HAL open science

Aires d'extraction et façonnage des stèles de l'âge du Fer de Cornouaille (Finistère, France). Apports de la pétrographie et de l'analyse structurale des roches

Martial Caroff, Bertrand Grall, Moysan Marine, Bernard Le Gall, Anne-Françoise Cherel

To cite this version:

Martial Caroff, Bertrand Grall, Moysan Marine, Bernard Le Gall, Anne-Françoise Cherel. Aires d'extraction et façonnage des stèles de l'âge du Fer de Cornouaille (Finistère, France). Apports de la pétrographie et de l'analyse structurale des roches. Bulletin de la Société préhistorique française, 2016, 113 (4), pp.765-784. 10.3406/bspf.2016.14687 . hal-02315706

HAL Id: hal-02315706

https://univ-rennes.hal.science/hal-02315706

Submitted on 17 Feb 2021

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

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

Bulletin de la Société préhistorique française

Aires d'extraction et façonnage des stèles de l'âge du Fer de Cornouaille (Finistère, France) : apports de la pétrographie et de l'analyse structurale des roches

Martial Caroff, Bertrand Grall, Marine Moysan, Bernard Le Gall, Anne-Françoise Cherel

Citer ce document / Cite this document :

Caroff Martial, Grall Bertrand, Moysan Marine, Le Gall Bernard, Cherel Anne-Françoise. Aires d'extraction et façonnage des stèles de l'âge du Fer de Cornouaille (Finistère, France) : apports de la pétrographie et de l'analyse structurale des roches. In: Bulletin de la Société préhistorique française, tome 113, n°4, 2016. pp. 765-784;

doi : https://doi.org/10.3406/bspf.2016.14687

https://www.persee.fr/doc/bspf_0249-7638_2016_num_113_4_14687

Fichier pdf généré le 12/02/2020

Résumé

Les stèles de l'âge du Fer de Cornouaille (Finistère) montrent une très grande variété de formes et de lithologies. Dans le cadre de l'inventaire initié par le centre départemental de l'Archéologie du conseil départemental du Finistère, l'objectif de cette étude est de préciser les contraintes que peuvent apporter la pétrographie et l'analyse structurale des roches sur l'identification des sites d'extraction des stèles de Cornouaille, ainsi que sur la compréhension des modalités de façonnage et de transport. La méthodologie est basée sur l'étude comparative, macro-et microscopique, des monuments et des principaux massifs géologiques des secteurs géographiques considérés. Ces massifs appartiennent au vieux socle hercynien armoricain, structuré vers 300 millions d'années, et constitué, dans la zone d'étude, par des roches granitiques et métamorphiques. Deux zones tests ont été sélectionnées : les secteurs du cap Sizun et de Concarneau. Notre premier résultat est de montrer que les stèles sont en général localisées dans les limites des massifs de lithologie correspondante ou à quelques kilomètres de leur bordure. Les stèles du cap Sizun se caractérisent par une plus grande homogénéité lithologique que celles de l'autre secteur, et ce jusqu'à une distance qui peut excéder de quatre kilomètres la limite du massif source (granite de la pointe du Raz). Un autre résultat original est la mise en évidence de l'utilisation de formes naturelles par les artisans de l'âge du Fer : diverses morphologies d'érosion pour les petites stèles granitiques des deux secteurs et un débit tectonique «en cigare » pour les stèles hautes gneissiques. Pour le cas très particulier des quatre monuments en gneiss de Nizon du secteur de Concarneau, deux zones d'extraction potentielles ont pu être identifiées avec une bonne précision. Concernant les modalités de transport des monuments, la présence d'une stèle inachevée au nord du cap Sizun, à plusieurs kilomètres de la bordure septentrionale du massif granitique source, indique que ce monolithe n'a vraisemblablement pas été façonné sur son lieu d'extraction, avant transport, mais plutôt près de son lieu d'érection. Il semblerait donc que les artisans du cap Sizun aient pu déplacer les blocs granitiques bruts ou simplement ébauchés plutôt que les monuments finis. Enfin, notre étude permet d'avancer l'hypothèse que deux stèles granitiques du secteur de Concarneau ont été transportées par voie maritime.

Abstract

The Iron Age stelae from Cornouaille (Finistère, France) display a great variety of shapes and lithological types. They are monolithic monuments, partly or entirely carved. Their morphology can result from the natural shaping of rock blocks or they may have an architectural form. In the latter case, the stelae are built around an axis. Their volume can be decomposed into three parts : top, shaft and baseplate. The shaft sides may be decorated. In the context of the inventory initiated by the Centre de l'archéologie du Conseil départemental du Finistère, the purpose of this study is to highlight the specific contributions of both petrography and rock structural analysis to the identification of extraction sites of the Cornouaille stelae, as well as to the understanding of shaping and transportation modes. The methodology is based on the comparative study, on macro-and microscopic scales, of both the monuments and the surrounding geological massifs. The latter are parts of the Variscan crystalline basement of Armorica which recorded strain, metamorphism and granitisation about 300 million years ago. Four criteria have been taken into account : 1) comparative analysis of the natural forms (as either erosional features or tectonic fabric) of the rock blocks in the inferred source massifs and the general shapes of the monuments assumed to have been extracted from them ; 2) texture of the rocks (grain size and crystal relations) ; 3) structure of the rocks (isotropic or strained — schistosity plane and lineation — presence of Z-or S-shaped stretched megacryst) ; and 4) mineralogy. Two test-zones have been selected : the Cap Sizun and Concarneau areas. Stela density is very high in the first area, where fifty-six uniformly distributed monoliths were identified. No stela has been found in an archaeological context. In the Concarneau area, with a nearly equal surface, only twenty-eight stelae are recorded. The archaeological context of two of them, adorned with fluting, is well-known. A first result is that the stela location is generally either within or near the boundaries of the massifs having a similar granitic or meta morphic lithology. The Cap Sizun stelae are characterized by a greater petrographic homogeneity than in the other area, up to more than four

demonstration that the Iron Age artisans used natural forms and that the latter result from two contrasted mechanisms : 1) various erosional processes for the small granitic stelae and 2) high tectonic strain for the tall cigar-shaped gneissic stelae. It would thus seem that the Iron Age artisans usually used pre-existing natural morphologies of stones with a view to shaping their monoliths with the least possible effort or for reasons of symbolism. Regarding the four specific stelae in Nizon orthogneiss (Concarneau area), two potential extraction zones have been identified fairly precisely, by mapping various types of highly strained orthogneisses, referred to as ‘ tectonites’ : S/ L-tectonites, dominated by both flattening and stretching (corresponding exactly to one of the gneissic stelae), and L-tectonites that no longer display any flattening plane, but instead a prominent stretching lineation (corresponding to the other three gneissic stelae). One of the two potential extraction sites (Moulin du Chef-du-Bois, La Forêt Fouesnant) includes natural cylinders with 3D-dimensions quite comparable to those of the gneissic stelae. Furthermore, the presence of an unfinished stela to the north of Cap Sizun, a few kilometres away from the northern limit of the source massif, indicates than this monument was probably shaped close to the final erection site rather than near its extraction zone. Thus, it would appear that the Cap Sizun artisans moved rough granitic blocks rather than shaped stelae. Finally, the location of two granitic stelae in the Concarneau area near a ria, away from the assumed granitic massif source, suggests that they were moved using maritime transport for a distance of about six kilometres.

BY: $ = creative commons

Bulletin de la Société préhistorique française
Tome 113, numéro 4, octobre-décembre 2016, p. 765-784

Aires d'extraction et façonnage des stèles de l'âge du Fer de Cornouaille (Finistère, France)

Apports de la pétrographie et de l'analyse structurale des roches

Martial Caroff, Bertrand Grall, Marine Moysan, Bernard Le Gall et Anne-Françoise Cherel

Résumé : Les stèles de l'âge du Fer de Cornouaille (Finistère) montrent une très grande variété de formes et de lithologies. Dans le cadre de l'inventaire initié par le centre départemental de l'Archéologie du conseil départemental du Finistère, l'objectif de cette étude est de préciser les contraintes que peuvent apporter la pétrographie et l'analyse structurale des roches sur l'identification des sites d'extraction des stèles de Cornouaille, ainsi que sur la compréhension des modalités de façonnage et de transport. La méthodologie est basée sur l'étude comparative, macro- et microscopique, des monuments et des principaux massifs géologiques des secteurs géographiques considérés. Ces massifs appartiennent au vieux socle hercynien armoricain, structuré vers 300 millions d'années, et constitué, dans la zone d'étude, par des roches granitiques et métamorphiques. Deux zones tests ont été sélectionnées : les secteurs du cap Sizun et de Concarneau. Notre premier résultat est de montrer que les stèles sont en général localisées dans les limites des massifs de lithologie correspondante ou à quelques kilomètres de leur bordure. Les stèles du cap Sizun se caractérisent par une plus grande homogénéité lithologique que celles de l'autre secteur, et ce jusqu'à une distance qui peut excéder de quatre kilomètres la limite du massif source (granite de la pointe du Raz). Un autre résultat original est la mise en évidence de l'utilisation de formes naturelles par les artisans de l'âge du Fer : diverses morphologies d'érosion pour les petites stèles granitiques des deux secteurs et un débit tectonique « en cigare » pour les stèles hautes gneissiques. Pour le cas très particulier des quatre monuments en gneiss de Nizon du secteur de Concarneau, deux zones d'extraction potentielles ont pu être identifiées avec une bonne précision. Concernant les modalités de transport des monuments, la présence d'une stèle inachevée au nord du cap Sizun, à plusieurs kilomètres de la bordure septentrionale du massif granitique source, indique que ce monolithe n'a vraisemblablement pas été façonné sur son lieu d'extraction, avant transport, mais plutôt près de son lieu d'érection. Il semblerait donc que les artisans du cap Sizun aient pu déplacer les blocs granitiques bruts ou simplement ébauchés plutôt que les monuments finis. Enfin, notre étude permet d'avancer l'hypothèse que deux stèles granitiques du secteur de Concarneau ont été transportées par voie maritime.

Mots clés : âge du Fer, stèle, géologie, granite, gneiss, Cornouaille, Finistère.

Abstract: The Iron Age stelae from Cornouaille (Finistère, France) display a great variety of shapes and lithological types. They are monolithic monuments, partly or entirely carved. Their morphology can result from the natural shaping of rock blocks or they may have an architectural form. In the latter case, the stelae are built around an axis. Their volume can be decomposed into three parts: top, shaft and baseplate. The shaft sides may be decorated. In the context of the inventory initiated by the Centre de l'archéologie du Conseil départemental du Finistère, the purpose of this study is to highlight the specific contributions of both petrography and rock structural analysis to the identification of extraction sites of the Cornouaille stelae, as well as to the understanding of shaping and transportation modes. The methodology is based on the comparative study, on macro- and microscopic scales, of both the monuments and the surrounding geological massifs. The latter are parts of the Variscan crystalline basement of Armorica which recorded strain, metamorphism and granitisation about 300 million years ago. Four criteria have been taken into account: 1) comparative analysis of the natural forms (as either erosional features or tectonic fabric) of the rock blocks in the inferred source massifs and the general shapes of the monuments assumed to have been extracted from them; 2) texture of the rocks (grain size and crystal relations); 3) structure of the rocks (isotropic or strained—schistosity plane and lineation—presence of Z-or S-shaped stretched megacryst); and 4) mineralogy. Two test-zones have been selected: the Cap Sizun and Concarneau areas. Stela density is very high in the first area, where fifty-six uniformly distributed monoliths were identified. No stela has been found in an archaeological context. In the Concarneau area, with a nearly equal surface, only twenty-eight stelae are recorded. The archaeological context of two of them, adorned with fluting, is well-known. A first result is that the stela location is generally either within or near the boundaries of the massifs having a similar granitic or meta-

morphic lithology. The Cap Sizun stelae are characterized by a greater petrographic homogeneity than in the other area, up to more than four kilometres from the boundary of the source granitic massif. Another original result has been the demonstration that the Iron Age artisans used natural forms and that the latter result from two contrasted mechanisms: 1) various erosional processes for the small granitic stelae and 2) high tectonic strain for the tall cigar-shaped gneissic stelae. It would thus seem that the Iron Age artisans usually used pre-existing natural morphologies of stones with a view to shaping their monoliths with the least possible effort or for reasons of symbolism. Regarding the four specific stelae in Nizon orthogneiss (Concarneau area), two potential extraction zones have been identified fairly precisely, by mapping various types of highly strained orthogneisses, referred to as 'tectonites': S/L-tectonites, dominated by both flattening and stretching (corresponding exactly to one of the gneissic stelae), and L-tectonites that no longer display any flattening plane, but instead a prominent stretching lineation (corresponding to the other three gneissic stelae). One of the two potential extraction sites (Moulin du Chef-du-Bois, La Forêt Fouesnant) includes natural cylinders with 3D-dimensions quite comparable to those of the gneissic stelae. Furthermore, the presence of an unfinished stela to the north of Cap Sizun, a few kilometres away from the northern limit of the source massif, indicates than this monument was probably shaped close to the final erection site rather than near its extraction zone. Thus, it would appear that the Cap Sizun artisans moved rough granitic blocks rather than shaped stelae. Finally, the location of two granitic stelae in the Concarneau area near a ria, away from the assumed granitic massif source, suggests that they were moved using maritime transport for a distance of about six kilometres.

Keywords : Iron Age, stela, geology, granite, gneiss, Cornouaille, Finistère.

La définition de l'objet étudié, la stèle, constitue la première difficulté à laquelle nous nous sommes heurtés. En effet, ce type de sculpture est généralement présenté comme un monument monolithique, sans vraiment tenir compte de sa morphologie. La définition même d'une stèle de l'âge du Fer s'est donc avérée être un préalable indispensable à une étude sur ce sujet.

D'après la définition de B. Grall (Grall *et al.*, 2015), les stèles de l'âge du Fer sont des monolithes taillés, en totalité ou en partie. Leur morphologie peut être générée à partir d'un bloc naturel ou prendre une forme architecturée. Dans ce dernier cas, la stèle est construite autour d'un axe vertical, ce qui induit une symétrie. Son volume peut être décomposé en trois parties : sommet, fût et embase. Le sommet peut être tronconique, tronc-pyramidal, à calotte sphérique ou hémicylindrique. Le fût peut prendre la forme d'un prisme droit, d'un cylindre, d'un hémisphère, d'un ovoïde, d'un tronc de cône ou de pyramide. Les différents types de volumes du sommet et du fût peuvent se combiner entre eux. La paroi du fût, tantôt galbée ou rectiligne, se démarque de l'embase par un épaulement, lorsque cette dernière est brute de taille. Les faces des stèles à section polygonale, se raccordent par un arrondi ou bien un angle droit, épannelé, nervuré ou incisé. Les parois peuvent être décorées de cannelures ou de motifs semblables à ceux ornant la céramique estampée. Plusieurs groupes morphologiques émergent, dont la typologie, très variée, ne sera pas développée ici. L'étude typologique des stèles de Cornouaille étant en cours, nous nous contenterons ici de signaler qu'il existe des stèles hautes et basses (Giot, 1965), avec des cas intermédiaires (Daire, 2005), de morphologies parfois comparables.

En 2014, le centre départemental de l'Archéologie du conseil départemental du Finistère a souhaité reprendre et terminer le programme d'inventaire des stèles gauloises de l'âge du Fer de Cornouaille (territoire localisé entre l'Élorn au nord et la Laïta au sud) initié dans les années 1990. Les menaces qui pèsent sur elles (disparitions, déplacements, dégradations, etc.) rendent en effet urgent l'achèvement de l'inventaire, ainsi que sa diffusion auprès d'un large public. Ce travail s'appuie sur une collecte d'informations archéologiques classées par commune. Il complète les inventaires déjà publiés des stèles des Côtes-d'Armor (Le Brozec et Daire, 1998), du Léon au Nord du Finistère (Daire et Giot, 1989) et des arrondissements de Lorient, de Pontivy (Tanguy, 1997) et de Vannes (Lecornec, 1999) dans le Morbihan, territoires dans lesquels sont observées les plus fortes densités de stèles dans l'Ouest.

Sur les 350 stèles répertoriées en Cornouaille, il est très rare d'en trouver en contexte archéologique. À l'échelle du Finistère, en effet, on en recense seulement une vingtaine dont le contexte est bien connu. Certaines stèles, découvertes en position primaire, furent érigées pour signaler la présence d'une nécropole ou d'un monument funéraire, comme, par exemple, les enclos funéraires de Kerviguérou à Melgven. D'autres, après leur utilisation d'origine, ont été dégradées (traces de coups de feu, bris) ou réutilisées, par exemple comme meules, puis rejetées dans les dépotoirs, les fosses ou les fossés des habitats gaulois plus récents situés à leur proximité, comme ceux de Kervouyec à Quimper (Nicolas et Le Gall, 2013) ou de Keralio à Pont-l'Abbé (Hinguant et Le Goff, 1998). L'abandon de tels monuments va de pair avec un changement manifeste et soudain des pratiques funéraires. Le cas de la cave de l'habitat de Kergariou à Quimper (Ménez et Gomez de Soto, 2006) est singulier, car une petite stèle présentant un sommet à calotte sphérique et un fût prismatique à trois côtés a été découverte dans son comblement supérieur. Un petit dépôt d'objets métalliques, stocké à l'origine dans une fosse au débouché de l'accès à cette salle semi-excavée, a été dispersé sur le sol. Il contenait notamment des haches à douilles, éparpillées avec des fragments de poteries bien datées de la fin du premier âge du Fer.

Les contextes archéologiques étant majoritairement méconnus, la datation de ces monuments reste imprécise. Celles dont le contexte est bien identifié sont systématique-

ment associées aux nécropoles de la fin du premier âge et du début du second âge du Fer. Celles-ci sont généralement datées par l'étude des urnes et des rares éléments de parure associés. Leur utilisation est donc centrée sur le Ve siècle au sens large, leur diffusion progressive pouvant s'opérer depuis la seconde moitié du VIe siècle av. J.-C. jusqu'au tournant du IVe siècle av. J.-C. Leur vocation funéraire n'est peut-être pas exclusive. D'autres fonctions sont envisageables, comme par exemple des bornes pour la délimitation d'espaces (routes, territoires) ou des marqueurs socioculturels, notamment pour les plus grandes d'entre elles, visibles de loin, qui ont pu servir de repères. Leur distribution spatiale dépend de la proximité des gisements en matière première disponible et de la capacité à acheminer le bloc de roche brute (ou la stèle achevée) sur son lieu d'implantation, mais aussi de l'identité culturelle des commanditaires et des choix socioculturels adoptés, difficiles à établir. La monumentalité de certaines stèles pose question et on peut se demander dans quelle mesure des monuments mégalithiques plus anciens n'ont pas été réutilisés.

Dans le cadre général de l'inventaire des stèles de Cornouaille, l'objectif spécifique de cette étude est de préciser les données que peuvent apporter la pétrographie et l'analyse structurale des roches sur l'identification des aires d'extraction des monuments, ainsi que sur la compréhension des modalités de façonnage et des conditions de transport. Une méthodologie simple a été mise au point, basée sur l'étude comparative des stèles et des principaux massifs géologiques des zones d'érection. Quatre critères ont été pris en compte dans l'étude couplée des affleurements géologiques et des stèles, d'un point de vue macroscopique et, quand c'était possible, microscopique : 1) la comparaison entre les formes naturelles (d'érosion, de fabrique tectonique, etc.) des roches des massifs sources et les grands traits morphologiques des monuments qui en ont été extraits ; 2) la texture des roches (grain et arrangement des constituants minéraux) ; 3) leur structure (isotropie ou non, schistosité ou linéation tectoniques, dissymétrie de forme de cristaux étirés) ; et enfin 4) leur minéralogie (nature et abondance relative des principaux minéraux constitutifs). Deux zones géographiques tests ont été définies – le cap Sizun et le secteur de Concarneau, dans le Sud du Finistère –, en tenant compte à la fois de leur grande densité de stèles et du fort contraste lithologique des massifs géologiques (roches de nature pétrographique ou de minéralogie différentes).

À l'issue de cette étude, nous espérons que les critères méthodologiques retenus pourront s'appliquer à l'étude d'autres monuments comparables, incluant des mégalithes plus anciens, sur d'autres territoires.

CONTEXTE GÉOLOGIQUE

Généralités

La plupart des roches de Cornouaille sont de nature granitique ou métamorphique. Les granites sont des roches magmatiques dont les principaux constituants minéraux (feldspath potassique, plagioclase, quartz et mica) sont visibles à l'œil nu. Certains faciès se caractérisent par la présence de cristaux de feldspath de plusieurs centimètres de long (mégacristaux). La prédominance du mica noir (biotite) ou du mica blanc (muscovite) et leur abondance relative par rapport aux autres minéraux sont d'excellents critères d'identification des faciès granitiques.

Les roches métamorphiques se caractérisent par une réorganisation minéralogique et structurale, marquée par la recristallisation orientée de minéraux spécifiques le long de structures planaires (schistosités) ou linéaires (linéations). Les roches métamorphiques de Cornouaille se répartissent en deux groupes. Les micaschistes, roches d'origine sédimentaire, montrent une alternance de niveaux micacés et quartzeux. Les gneiss contiennent du feldspath en association avec le quartz dans les niveaux clairs, qui là encore alternent avec des niveaux sombres riches en mica. Le terme de paragneiss s'applique aux gneiss d'origine sédimentaire, tandis que les orthogneiss sont d'anciens granites. Les gneiss dérivant de protolithes granitiques à mégacristaux – ou « yeux » – de feldspath sont dits « œillés ».

Les magmas granitiques et les roches métamorphiques du Massif armoricain ont été générés à grande profondeur dans la croûte terrestre, lors de processus compressifs à l'origine de la chaîne de montagnes hercynienne, vers 340-300 millions d'années (Ma dans le texte).

Le cap Sizun

La presqu'île du cap Sizun, située au Sud-Ouest du département du Finistère (fig. 1a-b), constitue, avec la façade maritime du Léon et les îles de l'Iroise, l'extrémité occidentale du Massif armoricain. Elle est formée de trois grands ensembles géologiques (Peucat *et al.*, 1981 ; Barrière *et al.*, 1985).

Le Nord de la presqu'île est occupé par le vaste complexe trondhjémitique de Douarnenez (fig. 1c), affecté par une schistosité très marquée. Daté de l'Ordovicien inférieur à 472 ± 23 Ma (Barrière *et al.*, 1971), il recoupe une formation de micaschistes à biotite et muscovite.

Le deuxième ensemble, relativement homogène, est le leucogranite carbonifère de la pointe du Raz, daté de 318 ± 4 Ma (Béchennec *et al.*, 1999). Il forme un vaste plateau constituant l'armature méridionale du cap Sizun (fig. 1c). En dehors de la zone déformée du cisaillement sud-armoricain (CSA dans le texte), le granite ne présente pas d'orientation privilégiée. Le grain, millimétrique au sud, devient plus grossier dans la partie centre-ouest du cap Sizun (fig. 1c). La roche est très claire et contient, par ordre d'abondance décroissante, du feldspath potassique, du quartz, du plagioclase, de la muscovite (en grande lamelles pouvant atteindre 3 mm de longueur) et de la biotite.

Le troisième ensemble, plus disparate, coïncide avec la dépression axiale de la presqu'île, bordée, au niveau de la baie des Trépassés, par des falaises hautes d'une cinquantaine de mètres. L'orientation est-ouest de la dépression

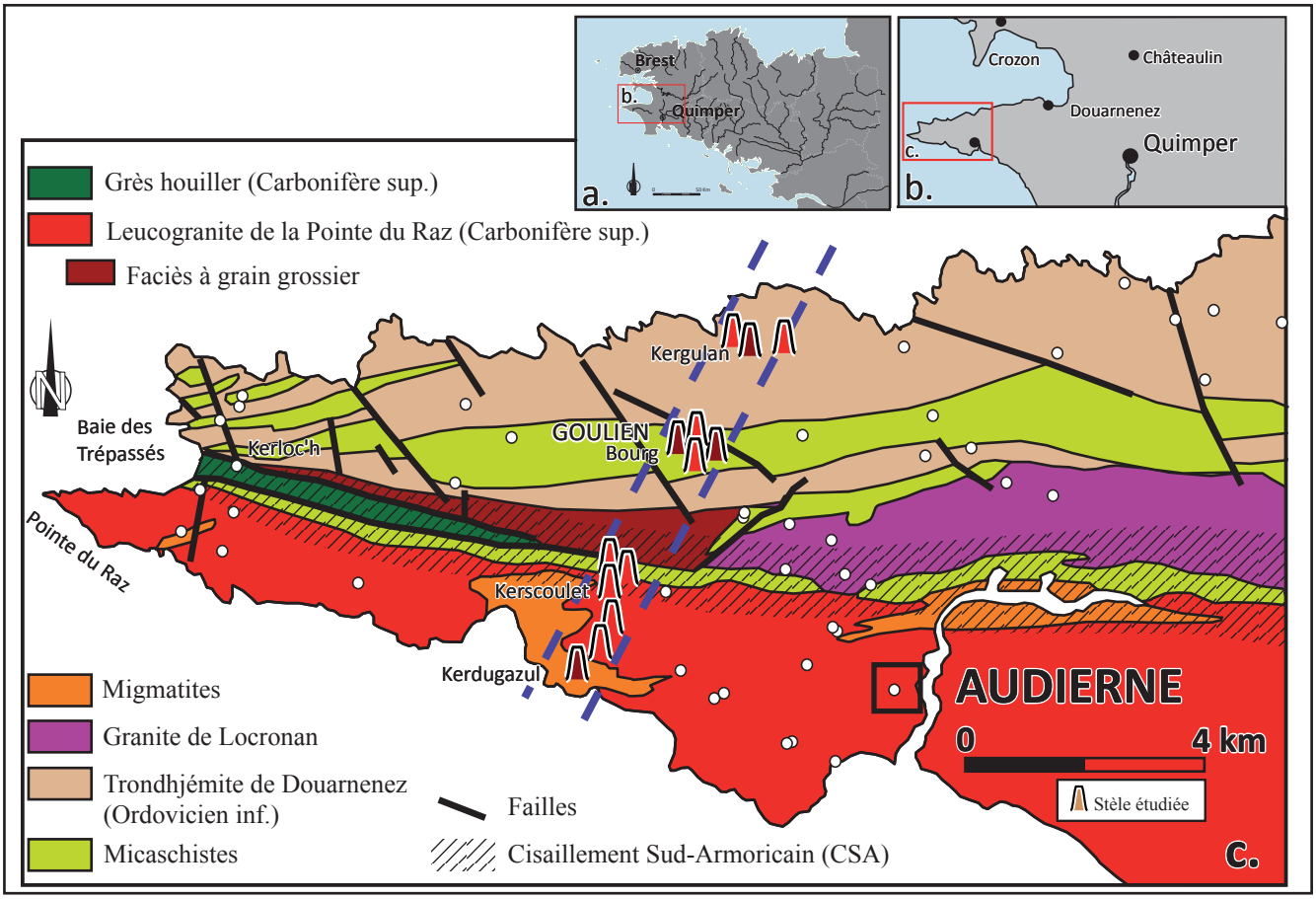

Fig. 1 – Schéma géologique du secteur du cap Sizun (Finistère) et la localisation des stèles. Les couleurs des symboles sont celles des lithologies correspondantes. Les cercles blancs représentent les stèles qui n'ont pas été étudiées d'un point de vue pétrographique et structural.

Fig. 1 – *Geological diagram of the Cap Sizun area (Finistère), including the stelae locations. Colours of the symbols are those of the corresponding lithological types. White circles for non-studied stelae.*

est celle du CSA, l'un des grands accidents décrochants dextres hercyniens, qui affecte diverses formations géologiques : les granites carbonifères de la pointe du Raz (surtout le faciès grossier) et de Locronan ; divers micaschistes ; et enfin, à l'ouest, l'étroit bassin sédimentaire de la baie des Trépassés, constitué de grès houiller et daté du Carbonifère supérieur.

Le secteur de Concarneau

Les formations géologiques de cette seconde zone d'étude, localisée au Sud-Est de la Cornouaille (fig. 2a-b), consistent principalement en divers massifs métamorphiques et plutons granitiques (Béchennec *et al.*, 1996 ; 1999 et 2001).

Les massifs métamorphiques sont les formations géologiques les plus anciennes de la zone : ils datent tous de la limite entre le Cambrien et l'Ordovicien inférieur (fig. 2c). Au sud de Trégunc, on rencontre les orthogneiss de Moëlan, ainsi que les gneiss et micaschistes du groupe de Nerly ; ces derniers affleurent également au nord de Concarneau, associés aux micaschistes du groupe de Merrien (Béchennec *et al.*, 2001). Ces trois ensembles sont regroupés dans la carte de la fig. 2c sous l'appellation « gneiss et micaschistes cambro-ordoviciens ». La plus importante formation métamorphique du secteur est le massif orthogneissique de Nizon. La roche est un gneiss « œillé » à grands cristaux de feldspaths potassiques, montrant une schistosité subverticale orientée approximativement est-ouest ou une linéation d'étirement (Béchennec *et al.*, 2001). Ce massif enclave les micaschistes de Melgven, qui forment une unité cartographique très étroite, parallèle à la schistosité régionale. Enfin, les amphibolites de Koad Konk dessinent une étroite bande de 50 à 250 m de large, à la limite entre le massif de Nizon et celui, plus au nord, de Pluguffan (fig. 2c).

Trois plutons granitiques carbonifères sont présents dans le secteur étudié. Le plus ancien, celui de Trégunc, daté de 330 ± 13 Ma (Carbonifère moyen ; Béchennec *et al.*, 1996), présente une structure isotrope, sauf sur sa bordure nord où le granite est affecté par un débit fruste subvertical et d'orientation est-ouest. Il s'agit d'une roche homogène, à grain grossier, caractérisée à l'œil nu par de grands cristaux de feldspath potassique et de larges paillettes de biotite. Outre ces deux minéraux, la roche est principalement composée de quartz et de plagioclase. Ce

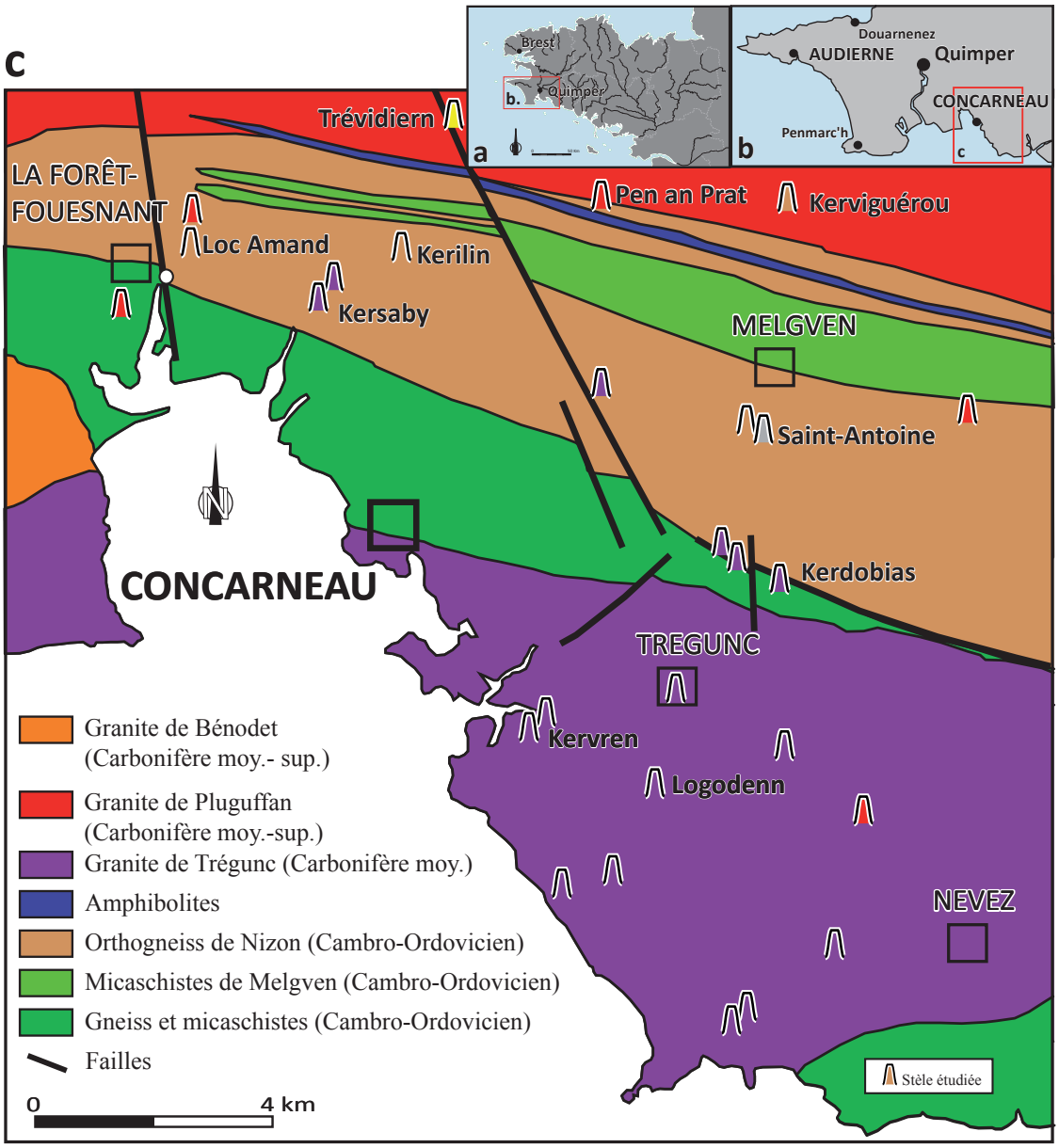

Fig. 2 – Schéma géologique du secteur de Concarneau (Finistère), avec les sites de découverte des stèles. Les couleurs des symboles sont celles de la lithologie correspondante. Stèle jaune : granodiorite de Quimper ; stèle bleu cair : trondhjémite. Le cercle blanc représente la seule stèle qui n'a pas été étudiée d'un point de vue pétrographique et structural.

Fig. 2 – *Geological diagram of the Concarneau area (Finistère), including the stelae discovery sites. Colours of the symbols are those of the corresponding lithological types. Yellow stela: granodiorite of Quimper; light blue stela: trondhjemite. The white circle is the single non-studied stela.*

granite se caractérise localement par des formes d'érosion remarquables, qui seront présentées en détail plus loin dans le texte. Le deuxième pluton, bien représenté dans le secteur d'étude, est le leucogranite de Pluguffan, daté, comme celui de la pointe du Raz, de 318 ± 4 Ma (Béchennec *et al.*, 1999). La roche est très claire et présente un grain de fin à moyen. Elle est constituée de feldspath potassique, de quartz, de plagioclase, et de mica en abondance, avec une nette prédominance de la muscovite sur la biotite. La schistosité qui l'affecte, en position verticale et d'orientation est-ouest, s'intensifie vers le nord à l'approche du CSA. Enfin, le troisième et dernier pluton du secteur d'étude est le granite grossier à deux micas de Loctudy-Bénodet, un faciès oriental du complexe granitique de Pont-l'Abbé. Il n'est représenté que dans une zone restreinte à l'ouest de la baie de Concarneau. Son âge est de 305 ± 6 Ma (Béchennec *et al.*, 1999).

CONTEXTE ARCHÉOLOGIQUE

Le cap Sizun

Le secteur du cap Sizun étudié intègre l'ensemble de la presqu'île de son extrémité occidentale jusqu'à l'est de

Pont-Croix (fig. 1c). La densité de stèles est très forte dans cette zone : cinquante-six ont été inventoriées, réparties de manière relativement homogène (la partie sud-est n'est pas comprise dans le territoire étudié). Aucune n'a été trouvée en contexte archéologique. Les zones de plus forte densité sont l'extrémité occidentale et une bande SSO-NNE passant par Primelin et Goulien (fig. 1c). Les treize stèles de ce transect ont fait l'objet d'une étude lithologique exhaustive, qui sera présentée plus loin.

L'inventaire de ces monuments fait apparaître une grande variété dans leur morphologie. Une rapide classification permet de dénombrer deux stèles hautes (supérieures à 2 m), sept stèles basses (inférieures à 1 m) et une stèle intermédiaire (entre 1 m et 2 m de hauteur). Leur taille varie de 0,43 m à 2,66 m de hauteur. Trois d'entre elles sont incomplètes, mais leur débitage en tronçons permet tout de même d'identifier la forme de leur fût (Kergulan, stèles 1 et 2, voir *infra* fig. 13 ; Kerscoulet, stèle 1, voir *infra* fig. 5a). Selon toute vraisemblance, les tronçons des stèles 1 et 2 de Kergulan appartiennent à des stèles hautes.

L'examen détaillé de ces monuments nous a permis de distinguer sept catégories, dont deux rassemblent quatre stèles chacune. Les cinq stèles restantes représentées dans ce transect par un seul exemplaire ne seront pas décrites. La première catégorie réunit des monuments à la morphologie non géométrique, leur allure générale évoquant la forme de blocs naturels au sommet arrondi et au fût parfois ventru. Néanmoins, l'observation attentive de certaines stèles permet de discerner un travail très fin de taille sur toute la surface de leur partie supérieure (comme sur celle de Kerscoulet 2, voir *infra* fig. 5a). On observe également, au sommet de quelques-uns de ces monuments, l'aménagement d'un petit plan horizontal (stèle de Kerdugazul, fig. 3c) que l'on ne trouve que dans le cap Sizun. La deuxième catégorie rassemble des monuments à la morphologie répandue en Cornouaille. Leur volume s'inscrit dans un cône allongé tronqué. La section à la base est ovalaire à subcirculaire, et bien souvent circulaire au sommet. Leur paroi est rarement rectiligne dans le plan vertical, elle apparaît généralement légèrement galbée (stèle de Goulien, fig. 3a).

Enfin, il est à noter que seules trois stèles sont décorées de cannelures verticales, dont les deux stèles situées près de l'église de Goulien (fig. 3a-b) et la stèle 1 découverte à Kergulan, qui présente en outre la particularité d'être inachevée (voir *infra* fig. 13).

Le secteur de Concarneau

Le second secteur d'étude s'inscrit dans un rectangle situé entre La Forêt-Fouesnant à l'ouest, la limite septentrionale de la commune de Melgven au nord et le bourg de Névez au sud-est (fig. 2c). Ce secteur, de surface comparable à celui du cap Sizun, présente une plus faible densité de stèles : vingt-huit monuments y ont été répertoriés, c'est-à-dire la moitié seulement. Toutes les lithologies ont été déterminées, à une exception près (fig. 2c). L'inventaire des stèles de ce territoire révèle, là encore, une grande diversité morphologique. Leur taille varie de 0,42 m (embase comprise) à 3,48 m (embase non comprise) de hauteur. On dénombre ainsi cinq stèles hautes, dix stèles basses, huit intermédiaires et cinq tronçons de stèle. Indépendamment de cette typologie, pas moins de neuf catégories morphologiques ont été identifiées, dont les trois principales sont les suivantes. La première, comparable à celle du cap Sizun, réunit neuf stèles trahissant la forme naturelle du bloc initial, avec quelques petites variantes. La deuxième catégorie peut être subdivisée en trois sous-ensembles. Ils ont en commun d'avoir morphologiquement le même type de sommet tronconique, mais un fût différent, selon qu'il soit tronc-pyramidal (six stèles, dont celles de Logodenn à Trégunc : fig. 3d, ou de Saint-Antoine à Melgven, voir *infra*), tronconique (quatre stèles, dont celle de Kérilin, Concarneau, voir *infra*) ou cylindrique (trois stèles, dont celles de Loc-Amand à La Forêt-Fouesnant et de Kerviguérou à Melgven, voir *infra*). Une troisième catégorie, originale par rapport au cap Sizun, se caractérise par un sommet tronc-pyramidal et un fût également tronc-pyramidal, telle la stèle de Kerdobias à Trégunc (fig. 3e).

Sept stèles présentent des ornementations. Les deux stèles hautes de Logodenn à Trégunc (fig. 3d) et de Kersaby 1 à Concarneau (voir *infra*, fig. 14b), ainsi que celle de Kerdalé à Trégunc – présumée haute avec son sommet manquant –, montrent systématiquement des cannelures verticales. Celle, fragmentée, de Roussica à Melgven (la plus à l'est de la fig. 2c) possède en outre une cannelure horizontale qui délimite la partie inférieure d'un probable registre en bandeau. La stèle intermédiaire de Kerviguérou à Melgven (Daire et Villard, 1996) est richement rehaussée d'un décor complexe de motifs géométriques organisés en frises horizontales et cannelures verticales : haut du fût souligné de registres horizontaux de frises de dents de loup, surmontant des motifs inspirés de la grecque et une frise de doubles esses enroulées ; partie médiane décorée de cannelures verticales et base couverte d'une double frise de chevrons emboîtés (voir *infra* fig. 9d). Les décorations des stèles basses se démarquent des précédentes. Un lien étroit existe entre la forme du support et le choix des motifs. La stèle basse hémisphérique de Poulgigou à La Forêt-Fouesnant, brisée, est décorée d'une frise horizontale de X surmontant un bandeau orné peu lisible, sans doute des zigzags, délimité par deux cannelures (Daire et Villard, 1996). Enfin, la stèle basse de Penn an Prat à Melgven présente deux gorges parallèles courbes répétées latéralement (fig. 3f).

Contrairement au secteur du cap Sizun, les contextes archéologiques de deux stèles ornées sont bien connus par les fouilles archéologiques menées au début des années 1990 à Kerviguérou à Melgven et à Poulgigou à La Forêt-Fouesnant. La stèle intermédiaire de Kerviguérou a déjà fait l'objet de plusieurs publications (Daire et Villard, 1996 ; Villard-Le Tiec *et al.*, 2003) en raison du caractère exceptionnel de son décor gravé. Dans les deux cas, les stèles pro-

Fig. 3 – Quelques exemples de stèles des deux secteurs.

Fig. 3 – *Some examples of stelae from both areas.*

viennent de nécropoles à incinération, bien datées par les urnes et les parures en bronze et en verre. Une attribution au ve siècle avant notre ère est proposée, avec un démarrage un peu plus précoce à Melgven, à la fin du vi^e^ siècle av. J.-C. (Daire et Villard, 1996). Si la morphologie d'une stèle peut être considérée comme un marqueur chronologique, il est dès lors plausible que la stèle en orthogneiss de Loc Amand (voir *infra* fig. 9a), de mêmes type et lithologie que celle de Kerviguérou, lui soit contemporaine.

UNE LITHOLOGIE HOMOGÈNE OU HÉTÉROGÈNE EN FONCTION DES SECTEURS

L'étude pétrologique et structurale comparative des formations géologiques et des stèles a permis d'attribuer un massif source à tous les monuments étudiés dans le transect SSO-NNE du cap Sizun (fig. 1c) et à la plupart de ceux du secteur de Concarneau (fig. 2c). Les photographies de lames minces présentées en fig. 4 illustrent la méthode comparative utilisée (stèle granitique de Kersaby et stèle gneissique de Kerilin, Concarneau : détails à l'œil nu en fig. 4a-d ; vues microscopiques d'esquilles de stèles en fig. 4b-e ; vues microscopiques d'échantillons prélevés dans les massifs sources en fig. 4c-f).

Dans le premier secteur d'étude, l'un des aspects les plus remarquables apparaissant sur la carte de la fig. 1c est la grande homogénéité lithologique des stèles le long du transect SSO-NNE : en effet, tous les monuments montrent une minéralogie caractéristique du leucogranite de la pointe du Raz, avec en particulier de grandes lamelles de muscovite. La seule différence significative est le grain plus ou moins grossier à l'œil nu, caractéristique qui nous a permis de distinguer les stèles extraites du massif leucogranitique principal, à grain fin, de celles provenant, selon toute vraisemblance, de l'unité à faciès grossier, localisée dans la partie centre-ouest de la presqu'île (fig. 1c). Cette tendance a été confirmée par l'examen des huit stèles les plus occidentales du secteur, lesquelles, à une exception près, ont toutes également une lithologie leucogranitique. Il y a donc eu transport systématique vers le nord des stèles, ou des matériaux bruts à leur origine (voir *infra*).

Dans le secteur de Concarneau, les résultats font apparaître une situation plus complexe (fig. 2c). D'abord, deux stèles présentent une lithologie distincte de celle des massifs présents dans le secteur : la stèle basse de Trévidiern (Concarneau) est en granodiorite de Quimper (grain fin, légère schistosité soulignée par le mica, plagioclase nettement plus abondant que le feldspath potassique, richesse en biotite) ; la stèle basse de Saint-Antoine (Melgven) est de minéralogie trondhjémitique (roche très claire et non orientée, plagioclase abondant, pas de biotite). Cette dernière lithologie, rare en Cornouaille (à l'exception du massif trondhjémitique de Douarnenez, qui est orienté et dont les faciès pétrographiques sont différents), est plus fréquente dans le Léon et dans le bassin de Morlaix (Finistère). Malgré son grain très grossier, la roche la plus utilisée du secteur est le granite de Trégunc : à une exception près, toutes les stèles dont le site de découverte est localisé dans les limites du massif de Trégunc sont de cette lithologie, ainsi que quatre monuments situés à moins de quatre kilomètres de sa bordure nord (les deux stèles de Kersaby, plus éloignées, seront discutées *infra*). Les stèles en gneiss de Nizon (voir *infra*) sont toutes situées sur le massif correspondant, sauf celle de Kerviguérou, découverte à moins d'un kilomètre de sa bordure nord. Enfin, les stèles en granite de Pluguffan sont celles qui ont le plus voyagé, jusqu'à huit kilomètres vers le sud. Sur les cinq monuments de cette lithologie dans le secteur étudié, un seul a été découvert dans les limites du massif (fig. 2c).

À quelques exceptions près, la tendance dans le secteur de Concarneau a donc été de privilégier la roche naturellement présente dans l'environnement immédiat. Une telle observation avait déjà été faite par Chauris (1995) pour les stèles de l'âge du Fer du Léon (Finistère), dont les sites de découverte sont généralement localisés dans les limites des massifs sources ou à une distance de moins de quatre kilomètres de leur bordure. Une différence manifeste apparaît donc ici avec le secteur du cap Sizun, où les stèles sont presque exclusivement constituées par les deux faciès leucogranitiques de la pointe du Raz, quel que soit l'éloignement de leur site d'érection par rapport au massif granitique source.

UTILISATION (OU NON) DE FORMES NATURELLES POUR LES STÈLES GRANITIQUES

Les petites stèles sphéroïdales du secteur du cap Sizun

Le secteur du cap Sizun se caractérise par l'abondance de petites stèles de forme sphéroïdale ou ellipsoïdale peu allongée, dépourvues d'embase renflée (fig. 3c et fig. 5). On peut s'interroger sur la morphologie initiale des objets lithiques utilisés par les artisans de l'âge du Fer en vue de façonner ce genre de monuments. Ont-ils utilisé des masses de granite de forme quelconque ou se sont-ils servis de blocs naturellement bombés ? Deux séries d'observations permettent d'apporter des éléments de réponse à cette question.

Ces stèles ont une taille et une forme comparables aux boules de chaos granitique que l'on rencontre fréquemment le long du littoral du cap Sizun. Il s'agit de blocs issus de processus d'altération chimique et d'érosion du granite. L'eau de surface circule dans les diaclases – fractures qui n'ont pas été le siège de déplacements relatifs d'un compartiment rocheux par rapport à un autre – et peu à peu transforme les minéraux les plus altérables – essentiellement les feldspaths – en produits argileux et micacés. Ce phénomène se développe depuis les diaclases vers l'intérieur de la masse granitique. L'érosion due aux mouvements hydrauliques littoraux (courants, vagues) extrait les produits d'altération des parties les moins profondes du massif, ce qui tend à arrondir progressivement les prismes rocheux limités par les fractures (fig. 6). Ces processus aboutissent à la formation d'amas de blocs sphéroïdaux de diverses tailles, qui donnent l'impression d'avoir été entassés les uns sur les autres, mais qui en fait sont peu mobiles.

L'étude des stèles de Kerscoulet à Primelin et de Kerloc'h à Cléden-Cap-Sizun (fig. 1c) permet de se rendre compte que les artisans ont utilisé des blocs de chaos granitique et qu'ils les ont très peu modifiés. En effet, seules les

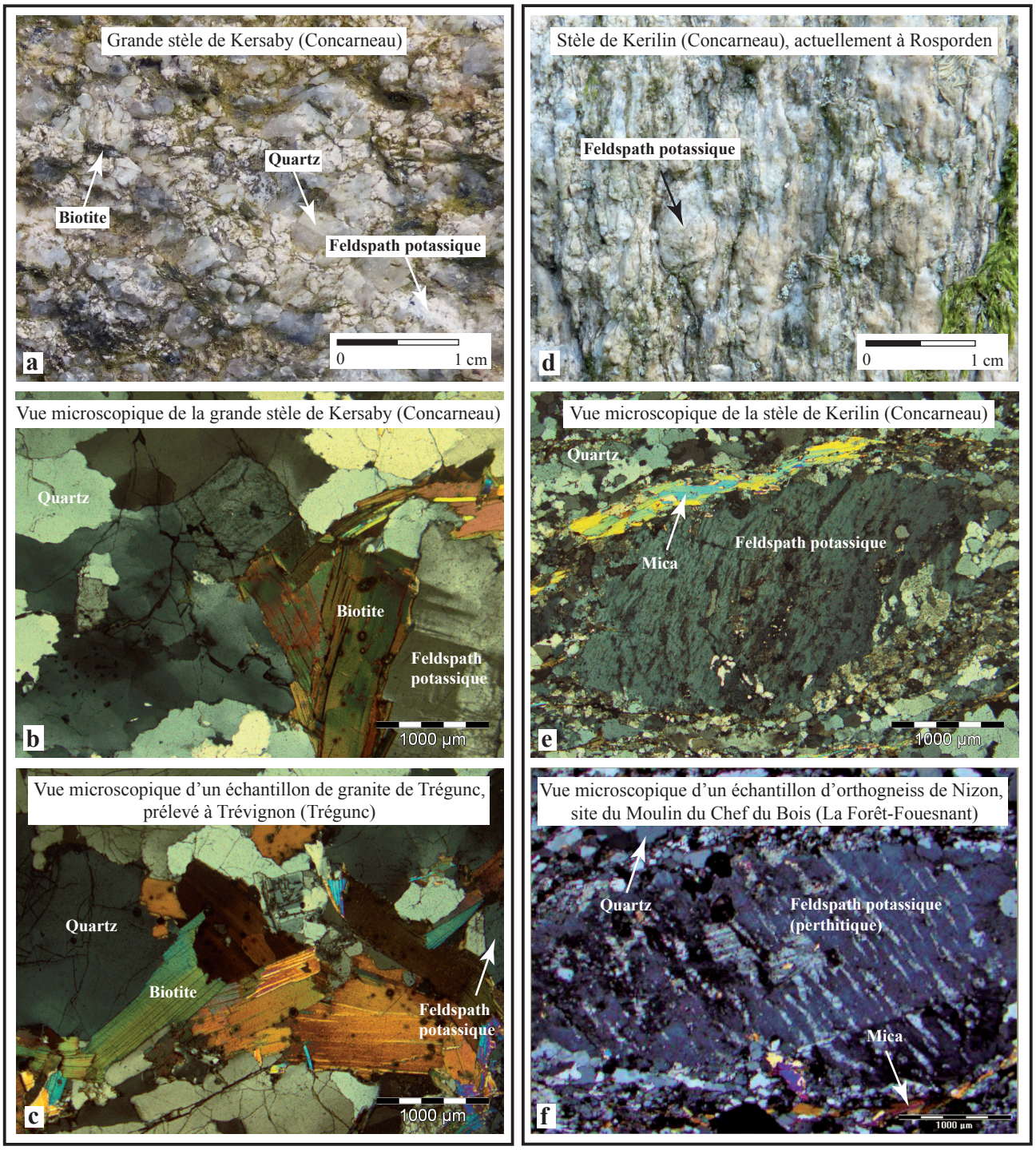

Fig. 4 – Détails de la pétrographie des stèles de Kersaby et de Kerilin (Concarneau) et d'échantillons en provenance des massifs sources correspondants (granite de Trégunc et orthogneiss de Nizon, respectivement). Les microphotographies de lame mince sont en lumière polarisée et analysée. a : zoom photographique de la stèle de Kersaby ; b : microphotographie de lame mince de la stèle de Kersaby ; c : microphotographie de lame mince d'un échantillon du massif granitique de Trégunc ; d : zoom photographique de la stèle de Kerilin ; e : microphotographie de lame mince de la stèle de Kerilin ; f : microphotographie de lame mince d'un échantillon du massif orthogneissique de Nizon (microphotographies N. Mollon).

Fig. 4 – *Petrographic details of both Kersaby and Kerilin stelae (Concarneau) and of corresponding source massif samples (Trégunc granite and Nizon orthogneiss, respectively). The thin plate photomicrographs are with crossed nicols. a: photographic zoom of the Kersaby stela; b: thin plate photomicrographs of the Kersaby stelal; c: thin plate photomicrographs of a Trégunc granite sample; d: photographic zoom of the Kerilin stela; e: thin plate photomicrographs of the Kerilin stela; f: thin plate photomicrographs of a Nizon orthogneiss sample (photomicrographs N. Mollon).*

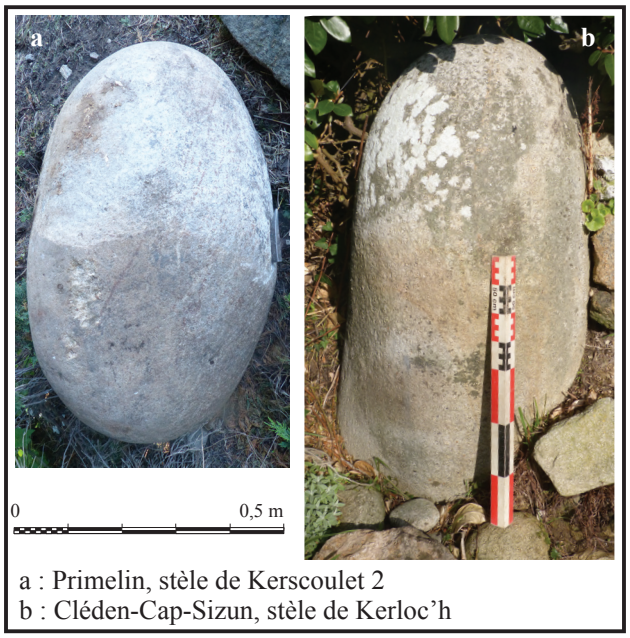

Fig. 5 – Petites stèles de Kerscoulet (Primelin) et de Kerloc'h (Cléden-Cap-Sizun). Voir les explications dans le texte.

Fig. 5 – *Small stelae from both Kerscoulet (Primelin) and Kerloc'h (Cléden-Cap-Sizun). See text for explanations.*

parties hautes des deux monolithes ont été travaillées, en vue de rendre leur surface plus régulière, tandis que le reste des stèles présente une morphologie strictement naturelle. On le constate de manière spectaculaire sur la stèle de Kerscoulet (fig. 5a). Sur celle de Kerloc'h (fig. 5b), on remarque que la base (ou l'embase) montre des irrégularités de surface avec des renflements, tandis que la moitié sommitale est parfaitement régulière. Ceci suggère une intervention humaine, même si, dans ce dernier cas, l'érosion ne permet pas de distinguer clairement des traces de smillage.

Une telle concordance entre la morphologie d'une roche sur affleurement naturel et la forme finale d'un monolithe a été mise en évidence et étudiée par Sellier (1991 et 1995) pour les menhirs de Carnac.

Les petites stèles hémisphériques à large embase du secteur de Concarneau

Deux monuments de Kervren à Trégunc, dans le secteur de Concarneau, constitués de granite de Trégunc et découverts dans les limites du massif (fig. 2c), attirent l'attention. Le premier est une petite stèle hémisphérique à très large embase, haute de 0,56 m (fig. 7a). Ce type de morphologie n'a été observé nulle part ailleurs en Cornouaille. Le second ressemble au précédent, mais est dépourvu d'embase (fig. 7b). Sa partie basse est extrêmement irrégulière. On devine des cicatrices suggérant que des renflements ont été détachés. Ces « blocs à piédestal » rappellent certaines observations faites par Sellier (1991 et 1995) sur les menhirs néolithiques de Carnac.

À Kermadoué, dans la même commune, affleurent d'étonnantes formes d'érosion. Il s'agit de blocs de chaos isolés qui, contrairement aux boules sphéroïdales du genre de celles observées sur la côte du cap Sizun, se présentent sous la forme de demi-sphères solidarisées à un plateau nettement plus large, entaillé de diaclases (fig. 7c-d-e). Ces structures érosives sont spécifiques au granite de Trégunc. La similitude entre ces formes naturelles et la morphologie de la stèle 1 de Kervren (fig. 7a) saute aux yeux. À tel point que lors d'une première reconnaissance, les formes d'érosion de Kermadoué avaient été confondues avec des stèles. Le monument 2 (fig. 7b) peut être vu comme une stèle dont l'embase renflée aurait été réduite.

Ces exemples attestent que, pour de nombreuses petites stèles granitiques de Cornouaille, les artisans de l'âge du Fer ont travaillé des matériaux rocheux présentant des morphologies érosives remarquables. Ils se sont généralement contentés de régulariser les surfaces, parfois de réduire certaines parties des blocs initiaux.

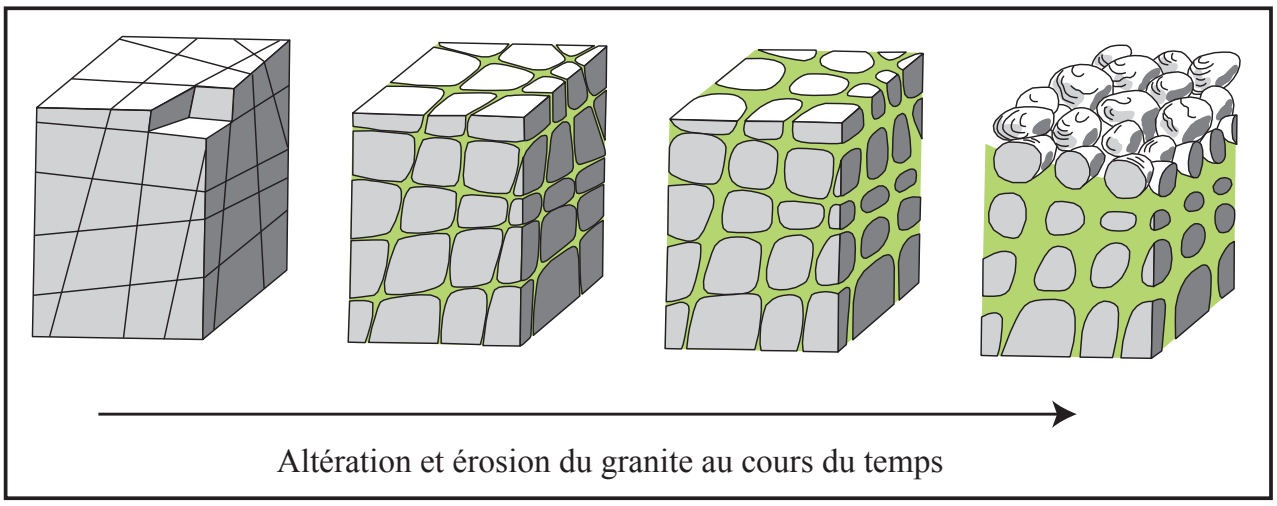

Fig. 6 – Schémas montrant les processus d'altération et d'érosion à l'origine des chaos granitiques (modifié d'après Jonin, 2010).

Fig. 6 – *Diagrams of alteration and erosion processes leading to granitic chaos (modified from Jonin, 2010).*

Fig. 7 – Les deux stèles de Kervren et les formes d'érosion de Kermadoué (Trégunc).

Fig. 7 – *The two Kervren stelae and the Kermadoué erosional forms (Trégunc).*

Les stèles hautes tronconiques

Cinq stèles du secteur de Concarneau sont de grande taille et deux tronçons de stèles sont supposés appartenir à des stèles hautes. Elles ont une forme tronconique très allongée (fig. 3d), parfois même en « cigare ». Parmi celles-ci, quatre ont une pétrographie gneissique et trois granitique. La forme globale et la hauteur de ces stèles hautes ne dépendent pas de leur lithologie. Or, si les artisans de l'âge du Fer ont incontestablement utilisé des formes naturelles pour façonner les stèles tronconiques gneissiques (voir *infra*), ceci n'est pas le cas pour les stèles hautes granitiques. En effet, aucune morphologie géologique en cigare n'a été observée ni dans le massif de Trégunc, ni dans celui de Pluguffan. Faut-il donc proposer l'hypothèse d'un débitage important de masses granitiques ayant une forme initiale éloignée de celle à laquelle les artisans ont voulu aboutir ? Une hypothèse alternative, déjà évoquée par Chauris (1995) pour les stèles hautes du Léon, est celle d'une réutilisation de menhirs. À ce stade, aucun fait ne permet d'étayer cette conjecture. Pour tester la théorie de Chauris (1995), il conviendrait de mener une étude comparative, à la fois morphologique et statistique, sur les deux groupes de monuments de la région.

LE CAS SPÉCIFIQUE DES STÈLES GNEISSIQUES TRONCONIQUES DU SECTEUR DE CONCARNEAU

Le massif orthogneissique de Nizon

La formation orthogneissique de Nizon est un vaste massif allongé ONO-ESE, qui s'étend au nord de Concarneau sur une quarantaine de kilomètres (fig. 8). L'âge de mise en place du protolithe granitique est de 489 ± 5 Ma (Cocherie, 1999), ce qui correspond à la limite entre le Cambrien et l'Ordovicien. La roche présente trois faciès pétrographiques principaux, sans zonéographie particulière : ceux-ci se rencontrent n'importe où dans le massif, souvent associés, même si l'un d'eux peut être localement prédominant (Béchennec *et al.*, 2001). Le faciès 1 est un gneiss gris à grain fin, très micacé, avec de rares « yeux » de feldspath de moins d'un centimètre de long. Le deuxième correspond à un gneiss clair à grain moyen, constitué d'une alternance de niveaux quartzo-feldspathiques et micacés (muscovite dominante), englobant des « yeux » de feldspath de plusieurs centimètres. Enfin, le faciès 3, proche du précédent, est plus riche en biotite, ce qui lui confère une teinte sombre.

Dans le cadre de cette étude, des analyses chimiques ont été effectuées au laboratoire « Domaine océanique » de l'Institut universitaire européen de la mer (IUEM) de l'université de Brest : éléments majeurs par spectrométrie d'émission atomique à source d'ionisation par plasma à couplage inductif (ICP-AES), éléments en trace par spectrométrie de masse également couplée à une torche à plasma (Thermo ICP-MS QUAD) et rapports isotopiques radiogéniques par spectrométrie de masse à thermo-ionisation (TI-MS Triton). Les analyses permettent de caractériser, à l'origine des orthogneiss, des granites hyperalumineux ($66,5 < SiO_2 < 73,9$ pond. %; $14,1 < Al_2O_3 < 16,2$ pond. %), riches en potassium ($3,79 < K_2O < 5,39$ pond. %), dont l'origine profonde est à rapporter à la fusion d'anciennes roches sédimentaires de la croûte continentale inférieure. Le massif de Nizon expose une large gamme pétrographique depuis une composition de monzogranite (faciès biotitique sombre 3) jusqu'à celle d'un leucogranite à feldspath alcalin (échantillon riche en

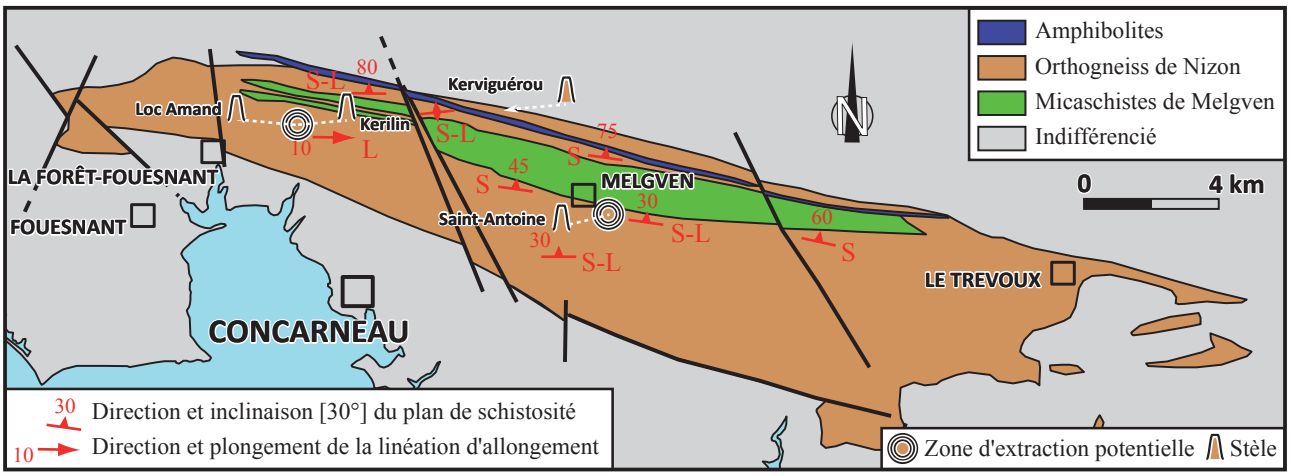

Fig. 8 – Schéma géologique du massif orthogneissique de Nizon, sur lequel des données structurales ont été reportées, ainsi que les sites de découverte des quatre stèles de lithologie correspondante et leurs zones d'extraction potentielles (Moulin du Chef-du-Bois, La Forêt Fouesnant à l'ouest, et Questel, Melgven, dans la partie centrale du massif).

Fig. 8 – *Geological diagram of the Nizon orthogneissic massif, with structural data, and location of discovery sites and potential extraction zones (Moulin du Chef-du-Bois, La Forêt Fouesnant to the west, and Questel, Melgven, in the central zone of the massif).*

muscovite du faciès 2, prélevé au sud-est de Melgven), en passant par une composition syénogranitique (faciès 1).

Lors de la compression hercynienne au Carbonifère, les anciennes roches granitiques cambro-ordoviciennes ont été aplaties et étirées pour aboutir à des orthogneiss affectés par une schistosité ou une linéation. Ces structures ont été observées et mesurées au niveau d'une bande cartographique de 4 × 20 km, localisée entre La Forêt-Fouesnant et Melgven (fig. 8). Compilés aux données structurales existantes (Béchennec *et al.*, 2001), nos résultats mettent en exergue un certain nombre de faits majeurs. La direction du plan de schistosité principal (S) est bien réglée à l'échelle régionale, entre N90°E et N110°E, parallèle aux limites cartographiques des différentes unités lithologiques. L'inclinaison du plan S est très variable, oscillant entre 25° et la verticale. En position inclinée, il est systématiquement penté vers le nord. Les variations d'inclinaison de la schistosité régionale ne semblent pas aléatoires à l'échelle de la zone d'étude ; les surfaces les moins inclinées s'observent au sein d'une bande méridionale s'étendant à environ 1 km au sud de Melgven. Vers le nord, l'attitude de la schistosité se redresse jusqu'à atteindre la position verticale au contact avec le granite de Pluguffan. Une linéation d'allongement (L) est omniprésente dans les orthogneiss à l'échelle régionale. Elle est associée, ou non, au plan de schistosité, déterminant ainsi deux types de fabriques structurales, déterminantes pour la présente étude (voir *infra*). Dans tous les cas de figure, la linéation est en position quasi horizontale, avec des plongements n'excédant pas 20°. Enfin, l'orthogneiss de Nizon présente une autre caractéristique structurale spécifique. Il s'agit de la dissymétrie de forme de cristaux étirés. En effet, le long de surfaces d'observation orthogonales au plan de schistosité S, certains mégacristaux de feldspath ont une forme sigmoïdale. Le profil de ces derniers, soit en « S », soit en « Z », est classiquement interprété comme marqueur du sens du cisaillement accompagnant la déformation (Mercier et Vergely, 1992). Dans le cas présent, les mégacristaux étirés de feldspath présentent systématiquement une dissymétrie en « Z », induite par un cisaillement de type sénestre.

Pétrographie et structure des quatre stèles orthogneissiques du secteur de Concarneau

Parmi les stèles hautes tronconiques du secteur de Concarneau, quatre d'entre elles ont une lithologie de type orthogneissique. La stèle la plus occidentale est érigée à proximité du hameau de Loc Amand à La Forêt-Fouesnant (fig. 2c), près de son lieu de découverte (fig. 9a) ; celle trouvée à Kerilin à Concarneau est actuellement dressée dans une propriété privée de Rosporden (fig. 9b) ; la troisième, élevée près de la chapelle de Saint-Antoine à Melgven (fig. 2c) à côté d'une stèle basse de lithologie trondhjémitique, a été découverte dans un terrain voisin (fig. 9c) ; enfin, la quatrième est la très belle stèle ornée de plus petite taille découverte à Kerviguérou (fig. 2c) et actuellement conservée dans une propriété privée de Kergleuziou, dans la même commune (fig. 9d).

Les quatre stèles orthogneissiques du secteur de Concarneau présentent de très grandes analogies lithologiques et structurales. Elles sont toutes constituées d'orthogneiss œillé de couleur claire à grain moyen, dont les mégacristaux – ou « yeux » – pluricentrimétriques de feldspath sont fortement orientés en position verticale, parallèlement à l'axe d'élongation des stèles (fig. 9 et 10). La muscovite est nettement plus abondante que la biotite. Elles présentent donc toutes les caractéristiques pétrographiques du faciès de type 2 du massif de Nizon, tel que défini ci-dessus. L'axe d'allongement de la stèle de Saint-Antoine est souligné en outre par des lentilles

Fig. 9 – Les quatre stèles en orthogneiss de Nizon du secteur de Concarneau (clichés et dessins des auteurs, sauf a : cliché N. Mollon et d : dessin M. Dupré).

Fig. 9 – *The four Nizon orthogneissic stelae from the Concarneau area (photographs and drawings from the authors, except for a: photograph N. Mollon, and d: drawing M. Dupré).*

Fig. 10 – Détails de la stèle gneissique de Saint-Antoine (Melgven). a : enclave étirée de micaschiste, parallèle à l'axe d'élongation de la stèle ; b : mégacristal de feldspath potassique de forme sigmoïde, montrant une dissymétrie en « Z » induite par un cisaillement sénestre.

Fig. 10 – *Details of the Saint-Antoine gneissic stela (Melgven). a: stretched micaschist xenolith parallel to the lengthening axis of the stela; b: Z-shaped K-feldspar megacryst resulting from sinistral shearing.*

très étirées de matériel sombre, à grain très fin, dépourvu de feldspath (fig. 10a). Il s'agit d'enclaves de micaschiste appartenant probablement à l'unité de Melgven, enclavée dans le massif de Nizon (fig. 2c).

Il vient d'être montré comment certaines caractéristiques pétrographiques et structurales des stèles peuvent servir de « signature » pour identifier le massif dont elles sont originaires. S'il ne fait ainsi aucun doute que toutes les stèles gneissiques découvertes dans les limites du massif de Nizon – ou à proximité immédiate – en sont originaires, il convient à présent de localiser avec précision leurs zones d'extraction potentielles. Cela nécessite dans un premier temps de s'interroger sur les formes naturelles qui ont été utilisées par les artisans de l'époque, par le biais de critères structuraux plus contraignants relatifs à la fabrique tectonique des stèles.

Fabrique tectonique des stèles

Comme toute roche raccourcie ou « tectonite », les orthogneiss de Nizon se sont déformés par aplatissement selon un plan de schistosité S, orienté plus ou moins orthogonalement à la compression principale. Si l'on admet que le volume de la roche n'a pas varié pendant la déformation, cela implique qu'elle a également subi un allongement dans le plan d'aplatissement. Cet allongement L peut s'opérer de diverses manières, entre deux cas extrêmes. Soit il s'effectue dans toutes les directions, de façon radiale, dans le plan d'aplatissement, aboutissant ainsi à une roche aplatie à débit planaire ou en feuillet (plan de schistosité S) que l'on qualifie de « tectonite S » (fig. 11a). Soit, l'allongement de la matière s'opère selon une direction privilégiée (L) dans le plan d'aplatissement et la roche déformée acquiert alors un débit strictement linéaire, caractéristique d'une tectonite L (fig. 11a). Ce dernier type de roche, qui implique des taux de déformation (cisaillement) extrêmes, s'observe rarement dans les chaînes de montagnes où prédominent surtout les roches raccourcies à structure intermédiaire, associant aplatissement et allongement (tectonites S-L, fig. 11a).

Il existe une autre manière, plus quantitative, de visualiser la déformation d'une roche. Elle consiste à considérer la transformation d'une sphère (état initial non déformé) en un ellipsoïde (état final déformé), l'ellipsoïde se définissant par ses trois axes, orthogonaux deux à deux, $x \geq y \geq z$ (fig. 11b). Les rapports des longueurs de ces axes (x/y et y/z), reportés sur un diagramme dit de Flinn (Flinn, 1962), renseignent sur la forme de l'ellip-

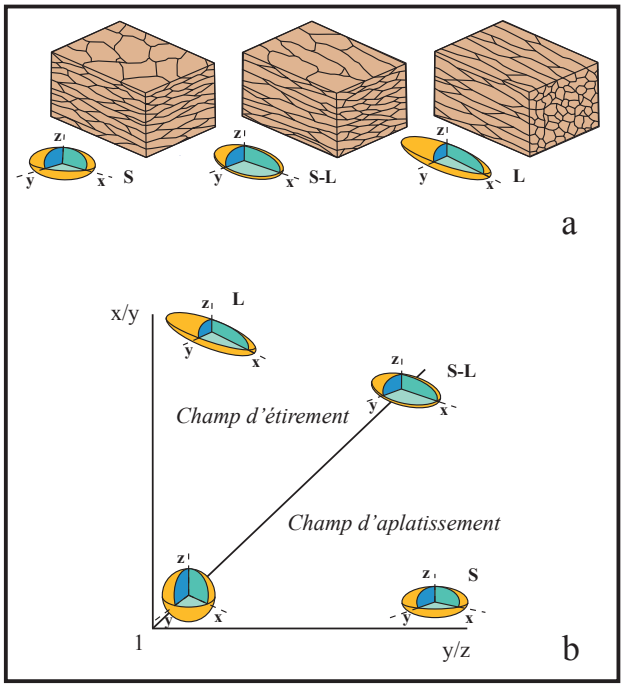

Fig. 11 – Ellipsoïdes de déformation. a : tectonite S, où la déformation se fait par aplatissement selon un plan de schistosité S, orienté perpendiculairement à la compression principale ; tectonite S-L, associant aplatissement et allongement ; tectonite L, où la matière est allongée selon une direction privilégiée dans le plan d'aplatissement ; b : diagramme x/y *versus* y/z de Flinn (1962), montrant les ellipsoïdes de déformation, définis par leur trois axes orthogonaux 2 à 2 : x ≥ y ≥ z, associés aux tectonites S, S-L et L.

Fig. 11 – *Strain ellipsoids. a: S-tectonite deformed by flattening and displaying a schistosity plane (S), perpendicular to the main compression; S/L-tectonite, dominated by flattening and stretching; L-tectonite, with highly stretched material in the flattening plane; b: x/y versus y/z Flinn's (1962) diagram, showing the strain ellipsoids (with three orthogonal axes: x ≥ y ≥ z) of S-, S/L-, and L-tectonites, respectively.*

soïde de déformation qui, là encore, évolue entre deux cas extrêmes. Un ellipsoïde en galette, situé dans le champ de l'aplatissement, correspond à une roche déformée de type tectonite S, tandis qu'un ellipsoïde en cigare, situé dans le champ de la constriction, est spécifique de tectonites L (fig. 11b).

L'examen approfondi des quatre stèles étirées de Nizon nous permet d'identifier deux types de fabrique tectonique. La stèle de Saint-Antoine montre un étirement des feldspaths parallèlement à des plans verticaux, discrets, mais dont la trace s'observe à la surface des stèles. Ces plans, assimilables à la schistosité de la roche, confèrent à la stèle une section de base nettement aplatie, de forme subrectangulaire (fig. 9c). À l'inverse, les sections parfaitement circulaires que présentent, orthogonalement à leur axe, les stèles de Loc Amand, Kerilin et Kerviguérou (fig. 9a-b et d) traduisent l'absence de schistosité dans la roche.

Ce qui est remarquable, c'est que les stèles orthogneissiques du secteur de Concarneau sont une matérialisation presque parfaite des ellipsoïdes de déformation. L'axe d'allongement x correspond systématiquement au grand axe des stèles. Dans le cas des monuments à section circulaire de Loc Amand, Kerilin et Kerviguérou (fig. 9a-b et d), on se trouve en présence d'ellipsoïdes caractéristiques de tectonites L, où x >> (y ≈ z) (fig. 11b). Dans le cas de la stèle de Saint-Antoine, dont la section basale est aplatie (fig. 9c), on a affaire à un ellipsoïde de type tectonite S-L, où x > y > z (fig. 11b). Il est donc vraisemblable que les artisans de l'âge du Fer se sont servis, en vue de façonner les stèles, de formes naturelles préexistantes, mais cette fois conditionnées non pas par des morphologies d'érosion, comme pour certains monuments granitiques, mais par la structure – ou fabrique – intime de la roche. Le fait que les monuments s'inscrivent mieux dans des volumes tronconiques que strictement ellipsoïdaux (fig. 9) pourrait signifier que les « cigares » naturels ont été tronqués à leur base ou taillés.

Autre critère structural discriminant déjà mentionné, les quatre stèles orthogneissiques possèdent des « yeux » étirés de feldspath montrant une dissymétrie en « Z » typique d'une déformation par un cisaillement sénestre. Ceci est particulièrement net sur la stèle de Saint-Antoine (fig. 10b).

Découverte de deux sites d'extraction potentiels

L'analyse structurale fine des stèles orthogneissiques a permis de montrer qu'ont été utilisés des blocs « en cigare » de type tectonites S-L (Saint-Antoine) et L (les trois autres monuments). En combinant ces données avec les contraintes pétrographiques, il a été possible de localiser deux sites d'extraction potentiels au sein du massif de Nizon.

Le premier site se situe au sud-est de Melgven, près du lieu-dit Questel (fig. 8). Il s'agit d'une zone topographiquement basse, en rive ouest d'un petit cours d'eau, où le soubassement rocheux n'est que très localement exposé. L'un des affleurements les plus significatifs correspond à un ancien front de taille de dimensions modestes, n'excédant pas 2-3 m de haut, le long duquel est exposé le faciès de type 2 de l'orthogneiss de Nizon. Les « yeux » de feldspath potassique sont fortement étirés, matérialisant une linéation d'allongement L faiblement inclinée (20°) au nord-est. Cette linéation est portée par un plan d'aplatissement relativement espacé (schistosité S), penté de 30° au nord, responsable du débit planaire assez fruste de la roche. Il en résulte un orthogneiss étiré dont la fabrique tectonique, de type S-L, n'est pas sans rappeler celle de la stèle de Saint-Antoine, située à vol d'oiseau à 1,6 km vers le sud-ouest (fig. 8) et découverte à proximité de son emplacement actuel. Bien que l'affleurement de Questel soit dépourvu d'enclaves micaschisteuses, contrairement à la stèle de Saint-Antoine (fig. 10a), la proximité de l'unité de micaschiste de Melgven (fig. 8) est un argument supplémentaire pour considérer cette zone comme étant très proche du site d'extraction de la stèle.

Le second site est celui du Moulin du Chef-du-Bois, localisé à La Forêt-Fouesnant près du cours d'eau Saint-Laurent, à environ 2 km au nord de son embouchure et à 1 km à l'ouest du hameau de Kerilin (fig. 8 et 12). On peut supposer que les deux stèles voisines de Loc Amand (La Forêt-Fouesnant) et de Kerilin (Concarneau), ainsi que celle plus éloignée de Kerviguérou (Melgven), en sont issues. Il s'agit d'une zone à topographie accidentée, creusée par la vallée étroite submé-ridienne où coule le Saint-Laurent. Ce site couvre une surface importante sur le versant occidental du cours d'eau. Les nombreux affleurements rocheux disséminés en sous-bois correspondent, sans exception, à des orthogneiss de Nizon (faciès 2) intensément déformés (fig. 12 a-b-c), dont les mégacristaux étirés de feldspath montrent systématiquement une dissymétrie en « Z » caractéristique d'un cisaillement sénestre (fig. 12d). L'étirement extrême se marque par une fabrique de type

Fig. 12 – Localisation de la zone d'extraction potentielle du Moulin du Chef-du-Bois et photographies d'affleurements d'orthogneiss de type tectonite L (clichés N. Mollon).

Fig. 12 – *Location of the Moulin du Chef-du-Bois potential extraction zone and rock outcrop photographs of L-tectonite-type orthogneiss (photos N. Mollon).*

tectonite L, à linéation d'allongement faiblement inclinée de quelques degrés vers l'est (fig. 8). On rapporte à cette fabrique leur débit en cigares emboîtés, plus ou moins perceptible en fonction du degré de dégagement de la gangue rocheuse (fig. 12 a-b). Différents stades paraissent échelonnés le long de la topographie. Au sommet du versant, les orthogneiss forment des masses rocheuses oblongues, en position quasi horizontale, parallèlement à la linéation d'étirement de la roche, mais sans que s'en dégagent des structures cylindriques franches. À mi-pente, des orthogneiss émergent partiellement de la topographie sous la forme de cylindres horizontaux emboîtés dont la section circulaire varie du décimètre au mètre (fig. 12 a-b-c). Ces dimensions correspondent exactement à celles des stèles de Loc Amand - Kerilin et de Kerviguérou (fig. 9). Enfin, à proximité de la rivière, dans le fond de la vallée, s'observent quelques blocs épars d'orthogneiss très allongés, de plusieurs mètres de long, dont il est difficile de savoir si leur individualisation est naturelle ou résulte de l'intervention des hommes de l'époque.

TRANSPORTS ALLOCHTONES

Analyse du transport dans le cap Sizun selon un transect SSO-NNE

Nous avons vu que la plupart des stèles du cap Sizun ont une lithologie comparable, en leucogranite de la pointe du Raz. Nous rappellerons ici la découverte à Kergulan de la stèle n° 1 (fig. 13) correspondant à un tronçon de stèle ayant appartenu initialement à une stèle haute de forme tronconique et ornée de sept cannelures verticales. Ce monument, dégradé, présente de multiples tentatives de débitages qui se superposent perpendiculairement ou parallèlement au tracé du décor. Non datables, elles sont postérieures à la taille de la stèle. Néanmoins, l'intérêt de ce monolithe réside dans le fait que le sculpteur de l'âge du Fer n'a pas achevé son travail. En effet, en coupe, les trois quarts de la section dessinent un cercle tandis qu'il subsiste une disgracieuse protubérance délimitée par deux saignées verticales. Même si les raisons de l'inachèvement de ce travail nous échappent, il est intéressant de noter que le façonnage du volume et le traitement de l'ornementation, autour d'un axe vertical centré, ont été exécutés de manière concomitante. Il est vraisemblable que le bloc ait été dressé au préalable verticalement par l'artisan. Enfin, cette sculpture, érigée loin de son lieu d'extraction, témoigne de la volonté délibérée de choisir un matériau précis pour la réalisation de ce grand monument ornementé, à l'instar de la grande stèle de Kersaby (voir *infra*).

La présence de cette stèle inachevée au nord du cap Sizun, à plus de quatre kilomètres de la bordure septentrionale du massif leucogranitique à grain fin de la pointe du Raz, indique que ce monument n'a vraisemblablement pas été façonné sur son lieu d'extraction, avant transport allochtone (c'est-à-dire transport au-delà des limites du massif géologique source), mais plutôt près de son lieu d'érection. Dans l'hypothèse d'une généralisation de ce fait à l'ensemble du secteur du cap Sizun, nous pouvons en déduire que les artisans locaux de l'âge du Fer déplaçaient non pas les objets finis, mais les blocs granitiques bruts ou simplement ébauchés.

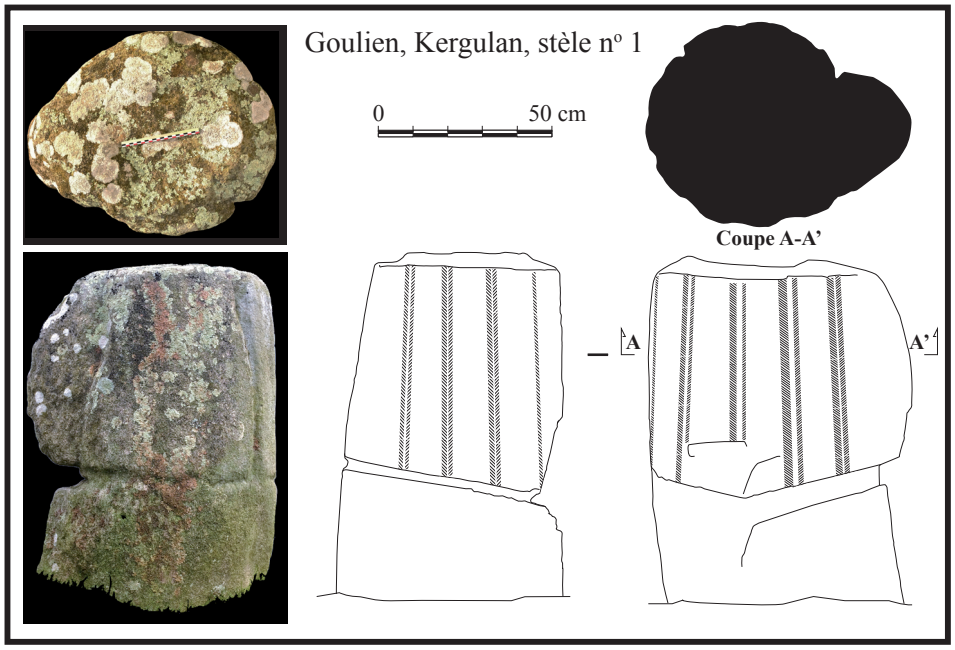

Fig. 13 – Stèle inachevée de Kergulan (Goulien).

Fig. 13 – *Unfinished stela from Kergulan (Goulien).*

Analyse du déplacement de deux stèles en granite de Trégunc

Les deux stèles de Kersaby à Concarneau – une stèle haute tronconique finement ornementée et une stèle basse hémisphérique – sont, parmi les monuments étudiés en granite de Trégunc, les seuls qui se trouvent à plus de quatre kilomètres de la limite du massif source (fig. 14). L'hypothèse d'un transport par voie terrestre n'est pas la plus plausible, étant donné la taille de la grande stèle, haute de 3,47 m, et la présence de plusieurs cours d'eau à traverser – dont le Moros, qui débouche actuellement à Concarneau.

La carte géologique simplifiée de la fig. 14a montre que Kersaby se situe près du Saint-Laurent, un cours d'eau qui se jette dans une étroite ria s'enfonçant profondément dans les terres. À la vue de ce schéma, on peut émettre l'hypothèse d'un transport maritime depuis la côte granitique de Trégunc jusqu'à la zone d'implantation des stèles. Ceci implique un trajet compris entre cinq et sept kilomètres, si on admet que la carrière se situait près du littoral, soit une distance équivalente à celle par voie terrestre, pour un déplacement nettement plus aisé.

CONCLUSIONS

L'étude pétrographique et structurale des stèles de l'âge du Fer de Cornouaille (Finistère), combinée à celle des massifs géologiques sur ou près desquels elles ont été découvertes, a permis de préciser les connaissances sur les modalités de façonnage des monuments, leurs aires d'extraction et les conditions de transport de ces blocs.

1) L'identification lithologique des stèles des deux secteurs cornouaillais du cap Sizun et de Concarneau montre que la plupart des monuments ont subi un déplacement relativement faible depuis les massifs sources. Néanmoins, les stèles du cap Sizun se caractérisent par une plus grande homogénéité lithologique, et ce jusqu'à une distance qui peut excéder de quatre kilomètres la limite du massif source (granite de la pointe du Raz).

2) Les artisans de l'âge du Fer ont fréquemment utilisé des morphologies lithiques naturelles en vue de façonner leurs monuments à moindre effort – ou pour des raisons symboliques : diverses formes d'érosion pour les petites stèles granitiques ; débit tectonique en cigare pour les stèles hautes gneissiques.

3) Pour le cas très particulier des quatre stèles en gneiss de Nizon mises au jour autour de Concarneau, deux zones d'extraction potentielles ont pu être identifiées avec une grande précision, en combinant l'étude pétrographique et l'analyse structurale fine des monuments.

4) L'analyse des modalités de transport a permis de montrer d'une part que les artisans du cap Sizun ont pu déplacer les blocs granitiques bruts ou simplement ébauchés plutôt que les monuments finis, et d'autre part que deux stèles granitiques du secteur de Concarneau ont vraisemblablement été transportées par voie maritime.

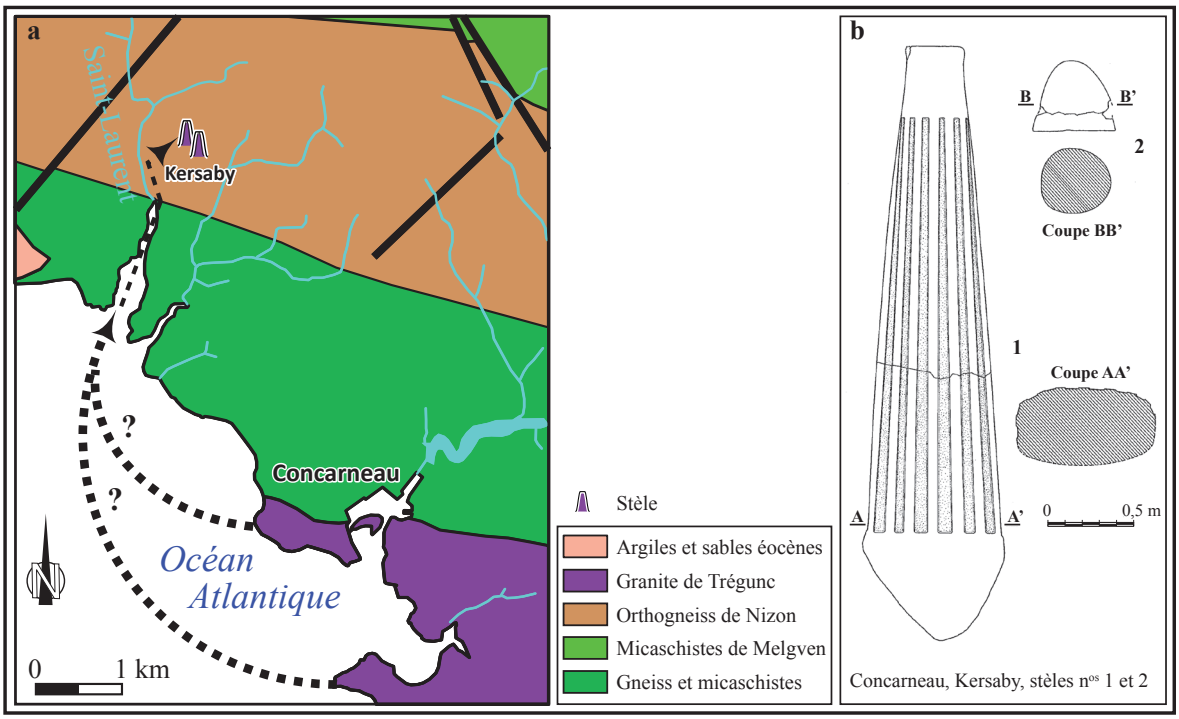

Fig. 14 – Transport allochtone dans le secteur de Concarneau. a : détail du schéma géologique de la fig. 2, montrant le possible trajet maritime entre la zone granitique littorale du massif de Trégunc et le site de découverte des deux stèles de Kersaby (Concarneau) ; b : dessins des deux stèles de Kersaby.

Fig. 14 – *Allochthonous transportation in the Concarneau area. a: zoom of the fig. 2 geological diagram, showing the probable marine journey from the Trégunc coastal granite to the Kersaby site (Concarneau); b: drawings of the Kersaby stelae.*

Remerciements : Les auteurs remercient Nicolas Mollon pour ses photographies et le travail de terrain sur le massif de Nizon, Christophe Delacourt et Alain Hénaff, à l'origine de la collaboration qui a débouché sur cet article, ainsi que Pascal Tieffenbach pour les lames minces. Les remarques détaillées et judicieuses d'un examinateur ont permis d'améliorer significativement le texte.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Barrière M., Chauris L., Fouquet Y., Guilcher A., Lefort J.-P., Pelhate A. (1985) – *Notice explicative, carte géologique de la France (1/50 000), feuille Pointe du Raz (344)*, Orléans, BRGM, 38 p. Carte géologique par M. Barrière *et al.* (1984).

Barrière M., Cogné J., Vidal P. (1971) – La trondhjémite de Douarnenez : une intrusion magmatique dans les schistes cristallins du Sud-Finistère, *Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris*, 273, p. 1556-1559.

Béchennec F., Guennoc P., Guerrot C., Lebret P., Thiéblemont D. (1996) – *Notice explicative, carte géologique de la France (1/50 000), feuille Concarneau (382)*, Orléans, BRGM, 129 p. Carte géologique par F. Béchennec, P. Guennoc, Y. Delanoë, P. Lebret, B. Hallégouët et S. Le Meur (1997).

Béchennec F., Hallégouet B., Thiéblemont D. (1999) – *Notice explicative, carte géologique de la France (1/50 000), feuille Quimper (346)*, Orléans, BRGM, 120 p. Carte géologique par F. Béchennec et B. Hallégouët (1999).

Béchennec F., Hallégouet B., Thiéblemont D. (2001) – *Notice explicative, carte géologique de la France (1/50 000), feuille Rosporden (347)*, Orléans, BRGM, 121 p. Carte géologique par F. Béchennec et B. Hallégouët (2001).

Chauris L., 1995 – Nature lithologique des stèles de l'âge du Fer dans l'extrémité occidentale du pays de Léon, *Bulletin de l'Amarai*, 8, p. 57-83.

Cocherie A. (1999) – *Résultat de datation des zircons magmatiques de l'orthogneiss de Nizon à la SHRIMP II*, rapport BRGM AC/06.99.

Daire M.-Y. (2005) – *Les stèles de l'âge du Fer dans l'Ouest de la Gaule. Réflexions sur le monde des morts et le monde des vivants*, Alet, Centre régional d'archéologie d'Alet (Dossiers du CeRAA, AB), 172 p.

Daire M.-Y., Giot P.-R. (1989) – *Les stèles de l'âge du Fer dans le Léon*, Rennes, Institut culturel de Bretagne - Skol-uhel ar vro et université de Rennes, laboratoire d'anthropologie-Préhistoire (Patrimoine archéologique de Bretagne), 105 p.

Daire M.-Y., Villard A. (1996) – Les stèles de l'âge du Fer à décors géométriques et curvilignes. État de la question dans l'Ouest armoricain, *Revue archéologique de l'Ouest*, 13, p. 123-156.

Flinn D. (1962) – On Folding during Three-dimensional Progressive Deformation, *Quarterly Journal of the Geological Society*, 118, p. 385-428.

Giot P.-R. (1965) – Les stèles armoricaines de l'âge du Fer, *in Compte rendu de la XVIe session*, actes du XVIe Congrès Préhistorique de France (Principauté de Monaco, 28 août-5 septembre 1959), Paris, Société préhistorique française, p. 578-585.

Grall B., Cherel A. F., Le Goff E. (2015) – *Rapport de prospection archéologique et inventaire des stèles de l'âge du Fer de Cornouaille (29)*, conseil département du Finistère, centre départemental de l'Archéologie, service régional de l'Archéologie de Bretagne, Quimper-Le Faou, 57 p.

Hinguant S., Le Goff S. (1998) – Un site de l'âge du Fer stratifié en milieu rural : l'établissement de Keralio à Pont-l'Abbé (Finistère), *Revue archéologique de l'Ouest*, 15, p. 59-114.

Lecornec J. (1999) – *Les stèles de l'âge du Fer dans le Morbihan, l'arrondissement de Vannes*, Rennes, Institut culturel de Bretagne - Skol-uhel ar vro et université de Rennes, laboratoire d'anthropologie-Préhistoire (Patrimoine archéologique de Bretagne), 82 p.

Jonin M. (2010) – *Géotourisme en Finistère : petit guide géologique pour tous*, Mèze, Biotope ; Paris, MNHN, 96 p.

Le Brozec M., Daire M.-Y. (1998) – *Les stèles de l'âge du Fer des Côtes-d'Armor et du Trégor finistérien*, Rennes, Institut culturel de Bretagne - Skol-uhel ar vro et université de Rennes, laboratoire d'anthropologie-Préhistoire (Patrimoine archéologique de Bretagne), 72 p.

Ménez Y., Gomez de Soto J. (2006) – L'habitat de Kergariou à Quimper, *Bulletin de l'Association française pour l'étude de l'âge du Fer*, 1966, p. 83-85.

Mercier J., Vergely P. (1992) – *Tectonique*, Paris, Dunod, 214 p.

Nicolas E., Le Gall V. (2013) – *Quimper, Finistère. Kervouyec II. De multiples occupations protohistoriques*, rapport final d'opération de fouille, INRAP, direction interrégionale du Grand-Ouest, service régional de l'Archéologie de Bretagne, Rennes, 308 p.

Peucat J.-J., Jégouzo P., Plaine J. (1981) – *Notice explicative, carte géologique de la France (1/50 000), feuille Pont-Croix (345)*, Orléans, BRGM, 48 p. Carte géologique par J. Plaine, J.-J. Peucat et P. Jégouzo (1981).

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, p. 83-97.

Sellier D. (1995) – Éléments de reconstitution du paysage prémégalithique sur le site des alignements de Kerlescan (Carnac, Morbihan), à partir de critères géomorphologiques, *Revue archéologique de l'Ouest*, 12, p. 21.

Tanguy D. (1997) – *Les stèles de l'âge du Fer dans le Morbihan, les arrondissements de Lorient et Pontivy*, Rennes, Institut culturel de Bretagne - Skol-uhel ar vro et université de Rennes, laboratoire d'anthropologie-Préhistoire (Patrimoine archéologique de Bretagne), 122 p.

Villard-Le Tiec A., Cherel A.-F., Le Goff E. (2003) – Aspects de l'art celtique en Bretagne au ve siècle avant J.-C., *in* O. Buchsenschutz, A. Bulard, M.-B. Chardenoux et N. Ginoux (dir.), *Décors, images et signes de l'âge du Fer européen*, actes du XXVIe Colloque de l'AFEAF (Paris et Saint-Denis, 9-12 mai 2002), Tours, FERACF (*Revue archéologique du Centre de la France*, supplément 24), p. 221-236.

Martial Caroff,
Marine Moysan,
Bernard Le Gall,
UMR 6538 « Domaines océaniques »,
Institut universitaire européen de la mer,
université de Brest,
place Nicolas Copernic, 29280 Plouzané
caroff@univ-brest.fr
blegall@univ-brest.fr

Bertrand Grall
conseil départemental du Finistère,
centre départemental de l'Archéologie,
16, route de Térénez,
29590 Le Faou
bertrand.grall@finistere.fr

Anne-Françoise Cherel
INRAP Grand-Ouest,
UMR 6566 « CReAAH »,
centre départemental de l'Archéologie
16, route de Térénez
29590 Le Faou
anne-francoise.cherel@inrap.fr