

Note

« Mégalithes et météorisation des granites en Bretagne littorale, France du nord-ouest »

Yannick Lageat, Dominique Sellier et Charles R. Twidale
Géographie physique et Quaternaire, vol. 48, n° 1, 1994, p. 107-113.

Pour citer cette note, utiliser l'information suivante :

URI: <http://id.erudit.org/iderudit/032976ar>

DOI: 10.7202/032976ar

Note : les règles d'écriture des références bibliographiques peuvent varier selon les différents domaines du savoir.

Ce document est protégé par la loi sur le droit d'auteur. L'utilisation des services d'Érudit (y compris la reproduction) est assujettie à sa politique d'utilisation que vous pouvez consulter à l'URI <https://apropos.erudit.org/fr/usagers/politique-dutilisation/>

Érudit est un consortium interuniversitaire sans but lucratif composé de l'Université de Montréal, l'Université Laval et l'Université du Québec à Montréal. Il a pour mission la promotion et la valorisation de la recherche. Érudit offre des services d'édition numérique de documents scientifiques depuis 1998.

Pour communiquer avec les responsables d'Érudit : info@erudit.org

Note

MÉGALITHES ET MÉTÉORISATION DES GRANITES EN BRETAGNE LITTORALE, FRANCE DU NORD-OUEST

Yannick LAGEAT, Dominique SELIER et Charles R. TWIDALE, respectivement : URA 1562 du CNRS, Université Blaise-Pascal, 29, boulevard Gergovia, 63037 Clermont-Ferrand, France ; URA 1562 et UPR 403 du CNRS, Université de Nantes, chemin de la Sensive du Tertre, B.P. 1025, 44036 Nantes, France ; The University of Adelaide, GPO Box 498, Adelaide, South Australia 5001.

RÉSUMÉ Les menhirs sont des blocs granitiques de forme allongée qui ont été dressés à la verticale au cours du Néolithique. Ils sont particulièrement nombreux dans deux régions côtières de Bretagne, le Morbihan et le Trégor, et présentent à leur surface deux types de microformes : des vasques et des cannelures qui appartiennent elles-mêmes à deux générations. Certaines sont antérieures à la mise en place des menhirs (formes « pré-mégalithiques »), d'autres lui sont indiscutablement postérieures (formes « post-mégalithiques »). Ainsi, de nombreuses vasques pré-mégalithiques, initialement formées sur des surfaces rocheuses proches de l'horizontale, s'observent aujourd'hui sur les parois verticales de certains menhirs, tandis que des vasques post-mégalithiques, de moindres dimensions, ont été évidées à leur sommet. Les cannelures, quant à elles, ne se développent que sur les faces fortement redressées et ne se prolongent jamais en profondeur dans leur partie enterrée. Elles sont clairement le produit d'une météorisation post-mégalithique et, comme les vasques, elles ont été façonnées par des processus subaériens. De telles microformes autorisent une approche de la vitesse de l'érosion puisque l'âge estimé des menhirs est de l'ordre de 5000 ans : si le creusement des cannelures a pu se faire au rythme de quelques dizaines de millimètres par millénaire, la mesure des vasques livre des chiffres plus variables, compris entre 4 et 30 mm/millénaire.

INTRODUCTION

Les granites présentent fréquemment à leur surface des microformes d'érosion dont les plus courantes s'apparentent à des vasques et des cannelures. Les vasques sont des dépressions creusées à la surface des rochers, initialement horizontales, de dimensions décimétriques, fermées ou ouvertes sur des exutoires. Les cannelures sont des sillons généralement groupés et parallèles, creusés le long des rochers dans le sens des plus grandes pentes. Ces microformes sont communes et se rencontrent sous presque toutes les latitudes (Godard, 1977 ; Twidale, 1982). Néanmoins, il reste souvent difficile de définir leur origine et de déterminer leur vitesse d'évolution.

Ainsi, dans les régions chaudes, certaines ont été parfois attribuées aux actions successives d'une cryptodécomposi-

ABSTRACT *Megaliths and granite weathering in coastal Brittany, northwestern France.* Menhirs are elongate granite blocks placed upright, i.e. with the long axis in the vertical, in Neolithic times. Granite menhirs are prominent in the Morbihan and Trégor districts of coastal Brittany. Two minor forms, rock basins (also known as *gnammas*) and flutings (grooves, *Rillen*, *Karren*), are developed on menhirs. Two distinct generations of forms can be distinguished : those that predate the menhirs being placed upright, and those that postdate erection. Several flat-floored basins (or pans) that must have originated on flattish surfaces are now found on steeply inclined surfaces. On the other hand, smaller basins have developed on the summits of the monuments. Several flutings score the steep upper slopes of the blocks. They are deepest where they cut into outwardly convex inclined rock faces. They also diverge over such protuberances and terminate well above ground level. Clearly both the younger generation of basins and the flutings have formed after the monuments had been placed in their present upright positions and by processes active under subaerial or epigene conditions. In this last respect they stand in contrast with similar forms reported from other parts of the world. In Brittany the estimated age of menhirs is about 5000 years. Thus the flutings have deepened at a rate of a few tens mm/1000 years. The implied rate of basin development varies between 4 and 30 mm/1000 years.

tion différentielle et d'un déblaiement des altérites (Twidale et Corbin, 1963 ; Petit, 1971 ; Boyé et Fritsch, 1973 ; Twidale et Bourne, 1975).

De même, dans les régions froides d'Europe du Nord ou d'Amérique du Nord, des marques de météorisation, notamment des vasques, développées sur des reliefs enracinés, comme les tors ou sur des formations à blocs, comme les *felsenmeers*, ont été utilisées pour distinguer des niveaux d'englacement et pour tenter de reconnaître des paléonunataks, mais l'attribution implicite d'une durée d'élaboration supérieure à celle de la seule période holocène pour de telles marques n'a pas fait l'unanimité, tandis que les relations entre les surfaces qu'elles affectent et les recouvrements par les glaces ont été très discutées (Löken, 1962 ; Dahl, 1966a et b ; Ives, 1966 et 1975 ; Sudgen et Watt, 1977 ; Gangloff, 1983).

Dans les régions tempérées, les vasques et les cannelures sont fréquentes à la surface des roches granitiques, tant au voisinage des littoraux qu'en situation plus continentale

(Rondeau, 1958; Demek, 1964; Schülke, 1971). L'origine météorique de ces microformes est reconnue depuis longtemps (Ormerod, 1859; Wilkinson, 1860), mais la vitesse des processus en cause reste souvent difficile à apprécier faute d'éléments de datation significatifs. De recherches menées dans deux régions côtières de Bretagne, le Morbihan et le Trégor, il apparaît que les menhirs érigés au cours du Néolithique se prêtent à de tels objectifs grâce aux marqueurs chronologiques qu'ils constituent, d'autant plus qu'ils permettent d'établir une distinction fondamentale entre des formes antérieures (formes prémégalithiques) et des formes postérieures (formes postmégalithiques) à leur construction.

LES SECTEURS D'ÉTUDE

Situés respectivement en bordure de l'océan Atlantique et de la Manche, les menhirs examinés ont en commun d'avoir été érigés au voisinage de la mer, puisqu'ils ne sont guère éloignés de plus de cinq kilomètres du trait de côte actuel, et d'être strictement cantonnés à des affleurements granitiques (fig. 1).

Les granites de Carnac se rattachent aux « granites anatectiques du Morbihan » qui, rapportés au Dévonien, sont d'âges voisins de 375 Ma (Le Corre *et al.*, 1991). Ils ont été

définis par J. Cogné (1960) comme des granites à deux micas qui se présentent souvent sous des faciès à grain fin, mais qui comportent également des zones hétérogènes, nébulitiques, à tendance porphyroïde. Les discontinuités y sont d'ordre métrique, leur espacement étant généralement compris entre 0,5 à 1,5 m, facteur favorable à l'exploitation de ce matériau au cours du Néolithique.

Le complexe plutonique centré de Ploumanac'h, dont la mise en place daterait de la fin du Carbonifère (310-290 Ma), est constitué par trois ensembles granitiques qui se sont succédé dans le temps et dont les affleurements sont concentriques (Barrière, 1977) : 1) les granites rouges externes à gros grain à structure planaire; 2) les granites roses intermédiaires à grain fin et texture saccharoïde; 3) et les granites gris-blanc internes à grain également fin mais orienté.

La région de Carnac réunit la plus forte concentration de mégalithes du monde. Plusieurs milliers de menhirs y sont notamment répartis en trois alignements principaux. L'alignement de Kerlescan, sur lequel ont porté les observations, s'étend sur une longueur de 280 m et sur une largeur maximale de 140 m, selon une orientation ESE-WNW (N 100-120°). On y dénombre près de 300 menhirs disposés en treize files, dont 200 ont fait l'objet d'un examen systéma-

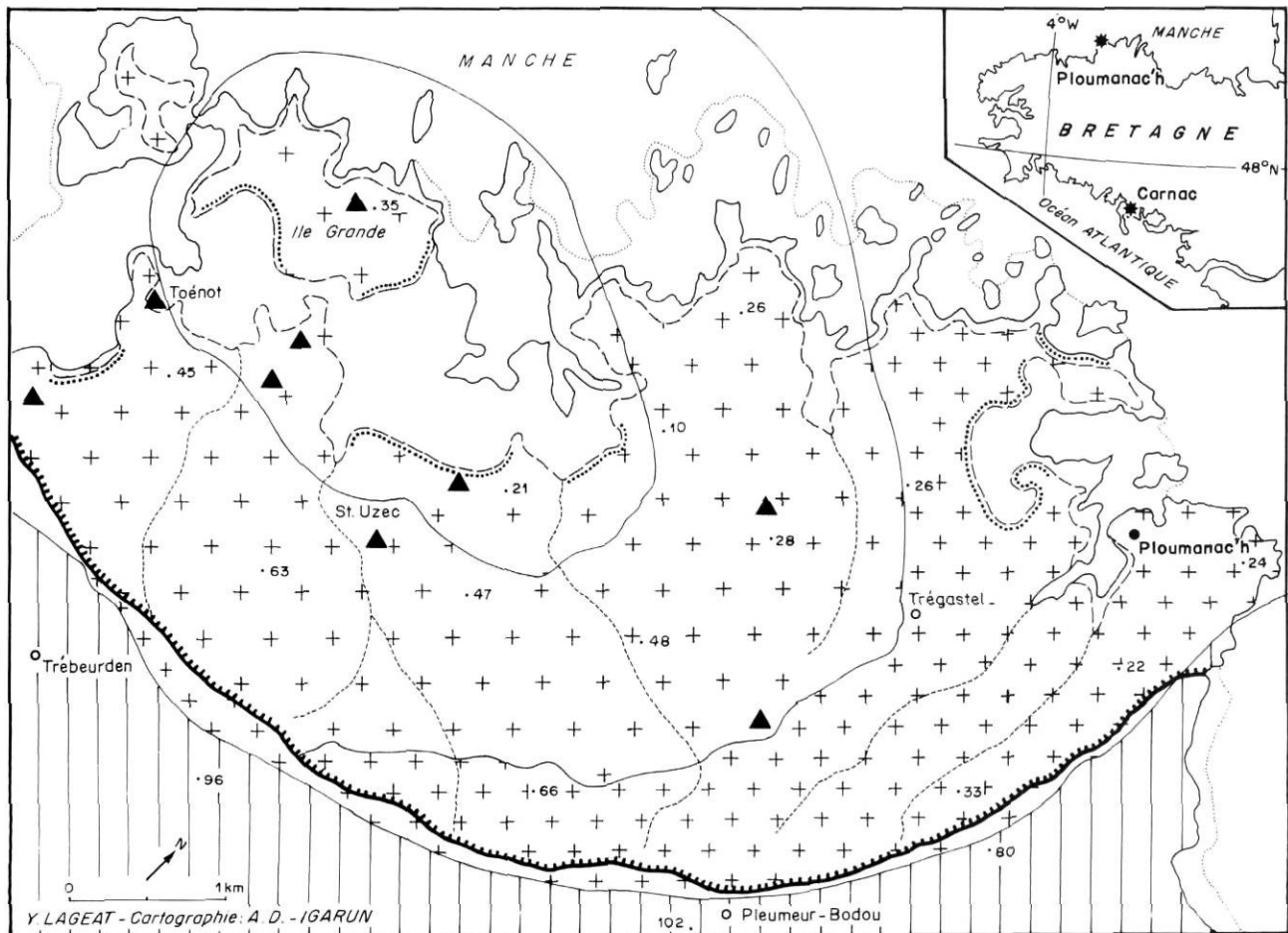


FIGURE 1A. Les mégalithes dans leur environnement géomorphologique dans la région de Ploumanac'h.

Megaliths in their geomorphological environment in the Ploumanac'h area.

tique (Sellier, 1991). En raison de l'homogénéité d'ensemble du matériel rocheux, au-delà des hétérogénéités de détail, un tel recensement autorise une étude statistique des microformes. Il est vraisemblable que cette concentration exceptionnelle de menhirs s'explique par le fait que les granites d'anatexie, altérés d'abord par une cryptoaltération différentielle, se sont prêtés au dégagement de reliefs ruiniformes et, par-

tant, à l'utilisation massive de blocs rocheux de dimensions convenables pour les constructions mégalithiques.

S'ils sont beaucoup moins nombreux qu'à Carnac puisque leur nombre n'excède pas la vingtaine (Marchat et Le Brozec, 1991), les mégalithes dispersés dans la région de Ploumanac'h permettent de souligner l'importance décisive

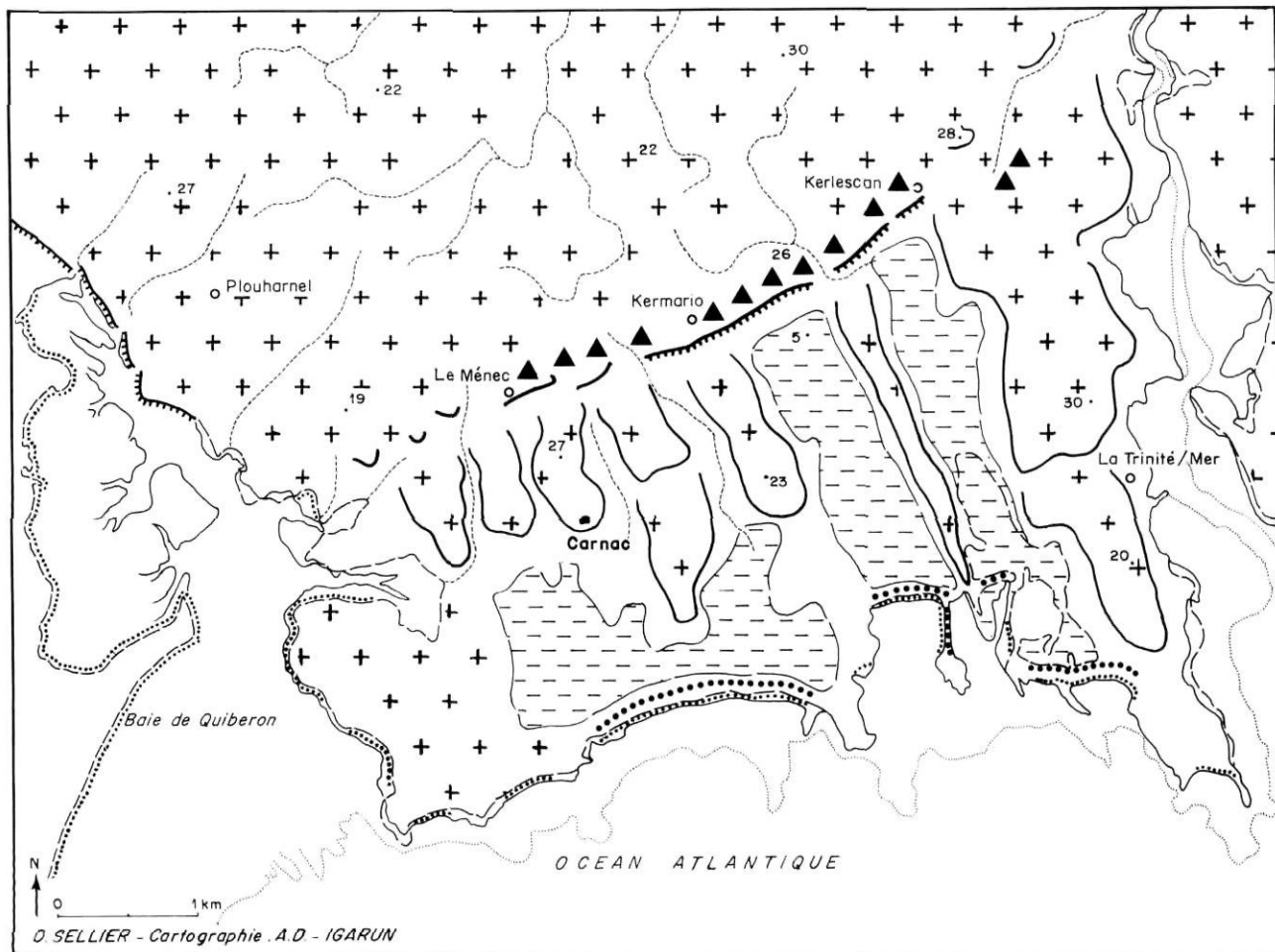
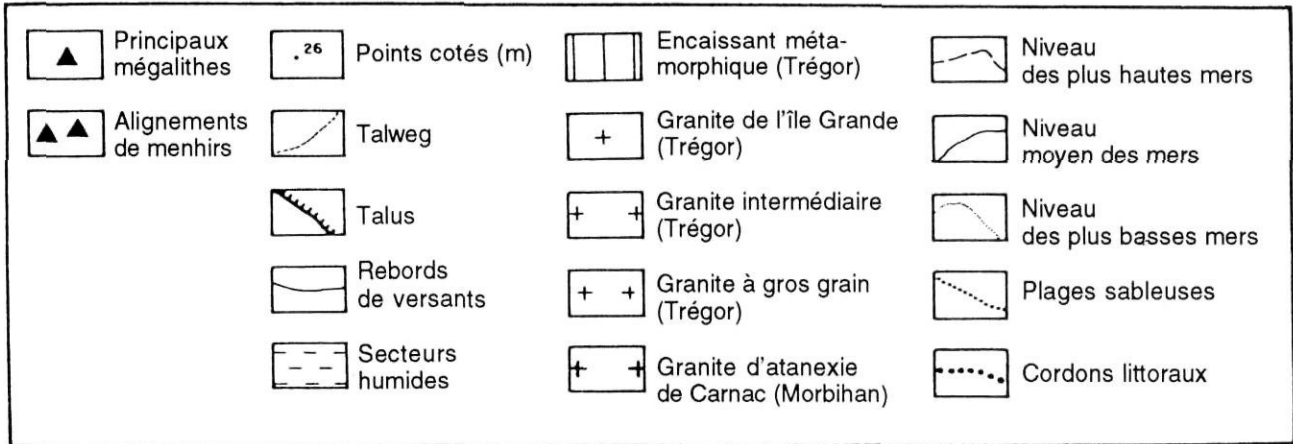


FIGURE 1B. Les mégalithes dans leur environnement géomorphologique dans la région de Carnac (voir légende en A).

Megaliths in their geomorphological environment in the Carnac area. (legend in A).

de la pétrographie sur leur localisation. Ils ne se répartissent pas, en effet, de façon aléatoire au sein de l'intrusion : s'ils sont absents de l'anneau externe de granite à grain grossier, c'est parce que les boules, par leur volume, excédaient les possibilités d'exploitation ; en revanche, s'ils s'observent en position interne dans des granites à grain plus fin, c'est parce que le système de diaclases y est suffisamment dense pour que des blocs aient pu être plus aisément détachés du substrat rocheux dont ils signalaient les rares affleurements naturels.

LES MICROFORMES : DEUX GÉNÉRATIONS DISTINCTES

Les menhirs examinés sont constitués d'un monolithe redressé à la verticale au Néolithique. Beaucoup d'entre eux présentent de ce fait deux faces opposées : l'une était initialement enracinée et correspond à une « face d'arrachement », l'autre était éventuellement exposée à l'air libre avant l'exploitation du bloc comme mégalithe et peut être considérée dans ce cas comme une « face d'affleurement ». Les « faces d'affleurement » qui dépassaient du sol avant l'explo-

tation des blocs rocheux se signalent souvent par la présence de microformes engendrées par une météorisation évidemment antérieure au Néolithique.

Les principales de ces microformes sont des vasques pré-mégolithiques circulaires ou allongées, simples ou coalescentes, redressées à la verticale depuis la construction des menhirs. La plupart comportent un fond plat et des rebords à surplomb qui prouvent qu'elles se sont formées à l'air libre, et à l'horizontale, sous l'influence de la stagnation de l'eau. Ainsi, le menhir de Saint-Uzec en Pleumeur-Bodou (Trégor) montre sur sa « face d'affleurement », aujourd'hui exposée au nord, deux vasques pré-mégolithiques qui se trouvent désormais dans une position orthogonale par rapport à la topographie initiale, l'évidement de ces microformes étant nécessairement antérieur à l'érection du monument (fig. 2). La même observation peut être faite dans l'alignement de Kerlescan à Carnac, où 21 menhirs présentent sur une de leurs faces des vasques également redressées à la verticale mais qui n'ont pu être façonnées qu'à l'horizontale sur des rochers à l'affleurement. Certains menhirs comportent jusqu'à cinq vasques de cette catégorie. Leurs exutoires sont

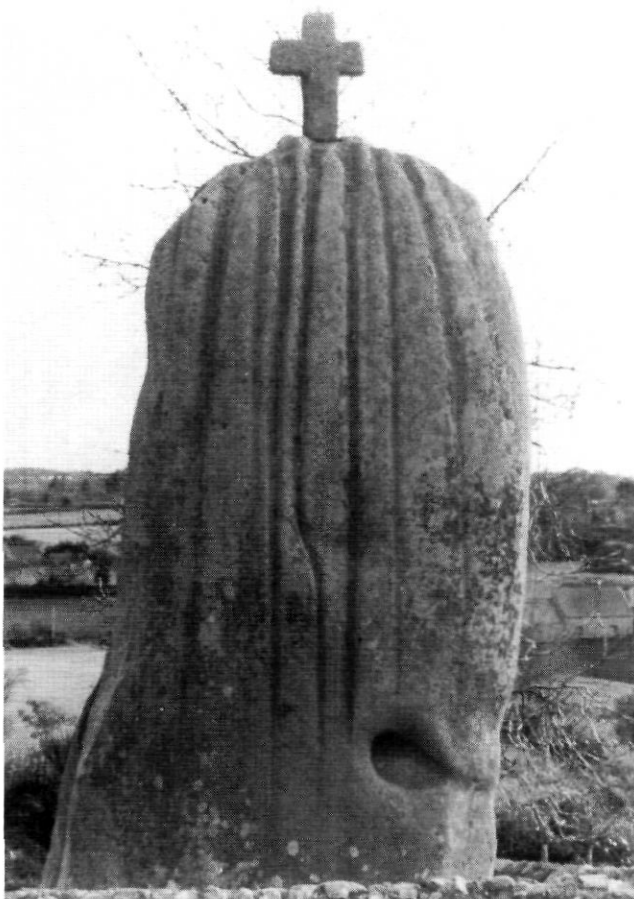
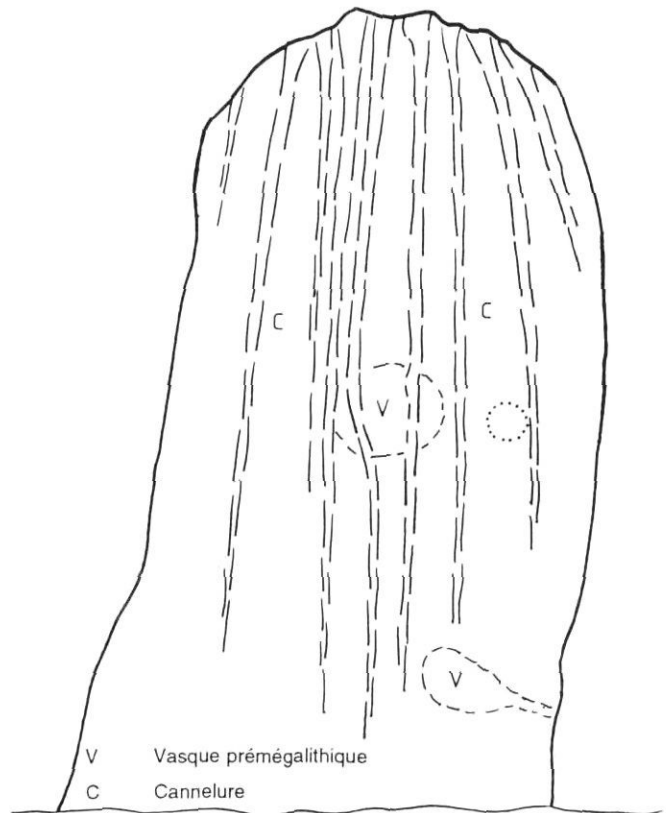


FIGURE 2. Face nord du menhir de Saint-Uzec, d'une hauteur de 5,90 m, christianisé vers 1670 (Pleumeur-Bodou, Trégor) : deux vasques pré-mégolithiques sont observables sur la « face d'affleurement », tandis que les cannelures postmégolithiques ont été creusées à partir du sommet.



The north face of the Menhir de Saint-Uzec, 5,9 m high and christianized about 1670 AD (Pleumeur-Bodou, Trégor) : two pre-megalithic rock basins can be seen on the once flattish but now steeply inclined face, and postmegalithic flutings radiate from the summit.

orientés selon le sens de l'écoulement des eaux à la surface des rochers ultérieurement employés pour la construction des menhirs, ce qui explique que certains se trouvent maintenant dirigés vers les côtés ou vers le sommet des menhirs et ce qui constitue surtout une marque supplémentaire d'une érosion à l'air libre (fig. 3).

À la suite de leur mise en place, les mêmes menhirs ont été affectés par une météorisation postmégolithique qui a engendré deux autres types principaux de microformes :

- des vasques évidées cette fois au sommet des menhirs, donc depuis la construction des mégalithes, dont des mesures effectuées à Kerlescan (Carnac) montrent qu'elles sont de dimensions très inférieures à celles des vasques prémégolithiques actuellement situées sur les faces des menhirs (tabl. I);
- des cannelures creusées le long de leurs faces les plus raides (70-80°) et qui forment des séries de sillons parallèles, toujours creusés à partir du sommet des menhirs, selon la ligne de plus grande pente. Elles se réduisent vers leur base et s'interrompent à plusieurs décimètres du sol sans jamais se poursuivre en dessous du niveau du sol.



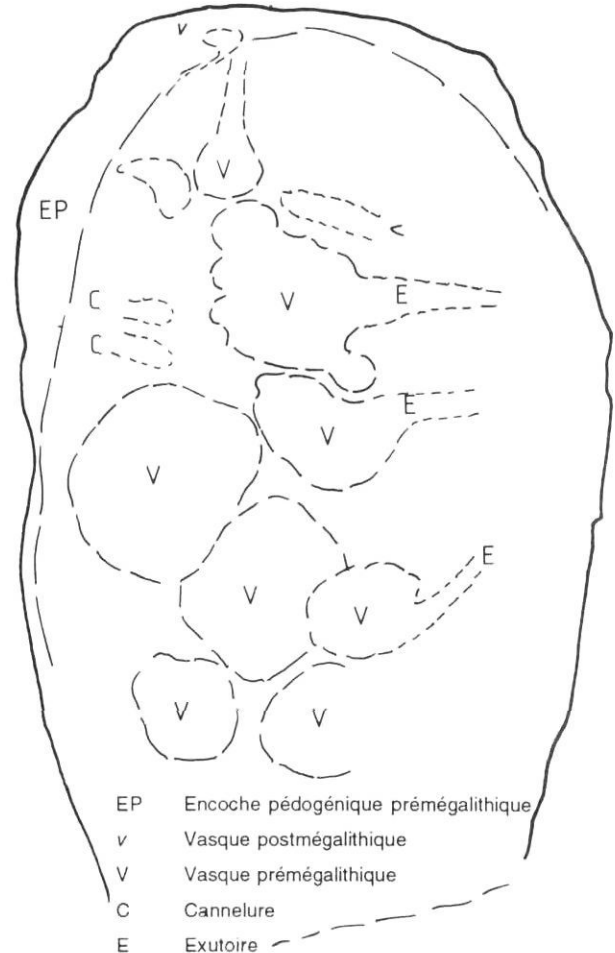
FIGURE 3. Face sud d'un menhir de l'alignement de Kerlescan, haut de 2,60 m (Carnac, Morbihan) : des vasques prémégolithiques et leurs exutoires sont redressés à la verticale sur la « face d'affleurement ».

C'est ainsi que la base du menhir de l'Armor en Trébeurden (Trégor) a montré, lors d'une récente exhumation, une base enfouie lisse au-dessous d'une face exposée cannelée. Le développement de telles cannelures n'est d'ailleurs pas sans rapport avec la taille des menhirs qu'elles sillonnent, puisqu'à Kerlescan (Carnac), où les menhirs mesurent pour la plupart entre 1 et 3,5 m de hauteur, elles ne s'observent en général que sur des mégalithes supérieurs à 2 m. La répartition et la disposition de ces cannelures indiquent qu'elles se sont formées, elles aussi, à l'air libre depuis la mise en place des menhirs.

L'analyse des microformes développées sur les menhirs granitiques de Ploumanac'h et de Carnac, comme par ailleurs sur un grand nombre d'autres mégalithes en Bretagne, montre donc clairement qu'elles ont été entièrement élaborées à l'air libre, quoiqu'elles appartiennent à deux générations différentes.

VITESSES ET PROCESSUS DE MÉTÉORISATION

En dehors de cas particuliers, il est encore difficile d'appliquer une date précise à la construction de nombreux menhirs



The south face of a 2,6 m high menhir, one of the several standing in line at Kerlescan (Carnac, Morbihan) : clearly shown are pre-megalithic basins, developed on a now steeply inclined but originally flat-tish source area with radiating outlets.

TABLEAU I
 Dimensions comparées des vasques pré- et postmégolithiques
 à Kerlescan (Carnac)

	Vasques postmégolithiques	Vasques prémégolithiques
Grand axe	70-260 mm	160-950 mm
Moyenne	147 mm	435 mm
Petit axe	20-120 mm	100-600 mm
Moyenne	85 mm	325 mm
Profondeur	20-150 mm	40-240 mm
Moyenne	72 mm	123 mm
Rapport moyen profondeur/largeur	0,98	0,46

du Massif armoricain. En raison de leur environnement archéologique, il est généralement admis que les alignements de Carnac peuvent remonter à une période comprise entre 5500 et 5000 ans (Le Rouzic et Péquart, 1923; Giot et al., 1979; L'Helgouac'h, 1990). En ce qui concerne les menhirs isolés, comme ceux du Trégor, les datations sont relativement variées et peuvent se situer entre 6000 et 4000 ans. La mise en place de ces monuments se placerait donc entre la fin de l'Atlantique et celle du sub-Boréal, à une époque où la mer se trouvait à quelques mètres au-dessous de son niveau moyen actuel. Aussi certains d'entre eux sont-ils désormais totalement ou partiellement immergés. C'est le cas du menhir du Toenot (ou Toenno) en Trébeurden (Trégor) qui est battu par la mer à chaque marée de vives eaux, ainsi que de plusieurs mégalithes du Morbihan actuellement en partie immergés (Er Lannic, Saint-Pierre-Quiberon). Les mégalithes constituent donc d'authentiques marqueurs chronologiques qui permettent d'aborder dans des conditions privilégiées la dynamique du façonnement des microformes dans les granites.

La profondeur des cannelures qui sillonnent les faces des menhirs apparaît considérable, si on la rapporte à la durée de leur formation et si l'on considère les dimensions réduites de l'impluvium, d'autant plus que ces cannelures ne prennent pas toutes naissance à partir de vasques sommitales. Ainsi, le menhir de Saint-Uzec en Pleumeur-Bodou, remarquable il est vrai par sa taille (5,50 m de hauteur pour une largeur de 2,75 m à sa base et de 0,50 m à son sommet), est creusé de neuf cannelures, localement appelées « cheveux du menhir », dont l'une, profonde d'environ 150 mm, laisse présumer une vitesse de creusement d'une trentaine de mm/millénaire au minimum (fig. 2). Onze des menhirs de l'alignement de Kerlescan à Carnac présentent des séries de deux à onze cannelures parallèles dont la profondeur maximale varie de 50 à 120 mm et témoigne d'une vitesse d'ablation du même ordre.

De telles microformes, banales dans les calcaires, sont plus originales dans les matériaux silicatés, où le creusement de ces « pseudokarren » paraît relever de la conjonction de plusieurs processus complémentaires. L'importance du ruissellement des eaux de pluie ne saurait être sous-estimée puisque la direction verticale des cannelures est évidemment en relation avec l'écoulement des filets d'eau selon la ligne

de plus grande pente. Dans le cas du menhir de Saint-Uzec, comme dans celui des menhirs de Kerlescan, les cannelures atteignent leur plus grande profondeur au maximum de la convexité de la surface rocheuse et s'estompent lorsque la face des menhirs devient verticale, comme le confirme l'étalement des lichens fruticuleux qui, en amont, sont cantonnés aux seules cannelures. On ne peut toutefois retenir la seule action abrasive du ruissellement puisque le fond des cannelures, loin d'être lisse, est aussi rugueux que les rebords, mais plus fragile au frottement.

C'est dire qu'il y a probable collaboration de deux processus :

- 1) une désagrégation granulaire dont les modalités exigeraient des études complémentaires puisque peuvent être alternativement invoquées des attaques chimiques (dissolution, hydrolyse, oxydation), ou des fragmentations d'origine hydrique liées à la réaction des argiles (sur les « faces d'affleurement » ayant subi une altération préalable) ou favorisées par l'action de dépôts salins (sur les faces les plus exposées aux embruns marins);
- 2) le ruissellement qui exercerait, quant à lui, un rôle double, en nettoyant les parois des grains déchaussés par la météorisation mais aussi en guidant l'intervention de cette dernière par une humectation préférentielle de la roche le long des trajets les plus fréquentés par les filets d'eau.

L'évidement des vasques postmégolithiques, creusées au sommet des menhirs à partir d'anfractuosités initiales horizontales, tient cette fois aux processus associés à la stagnation de l'eau plutôt qu'aux effets directs ou indirects du ruissellement. Leur profondeur fournit néanmoins un moyen supplémentaire d'apprécier la vitesse de l'érosion des surfaces granitiques. Ainsi, à Kerlescan, la profondeur moyenne de 25 vasques à fond plat est de 72 mm. L'évidement est inégal puisque l'éventail des valeurs mesurées est compris entre 20 et 150 mm, mais permet d'estimer la vitesse du creusement entre 4 et 30 mm/millénaire.

Les valeurs fournies par la mesure des microformes postmégolithiques, à partir des deux exemples analysés, ne sont qu'indicatives. Elles concernent des granites de types différents, ne valent que pour des sites relativement proches des côtes actuelles et sont établies à partir de plans de référence qui ont eux-mêmes été atténués depuis la construction des mégalithes. Quelque minimales qu'elles soient, elles témoignent néanmoins que, dans les milieux tempérés océaniques de la France du Nord-Ouest, l'érosion des granites a pu atteindre pendant l'Holocène des chiffres d'une trentaine de Bubnoff aux endroits affectés par les processus de météorisation les plus efficaces.

En raison de leur ampleur, force est d'admettre que les vasques prémégolithiques, dont l'approfondissement et l'élargissement ont été interrompus ou perturbés lors de la construction des menhirs, il y a environ 5000 ans, n'ont pu être façonnées au cours des seuls temps postglaciaires. Les mesures effectuées à Kerlescan (tabl. I) indiquent qu'elles présentent des dimensions très supérieures à celles des vasques postmégolithiques, notamment des profondeurs beau-

coup plus importantes en dépit de conditions structurales moins favorables à leur développement vertical. Le cas est encore plus net à Ploumanac'h où, sur les boules dégagées dans l'unité externe de granite rose porphyroïde, les dimensions moyennes des cuvettes, mesurées sur 250 échantillons, sont de 640 × 440 × 220 mm. L'action de la microgélifraction au cours du Weichsel peut expliquer la taille de ces dernières, qui ont pu fonctionner *pro parte* comme des « nids de gel » tout au long de la dernière période froide, puisque les blocs ont été révélés à la faveur de la transgression éémienne.

CONCLUSION

Si l'on ne considère que les seules cannelures et vasques postmégolithiques, les recherches menées sur les deux sites bretons sont riches d'informations sur la genèse, l'âge et la vitesse d'élaboration de ces microformes.

1) Il ne fait aucun doute qu'elles ont été façonnées par des processus subaériens et qu'on ne saurait invoquer dans leur cas la moindre préparation souterraine, par opposition à des formes similaires qui ont pu être décrites dans la zone intertropicale à la base du front d'altération.

2) Ne témoignant d'aucune cryptoaltération préalable, elles offrent, de ce fait, d'incontestables informations sur la vitesse de l'érosion dans les régions tempérées océaniques, et prouvent qu'au cours des cinq derniers millénaires, des modèles de détail ont pu être élaborés aux dépens de granites sains dans une ambiance climatique proche des conditions actuelles.

3) Ne pouvant pas plus apparaître comme des héritages des périodes froides du Pléistocène, elles indiquent *a fortiori* que, dans les régions périglaciaires actuelles où le gel confère à la météorisation une plus grande agressivité, leur creusement a pu également s'opérer au cours des seuls temps holocènes.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient madame Mireille Bouchard et un lecteur anonyme pour leurs remarques pertinentes.

RÉFÉRENCES

- Barrière, M., 1977. Essai sur la mise en place et l'évolution pétrologique d'une association plutonique sub-alkaline tardi-orogénique. Le Complexe de Ploumanac'h (Massif armoricain). Thèse de doctorat d'État, Sciences, Univ. de Bretagne occidentale, Brest, 291 p.
- Boyé M. et Fritsch, P., 1973. Dégagement artificiel d'un dôme cristallin au Sud-Cameroun. Travaux et Documents de Géographie tropicale, 8 : 31-63.
- Cogné, J., 1960. Schistes cristallins et granites en Bretagne méridionale. Le domaine de l'Anticinal de Cornouaille. Thèse de doctorat d'État, Sciences, Univ. de Paris, Imprimerie nationale, 382 p.
- Dahl R., 1966a. Block fields, weathering pits and tor-like forms in the Narvik Mountains, Nordland, Norway. Geografiska Annaler, 48, 2 : 55-85.
- 1966b. Block fields and other weathering forms in the Narvik Mountains. Geografiska Annaler, 48, 4 : 224-227.
- Demek, J. 1964. Slope development in granite areas of Bohemian Massif (Czechoslovakia). Zeitschrift für Geomorphologie, Suppl.-Bd 5 : 83-106.
- Gangloff, P., 1983. Les fondements géomorphologiques de la théorie des paléonunataks : le cas des monts Torngats. Zeitschrift für Geomorphologie, Suppl.-Bd 147 : 109-136.
- Giot, P.R., L'Helgouac'h, J. et Monnier, J.L., 1979. Préhistoire de la Bretagne. Éditions Ouest-France, 444 p.
- Godard, A., 1977. Pays et paysages du granite. P.U.F., Paris, 232 p.
- Ives, J.D., 1966. Block fields, associated weathering forms on mountain tops and the nunatak hypothesis. Geografiska Annaler, 48, 4 : 224-227.
- 1975. Delimitation of surface weathering zones in Eastern Baffin Island Northern Labrador and Arctic Norway. Geological Society of America Bull., 86 : 1096-1100.
- Le Corre, C., Auvray, B., Ballèvre, M. et Robardet, M., 1991. Le Massif armoricain. In A. Piqué, Les massifs anciens de France, I, Sciences géologiques, Strasbourg, 44, 1-2 : 31-104.
- Le Rouzic, Z. et Péquart, M., 1923. Carnac, fouilles faites dans la région, campagne de 1922, Tumulus de Crucuny, Tertre du Manio, Tertre du Castellic (Commune de Carnac). Berger-Levrault éd., Paris : 51-121.
- L'Helgouac'h, J., 1990. L'apport des recherches récentes à la connaissance des monuments mégalithiques de Bretagne, In Probleme der Megalithgräberforschung, Vorträge zum 100. Geburtstag von Vera Leisner, Deutsche Archäologisches Institute Abteilung Madrid (Madrider Forschungen, Bd 16). Walter de Gruyter, Berlin : 83-111.
- Löken, O., 1962. On the vertical extent of glaciation in northeastern Labrador-Ungava. Canadian Geographer, VI (3-4) : 106-115.
- Marchat, A. et Le Brozec, M., 1991. Les mégalithes de l'arrondissement de Lannion. Patrimoine archéologique de Bretagne, Rennes, 102 p.
- Ormerod, G.W., 1859. On the rock-basins in the granite of the Dartmoor District, Devonshire. Quarterly Journal of the Geological Society of London : 16-29.
- Petit, M., 1971. Le modelé de type karstique des reliefs granitiques (chaîne de l'Andringitra, Madagascar). Madagascar, Revue de Géographie, 19 : 51-105.
- Rondeau, A., 1958. Corse et Bretagne : à propos du modelé granitique de la région de Trégastel (Côtes-du-Nord). Noroisi, 5, 20 : 451-457.
- Schülke, H., 1971. Le microrelief naturel et anthropique dans le granite du Pays Bigouden. Penn Ar Bed, 8 (67) : 129-146.
- Sellier, D., 1991. Analyse morphologique des marques de la météorisation des granites à partir de mégalithes morbihannais. L'exemple de l'alignement de Kerlescan à Carnac. Revue archéologique de l'Ouest, 8 : 83-97.
- Sugden, D.E. et Watts, S.H., 1977. Tors, felsenmeer, and glaciation in northern Cumberland peninsula, Baffin Island. Canadian Journal of Earth Sciences, 14 : 2 817-2 823.
- Twidale, C.R., 1982. Granite landforms. Elsevier, Amsterdam, 372 p.
- Twidale, C.R. et Bourne, J.A., 1975. The subsurface initiation of some minor granite landforms. Journal of the Geological Society of Australia, 22 : 477-484.
- Twidale, C.R. et Corbin, E.M., 1963. Gnammas. Revue de Géomorphologie dynamique, XIV (1-2-3) : 1-20.
- Wilkinson, J.G., 1860. The rock-basins of Dartmoor and some british remains in England. The Journal of the British Archeological Association, XVI : 101-132.