

« ALIGNEMENT DU XXI^E SIÈCLE », SCULPTURE D'AURELIE NEMOURS, LE REGARD DU GÉOLOGUE

Sherley FRANC

Étudiante, en stage à la SGMB, en partenariat avec le laboratoire Géosciences Rennes (CNRS-Université de Rennes 1), en 2015.

Résumé. La sculpture « Alignement du XXI^e siècle » d'Aurelie Nemours, localisée à Rennes, quartier Beauregard, a mobilisé une masse conséquente de granodiorite de Louvigné-du-Désert. Elle livre des surfaces importantes propices aux observations pétrographiques pour le géologue mais aussi intéressantes pour des activités pédagogiques, notamment pour l'étude des enclaves.

L'œuvre d'Aurelie Nemours

Cette sculpture monumentale ne peut qu'interroger dans l'environnement urbain de Rennes. Si l'importante surface de granodiorite de Louvigné-du-Désert qu'elle offre intéresse le pétrographe et est à l'origine de ce travail, il semblait nécessaire au préalable de demander à Odile Le Borgne - directrice de l'École Européenne d'Art de Bretagne – d'évoquer la genèse de l'œuvre.



« Alignement du XXI^e siècle » d'Aurelie Nemours (photo Dominique Levasseur)

« Pour que « Alignement du XXI^e siècle » d'Aurelie Nemours existe il a fallu d'abord un bel alignement des astres ! Une volonté et une clairvoyance hors du commun de la part d'une artiste de plus de 90 ans, une audace politique de Martial Gabillard et de la municipalité de Rennes, l'aide du Ministère de la Culture au titre de la commande publique rejoint par le Conseil départemental d'Ille-et-Vilaine, un quartier nommé « Beauregard », le soutien de près de 20 mécènes, la fidélité des spécialistes que ce soit, Serge Lemoine, historien de l'art ou Adalberto Mecarelli, artiste et l'expertise des granitiers.

Aurelie Nemours a suivi tout au long de sa vie une carrière remarquable de peintre géométrique. Avec les couleurs, avec le noir et le blanc et les lignes verticales et horizontales, elle a mené une recherche d'absolu sans discontinuer dans le silence de son atelier. L'œuvre monumentale installée à Rennes en 2005 est un aboutissement de ces multiples recherches peintes que l'on peut découvrir dans de nombreux musées. Cette œuvre est offerte au public pour ressentir le rythme, éprouver l'harmonie des dimensions, la puissance au jeu des ombres aux différentes heures de la journée... C'est après avoir visité le site de Carnac en 1990 que cette œuvre « Alignement du XXI^e siècle » a intégré toutes les expériences possibles d'une œuvre « habitable » mais également la matière granitique que nous connaissons : parcourir une sculpture, la traverser, la percevoir dans un paysage urbain et paysager, observer la course du soleil...

Ce projet a également été un défi technique car il s'agissait de dresser 72 colonnes de 90 centimètres de côté, d'une hauteur de 450 centimètres et selon une trame orthogonale sur un plan rectangulaire de 26,1 mètres par 22,50 mètres. Les écarts sont d'un côté de 180 cm et de l'autre de 270 cm. Autrement dit l'aboutissement en grandes dimensions d'un tableau intitulé « Le rythme du millimètre ». Inutile de dire que l'alignement se devait d'être parfait. Pour cela une semelle en béton avec des socles pour chaque colonne assure une base parfaitement horizontale, un axe en inox permet de régler la verticalité de chaque bloc de granite. Enfin, il a fallu faire appel à l'expertise des granitiers pour pouvoir estimer et résoudre les questions qui se posaient : l'extraction des 72 colonnes a représenté une immense transformation physique de la carrière de Louvigné-du-Désert. Rares sont les projets qui nécessitent une telle masse de granite avec une exigence de qualité importante ; d'emblée certaines carrières comme celle de Lanhélin ont annoncé ne pas pouvoir fournir autant de matière selon notre cahier des charges. Le traitement des surfaces sciées et flammées a donné lieu à la mise au point d'un atelier spécifique dans l'immense site industriel. Aujourd'hui, l'œuvre vit et laisse apparaître toutes les qualités des pierres mais aussi leurs « défauts ».

Cela fonctionne comme une vibration à l'instar de celles provoquées par certains des tableaux géométriques colorés de l'artiste.

Cette œuvre nous invite tous à vivre au cœur du « rythme » si cher à Aurelie Nemours, entre le ciel et la terre. »

Le matériel géologique

La granodiorite : Les 72 monolithes de la sculpture ont été taillés dans la granodiorite du massif de Fougères (également connu sous le nom d'intrusion de Louvigné-Gorron), de la carrière du lieu-dit « Godard » au sud du bourg de Louvigné-du-Désert. Le massif représente l'une des intrusions du batholite mancellien qui se met en place il y a environ 540 Ma à la fin du Précambrien et qui constitue

l'un des derniers événements associés à l'orogénèse cadomienne dans le Massif armoricain. Il est intrusif dans les sédiments briovériens dans lesquels il développe un métamorphisme de contact avec schistes tachetés et cornéennes (Fig. 1a).

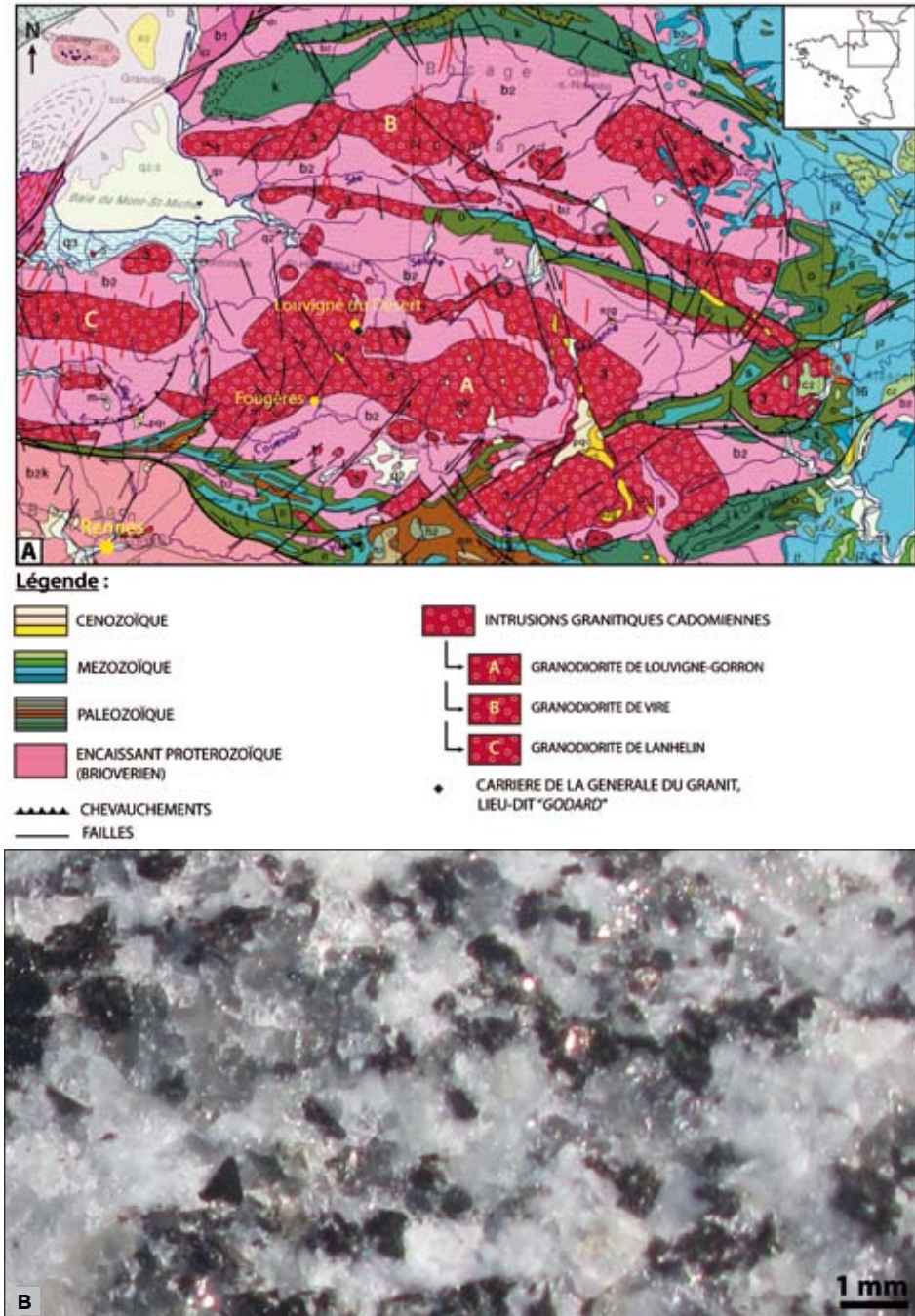


Fig. 1 - A. Localisation et extension du batholite Mancellien. Extrait de la carte géologique de France au 1/1 000 000^e. (Éditions du Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM)). B. Photographie de détail de la granodiorite du massif de Fougères.

| Vol. % | moyenne | Đ | wt. % | Moyenne | Đ |
|---------------------|------------|------|--------------------------------|---------------|------|
| Quartz | 29,33 | 0,57 | SiO ₂ | 67,48 | 0,80 |
| Feldspaths alcalins | 21,47 | 1,10 | TiO ₂ | 0,72 | 0,05 |
| Plagioclases | 32,50 | 0,56 | Al ₂ O ₃ | 15,12 | 0,11 |
| Biotite | 16 | 1,22 | Fe ₂ O ₃ | 4,51 | 0,33 |
| Autres | 2,37 | 0,47 | MnO | 0,06 | 0,01 |
| Total | 100 | | MgO | 1,42 | 0,10 |
| | | | CaO | 2,24 | 0,23 |
| | | | Na ₂ O | 3,43 | 0,01 |
| | | | K ₂ O | 3,73 | 0,17 |
| | | | P ₂ O ₅ | 0,22 | 0,01 |
| | | | PF | 1,23 | 0,24 |
| | | | Total | 100,15 | |

| ppm | moyenne | Đ | ppm | moyenne | Đ |
|-----|---------|-------|-----|---------|------|
| As | 11,47 | 3,60 | Mo | 0,75 | 0,21 |
| Ba | 618,77 | 23,84 | Nd | 29,50 | 2,02 |
| Cd | 0,25 | 0,021 | Pb | 19,19 | 0,83 |
| Co | 7,72 | 0,59 | Rb | 133,40 | 0,44 |
| Cu | 12,52 | 1,26 | Sm | 6,54 | 0,55 |
| Ga | 19,35 | 0,52 | Sr | 117,93 | 6,04 |
| Hf | 5,58 | 0,34 | Th | 9,86 | 0,57 |
| La | 29,69 | 2,09 | Zn | 66,58 | 8,95 |

Tableau 1a - Analyse modale moyenne et écart type (Đ), à partir de trois échantillons de la carrière du Godard, d'après Malfilatre (2012), en haut à gauche.

Tableau 1b - Analyse chimique moyenne à partir de trois échantillons de la carrière du Godard, d'après Malfilatre (2012), en haut à droite.

Tableau 1c - Analyse moyenne des éléments en trace, les plus abondants, à partir de trois échantillons de la carrière du Godard, d'après Malfilatre (2012), en bas.

Lorsqu'elle est exploitée en carrière, la granodiorite de cette intrusion répond à l'appellation commerciale « gris-bleu de Louvigné » (Malfilatre *et al.*, 2014). La roche est de teinte gris-blanc et de texture grenue (minéraux de 1 à 5 mm) – (Fig. 1b). En lame mince, elle est composée majoritairement de plagioclase sub-automorphe et souvent zoné (~ 33 vol. %), de quartz (~ 29 vol. %), d'orthose pertithique et souvent poecilitique (~ 21 vol. %) et de biotite (~ 16 vol. % – Tableau 1a). Le quartz y apparaît sous la forme d'agrégats poly-cristallins et xénomorphes mais aussi, sous la forme de cristaux isolés et sub-automorphes. Des myrméckites (symplectites à quartz-feldspath) sont courantes. Les principaux minéraux accessoires sont le zircon, le sphène, l'apatite et des minéraux opaques dont la pyrite. Les phases secondaires (muscovite, chlorite, prehnite et épidote) sont rares.

Du point de vue chimique, la granodiorite appartient à une suite magmatique granitique (avec environ 67 % de silice, en masse – Tableau 1b), riche en Al₂O₃ et peralumineuse (Al₂O₃ > CaO + Na₂O + K₂O, en % molaire). Le caractère alumineux traduit une origine du magma par fusion de la croûte continentale. La suite est également calco-alcaline fortement potassique et riche en fer (Malfilatre *et al.*, 2014). La granodiorite renferme également jusqu'à « 500 ppm » d'éléments en trace, dont les plus abondants figurent dans le Tableau 1c.

Les enclaves : Une des caractéristiques de la granodiorite de Louvigné est de renfermer une quantité significative d'enclaves de natures, de formes et de tailles

| ENCLAVES | Terme | Nature | Contact | Forme | Caractéristiques |
|----------|---|----------------------------------|--|--------------|--|
| | Xénolite | Morceau d'encaissant (cornéenne) | Franc | Anguleuse | Texture et minéraux du métamorphisme de contact |
| | Xénocrystal | Crystal isolé, étranger | Franc | Globuleuse | Corrosion, auréole Réactionnelle |
| | Enclave Surmicacée | Résidu de fusion (restite) | Net avec une enveloppe biotitique | Lenticulaire | Texture métamorphique, micas et minéraux Alumineux |
| | Schlieren | Enclave fragmentée | Progressif | Étirée | Orientation planaire |
| | Enclave Microgrenue Mafique (et Intermédiaires) | Globule de magma contemporain | Généralement franc, peut être progressif | Ovoïde | Texture magmatique, finement grenue |
| | Enclave Microgrenue Felsique | Bordure figée, fragmentée | Généralement franc | Ovoïde | Texture magmatique, finement grenue |
| | Autolithe | Cumulât fragmenté | Généralement progressif | Ovoïde | Texture grenue de cumulât |

Tableau 2 - les différents types d'enclaves dans les roches granitiques. Modifié d'après Didier *et al.* (1991).

variées. Initialement le terme « enclave », désigne des fragments de roche étrangers dans une roche magmatique hôte (Hutton, 1795). Par la suite, les descriptions et interprétations des enclaves dans les roches granitiques (Lacroix, 1893 ; Didier, 1964 ; Barbarin & Didier, 1991) ont montré qu'elles pouvaient avoir des origines diverses (Tableau 2).

Offrant d'importantes surfaces d'observations au sein de la granodiorite, les 72 monolithes de la sculpture illustrent la diversité des enclaves observables dans les roches granitiques. Chaque monolithe présente une section carré de 0,9 m de côté et s'étend sur 4.5 m de haut et peut être observé sur ses quatre faces. Chacune de ces faces étant nommée et localisée par une lettre (A → H), un nombre (1 → 9) et par un des quatre points cardinaux. En effet, les monolithes sont disposés sur une surface rectangulaire de 26.1 x 22.5 m² selon une grille rectangulaire de 8 monolithes espacés chacun de 2,7 m et de 9 monolithes espacés chacun de 1,8 m (Fig. 2).

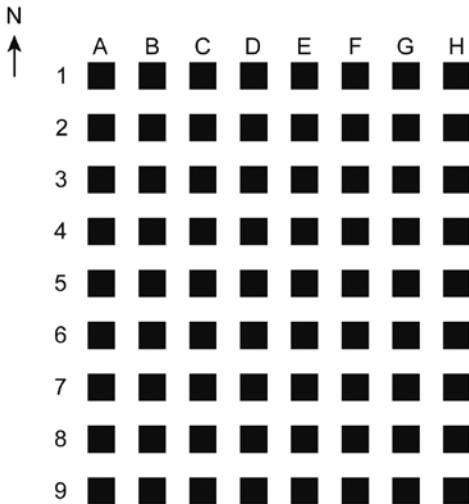


Fig. 2 - Carte schématique de l'ensemble de l'œuvre, monolithes vus du dessus. Les lettres, les chiffres et les quatre points cardinaux sont utilisés pour localiser les monolithes et les photographies de l'article.

Diversité et densité totale des enclaves. Sur les différentes faces des monolithes, 4 principaux types d'enclaves ont été recensés : des enclaves de cornéennes (identifiées sous le terme xénolite dans le Tableau 2), des enclaves de gneiss (dont l'origine est discutée ci-après), des enclaves microgrenues de compositions mafiques, intermédiaires et felsiques (Tableau 2). Les proportions relatives de ces types d'enclaves et leurs abondances dans la granodiorite hôte ont été estimées. Pour ce faire, les 3 premiers mètres des faces de 54 des monolithes ont été systématiquement observés, des lichens recouvrant généralement les parties supérieures des faces. Le comptage a ainsi porté sur une surface cumulée de 583,2 m². Seules les enclaves d'une taille supérieure à 2 cm ont été comptabilisées. Les résultats sont exprimés en densité, c'est-à-dire, en nombre d'enclave par m². Les 2211 enclaves observées représentent une densité totale de 3,79 enclaves/m² (Tableau 3). Cette valeur est très proche de celle (3,91 ± 0,4 enclaves/m²) obtenue par Malfilatre (2012) à partir de 4564 enclaves réparties sur une surface cumulée de 1166 m².

| Type d'enclaves | Nombres d'enclaves | enclaves/m ² | % d'enclaves | % origines |
|--|--------------------|-------------------------|--------------|------------|
| E. de cornéennes | 238 | 0.41 | 11 | 50 |
| E. gneissiques | 851 | 1.46 | 39 | |
| E. microgrenues mafiques et intermédiaires | 1067 | 1.83 | 48 | 50 |
| E. microgrenues felsiques | 55 | 0.09 | 2 | |
| Total Enclaves | 2211 | 3,79 | 100 | 100 |

Tableau 3 - Nombres et densités des enclaves observées.

Typologie des enclaves

Les enclaves de cornéennes : Sombres, elles ont des formes anguleuses et le contact avec la roche hôte est franc (Planche I). En volume, ce sont le plus souvent des tablettes dont les sections rectangulaires sont de taille très diverses (pluricentimétriques à pluridécimétriques – Planche I, a et b). Parfois leur forme est plus complexe (Planche I, c). En section, le rapport longueur/largeur varie de 1 à 35 mais elles sont le plus souvent allongées (Planche I, a et d). Du litage interne, d'épaisseur millimétrique à centimétrique, parfois microplissé, peut souvent y être observés (Planche I, b et e). Au microscope, elles montrent une texture granoblastique et une paragenèse à quartz-plagioclase-biotite auxquels s'ajoutent parfois feldspath potassique, cordiérite et andalousite (en relique remplacée par un agrégat corindon-muscovite-quartz) (Jonin, 1981). Ces caractéristiques sont typiques des cornéennes, méta-sédiments argilo-sableux recuit au contact d'intrusions magmatiques. Ces enclaves représentent des xénolites, fragments d'encaissant incorporés par le magma lors de sa mise en place (Tableau 2).

Les enclaves gneissiques : Leur forme est généralement lenticulaire à anguleuse avec des contacts francs avec la roche hôte. Elles peuvent parfois être allongées, comme étirées. Leur taille est centimétrique à décimétrique. Elles sont constituées de microcristaux et présentent souvent un litage et une foliation subparallèles (Planche II, a à e). La foliation y apparaît parfois plissée (Planche II, b et c). La composition minéralogique montre quartz, feldspath et biotite en abondance. Des minéraux alumineux – corindon, sillimanite ou cordiérite – peuvent y être observés (Jonin, 1981). Ces caractéristiques suggèrent qu'il pourrait s'agir de



a - Monolithe C4, face Nord
l'enclave mesure 53 cm x 1,5 cm



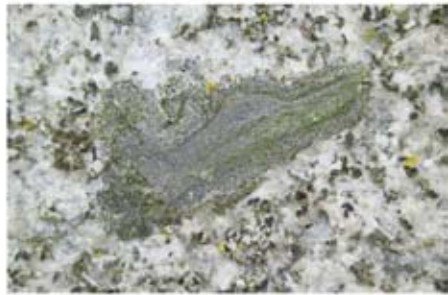
c - Monolithe A2, face Nord
La longueur de cette enclave est de 17 cm.



d - Monolithe A6, face Sud
l'enclave mesure 3,5 cm x 2 cm



b - Monolithe B6, face Nord
l'enclave mesure 5,2 cm x 1,8 cm



e - Monolithe D7, face Nord
l'enclave mesure 4 cm x 2 cm

Planche I : Photographies d'enclaves de cornéennes visibles sur les monolithes des « Alignements du XXI^e siècle », sculpture d'Aurelie Nemours.

xénolites correspondant à des fragments d'une croûte inférieure métamorphique, arrachés et remontés lors de l'ascension du magma. Les variétés les plus riches en biotite (> 60% vol.) de ces enclaves pourraient également correspondre à des restites issues de la fusion partielle d'une portion de croûte continentale (Tableau 2).



a - Monolithe C8, face Sud
l'enclave mesure 5,7 cm x 1,5 cm



b - Monolithe A2, face Ouest
l'enclave mesure 10 cm x 1,5 cm



c - Monolithe B9, face Sud
l'enclave mesure 3 cm x 1,5 cm



d - Monolithe B8, face Sud
l'enclave mesure 5 cm x 2 cm



e - Monolithe F1, face Est
l'enclave mesure 4 cm x 3,5 cm

Planche II : Photographies d'enclaves gneissiques visibles sur les monolithes des « Alignements du XXI^e siècle », sculpture d'Aurelie Nemours.

Les enclaves microgrenues : Elles ont toutes en commun des textures magmatiques grenues à microgrenues et présentent des proportions relatives de minéraux mafiques et felsiques très variables. Ces dernières permettent de distinguer les enclaves microgrenues mafiques et intermédiaires (plus sombres que la roche hôte) des enclaves microgrenues felsiques (plus claires que la roche hôte).

Les enclaves microgrenues mafiques et intermédiaires. Leur contact avec la roche hôte est généralement net, parfois diffus. Certaines peuvent présenter un liseré, continu ou discontinu le long du contact, enrichi en minéraux sombres. Dans la roche hôte, un ruban de couleur claire, continu ou discontinu, peut apparaître au voisinage du contact, (Planche III, a à f). Les sections de ces enclaves sont souvent arrondies à elliptiques. Leur taille varie de quelques centimètres à quelques décimètres. La taille des cristaux des enclaves peut diminuer du cœur vers la bordure (Planche III, b). D'une enclave à l'autre, les proportions relatives des minéraux mafiques (pour l'essentiel la biotite) et felsiques (pour l'essentiel le plagioclase) varient en continu. Les enclaves mafiques, les plus riches en minéraux ferromagnésiens et significativement plus sombres que la roche hôte, se distinguent des enclaves intermédiaires qui possèdent autant de minéraux mafiques que felsiques. Dans ces dernières, parmi les minéraux felsiques, le quartz et le feldspath potassique peuvent également être relativement abondant. La composition minéralogique de ces enclaves varie depuis celle de diorite et diorite quartzique pour les plus sombres, à celle de monzonite et granodiorite pour les plus claires (Jonin, 1981). Certaines d'entre elles peuvent être composites (Planche III, d et f).

L'ensemble des caractéristiques de ces enclaves peuvent être interprétées comme le résultat de mélanges parfaits (« mixing ») et imparfaits (« mingling ») de magmas, lorsqu'ils constituaient encore des mélanges de liquides et cristaux (Didier *et al.*, 1991). Ces magmas avaient des compositions chimiques et des températures différentes. La diversité texturale et minéralogique des enclaves peut s'expliquer en envisageant des intrusions répétées, ultérieurement fragmentées, d'au moins un magma pauvre en silice (relativement riche en Fe et Mg) dans un magma de composition proche de celui de la roche hôte des enclaves (Hallot, 1993), avant que ce dernier ne trouve sa place définitive et ne cristallise dans l'intrusion de Louvigné-du-Désert.

Les enclaves microgrenues felsiques. Elles sont plus claires que leur roche hôte car plus riches en minéraux felsiques. Ces enclaves sont généralement arrondis à ovoïdes, de grandes tailles (pluri-décimétriques), avec des contacts francs à diffus (Planche IV, a à d). Elles sont le plus souvent grenues, parfois, les cristaux ont une taille qui diminue du cœur vers la bordure, (Planche IV, d). Quartz, feldspaths et biotite en sont les minéraux principaux. Tout comme pour les enclaves mafiques et intermédiaires, un liseré biotitique, rarement continu, peut souligner le contact. Ce liseré semble être systématiquement couplé à une frange feldspathique dans la roche hôte (Planche IV, a et c). Lorsqu'elles sont observées en carrière, ces franges semblent être en lien avec des circulations de fluides tardives, présentes sous formes de veines pegmatitiques feldspathiques.

De telles enclaves peuvent être interprétées comme des fragments de bordures figées d'intrusions précoces au contact d'un encaissant froid et ultérieurement réentraînés au sein du magma granitique hôte en mouvement (Didier *et al.*, 1991).

Implication pour le magma constituant l'intrusion. Ce qui précède permet de classer les enclaves en deux principales catégories en fonction de leurs



a - Monolithe E7, face Est
l'enclave mesure 5,5 cm x 4,3 cm



c - Monolithe E8, face Est
l'enclave mesure 11 cm x 7,5 cm



b - Monolithe G8, face Ouest
l'enclave mesure 5,5 cm x 4,3 cm



d - Monolithe F3, face Ouest
l'enclave mesure 23 cm x 16 cm



c - Monolithe E3, face Ouest
l'enclave mesuré 32 cm x 30 cm



d - Monolithe E2, face Ouest
l'enclave mesuré 6 cm x 11,5 cm

Planche III : Photographies d'enclaves microgrenues mafiques et intermédiaires visibles sur les monolithes des « Alignements du XXI^e siècle », sculpture d'Aurelie Nemours.



a - Monolithe A2, face Nord l'enclave mesure 25 cm x 12 cm



b - Monolithe D7, face Sud-Ouest l'enclave mesure 50 cm x 20 cm



c - Monolithe B1, face Sud
l'enclave mesure 41 cm x 30 cm



d - Monolithe A9, face Est
l'enclave mesure 10 cm x 7 cm

Planche IV : Photographies d'enclaves microgrenues felsiques visibles sur les monolithes des « Alignements du XXI^e siècle », sculpture d'Aurelie Nemours.

origines : les xénolites correspondant à des fragments arrachés d'encaissants et les enclaves microgrenues pouvant témoigner de mélanges imparfaits de magmas antérieurement à la construction de l'intrusion. Le tableau 5 révèle que ces deux grands types d'enclaves sont présents dans les mêmes proportions au sein de la granodiorite. Ceci suggère qu'avant sa mise en place, le magma avait incorporé la majorité des enclaves présentes. Lors de son transport jusqu'au lieu de l'intrusion, ou lorsqu'il a résidé dans des réservoirs plus profonds, il a pu interagir autant avec les différents encaissants traversés, qu'avec d'autres magmas plus mafiques (Fig. 3). En effet, la dispersion des différents types d'enclaves au sein de la granodiorite implique un brassage significatif du magma et reflète une dynamique soutenue dans les systèmes magmatiques avant qu'ils ne refroidissent et se solidifient.

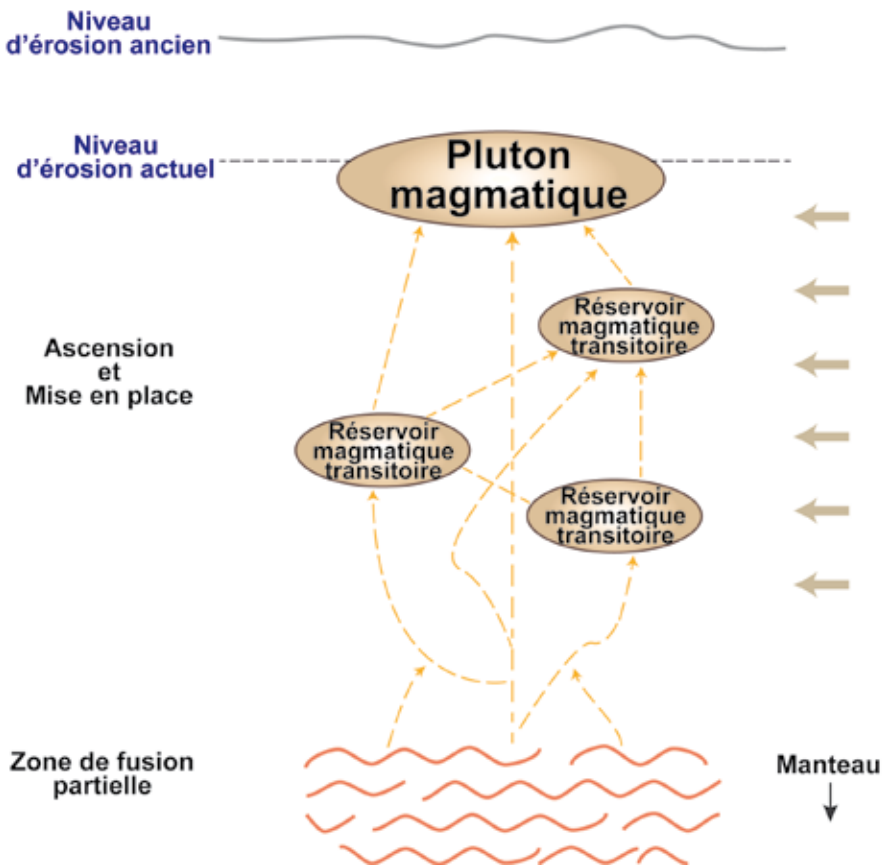


Fig. 3 - Coupe schématique et conceptuelle d'un système de « plomberie » magmatique permettant l'alimentation d'une intrusion granitique (pluton magmatique en haut). Depuis les zones de fusion partielle dans le manteau, voire à la base de la croûte inférieure, plusieurs intrusions (réservoirs transitoires), connectées entre elles par des conduits d'alimentation (flèches en pointillés), peuvent permettre au magma de résider avant de transiter. Les flèches latérales soulignent les différents niveaux où des enclaves ont pu être incorporées quelle qu'en soit l'origine. Échelle non respectée.

La réalisation de la sculpture

Les 72 monolithes de l'œuvre ont été conçus suivant un cahier des charges imposé et préétabli par l'artiste. Aurelie Nemours souhaitait notamment que l'œuvre soit réalisée en un délai maximum d'un an et extraite à partir de la granodiorite du massif de Lanhélin. La couleur bleuté très prononcée de la roche intéressait particulièrement l'artiste. Or, cette granodiorite s'avère être très fracturée, il n'était donc techniquement pas possible d'extraire en si peu de temps autant de blocs volumineux et indemnes de toutes fractures, requis pour la conception de l'œuvre. De ce fait, la Générale du Granit (société en charge de l'extraction et la conception des monolithes) proposa à Aurelie Nemours de changer de matériau et de remplacer le bleu de Lanhélin par le gris-bleu de Louvigné beaucoup moins fracturée que le précédent. De plus, la Générale du Granit disposait de la carrière du lieu-dit « Godard », (au sein du massif de Louvigné-Gorron), qui présentait des niveaux suffisamment grands, propices à l'extraction de blocs adéquat pour créer les monolithes.

Avec l'accord de l'artiste, des blocs bruts ont été découpés, en utilisant les techniques de sciage au fil diamanté, de débitage par forations et explosifs (Planche V) Ces blocs bruts représentent au total environ 1000 tonnes de roches extraites de la carrière. Ils ont été transportés par camion sur le lieu d'usinage de la Générale du Granit. L'usinage a consisté à façonner les monolithes et l'ensemble des monolithes ainsi créés représentent environ 720 tonnes (1 monolithe pèse environ 10 tonnes).

Ainsi, la quantité totale de rebus a été estimé à environ 300 tonnes.

Pour être usinés chaque bloc brut a d'abord été taillé à plat sous machine à fil diamanté, aux dimensions requises dans le sens de la longueur sur les 4 faces. Les extrémités ont ensuite été taillées à la scie diamantée, pour ajuster les monolithes à la longueur de 4,50 m (Fig. 4).

Toute une série de contrôles dimensionnels et relatifs à la tolérance d'équerrage ont été fait tout au long des différentes étapes de conception des monolithes, afin de respecter le cahier des charges pré-établi par l'artiste. Au niveau de la base des



Fig. 4 - Taillage des extrémités des monolithes à la scie diamantée (La Générale du Granit).

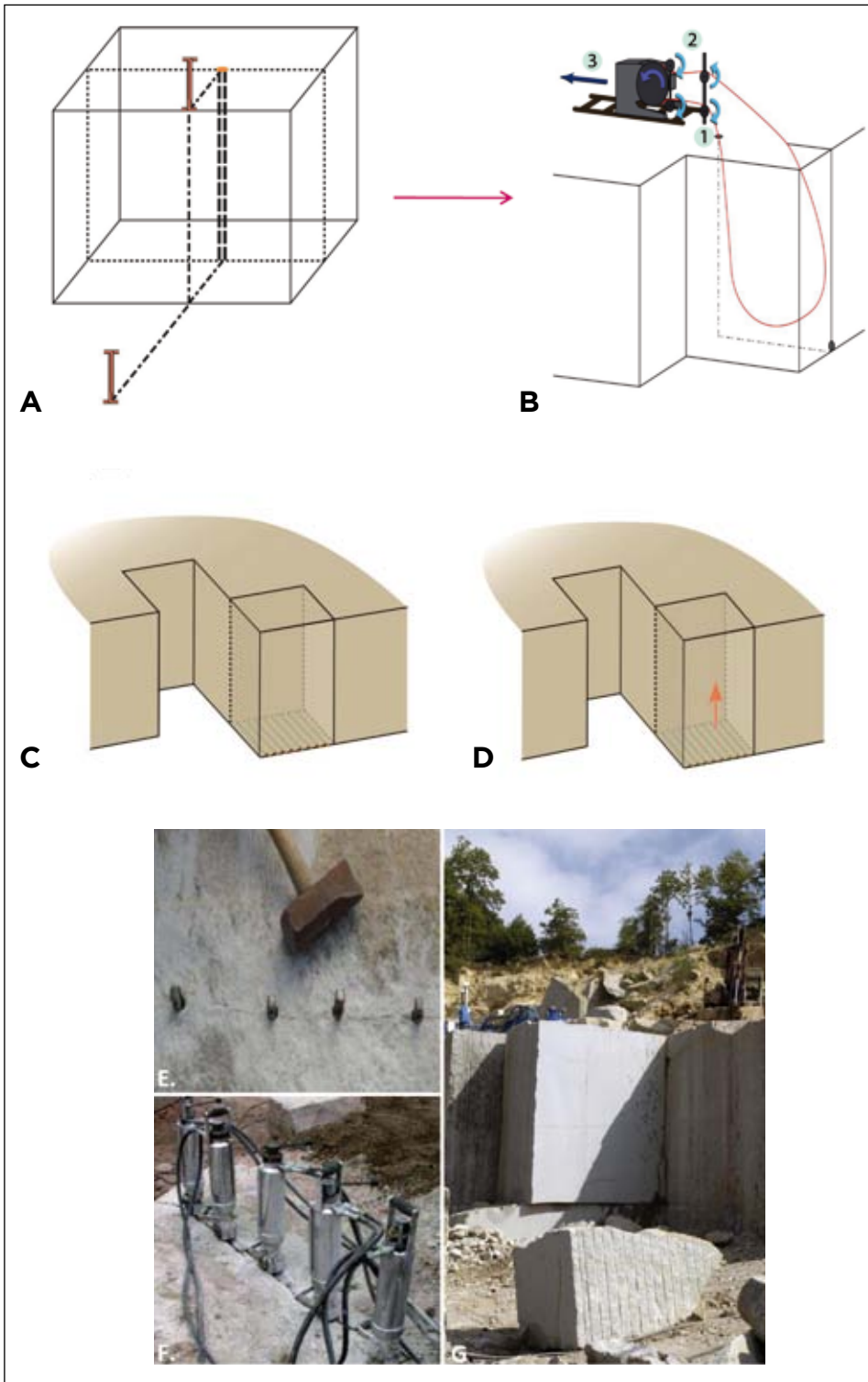


Planche V - Technique d'extraction (Illustrations et explications modifiés d'après http://www.pierres-info.fr/extraction_a_ciel_ouvert/)

A et B - Sciage au fil diamanté. Cette technique permet de scier des masses de roches de grande hauteur, de grand volume.

Après avoir choisi le volume de roche à extraire de la masse rocheuse, celle-ci est percé à un endroit donné à l'aide d'une foreuse (driller). Un premier trou vertical est réalisé à l'endroit souhaité. Un deuxième horizontal est également effectué et vient se confondre avec le précédent (des tracés au laser ou repérage par théodolite sont préalablement faits pour garantir ce résultat)- (Fig. A). Les trous sont soufflés afin d'être débarrassés de toute poussière. Une corde est ensuite introduit dans le trou vertical jusqu'au fond pendant qu'une longue tige d'acier avec crochet est introduite dans le trou horizontal.

Une fois la tige accrochée à la corde, le câble de sciage, lui-même attaché à la corde, est passé dans les forations puis joint de façon à former une boucle (Fig. B1). C'est alors que la machine à fil diamanté peut être installée. Le câble diamanté est installé dessus et mis en tension (Fig. B2).

Une fois l'opération de sciage commencée, la machine va se déplacer à reculons sur des rails, le câble diamanté tendu est quant à lui entraîné dans un mouvement de rotation et va petit-à-petit scier la roche (Fig. B3).

Cette technique produit néanmoins un important dégagement de chaleur, c'est pourquoi une rampe d'arrosage est installée au-dessus de la masse afin refroidir tout le système.

C et D - Débitage par explosif. Pour réaliser cette technique, il faut qu'un plan de tir ait été fait au préalable par un professionnel. Mais aussi que la masse rocheuse à extraire ait été sciée de chaque côté de façon à ce qu'elle ne soit rattachée à la carrière que par son pied.

Des forations horizontales et rapprochées sont effectuées à la base de la masse choisie, créant ainsi une maille (Fig. C).

Des cordeaux dérivés et des charges explosives sont introduits dans les forations, le tout relié au cordeau maître afin de pouvoir procéder au tir (dans notre cas, pour la découpe des blocs de granodiorite ce sont des explosifs doux à effet de gaz qui ont été utilisés afin de ne pas abîmer la roche).

Une fois le tir enclenché, le bloc rocheux va se retrouver détaché de la masse rocheuse de la carrière à sa base et pouvoir être ainsi libéré de toute contrainte (Fig. D).

E, F et G - Débitage par forations. Pour cette technique, des forations assez rapprochées sont effectuées afin de créer une maille resserrée. Puis le carrier introduit dans chaque foration un coin éclateur. Cet objet est équipé d'une pièce centrale et de deux pièces latérales (ils peuvent être à action manuelle ou hydraulique)- (Fig. E et F). Une fois bien mis en place et alignés dans les forations, le carrier va venir frapper à la masse chaque coin éclateur de façon à ce que la pièce centrale de ces objets vienne s'enfoncer dans la masse. Les parties latérales de ces objets vont alors s'écarter petit à petit de la celle centrale, jusqu'à provoquer des fissures dans la masse rocheuse (dans le cas des coins éclateurs à action hydraulique, c'est l'air comprimé qui va remplacer la masse du carrier)- (Fig. G).

Le carrier va ainsi fendre chaque face du bloc.



Fig. 5 - Flammage des faces des monolithes (La Générale du Granit).

monolithes cinq perforations ont été réalisées (sur le dessous), pour injecter des tiges métalliques permettant de fixer et stabiliser les monolithes durablement sur un socle en béton. Les faces des monolithes ont été ensuite flammées (c'est-à-dire portées à une température d'environ 1800°C, à l'aide d'un canon à flamme)-(Fig. 5); afin de redonner à la surface de la roche un aspect plus proche de sa cassure naturelle. Un numéro a été attribué à chacun des monolithes, gravé sur chacun de leur pied. Une fois identifiés, les monolithes ont été photographiés pour permettre à la personne en charge de la réalisation artistique de l'œuvre (Mme Lemée) d'en définir l'emplacement et la disposition sur le site d'installation au Parc Beauregard (Fig. 6).



Fig. 6 - Identification des monolithes (La Générale du Granit).



Fig. 7 - Stockage des monolithes (La Générale du Granit).

Une fois les monolithes réalisés, ils ont été stockés (Fig. 7) puis contrôlés de nouveau par les services de la ville de Rennes (visée laser + théodolite). Les monolithes ont été ensuite livrés (deux à deux) et mis en place au Parc Beauregard à Rennes par la société GTB Construction selon le plan de positionnement de Madame Lemée (Fig. 8). L'ensemble de ces opérations a été réalisé en 1 an conformément aux attentes de l'artiste.



Fig. 8 - Installation et mise en place des monolithes au parc Beauregard, Rennes (La Générale du Granit).

Remerciements : je remercie vivement O. Le Borgne (École européenne des arts de Rennes), V. Peirera (conseiller culturel Rennes Métropole), D. Roncière (Général du Granit), E. Hallot (Géosciences Rennes), Dominique Levasseur et la SGMB.

Cet article est en partie extrait du mémoire de master 1^{ère} année, mention sciences de la Terre et de l'environnement, de l'auteur.

Bibliographie

- BALLÈVRE M., BOSSE V., DABARD M-P., DUCASSOU C., FOURCADE S., PAQUETTE J-L., PEUCAT J-J. & PITRA P. 2012-2013 – Histoire géologique du Massif armoricain : actualité de la recherche. *Bulletin de la Société géologique et minéralogique de Bretagne*, série D, 10-11, p. 5-96.
- BELLION G., LE HÉRISSE A., PARIS F., MAROT A. & DADET P. 1981 – Carte géologique de France au 1/50 000, Feuille Fougères, n°283, Éditeur : Bureau de Recherches Géologiques et Minières.
- DIDIER J. 1964 – Étude pétrographique des enclaves de quelques granites du Massif central français. *Annales de la Faculté des Sciences de l'Université de Clermont-Ferrand*, Mémoire n°23, 254 pp.
- DIDIER J. & BARBARIN B. 1991 – Enclaves and Granite Petrology, *Development in Petrology*, vol. 13, New-York – Amsterdam, Elsevier Science Publishers B. V., 625 pp.
- FRANC S. 2015 – La diversité des structures dans les roches granitiques et leur signification pétrologique, exemple des « Alignement du XXI^e siècle » d'Aurélien Nemours. Mémoire master 1 Ressources Minérales et Pétrolières, Université de Rennes 1, 22 pp.
- HALLOT E. 1993 – Injection dans les réservoirs magmatiques. *Mémoire de Géosciences Rennes*, 49, 281 pp.
- HUTTON J. 1795 – *The theory of the Earth*. Edinburg.
- JONIN M. 1981 – Un Batholite Fini-Précambrien : Le Batholite Mancellien. Thèse Université de Brest, non publié, 302 pp.
- LACROIX A. 1890a – Sur les enclaves acides des roches volcaniques d'Auvergne. *Bulletin du Service de la Carte Géologique de France*, 2, p. 25-26.
- LACROIX A. 1890b – Sur les enclaves du trachyte de Menet (Cantal) sur leurs modifications et leur origine. *Compte rendu de l'Académie des Sciences Paris*, 111, p. 1002-1006.
- LACROIX A. 1893 – *Les enclaves des roches volcaniques*. Protat, Mâcon, 770 pp.
- LAUTRIDOU J.-P., BEURRIER M., DADET P. & LE METOUR J. 1983 – Carte géologique de France au 1/50 000, Feuille Saint-Hilaire-du-Harcouët, n°247, Éditeur : Bureau de Recherches Géologiques et Minières.
- MALFILATRE, C. 2012 – Mise au point d'une méthodologie analytique d'identification des pierres naturelles de construction. *Mémoire de Géosciences Rennes*, 140, 364 pp.
- MALFILATRE C., HALLOT E., BOULVAIS P., POUJOL M., CHAUVIN A., GAPAIS D., DABARD M-P., BOURQUIN S. & PALLIX D. 2014 – Fingerprinting the provenance of building stones: a case study on the Louvigné and Lanhélin granitic rocks (Armorica massif, France). *Bulletin de la Société géologique de France*, 185, p. 13-31.

Carte géologique au 1/50 000^e, feuilles Fougères et Saint-Hilaire-du-Harcouët.

Carte géologique de France au 1/1 000 000^e.