

LES TRACES DE BUTTES CRYOGÈNES DES HAUTES FAGNES GOTES, VIVIERS, PINGOS, PALSES, LITHALSES. POURQUOI LA TERMINOLOGIE A-T-ELLE CHANGÉ ?

Albert Pissart

Professeur émérite à l'Université de Liège

ABSTRACT

Les dépressions fermées des Hautes Fagnes entourées d'un rempart ont été successivement dénommées "gotes" ou "pourri gotes", "viviers", "traces de pingos", "traces de palse minérales" et tout récemment "traces de lithalse". L'auteur explique les raisons qui ont justifié ces changements de terminologie. Le terme "**gote**" était une appellation locale purement descriptive, "**vivier**" supposait une origine anthropique, "**pingo**" faisait référence à un type de butte périglaciaire bien particulier, la seule connue en 1956, qui pouvait expliquer des formes semblables. Quand, par la suite, il est devenu clair que ces formes étaient apparues à la suite de l'accumulation dans le sol de glace de ségrégation et non de glace d'injection, et qu'il s'agissait de traces de buttes périglaciaires comparables aux palse, il a été question de "**palse minérales**", terme qui a été utilisé pour la première fois au Canada. Mais certains spécialistes dans le domaine du périglaciaire n'ont jamais admis que l'on utilise le terme lapon de "**palse**" pour désigner des buttes non recouvertes de tourbe, aussi nous avons proposé en 1998 d'utiliser le terme "**lithalse**" à la place de "palse minérale".

Introduction

Au début des années 1980, à la suite de fouilles dans les traces de buttes périglaciaires des Hautes Fagnes (Pissart et Juvigné, 1980), des données scientifiques importantes ont été recueillies en ce qui concerne l'âge de ces dépressions et la genèse des remparts. Depuis lors, les connaissances qui concernent les mécanismes d'apparition de ces formes n'ont pas évolué. Par contre des progrès significatifs ont été acquis en ce qui concerne la reconnaissance au Canada de formes actuelles similaires, et aussi en ce qui concerne les conditions qui ont existé sur le Haut Plateau au Dernier Dryas, c'est-à-dire au moment où sont apparues ces buttes périglaciaires. Comme, par ailleurs, peu de personnes connaissent l'histoire de l'évolution des connaissances périglaciaires et peuvent de ce fait comprendre pourquoi la terminologie qui concerne ces formes a été modifiée plusieurs fois, nous avons l'intention en plusieurs articles rédigés pour la revue "Hautes Fagnes" de faire le point des connaissances et d'expliquer comment les hypothèses ont évolué. Ceci paraît d'autant plus utile que des écrits anciens comme celui que j'ai publié en 1956, où, pour la première fois, ces dépressions ont été expliquées comme des traces de buttes périglaciaires, comprennent des interprétations erronées et n'ont plus guère qu'un intérêt historique. Certes, cet article a constitué un progrès important puisqu'il a entraîné l'abandon de l'hypothèse anthropique en proposant une origine naturelle possible. Il n'est toutefois pas simple pour celui qui examine un de ces articles anciens de distinguer ce qui, dans les hypothèses avancées, a été conservé et de comprendre pourquoi les interprétations ont changé. L'évolution des connaissances est d'autant plus difficile à reconstituer que les articles qui se sont succédé, s'appuyant sur des publications nombreuses, essentiellement en anglais, que nous mentionnerons dans le présent article.

L'hypothèse anthropique (R. et M. Bouillenne, 1937)

En 1936, R. Bouillenne et l'abbé Dubois ont écrit que les dépressions fermées entourées d'un rempart du plateau des Hautes Fagnes sont connues dans le pays sous le nom de vivier (**Figure 1**) et ont expliqué que ce nom leur vient par assimilation de l'"ancien vivier" mentionné sur la carte marchande de Ferraris (1770). Remarquons cependant que ce terme ne figure pas sur la carte de Ferraris reproduite par le Crédit Communal de Belgique.

L'année suivante (1937), F. Toussaint a mentionné dans la revue "Hautes Fagnes" que "les viviers de la Fagne ne pouvaient manquer d'avoir attiré l'attention des riverains sans révéler cependant le secret de leur origine". Il ajoutait que ces formes sont localement désignées sous les noms de "*gotes*" ou "*pourri fagnes*". En 1986, S. Fontaine, plaidant pour l'authenticité wallonne, a proposé de revenir à ces termes "*gotes*" ou "*pourri gotes*". Cette proposition n'a pas été suivie sans doute parce que dans la littérature scientifique le terme "vivier" s'était imposé. Le titre de la note de F. Toussaint en 1937 "Les viviers de la Fagne" indique d'ailleurs comment ces formes étaient alors le plus souvent désignées.

Figure 1. Photo aérienne de viviers de la Brackvenn montrant la juxtaposition de formes circulaires et de formes plus complexes. (Photo A. Demoulin, 1994).



La même année 1937, R. et M. Bouillenne donnent toutefois une autre explication de l'origine du terme "vivier" en écrivant que selon Renier (1879), auteur d'une histoire du Ban de Jalhay (pas de référence donnée), "les enceintes formées de levées de terre qui furent prises pour des camps anciens" étaient considérées par M. Bidaut, le créateur du barrage de la Gileppe, comme des viviers étagés pour recueillir le trop plein des sources et établir des réserves d'eau. Le titre de cet article de R. et M. Bouillenne (1937), "Les viviers du plateau de la Baraque Michel", a imposé définitivement le terme "viviers" dans les écrits scientifiques. Nous l'avons donc repris dans notre note "L'origine périglaciaire des viviers des Hautes Fagnes" parue en 1956 dans le Bulletin de la Société Géologique de Belgique. Il était cependant évident qu'à partir du moment où l'origine humaine était abandonnée, le terme "vivier" n'a été utilisé que pour désigner les formes qui avaient été appelées précédemment de la sorte, sans cependant accorder à ce terme une signification génétique.

De tout temps, les viviers des Hautes Fagnes ont intrigué beaucoup de personnes qui se sont interrogées sur leur origine (Toussaint, 1937). R. et M. Bouillenne, dans la première étude scientifique sur le sujet (qui était aussi un des premiers travaux de la Station Scientifique des Hautes Fagnes) dont nous avons parlé ci-dessus, écrivent : "On a inventé, selon la fantaisie du moment, pour les viviers des Fagnes des origines diverses : abreuvoirs, viviers de pisciculture, réservoirs d'eau, lavages d'or, carrières, habitations de palaffites ou cités lacustres, terramares, pièges à gros gibier, dépressions d'origine volcanique" (p. 405). A la fin de leur étude, R. et M. Bouillenne apportent la conclusion suivante : "Il n'est pas logique d'admettre qu'un phénomène naturel ait pu organiser des dépressions de cette manière, vidant une enceinte de son limon superficiel pour l'accumuler en rempart circulaire régulier. Il a fallu une société humaine importante et organisée pour déplacer tant de milliers de mètres cubes de terre et de pierres et les façonner en remparts circulaires à l'intérieur desquels elle a élevé sur pilotis des constructions en bois de facture extrêmement primitive" (p. 413). L'origine anthropique des

formes paraissait donc établie par le fait qu'on ignorait à cette époque l'existence de processus naturels pouvant donner des formes semblables.

Nous ne nous attarderons pas ici sur les restes de constructions en bois qui ont été décrites par R. et M. Bouillenne (1937) dans les viviers qu'ils ont fouillés. Non seulement, les descriptions ne permettent pas de juger si réellement il s'agit de constructions humaines, mais, en outre, ces constructions ne fournissent en rien un argument en faveur d'une hypothèse génétique. Il conviendrait qu'il soit démontré qu'elles sont apparues immédiatement après la formation des cuvettes pour pouvoir les lier à l'apparition de celles-ci. De toute manière il est normal d'y trouver des troncs d'arbres qui ont été ultérieurement ensevelis dans la tourbe car, après l'apparition des dépressions fermées, alors que ces cuvettes se remplissaient de tourbe au cours des 10000 dernières années, des arbres ont grandi sur les remparts et se sont couchés ultérieurement dans les "viviers" où ils ont été plus ou moins conservés.

Plus intéressantes étaient les analyses polliniques de la tourbe du vivier Fredericq qui ont été publiées dans le même article. Bien qu'il s'agissait d'une étude rudimentaire avec des résultats que les auteurs qualifient eux-mêmes d'incomplets (p. 414), il est intéressant de noter la conclusion : "On voit tout de suite que la majeure partie de la tourbe correspond à la période boréale : le dépôt de tourbe a commencé vraisemblablement pendant l'époque préboréale (prédominance de *Betula*, maximum de *Pinus*)..." (p. 418), et un peu plus loin : "La conclusion de cette première étude des spectres polliniques du vivier Fredericq est donc que la dépression du vivier existait déjà à l'époque préboréale" (p. 422). Cette conclusion est importante car l'époque préboréale est la première qui a suivi la fin de la dernière glaciation et cet âge a donné une crédibilité à l'interprétation périglaciaire de ces formes.

L'hypothèse de traces de pingos (A. Pissart, 1956)

En 1952, j'ai présenté un mémoire de licence en Sciences géographiques à l'Université de Liège sur les coulées pierreuses des Hautes Fagnes, travail dirigé par le Professeur P. Macar. J'y ai défendu l'hypothèse, déjà avancée précédemment, qu'il s'agissait d'accumulations formées en climat froid (Pissart, 1953). J'avais pour ce travail parcouru la littérature périglaciaire et étais resté intéressé à ces questions. Aussi, quand au cours de mon service militaire au sein de ce qui s'appelait alors l'institut Géographique Militaire, j'ai eu l'occasion de regarder des photos aériennes (qui étaient encore des documents secrets), j'ai découvert les "viviers" dont j'avais vu quelques formes sur le terrain sans y accorder beaucoup d'attention. Ayant été chargé en 1954 d'accompagner le Commandant Loods qui faisait de nuit un nouveau levé du point géodésique de la Baraque Michel, j'ai eu pendant plusieurs semaines l'occasion, grâce au Major G. Delmelle, responsable de la cartographie à l'IGM (qui était à ce moment Président de la Société Royale Belge de Géographie) d'aller voir sur le terrain les formes qui étaient si évidentes sur les photos aériennes. J'avais alors obtenu à l'institut de Botanique de l'Université un tiré à part de la publication de 1937 de R. et M. Bouillenne, avec un commentaire oral, me précisant qu'il n'y avait rien à chercher dans ce domaine, les faits étant bien étudiés et connus.

Au cours des quelques travaux de géomorphologie que j'avais réalisés à cette époque, j'avais été confronté aux problèmes inhérents à l'étude des formations superficielles. De nombreuses fois, à

l'aide d'une pelle, j'avais rafraîchi des coupes dans les formations meubles du Quaternaire et mon excellent Directeur de mémoire, le Professeur P. Macar, m'avait même octroyé par deux fois l'aide de terrassiers pour dégager des excavations. J'avais donc pleine conscience de la difficulté de réaliser des fouilles. De ce fait, la conclusion de l'étude de R. et M. Bouillenne d'attribuer à des hommes préhistoriques la réalisation des milliers de "viviers" des Hautes Fagnes m'a paru très improbable.

Avec une connaissance bien imparfaite et uniquement livresque des phénomènes périglaciaires, j'ai eu l'audace de proposer en 1954 à mon Maître, le Professeur P. Macar, de considérer les "viviers" des Hautes Fagnes comme des traces de pingos (**Figure 2**). J'ai été particulièrement influencé par un dessin donné par Cailleux et Taylor (1954) et qui est reproduit sur la **figure 3**. J'y voyais (mal) une dépression entourée d'un rempart qui était présentée comme la trace d'un hydrolaccolithe (terme utilisé alors comme équivalent de pingo). Pas convaincu, le Professeur Macar a considéré cette idée comme insuffisamment étayée, jusqu'au jour où il a participé à une réunion périglaciaire à Paris au cours de laquelle G. Maarleveld (Amsterdam) y a présenté ce qu'il interprétait comme des traces de pingos aux Pays-Bas (Maarleveld et Van der Toorn, 1955). Cette communication a convaincu P. Macar de l'intérêt de l'hypothèse que je lui avait présentée précédemment et, le 26-10-55, il m'a adressé à Chimay, où j'étais Professeur de Géographie, la littérature qu'il avait rassemblée à mon intention en me poussant à publier dès que possible. J'ai eu ainsi en mains, au moment de la rédaction de mon article paru en 1956, la publication de Maarleveld et Van der Toorn qui faisaient le point des connaissances connues à cette époque. Le Président des "Amis de La Fagne", A. Freyens que, à la demande du Major Delmelle, j'avais tenu dès juin 1954 au courant de mes recherches, est venu me voir peu après à l'Athénée de Verviers où j'avais été muté, en me demandant l'autorisation de reproduire dans "Hautes Fagnes" l'article qui venait de sortir dans les Annales de la Société géologique de Belgique.

Cette hypothèse périglaciaire n'a pas fait immédiatement l'unanimité. Devenu assistant à l'Université, je conduisais chaque année des étudiants sur le terrain et ceux-ci me rapportaient les doutes du Professeur Bouillenne quant à la validité de ma proposition. Cependant, à la fin de 1960, j'ai découvert au Pays de Galles et pour la première fois dans les Iles Britanniques des formes identiques (Pissart, 1963), avec, dans un rempart, des couches stratifiées qui ne pouvaient résulter de travaux anthropiques ; c'est à partir de ce moment que l'origine naturelle des "viviers" a été considérée comme établie même par le Professeur Bouillenne (lettre du 16 mars 1962).

Les pingos à cette époque étaient encore mal connus ; la lecture d'un article (Frazer, 1956) décrivant des formes résultant de la fusion de pingos caractéristiques dans les Black Mountains et illustré de bonnes photos (**Figure 4**) m'avait complètement convaincu à ce moment que les viviers des Hautes Fagnes, et aussi les formes que j'avais décrites au Pays de Galles, étaient des traces de pingos.

***Figure 2.** Photo d'un rempart d'une cicatrice de pingo prise par Frazer au Canada dans les Black Mountains (Mackenzie Delta Region) et publiée par A. Pissart en 1963. A l'époque, des photos de ce type m'avaient convaincu que les viviers des Hautes Fagnes étaient bien des traces de pingos.*



Figure 3. Dessin donné par Cailleux et Taylor (1954, fig. 14, p. 27) d'un hydroloaccolithe (c'est à dire un pingo) près de Barrow en Alaska. Cette mauvaise vue a contribué pour beaucoup à faire croire à l'auteur que les viviers étaient des traces de pingos.

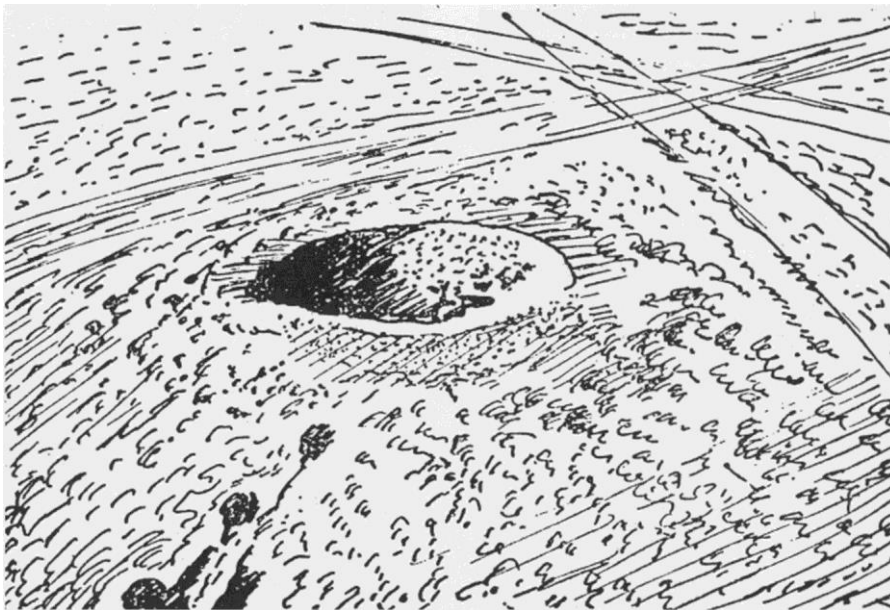


Figure 4. Un pingo du type Mackenzie (système ouvert) né dans une dépression fermée thermokarstique, c'est-à-dire due à la fonte de la glace du sol, et localisé à une centaine de km à l'ouest de Yakutsk. (Photo A. Pissart).



La période d'incertitude : Les viviers des Hautes Fagnes sont des traces de buttes périglaciaires. Mais s'agit-il vraiment de pingos (1965-1983) ?

Pendant les étés 1965 et 1966, j'ai effectué mes premières missions dans l'Arctique canadien en m'intéressant particulièrement à des pingos que j'ai eu la chance de découvrir sur l'île Prince Patrick (Archipel Reine Elisabeth, 76° lat. N) (Pissart, 1967). J'ai été ainsi confronté pour la première fois à la recherche des mécanismes d'apparition de ces buttes périglaciaires. Appliquant ultérieurement mes connaissances en Belgique, j'ai pris conscience des difficultés pour appliquer les mécanismes connus aux viviers des Hautes Fagnes. Ces difficultés m'ont fait écrire en 1965, en 1972 puis en 1974, des articles mettant en doute l'interprétation comme restes de pingos des traces des buttes périglaciaires des Hautes Fagnes. Pour la première fois, il a été question de "palse" lorsque en 1971 (Pissart *et al.*, 1972) nous avons exposé nos doutes lors d'une excursion sur le terrain qui rassemblait des scientifiques périglaciaires éminents et que, un des meilleurs spécialistes américains, A. L. Washburn, a posé la question "Is there any possibility that the features could be palsas?" Je lui avais répondu alors que des palses avaient été décrites uniquement dans des couches de tourbe et ne donnaient naissance qu'à de faibles dépressions (p. 290). Un article paru en 1974 et dont un résumé a été repris en 1975 dans "Hautes Fagnes" sous le titre "L'origine des viviers des Hautes Fagnes : traces de pingos ou de palses ?" montre que trois ans plus tard il était apparu avec un article de Evseev (1973) que la distinction entre pingo et palse était moins claire qu'on ne le croyait précédemment. Par ailleurs, fort de mon expérience des régions périglaciaires qui m'avaient, entre autres, permis de voir les

pingos de Sibérie, je montrais dans ces publications pourquoi, en considérant les mécanismes génétiques, il était difficile de rendre compte comme de traces de pingos des viviers des Hautes Fagnes. Nous considérerons ces raisons dans un article ultérieur discutant des mécanismes donnant naissance aux buttes périglaciaires.

Nous avons conclu alors que les buttes qui ont existé étaient apparues par accumulation dans le sol de glace de ségrégation, en écrivant “il est maintenant clair que ces buttes n’étaient pas des pingos typiques dus à l’apparition de glace d’injection” (Pissart *et al.*, 1975). L’état des connaissances ne permettait pas non plus de les dénommer des “palses”, bien que le nom était cité, car à ce moment nous ne connaissions que les palses tourbeuses et il n’y avait alors aucune indication que de la tourbe avait pu exister au moment où les buttes étaient apparues. Les conditions d’apparition de ces formes étaient cependant claires puisque en 1976, j’écrivais “... les viviers des Hautes Fagnes doivent être considérés maintenant comme les témoins de buttes formées essentiellement de glace de ségrégation. Pour permettre l’alimentation de la nappe aquifère qui fournissait l’eau aux buttes en croissance, le pergélisol devait être discontinu. Les buttes auraient constitué des îlots de pergélisol ...”. Toutes ces considérations sont restées jusqu’aujourd’hui parfaitement valables.

Les viviers des Hautes Fagnes sont des traces de palses minérales (1983–1998)

Maintenant que le temps s’est écoulé et qu’on a une bonne vue des publications qui se sont succédé, il apparaît que c’est dans les années 70 qu’a été connue l’existence de buttes cryogènes semblables aux palses, mais formées dans le sol minéral en l’absence de couverture de tourbe. Pour que le progrès des connaissances soit bien compris, nous mentionnons ci-dessous les principaux articles qui ont montré d’abord qu’il pouvait y avoir un noyau minéral dans les palses, et ensuite que des buttes semblables aux palses, mais entièrement minérales, existaient.

PALSE COUVERTE DE TOURBE, MAIS AVEC UN NOYAU MINÉRAL GELÉ (MINEROGENIC PALSA) (FIGURE 5)

Il a fallu longtemps avant de se rendre compte qu’au sein des palses existait dans la majorité des cas un noyau minéral gelé. Très tôt, G. Lundqvist (1953) en avait mentionné des exemples au nord de la Suède, tandis que Ruuhijärvi (1960) en avait décrit d’autres en Finlande et dans des régions voisines. H. Svensson en 1964 a écrit aussi un article dont le titre est explicite “Structural observations in the minerogenic core of a pals”. P. Wramner (1967) souligne que le soulèvement des palses est principalement dû au soulèvement par le gel qui se produit dans le sol minéral (des silts fins) des palses. Forsgren (1968) avait séparé les palses en deux catégories : les “minerogenic palsas” dont le noyau est constitué principalement de sol minéral gelé et les palses dont la plus grande partie du noyau est faite de tourbe gelée (p. 118). Il précisait cependant que les lentilles et les veines de glace étaient plus développées dans la tourbe que dans le sol minéral et que, en conséquence, la plus grande partie de la hauteur des palses devait être attribuée au soulèvement par le gel qui s’était produit dans la tourbe (p. 120). En 1969 cependant, J.

Lundqvist montre clairement par le schéma d'une palse typique (fig. 1, p. 206) que certains pensaient encore à ce moment que la glace devait exister uniquement dans la tourbe. Il écrivait toutefois : "In exceptional cases, the palsas also consist of mineral soil." Zoltaï et Tarnocaï (1971) soulignent aussi que les lentilles de glace sont plus importantes dans l'argile gelée que dans la tourbe. Brown (1973, p. 27) décrit les palses comme des buttes de tourbe recouvrant un sol minéral gelé dans lequel se trouvent principalement les lentilles de glace. Les descriptions données par Evseev (1973) montrent exactement la même chose. Ahman (1977) défend la même idée en précisant que la première condition pour la formation des palses est l'existence de formations minérales favorables à l'apparition de glace de ségrégation (p. 144). En 1986 enfin, Allard *et al.* précisent que "almost all palsas have a mineral core within which most of the segregation and heaving have taken place" (p. 285), opinion qui est maintenant généralement acceptée.

Figure 5. Une palse minérogénique de Hudsonie. Les buttes devant le lac sont dues à la formation dans le sol de glace de ségrégation. La couverture de tourbe est très mince et des silts apparaissent sur le versant de la butte. (Photo A. Pissart).

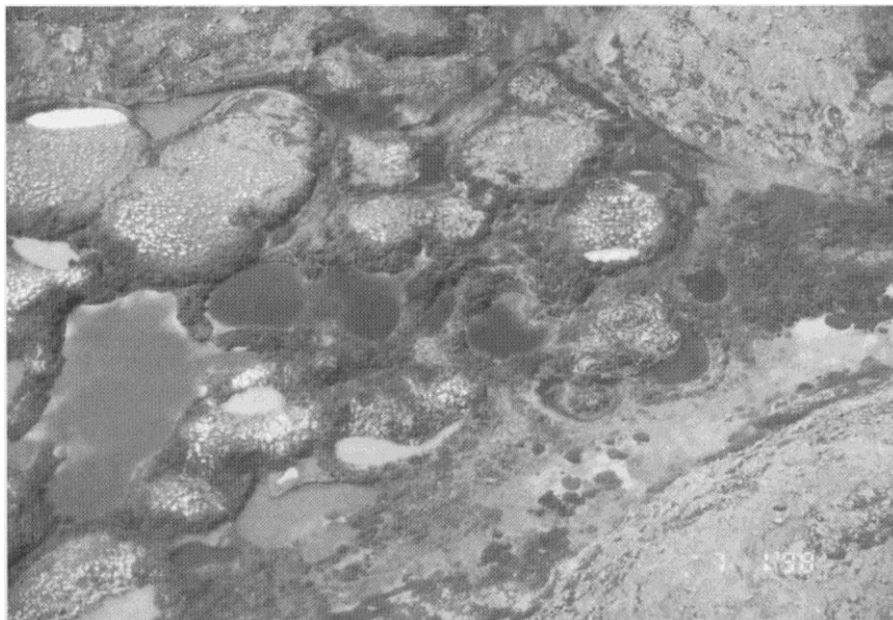


PALSES ENTIÈREMENT MINÉRALES (FIGURE 6)

C'est en 1972, avec la thèse de Wramner que sont apparus dans la littérature les "palsa like formation in mineral soil", qui sont donc des palses sans aucun dépôt de tourbe en surface. Ce travail publié en suédois était peu accessible et a mis longtemps à être internationalement connu. Lagarec, qui au Canada avait déjà signalé ces formes en 1973, écrit en 1976, après une description détaillée des palses de la région de Chimo au Canada : "il est souvent impossible, sinon fallacieux de définir la limite entre une palse minérotrophe et une butte constituée de matériel minéral et résultant du gonflement par le gel ... les deux peuvent être voisines ... Sur le plan génétique il s'agit vraisemblablement des résultats des mêmes phénomènes." La même opinion se retrouve dans Payette *et al.* (1976) qui les désignent sous le terme "buttes cryogènes". Les publications se multiplient alors, et les formes sont dénommées successivement

“purely minerogenic palsas with no peat cover” (Ahman 1977, p. 131), “palse minérale” (Dionne, 1978, Pissart et Gangloff, 1984), “cryogenic mounds” (Lagarec, 1982), “mineral permafrost mounds” (Allard *et al.*, 1986) et “palsas like mounds”(Harris 1993).

Figure 6. *Vue aérienne d'un champ de lithalses de Hudsonie. (Photo A. Pissart).*



Le terme “palse minérale” créé par Dionne en 1978 nous a paru représenter la terminologie la plus adéquate et représenter exactement le type de formes qui a existé sur le plateau des Hautes Fagnes. Dès 1983, nous avons désigné sous ce nom les buttes dont les viviers constituent les traces (Pissart, 1983). Nous avons présenté en 1983 un essai de synthèse des connaissances actuelles, et étudié avec P. Gangloff en 1984 des pelses minérales et organiques du Québec subarctique. Les conclusions auxquelles nous étions arrivés à ce moment n’ont pas changé et restent entièrement valables, à savoir que les buttes cryogènes des Hautes Fagnes étaient identiques à ces pelses minérales du Québec.

Il est clair maintenant que nos articles de 1974 et 1975 étaient pour l’époque excellents puisqu’ils nous faisaient rattacher les buttes qui avaient donné naissance aux viviers des Hautes Fagnes à des formes dont nous donnions les caractéristiques alors qu’elles n’étaient pas encore bien connues.

Une confusion terminologique en ce qui concerne ces formes s’est toutefois développée et éternisée parce que pour certains le terme “palse minérale” ou “minerai palsa” était compris comme représentant aussi bien des pelses sans tourbe que des pelses avec une faible couverture de tourbe (Hirakawa, 1986 ; Worsley *et al.*, 1995). Ces termes étaient compris comme l’équivalent de “minerogenic palsa”, terme anglais désignant une butte tourbeuse dont le noyau gelé comprend une partie minérale et non une butte entièrement minérale. Rappelons enfin que Washburn en 1983 avait proposé d’utiliser “minerai palsa” pour désigner des formes dont le volume du sol minéral dépassait le volume de tourbe.

“Lithalse” devrait dorénavant remplacer “palse minérale”

Quand il est question des buttes périglaciaires qui ont existé dans les Hautes Fagnes, depuis 1983 le terme “palse minérale” a été retenu et a remplacé le terme de “pingo”. Ce changement de terminologie a clairement constitué une avancée dans la connaissance du mécanisme de formation des formes. Par contre le remplacement de “palse minérale” par “lithalse” que nous proposons maintenant, (Pissart *et al.*, 1998) ne représente aucun progrès dans l’interprétation des formes, mais constitue une simple modification terminologique. Les palses recouvertes de tourbe et les buttes qui en sont dépourvues ont une origine identique, des dimensions absolument comparables et existent les unes à côté des autres comme cela a été souligné par les auteurs qui les ont étudiées en Scandinavie et en Hudsonie (Wramner, 1972 ; Lagarec, 1973, Ahman, 1977 ; Dionne, 1978). Et cependant, le terme de “palse minérale” n’a pas été accepté par tous. Des auteurs de Scandinavie et notamment M. Seppala (1986) ont affirmé que le terme lapon “palse” désigne toujours une butte tourbeuse et donc que ce terme ne peut être utilisé pour désigner des buttes qui en sont dépourvues. Et pourtant des auteurs Scandinaves ont utilisé “Palsa like formation in mineral soil” (Wramner, 1972) et “pure mineral soil palsa with no peat; purely minerogenic palsa with no peat” (Ahman, 1977). Cette controverse se prolonge depuis de très nombreuses années et d’excellents auteurs ont adopté le même point de vue (Washburn, 1983, Nelson *et al.*, 1992). Devant cette critique du terme “palse minérale”, nous proposons (Pissart *et al.*, 1998) de le remplacer par le terme “lithalse”, inventé par S. Harris en 1993 pour des buttes minérales du Yukon que nous avons pu observer sur le terrain en 1996.

La ressemblance du terme “lithalse” avec le mot “palse” suggère heureusement la similitude complète d’origine et la ressemblance qui existe entre ces deux types de buttes cryogènes. Nous espérons que notre proposition sera internationalement acceptée et permettra aux chercheurs travaillant la question de mieux se comprendre. Ce n’est toutefois que dans plusieurs années que nous verrons si cette proposition a été suivie.

En conclusion, nous proposons donc de conserver le terme “vivier” pour désigner les traces des buttes cryogènes qui sont apparues sur le plateau des Hautes Fagnes à la fin de la dernière glaciation et de dénommer “lithalses” les formes qui n’étaient pas recouvertes de tourbe qui leur ont donné naissance. Si de la tourbe existait sur une butte, ce qui a été le cas (au moins partiellement) pour une forme de la Konnerzvenn, le terme palse peut être utilisé. Par similitude avec la terminologie anglaise, et pour éviter toute nouvelle confusion, il serait heureux de parler pour cette forme qui avait incontestablement un noyau minéral gelé de “palse minérogénique” (en anglais : minerogenic palsa) ou de “palse minérotrophe” qui a été employé dans un article en français par Lagarec en 1976.

Bibliographie

- Ahman, R., 1977. Palsar i Nordnorge (Summary : Palsas in Northern Norway). Meddelanden fran Lunds Universitets Geografiska Institution, 156 p.
- Allard, M., Seguin, M.K. & Levesque, R., 1986. Palsas and mineral permafrost mounds in northern Quebec. In: Gardiner, V. International Geomorphology, Part II, John Wiley & Sons. Ltd.: 285–309.

- Bastin, B., 1985. Etude palynologique d'une couche de tourbe mise au jour dans le "rempart" d'une "palse" de la Konnerzvenn. *Hautes Fagnes*, n° 179, 51(3): 72–73.
- Bouillenne, R. et M., avec la collaboration de S. Defossez, l'Abbé Ch. Dubois, J. Damblon et A. Willam, 1937. Les viviers du plateau de la Baraque Michel. *Bulletin de la Société royale des Sciences de Liège*, 12: 404–427.
- Brown, R.J.E., 1973. Ground ice as an initiator of landforms in permafrost regions. 3rd Guelph Symposium on Geomorphology. *Research in polar and alpine Geomorphology, Proceedings*: 25–42.
- Cailleux, A. et Taylor, 1954. Cryopédologie. Etude des sols gelés. *Actualités scientifiques et industrielles, Expéditions polaires françaises. Missions Paul-Emile-Victor*, Hermann & Cie, éditeurs, Paris, 220 p.
- Dionne, J.C., 1978. Formes et phénomènes périglaciaires en Jamésie, Québec subarctique. *Géographie physique et Quaternaire*, 32(3): 187–247.
- Evseev, V.P., 1973. Monticules de boursoufflement de migration. Second international conference on Permafrost. *Yakutsk*. 2: 98–102.
- Fontaine, S., 1986. In memoriam! Voie "romaine" des Hautes Fagnes, "pingos", ... et compagnie : plaidoyer pour un retour à l'authenticité wallonne. *Hautes Fagnes*, 52(2): 45–47.
- Forsgren, B., 1968. Studies on palsas in Finland, Norway and Sweden, 1964–1966. *Biuletyn Peryglacjalny*, 17: 117–123.
- Frazer, J.K., 1956. Physiographic notes on features in the Mackenzie delta area. *Le Géographe canadien*, 8: 18–23.
- Hirakawa, K., 1986. Development of a palsa bog in central highland, Iceland. *Geographical Reports of Tokyo Metropolitan University*, 21: 111–122.
- Lundqvist, G., 1953. Tillägg till palsfragan. *Geol. Fören. Förhandl.*, 73: 149–154.
- Lundquist, J., 1969. Earth and ice mounds: a terminological discussion. In: Péwé, T.L. *The periglacial environment*, Montreal, McGill-Queen's University Press: 203–215.
- Maarleveld, G.C. et Van Der Toorn, 1955. Pseudo-sölle in Noord-Nederland. *Tijdschrift van het koninklijk Nederlandsch Aardrijkskundig Genootschap*, 72 (4): 344–360.
- Harris, S.H., 1993. Palsa-like mounds developed in a mineral substrate, Fox Lake, Yukon territory. Sixth International Conference on Permafrost. July 5–9, 1993 Proceedings, Beijing, China. 1: 238–243.
- Hughen, K.A., Overpeck, J.T., Lehman, S.L., M., K., Southon, J., Peterson, L.C., Alley, R. & M., S.D., 1998. Deglacial changes in Ocean circulation from an extended radiocarbon calibration. *Nature*, 391: 65–68.
- Lagarec, D., 1982. Cryogenetic mounds as indicators of permafrost condition, northern Quebec. In: French, H.M., edit., *The Roger J.E. Brown Memorial Volume, Proceedings of the Fourth Canadian Permafrost Conference*, Calgary, Alberta, March 2–6, 1981, Ottawa, National Research Council of Canada: ASAS.
- Nelson, F.E., Hinkel, K.M. & Outcalt, S.I., 1992. Palsa-scale frost mounds. In: Dixon, J.C. & Abrahams, A.D., *Periglacial Geomorphology: Proceedings of the 22nd Annual Binghamton Symposium in Geomorphology*, Chichester, John Wiley and Sons: 305–325.
- Payette, S., Samson, H. & Lagarec, D., 1976. The evolution of permafrost in the taïga and in the forest-tundra, western Quebec-Labrador Peninsula. *Journal canadien de la recherche forestière*, 6(2): 203–220.
- Pissart, A. 1953. Les coulées pierreuses du plateau des Hautes Fagnes. *Annales de la Société géologique de Belgique*, 76: 203–219.

- 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 Géomorphologie*, 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: 277–289.
- Pissart, A., 1967. Les pingos de l'île Prince Patrick (76° N – 120° W). *Geographical Bulletin*, 9 (3): 189–217.
- Pissart, A., 1974. Les viviers des Hautes Fagnes sont des traces de buttes périglaciaires, mais s'agissait-il vraiment de pingos ? *Annales de la Société géologique de Belgique*, 97: 359–381.
- Pissart, A. 1976. Les dépôts et la morphologie périglaciaires de la Belgique. *Géomorphologie de la Belgique. Hommage au professeur P. Macar. Chapitre 8. Edit. A. Pissart, Laboratoire de Géologie et de Géographie physique, Université de Liège*, p. 115–135.
- Pissart, A., 1983. Remnants of periglacial mounds in the Hautes Fagnes (Belgium). Structure and age of the ramparts. *Geologie en Mijnbouw*, 62: 551–555.
- Pissart, A. 1986. Pingos et paises : un essai de synthèse des connaissances actuelles. *Hautes Fagnes*, 52 (3): 67–78.
- Pissart, A. Bastin, B. et Juvigné E. 1975. L'origine des viviers des Hautes Fagnes : traces de pingos ou de paises ? *Hautes Fagnes*, 1975(1): 9–38.
- Pissart, A. & Gangloff, P., 1984. Les paises minérales et organiques de la vallée de l'Aveneau, près de Kuujuaq, Québec subarctique. *Géographie physique et Quaternaire*, 38(3): 217–228.
- Pissart, A., Harris S., Prick, A., Van Vliet-Lanoë, B., 1998. La signification paléoclimatique des lithalses (paises minérales). *Biuletyn Peryglacjalny*, 37: 141–154.
- Pissart, A., Juvigné, E., Woillard, G. et Thorez, J., 1972. Les cicatrices de pingos de le Brackvenn (Hautes Fagnes). *Compte rendu de l'excursion du 3 juillet 1971. Les Congrès et Colloques de l'Université de Liège*, 67: 281–294.
- Pissart, A. et Juvigné, E., 1980. Genèse et âge d'une trace de butte périglaciaire (pingo ou paise) de la Konnerzvenn (Hautes Fagnes, Belgique). *Annales de la Société géologique de Belgique*, 103: 73–86.
- Pissart, A. et Juvigné, E., 1985. L'âge et l'origine des viviers des Hautes Fagnes. *Hautes Fagnes*, n° 179, 57(3): 71.
- Ruuhijärvi, R., 1960. Über die regionale Einteilung der nord-finnischen Moore. *Ann. Botan. Soc. "Vanamo"*, 31 (1), 360 p.
- Toussaint, F., 1937. Les viviers de la Fagne. *Hautes Fagnes*, 9: 296.
- Washburn, A.L., 1983. What is a palsa ? In: H. Poser und E.Schunke, *Mathematisch-Physikalische Klasse, Dritte folge, Mesofirmen des reliefs im heutigen Periglazialraum. Bericht über ein Symposium, Göttingen, Vandenhoeck & Ruprecht*, 35: 34–47.
- Worsley, P., Gurney, S.D., & Collins, P.E.C., 1995 – Late Holocene "mineral palsas" and associated vegetation patterns: a case study from lac Hendry, Northern Québec, Canada and significance for European Pleistocene thermokarst. *Quaternary Science Reviews*, 14: 179–192.
- Wramner, P., 1967. Studier av palsmyrar i Laivadalen, Lappland. *Teknik och Natur*, (Goteborg): 435–449.

Wramner, P., 1972. Palslika bildningar i mineraljord. Nagra iakttagelser fran Taavavuoma, Lappland (Summary: Palsa-like formation in mineral soil. Some observations from Taavavuoma, Swedish Lapland.). Göteborgs Universitet Naturgeografiska Institutionen, Guni rapport 1, 60 p.

Washburn, A.L., 1983. What is a palsa ? In: H. Poser und E.Schunke, Mathematisch-Physikalische Klasse. Dritte folge. Mesofirnen des reliefs im heutigen Periglazialraum. Bericht Ober ein Symposium, Gottingen, Vandenhoeck & Ruprecht, 35: 34–47.

Zoltai, S.C. & Tarnocai, C., 1971. Properties of a wooded palsa in northern Manitoba. Arctic and Alpine Research, 3(2): 115–129.



Vue de la Fagne des Deux-Série depuis la Fontaine au Pas. (Photo F. Théâtre).