde moitié du Dryas récent. Sur les collines qui délimitent cette dépression, le socle non altéré est systématiquement raclé lors des labours ; l’absence de couverture meuble n’a donc pas permis la formation de lithalses de plateau, comme c’est le cas dans le secteur NE des Hautes Fagnes et sur la crête de la Vecquée, à Malchamps.

Les formes anthropiques de Nâzieufa

Dans la réserve naturelle de Nâzieufa (Fig. 3A) entre 595 m et 640 m, la carte Lidar montre des formes identiques à celles de viviers. Les unes sont circulaires comme des viviers individualisés, les autres sont en forme de croissant et pourraient correspondre à des viviers dont la cuvette est colmatée à ras bord par de la tourbe qui estomperait la partie amont du rempart (Fig. 3B ; revoir aussi la figure 1). En réalité, toutes ces formes sont d’origine anthropique ; elles ont été aménagées dans le cadre du projet LIFE « plateau des Tailles », actif de 2006 à 2010 (Parkinson, 2011). Trois types de travaux sont visibles sur la carte Lidar (Fig. 3B) et la vue aérienne (Fig. 3C). L’étrépage des landes dégradées vise, en raclant la végétation superficielle, à éliminer celle-ci, à remettre à nu la tourbe sous-jacente et à activer la banque de graines. Cette opération permet de restaurer une végétation diversifiée typique des landes humides, très souvent envahies par la molinie (*Molinia coerulea*). Les résidus de l’étrépage sont généralement disposés en andains et ce sont les élévations de terrain résultant de ces andains qui sont visibles au Lidar. Le second type d’intervention concerne la réalisation de bassins de décapage. Il s’agit de bassin très peu profonds, creusés dans la tourbe, afin de créer une lame d’eau favorable à l’installation d’un tapis flottant de sphaignes et, à terme, relancer localement les processus de formation de la tourbe. Ces tourbières restaurées permettent également de renforcer les populations d’espèces menacées caractéristiques de ces milieux de grande valeur patrimoniale. Comme pour l’étrépage, ce sont les andains de tourbe issus du terrassement qui sont perceptibles au Lidar. Les derniers travaux visibles sont des digues d’ennoisement, dont l’objectif est identique à celui des bassins de décapage, à savoir permettre la formation de nouvelles tourbières. Dans ce derniers cas, les digues sont montées avec les matériaux de la couverture meuble prélevés sur place. La retenue permet de noyer de façon permanente, sous une faible lame d’eau, des terrains dégradés. Tous ces travaux prennent place dans un vaste projet régional de restauration des habitats tourbeux de la Haute-Ardenne, qui a mis en œuvre plusieurs financements LIFE successifs.

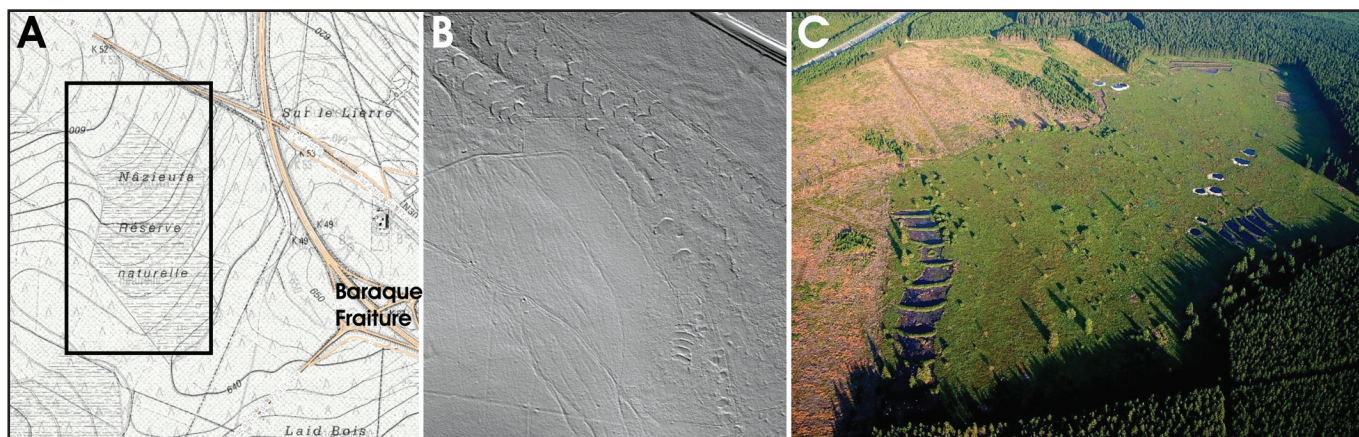


Figure 3. La réserve naturelle de Nâzieufa. A, localisation de l’image Lidar (B) à l’Ouest de la Baraque Fraiture (cadre noir) ; B, image Lidar où l’on observe des formes circulaires dans la partie S-E, et des formes en croissant et alignées dans l’axe d’un vallon ; C, photo aérienne qui montre que les formes décrites ci-avant sont des plans d’eau artificiels réalisés dans le cadre d’un projet LIFE de restauration écologique. Ce programme se poursuit actuellement dans le cadre du LIFE « Ardenne liégeoise » (Plunus et al., 2014). Ces travaux visent à étendre à terme les surfaces occupées en Wallonie par deux habitats naturels de grande valeur patrimoniale dont l’état de conservation est médiocre : les tourbières flottantes et les tourbières hautes actives. Ces interventions de restauration permettront incidemment de garantir le maintien à long terme des espèces de plantes et d’animaux strictement liées à ces habitats, espèces qui constituent dans notre région de véritables reliques glaciaires et qui sont actuellement menacées de disparition. Parmi celles-ci, on peut citer la canneberge (*Vaccinium oxycoccos*), l’andromède (*Andromeda polifolia*), le rossolis à feuilles rondes (*Drosera rotundifolia*) ou encore l’aeschne subarctique (*Aeshna subarctica*), une libellule qui ne subsiste plus actuellement en Wallonie que sur les viviers de la Brackvenn (Hautes-Fagnes) et ceux de Massotais (plateau des Tailles).

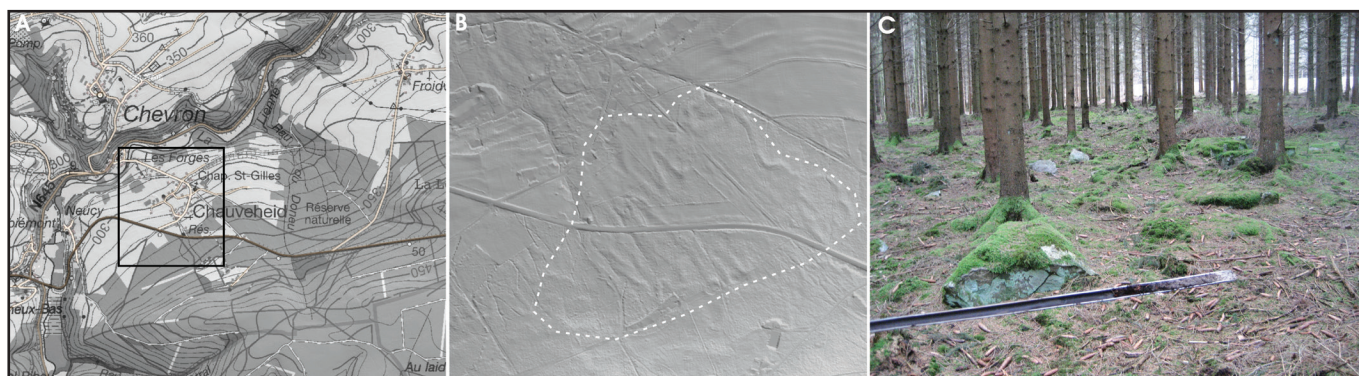


Figure 4. Les langues de solifluxion de Chauveheid. A, carte de localisation (le cadre noir donne la position de la figure B) ; B, image Lidar où la zone des rides allongées, voire de formes subcirculaires, est délimitée par le trait interrompu blanc ; C, photo du pierrier montrant des rides et dépressions où affleurent des blocs de quartzite. La gouge montre que seulement 10 cm d'humus et 15 cm de limon argileux ont été traversés dans une dépression avant d'atteindre le niveau très caillouteux.

Le pierrier de Chauveheid

Autour du village de Chauveheid, dans la vallée de la Lienne (Fig. 4A), la carte Lidar révèle la présence de rides allongées dans le sens de la pente. Elles sont situées entre 360 m et 320 m d'altitude, sur le versant qui descend de la crête quartzitique située au sud-est (Fig. 4B) ; ces structures se terminent généralement en forme de langues. D'un point de vue morphologique, elles sont semblables aux viviers allongés des Hautes Fagnes (revoir Fig. 1). Localement, on remarque également des formes subcirculaires coalescentes. Toutefois, la dénivellation entre la crête des rides et le fond des dépressions intermédiaires est de l'ordre d'un mètre seulement et de nombreux blocs volumineux de quartzite affleurent (Fig. 4C). Même dans les dépressions quelque peu humides, et après avoir traversé 10 cm d'humus puis du limon argileux, les forages révèlent systématiquement la présence de cailloux, dès 20 à 30 cm de profondeur ; on n'y trouve ni tourbe, ni gyttja. La zone considérée ici est donc un ensemble de langues de solifluxion telles qu'il en existe dans les Hautes Fagnes (voir le site internet des « Amis de la Fagnes », les Hautes Fagnes, Nature d'exception, Géologie, Pierriers).

Le plateau de Paradis

Entre Lorcé, Werbomont et Houssonloge, au sud-

est du patelin de Paradis sur le plateau du Bois royal de Renier, entre 420 et 440 m d'altitude (Fig. 5A), l'image Lidar montre des rides arquées et enchevêtrées de façon désordonnée, ainsi que quelques formes circulaires (Fig. 5B). Les formes les plus suspectes sont les cercles isolés ou coalescents qui se trouvent à l'ouest de l'autoroute (Fig. 5B, dans les cercles blancs). Il s'agit en réalité de mares qui ont été creusées dans le cadre des travaux d'aménagement de la nouvelle réserve naturelle domaniale des « Fanges de Paradis » (Fig. 5C) ; les bourrelets qui les entourent sur l'image Lidar sont en réalité des tas de déblais provenant du creusement. Quant aux rides enchevêtrées, ce sont essentiellement des traces laissées par l'exploitation forestière (Fig. 5D) : chablis, fossés de drainage et déblais, petits étangs creusés pour constituer des réserves d'eau, ... Dans cet ensemble de formes, il existe une zone particulièrement marécageuse (Fig. 5B, cadre jaune), dont une tourbière flottante constituée d'une nappe de sphaigne ; la profondeur atteint 1,2 m. Il n'y a aucune trace de rempart autour de cette dépression. L'origine anthropique est probable, mais, compte tenu de la végétation présente et de quelques décimètres de tourbe peu évoluée accumulée sous le tapis de sphaignes, il n'est pas possible d'en estimer l'âge sans avoir recours à la datation ^{14}C ou à un diagramme pollinique.

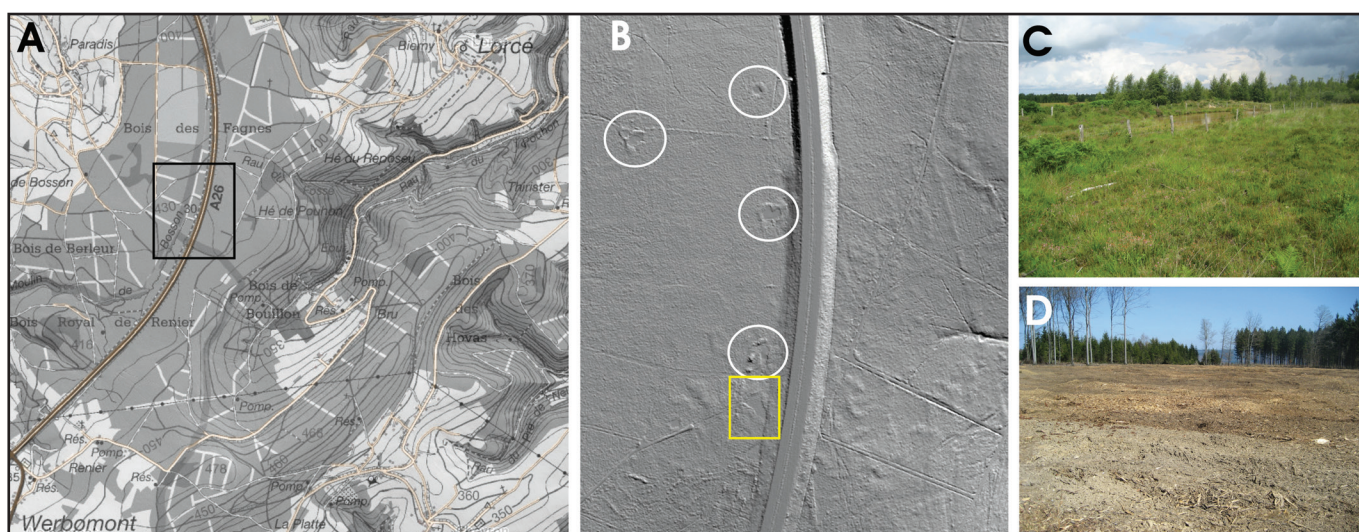


Figure 5. Microformes du plateau entre Houssonloge, Lorcé et Werbomont. A, localisation de l'image Lidar ; B, image Lidar avec : (1) dans les cercles blancs, les formes circulaires individualisées ou coalescentes ; (2) dans le rectangle jaune, une dépression marécageuse ; C, mares creusées par le DNF dans le cadre de travaux d'aménagement de la réserve naturelle domaniale. Ces mares sont actuellement très riches en espèces de libellules des tourbières ; D, un exemple de morphologie d'exploitation forestière dans une coupe à blanc à l'est de l'autoroute.

Conclusion

La carte Lidar constitue un outil fondamental pour la recherche, entre autres, de traces de lithalses et, plus particulièrement, sous couvert forestier. Néanmoins, une vérification sur le terrain des formes suspectes s'impose, et le critère déterminant reste la présence d'un remplissage tourbeux correspondant à l'Holocène dans les cuvettes, tant dans les formes circulaires que dans les formes allongées. En l'état actuel des recherches, deux zones de traces de lithalses identifiées sur les versants de la dépression de Bihain doivent être ajoutées à l'inventaire préexistant.

BIBLIOGRAPHIE

- Bastin B., Juvigné E., Pissart A. & Thorez J., 1974. Etude d'une coupe dégagée à travers un rempart d'une cicatrice de pingo de la Brackvenn. *Annales de la Société géologique de Belgique*, 97 : 341-348.
- Bouillenne R. & Bouillenne-Walrand M. (avec la collaboration de Melle S. Defossez, MM. L'Abbé Ch. Dubois, J. Damblon et A. William), 1937. Les viviers du Plateau de la Baraque Michel. *Bulletin de la Société royale des Sciences de Liège*, 12 : 404-427.
- Damblon F., Juvigné E. & Streel M., 2014. Nouvelles données polliniques concernant la formation du lithalse de la Konnerzvenn au cours du Dryas récent (Tardiglaciaire des Hautes Fagnes). *Hautes Fagnes* 295 : 26-27.
- Juvigné E. & Streel M., 2007. Un patrimoine exceptionnel en Europe moyenne : les lithalses des Hautes Fagnes. *Hautes Fagnes*, 268 : 18-20.
- Mullenders W. & Haesendonck, 1963. Note préliminaire sur la palynologie des pingos du Plateau de Tailles (Belgique). *Annals of Geomorphology*, 7: 165-168.
- Mullenders W. & Gullentops F., 1969. The age of the pingos of Belgium, In: Péwé, T. L. (Ed.) *The periglacial environment, past and present*, Montreal, McGill Queen's university Press: 1969, p. 321-335.
- Parkinson D., 2011. La restauration des tourbières en Wallonie : bilan du projet LIFE nature «plateau des Tailles». *Sciences Eaux & Territoires* (Numéro 5), p. 32-35. URL : www.cairn.info/revue-sciences-eaux-et-territoires-2011-2-page-32.htm.
- Pissart A., 1956. L'origine périglaciaire des viviers des Hautes Fagnes. *Annales de la Société géologique de Belgique*, 79: 119-131.
- Pissart A., 1963. Les traces de «pingos» du Pays de Galles (Grande Bretagne) et du Plateau des Hautes Fagnes (Belgique). *Zeitschrift für Geomorphologie*, 7 (2) : 147-165.
- Pissart A., 1965. Les pingos des Hautes Fagnes : les problèmes de leur genèse. *Annales de la Société géologique de Belgique*, 88: B277-289.
- Pissart A., 1974. Les viviers des Hautes Fagnes sont des traces de buttes périglaciaires mais s'agissait-il réellement de pingos? *Annales de la Société géologique de Belgique*, 97: 359-381.
- Pissart A., 1983. Remnants of periglacial mounds in the Hautes Fagnes (Belgium) : structure and age of remparts. *Geologie & Minjouw*, 1983: 551-555.
- Pissart A., 2010. Remnants of lithalsas on the Hautes Fagnes plateau (Belgium) are on weathered quartzitic rocks. *Zeitschrift für Geomorphologie*, 54(1): 1-15.
- Pissart A., 2014. Les «viviers» des Hautes-Fagnes, traces spectaculaires de la dernière glaciation. Haute Ardenne asbl, 57 p.
- Pissart A., Juvigné E., Woillard G. & Thorez J., 1972. Les cicatrices de pingos de la Brackvenn (Hautes Fagnes). Compte rendu de l'excursion du 3 juillet 1971. Processus périglaciaires étudiés sur le terrain. Les Congrès et Colloques de l'Université de Liège, 67: 281-294. Acte de colloque.
- Pissart A. & Juvigné E., 1980. Genèse et âge d'une trace de butte périglaciaire (pingo ou palse) de la Konnerzvenn. *Hautes Fagnes*, 160:192-213.
- Pissart A., Harris S., Prick A. & Van Vliet-Lanoë B., 1998. La signification paléoclimatique des lithalses (palses minérales). *Biuletyn Periglacialny*, 37: 141-154.
- Plunus J., Parkinson D., Frankard P. & Dufrêne M., 2014. Le dernier maillon de la chaîne des tourbières des hauts-plateaux ardennais : le projet LIFE+ «Restauration des habitats naturels de l'Ardenne liégeoise». *Forêt wallonne*, n°128 : 38-49.
- Carte Lidar de la Wallonie : <http://geoportail.wallonie.be/WalOnMap/#BBOX=29169.320336973993,292165.679663026,-17472.427144187648,201603.0110066887>
- Les pierriers des Hautes Fagnes : <http://www.amisdelafagne.be/HF/HFGeologie/HFNatExGeolPierGen.htm>.



Vivier dans les Misten. (Photo Roger Herman).