

Introduction à l'étude de la Patine des Silex

PAR ERNEST VAN DEN BROECK

AVANT-PROPOS

Répondant à la bienveillante demande que m'ont faite divers collègues et amis de la Société d'Anthropologie de Bruxelles, je m'efforcerais, dans les lignes qui vont suivre, d'encadrer le problème, assez complexe, de la *Patine des Silex* par quelques considérations introductives, dont il me semble indispensable de tenir compte dans l'étude de cette intéressante question, dont certains points importants restent encore à élucider.

Je ne me dissimule nullement que le texte de cet exposé paraîtra sans doute « très » développé, un peu prolixe même ! Mais il convient de le considérer comme une sorte de *répertoire documentaire synthétique*, qui résume de très nombreux travaux épars et qui vise à préciser et à multiplier l'énoncé des faits variés signalés par les auteurs. Il aura l'avantage de grouper ainsi d'avance tous les éléments appelés à élucider le problème en vue et comme par cela même, il permettra de simplifier et d'abrégier le Programme d'études visé, il y a lieu de tenir compte de cette compensation.

Si l'on tentait d'aborder les multiples problèmes que soulève l'étude de la Patine sans s'être, au préalable, rendu compte de l'origine, de la composition, de la structure, de l'âge et des propriétés du *Silex lui-même*, on s'exposerait à discuter dans le vide et l'on n'obtiendrait ni précisions ni résultats vraiment utiles.

Il semble donc hautement désirable de faire précéder l'élaboration d'un Programme d'études de la Patine par un exposé sommaire et synthétique d'éclaircissements fournis par la Géologie, la Minéralogie, la Météorologie, la Microscopie et aussi par la Biologie des mers.

Ce n'est que grâce aux apports de ces sciences que la Préhistoire pourra utilement s'initier aux origines du silex, connaître avec précision ses éléments constitutifs et leur variation, apprécier les aptitudes différentes de ces mêmes éléments à subir des altérations

et parfois des modifications profondes, telles que celles donnant naissance aux divers types de la patine.

Outre le *silex* proprement dit, il conviendra aussi de préciser en quoi cette roche diffère du *phtanite*, du *chert* et d'autres roches siliceuses diverses aussi utilisées, bien que plus rarement, dans l'outillage de nos lointains ancêtres.

Il importe également de se rendre un compte très exact de la multiplicité et de l'extrême diversité des *facteurs météorologiques, hydrologiques, chimiques* et autres qui, dans des conditions parfois extrêmement différentes, ont provoqué et provoquent encore à la surface et au sein de ces roches siliceuses, des altérations, tantôt superficielles, tantôt profondes, lesquelles réagissent sur la composition, l'aspect, les caractères, la couleur et la dureté de la roche considérée et finalement donnent naissance à sa *patine*.

Il n'est pas douteux que, armé de ces données préalables, l'observateur sera à même d'élucider à fond bien des problèmes qui, sans cette clef introductive, se refuseraient systématiquement à lui abandonner leurs solutions et leurs secrets.

L'ORIGINE BIOLOGIQUE DE LA SILICE DES ROGNONS ET DES BANCS DE SILEX

L'état actuel, en Belgique, de nos connaissances sur l'origine, la composition et l'histoire préalable, tant des rognons et des bancs de silex de nos terrains crétacés, et même tertiaires, que des roches siliceuses analogues (cherts, phtanites, etc.) de nos terrains primaires, est dû surtout aux recherches et aux travaux de MM. J. Cornet et A. Renard, ainsi que de MM. L. Cayeux et C. Klement. Aussi est-ce surtout des publications de ces savants que découlent les résultats et les faits précis qui seront exposés ci-dessous.

Ce sont, essentiellement, les SPONGIAIRES, les RADIOLAIRES et les DIATOMÉES qui, par la mise en liberté posthume de leur squelette, exclusivement siliceux et après une dissolution partielle, ou complète, de cette silice, ont fourni les *éléments constitutifs* des rognons bien connus et des bancs localisés ayant, ultérieurement, constitué la matière première de l'outillage préhistorique (1).

(1) Les sables de l'étage bruxellien (de l'Eocène moyen), dans la série tertiaire, renferment, tout comme le Crétacé supérieur, des bancs et des rognons durs, parfois utilisés naguère, mais plus localement, pour l'outillage préhistorique. Toutefois, ce sont alors des grès extrêmement purs et siliceux, passant

Les organismes marins précités ont puisé la silice nécessaire à la formation de leur squelette dans les innombrables molécules ténues de *silicate d'alumine* (ou argile), fournies, sous forme de boues et de substances à l'état colloïdal, par l'apport continental des fleuves et des rivières, comme aussi par l'érosion multiséculaire des côtes. Après la mort et la désagrégation de ces divers organismes, les éléments résistants siliceux de leur squelette se sont *accumulés* au fond des mers en lits successifs et superposés. Ces masses, renouvelées à de nombreuses reprises, ont ainsi constitué des zones et des bancs multiples, à base presque entièrement siliceuse, en alternance avec des masses sédimentaires, généralement plus développées, privées d'accumulations d'éléments de cette nature, ou n'en contenant que des proportions insuffisantes pour favoriser le phénomène chimique des concentrations moléculaires ultérieures.

Ce n'est que très longtemps après la phase crétacique initiale et purement sédimentaire, sous-marine, qu'a commencé le processus chimique de *concentration siliceuse* et de *concrétionnements localisés* producteurs des rognons. Il a débuté, comme l'a montré M. Cornet, avec le phénomène géologique de l'*émersion continentale* des anciens fonds sous-marins.

La Constitution de la matière du Silex

Voyons maintenant sur quelles substances exactement s'exerçaient les processus chimiques, tant de dissolution initiale, que d'imprégnation et de reconcentration sous forme de rognons et de

parfois au facies quartzitique et qui, comme tels, ont parfois contribué à la confection, dans nos parages du Brabant, de pseudo-silex taillés. Les rognons siliceux du Bruxellien, dont le phénomène d'origine et de concrétionnement est également dû à la concentration sédimentaire de spicules siliceux de Spongiaires, n'ont toutefois pas obtenu, *directement*, de ces derniers animaux marins, la matière siliceuse qui les a fournis. D'autres habitants, bien différents, des baies et des plages sous-marines du Bruxellien, et contemporains des Spongiaires, avaient trouvé à leur disposition, dans les accumulations de solides spicules, mis en liberté par la mort des Spongiaires, d'excellents éléments à la fois *consolidateurs* et *défensifs*, dont ces habitants, qui sont les *Annélides*, garnissaient et armaient les frêles et longs *tubes arénacés* qui leur servaient de fragiles demeures et de galeries sous-marines. C'est donc à l'aide des spicules siliceux ayant passé, *post-mortem*, des Spongiaires aux Annélides, que se sont concrétionnés autour de ces tubes, ainsi garnis et renforcés de silex, les rognons siliceux du tertiaire bruxellien, communément appelé « grès fistuleux », « pierres de grottes », et dont certains niveaux présentent une concentration siliceuse et un degré de dureté qui les apparentent physiquement aux vrais quartzites et aux silex.

bancs, des niveaux siliceux reconstitués à l'aide des éléments puisés, antérieurement, dans les squelettes des organismes marins précités.

La Silice, d'une manière générale, est un composé oxygéné de Silicium et, dans la nature, elle se présente sous *deux formes distinctes* et à *propriétés très différentes*. L'une est la *Silice anhydre*, ou privée d'eau, à formes cristallines définies, bien représentée par le *quartz*. Elle fait partie des éléments constitutifs des roches granitiques et éruptives des premiers âges de la Terre. Et elle est la *source* des éléments arénacés, ou sableux, de l'immense succession des dépôts sédimentaires ou marins, depuis les temps primaires jusqu'à nos jours. Elle a fourni non seulement les sables littoraux et sous-marins de toutes les mers et qui, ultérieurement, ont constitué les grès, les psammites, les quartzites et quantité d'autres roches dans lesquelles intervient la silice, mais encore les formations sableuses *continentales* dont les types bien connus sont les déserts africains, asiatiques et autres. Par le mouvement, les remaniements, les frottements, le transport et l'érosion, la forme primitive cristalline a généralement disparu, du moins périphériquement, dans l'élément ultérieurement roulé et usé que nous appelons *sable* et le grain, privé de ses arêtes et de ses angles, est devenu arrondi, sans aspérité aucune. Sous l'une ou l'autre forme, le grain siliceux constitue l'élément prépondérant dans la masse considérable des sédiments de la Terre.

L'autre forme de la silice est d'origine *organique*, en ce sens qu'elle est faite d'éléments siliceux qui, se trouvant en dissolution, ou à l'état colloïdal, dans les eaux des mers de tout âge, ont été assimilés par des organismes marins et utilisés pour la construction de leur squelette. La silice, que se sont ainsi appropriés Spongiaires et Radiolaires, dans le monde animal et Diatomées dans le monde végétal s'est, du même coup, *hydratée*, c'est-à-dire combinée avec de l'eau. Et elle est ainsi devenue une *forme soluble* de silice, appelée aussi *silice gélatineuse*, typiquement bien représentée par l'*opale*.

A côté donc de la silice pure, ou anhydre (qui résiste à l'attaque et à la corrosion de *tous* les agents chimiques, à part le fluor), se trouve ainsi dans la nature et constituée aux âges les plus divers de la terre, une *silice hydratée*, qui, dans la composition de très nombreux dépôts, a joué un rôle important. Or, cette forme de silice, aisément attaquable et que dissout, dans une certaine me-

sure, l'eau de mer, est plus soluble encore par les eaux météoriques continentales, chargées d'acide carbonique.

L'origine chimique des rognons.

Les dissolutions primitives, ici partielles, là totales des éléments squelettiques, directement constitués, soit par la silice anhydre, soit par la silice gélatineuse ou soluble, ont donc trouvé, dans les *réactions chimiques des eaux météoriques continentales d'infiltration*, leurs agents les plus efficaces et d'action extrêmement prolongée.

Par voie d'attraction et d'affinités moléculaires, ces éléments siliceux d'imprégnation des roches se sont regroupés, concrétionnés, recristallisés et finalement rassemblés tantôt en rognons, tantôt en bancs, ici continus, là discontinus; le tout suivant les diversités locales d'état et de composition des sédiments qui constituaient alors des massifs émergés et en voie de solidification progressive et de lapidification.

En réalité, ces rognons et ces bancs marquent donc les niveaux primitifs d'accumulation siliceuse accentuée, dus aux modifications biologiques, localisées et répétées, des organismes précités des anciennes mers. Ce sont, en quelque sorte, les cimetières, ou nécropoles, des restes squelettiques siliceux, « recristallisés » des Spongiaires, Radiolaires et Diatomées de ces âges anciens.

Les causes des formes bizarres et irrégulières des rognons de silex

On pourrait se demander à quoi sont dues les formes, si irrégulières et tourmentées, surtout à certains niveaux, des rognons de silex? Tout simplement à la présence, variablement localisée, au sein des sédiments crayeux primitifs, comme aussi à la répartition stratifiée horizontale, des *éléments organiques*, coquilles, radiaires, tests et radioles d'oursins, débris de crustacés parfois; le tout, tant complets que fragmentaires, qui ont constitué, en quelque sorte des *centres d'attraction* et aussi des récurrences superposées, ayant mis en mouvement les actions moléculaires d'attraction et de transport chimique de la silice soluble au sein du dépôt.

C'est par voie d'accroissement, côte à côte, de liaisons irrégulières, en divers sens, et de jonctions variables des centres de regrou-

pement siliceux, que s'est, très simplement, effectuée l'édification, lapidifiée, des liaisons et jonctions des rognons de silex qui, actuellement, montrent des masses plus ou moins globuleuses, ou ovales, mais diversement accolées et jointives, parfois fondues et montrant, très généralement, l'aspect bizarre et très irrégulier rappelé plus haut.

Le silex de ces rognons est d'une structure *amorphe*; il contient des impuretés, des vestiges et souvent encore de très fines particules crayeuses ayant échappé à la vitrification finale. Enfin, on y trouve des matières charbonneuses, d'origine organique, du fer, du manganèse, etc., à l'état d'oxydes et de peroxydes.

Ce qu'il faut noter surtout, c'est que le silex des rognons contient, très généralement, sinon toujours, LES DEUX FORMES de cette matière : la silice *anhydre* et la silice *hydratée*, ou soluble. Les proportions relatives de ces deux types de silice sont souvent d'un tiers contre deux tiers dans la masse totale siliceuse. Mais, non seulement ces proportions varient beaucoup, dans un même niveau et dans un même banc de rognons, mais des inversions de proportions existent parfois à de très minimes distances. On le voit, le silex est donc loin de constituer une substance homogène.

Si les niveaux à rognons de silex ont exactement la même allure que les sédiments stratifiés qui les englobent, c'est parce que c'est précisément au sein des dépôts biologiques siliceux de ceux-ci qu'ils ont trouvé les éléments qui ont servi à les former.

Lorsqu'il s'agit, non de rognon et de nodules, mais de bancs plus ou moins continus de silex, parfois assez homogène, c'est que la proportion considérable de silice soluble fournie par les sédiments biologiques a permis une lapidification, très générale, siliceuse, en niveaux superposés continus.

Rognons « fistuleux » silicifiés, disposés en rangées verticales et obliques. — Il est des cas, assez rares d'ailleurs, où les rognons silicifiés se présentent disposés non en lits et en alignements horizontaux ou parallèles à la stratification, mais en rangées plus ou moins *verticales* ou obliques et plus ou moins discontinues, ou interrompues. C'est ce que l'on constate notamment dans les sablières du Bruxellien inférieur du Brabant, au niveau, très spécial, des concrétions appelées « grès fistuleux » et « pierres de grottes ». Ces grès sont souvent très silicifiés et prennent parfois et surtout dans la cassure, des aspects quartziteux. La raison de cette disposition est

bien simple! Les centres d'attraction de la matière siliceuse soluble n'ont pas été fournis ici par des éléments sédimentaires, disposés à plat suivant la stratification, mais sous forme de tubulures verticales et obliques, parfois entrecroisées et comme nouées. Ces tubulures, qui s'élevaient au travers des sables servaient naguère de demeures et de cheminement vertical à des *Annélides* de plages sous-marines. Ces annélides tapissaient les parois de ces tubulures protectrices à l'aide des nombreux spicules siliceux abandonnés par la désagrégation des innombrables Spongiaires de ces mêmes mers. (Voir note 1 de la page 189.)

De là production d'alignements verticaux ou obliques enchevêtrés, généralement perpendiculaires à la stratification, qui ont, ultérieurement, et par attraction moléculaire de leurs éléments siliceux, donné naissance à ces rognons, avec cavités tubulaires et axes sableux à l'intérieur. Et ainsi s'explique une disposition tout à fait différente de celle des rognons crétacés, dus à des accumulations, sur place, de simples résidus biologiques *post-mortem* abandonnés par les Spongiaires et disposés suivant le sens de la stratification des dépôts.

L'âge récent des rognons crétacés

Il ne peut être question d'admettre que les rognons et bancs de silex crétacé auraient déjà pu être formés, sous le fond des mers, *avant* l'époque de l'émersion continentale des sédiments marins qui les contiennent, ni en contemporanéité avec le dépôt sédimentaire sous-marin. Non seulement les très nombreux dragages et les sondages innombrables effectués dans les mers les plus diverses, sous toutes les latitudes et aux profondeurs les plus variées, même abyssales, n'ont *jamaïs* ramené à la surface un seul silex, ou rognon siliceux, en voie de formation; mais l'âge *exact* de la formation des rognons a pu être parfois déterminé avec une précision et une certitude *absolues*. Pour ce qui concerne les silex si caractéristiques du Crétacé de nos régions et spécialement du Hainaut, le professeur J. Cornet (1) a démontré, d'une manière aussi ingénieuse qu'irréfu-

(1) JULES CORNET : Sur l'époque de la formation des silex du Crétacique et du Montien du Hainaut, *Annales de la Société Géol. de Belgique*, t. XXXVII, 1909-1910. Bull., pp. 217-265.

Voir aussi : J. CORNET : *Géologie*, en quatre tomes gr. in-8°, Mons. Voir spécialement t. III (1921).

table, l'absence complète de toute *préexistence* de rognons et de bancs de silex au cours des phases successives de la sédimentation marine de nos divers étages et assises à silex de la formation crétacée et spécialement des niveaux supérieurs sénoniens.

D'autre part, il est un fait nettement acquis : c'est celui de la non moins *irréfutable* préexistence de rognons de silex déjà remaniés et corrodés, altérés à la surface, dès l'*aurora* des temps tertiaires. Le début de la formation des silex sénoniens et autres antérieurs (turoniens et sénomaniens) se trouve donc compris entre la phase d'émersion continentale qui a suivi le Maastrichtien (sommet du Crétacé) et la phase d'*immersion tertiaire* ayant provoqué le dépôt marin de l'Eocène landenien. Les phénomènes chimiques de concentration moléculaire siliceuse, de concrétionnement et d'accroissement des nodules et rognons se sont incontestablement continués au cours des diverses phases successives d'émersion continentale qui se sont succédé pendant la durée des temps tertiaires et quaternaires. Et ils se continuent encore de nos jours, sous l'action, devenue multiséculairement persistante et continue des influences et des facteurs multiples des eaux météoriques d'infiltration (1).

Les silex corrodés et verdés de la base du Landenien.

Il a été signalé tantôt que les rognons de silex crétacés étaient déjà formés et même déjà déchaussés, remaniés et corrodés, antérieurement au Landenien marin.

Qui ne connaît, en effet, comme preuve de cette antériorité, les accumulations parfois très développées de ces curieux *silex verdés* et *corrodés*, si caractéristiques, en Hesbaye, comme parfois en Flandre française, de la base du Landenien marin glauconifère (2).

(1) ERNEST VAN DEN BROECK : *Mémoire sur les phénomènes d'altération des dépôts superficiels par l'infiltration des eaux météoriques, étudiés dans leurs rapports avec la Géologie stratigraphique*. Mém. couron., etc., de l'Académie des Sciences, etc., de Belgique, t. XLIV, 1880. In-4°, 180 pages, 34 fig., 1 pl. coul.

ERNEST VAN DEN BROECK : *Du rôle de l'infiltration des eaux météoriques dans l'altération des dépôts superficiels*. Congrès Géologique International de Paris, 1878.

(2) La glauconie est un silicate ferreux, à bases variables d'alumine, de potasse, de magnésie, etc., qui s'observe, soit disséminée en grains distincts, dans les dépôts secondaires, tertiaires ou quaternaires, soit comme éléments constitutifs de certaines roches verdâtres.

C'est, très généralement, un remplissage *post-mortem* des loges des Foraminifères, dont le test calcaire a disparu par dissolution.

Sous l'influence de l'air humide et plus particulièrement sous celle des eaux météoriques d'infiltration, les grains glauconieux se décomposent avec une

Le phénomène complémentaire et postérieur à la formation des rognons, qui a si singulièrement doté ces silex remaniés d'une sorte de *patine* ou de *croûte verte* d'imprégnation, parfois assez profonde, est dû à l'action combinée des sels de fer, de potasse et parfois de magnésie que renferment les innombrables grains verts glauconieux du Landenien marin; masse aisément traversée et influencée par les agents dissolvants et oxydants des eaux météoriques d'infiltration, postérieures à l'émersion de ce dépôt tertiaire. Il est à noter que les sels de *potasse* de la glauconie verte landenienne constituent précisément l'un des meilleurs éléments de corrosion et de dissolution de la silice hydratée des rognons ici visés.

La croûte blanche, crayeuse, des rognons de silex.

Les rognons de silex montrent souvent, comme c'est particulièrement le cas pour ceux des divers étages du Sénonien, une croûte rugueuse, plus ou moins granuleuse, et à surface très irrégulière. Comme dans le rognon en place, elle paraît passer graduellement à la gangue crayeuse normale qui entoure le rognon, celui-ci ne se trouve pas nettement délimité au sein de la masse de la craie.

Cette croûte blanche ne constitue nullement une patine. Elle désigne simplement les régions périphériques, en travail, du phénomène d'attraction et de concentration moléculaire qui, graduellement, depuis l'émersion des dépôts crétacés, a fait se substituer la silice au calcaire et a créé les rognons. Ce travail de silicification progressive, naguère amorcé par la présence de débris organiques divers, centres d'attraction pour la silice, est ici *pris sur le fait* et montre la continuité, encore actuelle, du phénomène dans les massifs crayeux restés *in situ*.

L'eau de carrière des silex

A l'état de formations marines, actuellement émergées, ou devenues continentales, les assises crayeuses et autres caractérisées

grande facilité. L'acide carbonique de ces eaux s'unit aux bases de la glauconie, met en liberté les éléments siliceux et donne naissance à un carbonate ferreux qui, au contact de l'oxygène de ces mêmes eaux, se trouve rapidement décomposé, changé en peroxyde de fer et en hydrate ferrique. Celui-ci, en l'état de matière impalpable, imprègne tout le dépôt, l'agglutine souvent et lui donne fréquemment une coloration jaunâtre ou rougeâtre, très accentuée.

ERNEST VAN DEN BROECK : *Mémoire sur les phénomènes d'altération, etc. (loc. cit.)*, 1880.

Le minerai de fer de nos sables glauconières diestiens et de certains de nos dépôts sableux éocènes, primitivement glauconieux, n'a pas d'autre origine.

par leurs bancs ou rognons de silex, contiennent — de même d'ailleurs que *tous* les dépôts émergés — et en quantité très appréciable, ce que l'on appelle leur *eau de carrière*. Celle-ci se présente non seulement dans toute la masse du dépôt, mais encore dans tous les bancs et rognons, même les plus durs et les plus compacts.

C'est seulement à la suite du débitage — préhistorique ou moderne — en vue d'outillage, et aussi par suite d'éclatements, de fendillements et de séparations naturelles des rognons mis à jour, par les dénudations géologiques, puis soumis à de fortes variations de température ou de pression, que les fragments, esquilles et débris de ces rognons subdivisés *ont perdu* leur eau de carrière, contenue dans les pores infiniment petits séparant les molécules de la roche. Cette eau de carrière, en s'évaporant, abandonne le plus souvent, sur les surfaces fragmentaires ainsi obtenues un enduit mince où résidu siliceux *brillant et lustré*; mais parfois aussi, chez certains types de silex, cet enduit est *mat*, d'aspect *gras et cireux*, et donne aux pièces ainsi patinées, un aspect tout particulier.

Telle est la *patine primitive*, ou *initiale*, des silex, ou tout au moins d'un bon nombre de silex. Cette patine, brillante ou mate, suivant la composition intime — très variable — des silex, constitue une sorte de *vernis de surface*. Cette adjonction de matière à la surface tend à *renforcer* la solidité du silex, à la cuirasser. Elle n'a donc rien de commun avec l'ordinaire *patine d'altération*, généralement plus ou moins profonde, du silex et dont il est si souvent question dans le problème usuel de la patine.

Origine de la patine brillante et lustrée et de la patine mate et cireuse.

Elles tirent leur origine d'un simple phénomène d'évaporation d'eau de carrière, chargée de *silice dissoute*; phénomène déclenché par le *bris* des rognons et des bancs lorsqu'ils arrivent à exposer à l'air libre leur substance interne. C'est en s'évaporant sur ces surfaces, fraîchement mises à nu, que l'eau de carrière y abandonne la silice soluble qui produit le vernis brillant et lustré.

Il est à noter qu'après avoir ainsi laissé évaporer son eau de carrière, la roche, devenue moléculairement sèche, perd en tout ou en partie sa facilité de cassure et ses aptitudes à se laisser débiter en fragments convenables pour l'outillage. Nos ancêtres préhistoriques ont dû, fort intelligemment, noter ce changement de propriétés du silex, puisqu'il est constaté, qu'à grand peine assuré-

ment, ils transportent intacts, à de longues distances, de très gros rognons de silex et qu'en leurs parfois lointains lieux de résidence, qui en étaient *dépourvus*, ils débitaient ces rognons à loisir et dans de bonnes conditions. On peut admettre que plus la roche employée contient de silice gélatineuse ou soluble, plus le vernis de surface, ou patine polie et brillante primitive, se montre développé. C'est ce qui explique aussi que cet enduit spécial n'apparaît pas d'une manière constante comme suite au débitage artificiel ou au phénomène de fragmentation naturelle des rognons de silex, lesquels peuvent être quasi privés ou faiblement munis de silice gélatineuse.

On notera enfin que la patine initiale, brillante et lustrée, déposée à la surface du silex récemment mis à jour par débitage ou par éclatement naturel et fourni par l'évaporation de l'eau de carrière, tend à *augmenter* la cohérence et la solidité de la roche. C'est là un effet absolument contraire à celui provoqué par les phénomènes d'*altération* ayant donné naissance aux patines usuelles, avec perte de matière, blanches ou de colorations diverses.

Importance, au point de vue de l'étude des patines, de la coexistence dans les silex de deux formes de silice de solubilité différente

Le fait de la COEXISTENCE, sous deux formes, à *solubilité nettement différente*, de la matière du silex; la présence, les proportions et la répartition, au sein du rognon, de la silice soluble et gélatineuse (ou du type d'opale) par rapport à ces mêmes éléments concernant la silice anhydre, constituent des facteurs d'importance *primordiale* dans le processus modificateur et de formation de la *patine d'altération* des silex. Et les recherches à faire, dans ce sens, au sujet de la composition chimique des silex et de l'influence de cette composition sur les caractères et sur l'aspect de la patine, représentent sans doute *un des points capitaux* du programme d'études ici visé.

La patine lustrée et brillante due au polissage sous-fluvial quaternaire.

Il est encore une autre patine, d'aspect analogue à celui de la patine initiale, lustrée et brillante, des fragments fraîchement extraits des rognons. C'est la patine du même genre, observée à la surface du silex tant en fragments naturels que façonnés pour l'ou-

tillage et recueillis spécialement au sein des alluvions quaternaires caillouteuses, anciennes, des *grands et rapides cours d'eau*. Cette patine — qui, elle non plus, n'a rien à voir avec les phénomènes d'altération du silex — paraît s'être très généralement constituée *sous les eaux courantes et rapides* des âges quaternaires. Elle semble devoir être uniquement attribuée à des phénomènes prolongés de *frottement* et de *polissage final*, dus à ces actifs agents physiques et spécialement mécaniques, que constituent le passage et le mitraillage incessant des graviers, des sables et des menus corps durs silicifiés (fossiles) qui rabattent et polissent les silex dans les régions de plus rapide translation, c'est-à-dire par l'effet continu des courants balayant les roches, débris et silex gisant sur le thalweg fluvial.

Une telle origine semble devoir impliquer — en différenciation d'avec la patine brillante primitive par exsudat d'évaporation des blocs débités — que l'une des faces plates, ou principales, d'un silex à surface brillante de l'espèce, présentera plus *fréquemment* le caractère de polissage superficiel que l'autre face, en contact inférieur plus ou moins prolongé, avec le substratum immobile du lit fluvial. Cela a été noté souvent. C'est aux observateurs et aux collectionneurs éclairés de silex, à surfaces brillantes et polies, trouvés dans les alluvions anciennes des grands cours d'eau quaternaires, qu'il appartiendra de préciser s'il en est toujours bien ainsi et de compléter nos connaissances sur ce sujet.

Le même phénomène de polissage et de production d'enduit brillant et poli de surface, s'observe, dû aux mêmes agents de transport, mais du domaine aérien. C'est ainsi que les voyageurs et explorateurs ayant visité les régions sableuses et désertiques, dénudées, tant africaines qu'asiatiques, si souvent caractérisées par de longues persistances et de grandes intensités de vents violents et de trombes avec fréquents *transports éoliens* de quartz, de silice, etc., sous forme de sables et souvent de menus graviers, ont signalé, maintes fois, le curieux polissage et l'aspect brillant, tout spécial, des roches dures, siliceuses, quartziteuses et autres, émergeant des plaines sableuses et qui acquièrent ainsi une vraie patine, purement éolienne.

En Belgique même et non seulement en ce qui concerne certains blocs ou groupements localisés sur les sommets de l'Ardenne et provenant de formations éocènes et surtout oligocènes, démantelées et disparues, à part ces pondéreux témoins; mais encore jus-

que dans nos plaines basses de la Hesbaye (comme dans certaine région voisine de Tirlemont), on peut aussi constater la présence de telles roches sporadiques, à surfaces patinées brillantes. Elles datent ici, et tout spécialement dans les sites de Wommerson, d'Huppaye, etc., de formations surtout sableuses et purement quartzieuses, soit constituées par de la silice pure, que met en mouvement le vent. Ces blocs en relief, restés *in situ*, qui forment obstacle au transport aérien et sont souvent mitraillés par les sables environnants, acquièrent fréquemment des surfaces et des angles dont le polissage représente une véritable *patine*, complétée peut-être aussi par des réactions et concentrations moléculaires internes.

En résumé, dans le domaine fluvial comme dans le domaine aérien, la patine *polie et brillante* semble due à l'action prolongée, mitrailleuse et polissante (donc purement physique) des sables siliceux et des corpuscules durs se succédant, pendant longtemps, avec force et vitesse. Dans le premier cas, le moteur est constitué par le courant fluvial, surtout des anciens thalwegs quaternaires; dans le second, il est dû aux actions de transport du vent.

Les patines d'altération du silex dues à l'action des phénomènes météoriques

Si, abandonnant ces patines assez spéciales, dont la caractéristique est l'absence d'altération au sein de la roche, nous passons aux patines *d'aspect, de consistance et de couleurs variées*, mais souvent blanche et qui s'accompagnent de *modifications structurales internes et externes*, nous n'aurons pas de peine à reconnaître que de telles patines sont évidemment dues à ces multiples *facteurs météoriques* qui, d'une manière générale, modifient et altèrent TOUTES les roches d'affleurement (1). Aussi ne pouvons-nous nous dissimuler que les problèmes à étudier et à résoudre sont vastes et très complexes.

En se guidant sur les observations déjà faites, base de cette conviction, il est facile de reconnaître (spécialement dans l'intéressant domaine d'application que constitue le silex-outillage et surtout pour les silex étudiés par les préhistoriciens) qu'un *facteur initial* s'impose!

(1) E. VAN DEN BROECK : *loc. cit.*: *Mémoire sur les phénomènes d'altération des dépôts superficiels, etc.* Bruxelles, 1880.

Ce facteur est constitué par le *degré considérable de durée et d'intensité* d'exposition des roches aux *intempéries*, aux *agents météoriques* et à l'*insolation*, et c'est assurément lui qui, plus que tout autre, règle la formation de ce que l'on entend généralement par « la patine des silex ».

Ici interviennent, à des titres divers, parfois séparément, parfois réunis, tantôt en alternances, tantôt en longue continuité d'action, les facteurs : lumière, chaleur, humidité, température (celle-ci avec ses effets mécaniques de dilatation, de contraction, de fendillement et d'éclatement naturel, cortical ou profond); insolutions prolongées; influences de *contacts* et de *substratums* divers, avec leurs réactions chimiques et physiques diverses; pluies, avec leur habituel cortège d'infiltrations, de dissolutions et d'oxydations, dans lesquelles, on le sait, l'*acide carbonique* de ces eaux joue un rôle aussi actif que prépondérant et absolument universel (1).

Et il n'y a pas seulement à considérer l'acide carbonique naturellement contenu dans les eaux pluviales, il faut y adjoindre celui qui, par infiltration des eaux météoriques dans le sol, tout spécialement d'un sol végétal, avec ses matières organiques, vient *renforcer considérablement* les proportions initiales de cet élément dissolvant par excellence.

Quant à l'oxygène des eaux pluviales, beaucoup plus abondant encore que l'acide carbonique, il se charge de réaliser les phénomènes d'oxydation de toute nature et de combustion des éléments du sol et du sous-sol atteints par les infiltrations d'eaux météoriques.

Il est aisé de concevoir la *grande variation des résultats* qui doivent fatalement se dégager de la mise en œuvre de ces divers éléments d'action, agissant seuls ou de compagnie, en alternances et en combinaisons diverses, ou bien encore poursuivant leur œuvre pendant de très longues durées d'exposition continue à l'air, au soleil et aux intempéries.

Cette variation est d'ailleurs démontrée par la *multiplicité* d'aspects, de colorations, de résistance ou de friabilité et de caractères divers des silex patinés; spécialement de ceux que leur gisement préhistorique *ancien* a, pendant des périodes multiséculaires,

(1) ERNEST VAN DEN BROECK : *Mémoire sur les phénomènes d'altération, etc.* (*loc. cit.*). Voir pp. 1 à 14.

placés dans des successions de conditions soit persistantes, soit diverses et constamment variables.

Au contraire du cas de la patine polie et brillante, signalée tantôt, la caractéristique de ces patines, dues aux facteurs météoriques, amène très généralement, des *soustractions partielles* de substances, une diminution de poids et de densité, la *matité* et la *rugosité* fréquente des surfaces, la *friabilité* superficielle ou profonde de la matière et enfin la production d'une *porosité*, tantôt superficielle aussi, tantôt profonde et périphérique ou parfois totale du silex, alors fortement affecté et entièrement décomposé (1). La patine *blanche*, d'un blanc de lait, dite *cacholong*, si fréquente chez les silex exposés aux intempéries, est produite par l'oxydation, la combustion des matières organiques colorantes et par le *départ*, soit de l'eau de carrière, soit de la silice hydratée. Une longue exposition directe à l'*insolation*, dans les conditions d'orientation les plus favorables à celle-ci, paraît être, d'après les observations, sagaces et minutieuses de M. Edm. Rahir (2), l'un des facteurs *les plus actifs* de la production de cette patine blanche.

Déjà, dans son « *Exploration scientifique, etc., de la province de Liège* », publiée en 1903, M. Ernest Doudou avait signalé (p. 284), que c'est sous l'action directe des rayons du soleil que les silex se patinent le plus rapidement.

C'est pour les patines d'altération, très spécialement, qu'il faut tenir compte du facteur important de la *composition chimique* et

(1) Dans mon *Mémoire de 1880 sur les phénomènes d'altération des dépôts superficiels* (*loc. cit.*), j'ai signalé une observation montrant comment, sous la simple action des facteurs météoriques, de durs cailloux roulés de silex peuvent se transformer en des résidus meubles et impalpables. Je disais, page 35 du *Mémoire* précité : « Au Mont-de-la-Musique, près de Renaix, nous avons trouvé, dans le quaternaire, des galets de silex intacts comme forme, mais entièrement *métamorphosés en un résidu terreux*, d'un blanc jaunâtre, très léger et friable.

« Ces galets se trouvaient parmi des sables profondément altérés et rougis par oxydation d'*éléments glauconieux* préexistants. En certains endroits un coup de bêche aurait pu couper nettement en deux tous les galets rencontrés; en d'autres points du même dépôt le silex était resté intact. Parmi les galets modifiés il s'en rencontrait parfois d'intacts, mélangés avec eux et provenant sans doute de roches différentes et plus résistantes. (J'aurais pu ajouter : « Ou contenant une plus forte proportion de silice anhydre ».)

« Ça et là, des fragments de silex crétaqués, de grande dimension, montraient clairement la marche du phénomène d'altération, qui s'effectue en partant des bords vers le centre. Un noyau dur, non altéré, se remarquait parfois au centre d'un fragment de silex ou d'un galet, dont la partie extérieure seule était devenue terreuse, blanche et friable. »

(2) ED. RAHIR : *Résultats d'observations relatives à la patine du silex*. Bull. Sos. Anthropol. de Bruxelles, t. XLII, 1927, p. 84. Séance du 25 avril.

intime du silex, de la proportion et de la répartition structurales *des deux formes* d'éléments siliceux qui constituent le silex : la silice anhydre et la silice gélatineuse, ou soluble. Mais il y a plus ! Du fait que les rognons de silex résultent de la concentration et d'une sorte de « recristallisation » de la silice dans un milieu préalablement calcaire, généralement crayeux, il résulte que si certains silex sont constitués uniquement par le mélange, ou par la combinaison intime et variable des deux types de matière siliceuse, d'autres, par contre, contiennent, *en plus*, à l'état extrêmement divisé, ou résiduaire, de très nombreuses particules, *restées calcaires*, qui simplement englobées par la reconstitution siliceuse du dépôt, sont restées incluses comme telles et réparties dans les éléments constitutifs du silex.

Il va sans dire que les silex de ce dernier type — et ils paraissent fréquents dans les régions périphériques des rognons de certains niveaux, à silice moins riche — se montreront éminemment plus altérables, plus solubles dans leur masse, que les autres; c'est ce que l'aspect et les caractères de leur patine, blanche et friable, et tout au moins poreuse et sans compacité moléculaire, démontre de son côté, corrélativement parfois avec un état accentué de diminution de cohérence et de solidité du silex, qui peut alors, mais assez exceptionnellement, devenir tendre et friable.

Il importe de se souvenir que le calcaire (élément primitif, ou de base) qui, par substitution de substance, a été chimiquement remplacé par la silice, ici soluble, là anhydre, se présente lui aussi, dans la nature, *sous deux formes cristallines distinctes*; douées, comme celles de la silice, de propriétés *différentes*. C'est ce qui s'observe tant dans leur aptitude inégale à leur remplacement par la silice, que dans leur degré de résistance à la dissolution. Ces deux facies cristallins du calcaire sont la *calcite* et l'*aragonite*, respectivement à cristallisation rhomboédrique et orthorhombique; la première, plus fréquente, à cassure imparfaitement conchoïde, aisément clivable, moins poreuse, moins dure et moins dense (2.72) que l'aragonite, qui a l'éclat vitreux et la cassure conchoïde du silex, et dont la densité est de 2.92; qui enfin, très poreuse, est facilement dissoute par les agents naturels. Ces diverses formes cristallines du calcaire sont toutes deux très protéiformes, mais c'est la calcite, carbonate de chaux naturel, qui a la plus grande tendance à la pseudomorphose. Si, à l'état naturel ou amorphe (tel que la

(craie) la calcite est aisément soluble, elle devient, au contraire, beaucoup *plus résistante* que l'aragonite, lorsqu'elle se présente sous l'*aspect cristallisé spathique* et, en matière de gisements fossilifères, il en résulte des conséquences fort intéressantes (1). Pour la question qui nous occupe spécialement ici, il suffit d'avoir noté en vue de recherches futures, que le calcaire englobé, soit en fragments, soit en fines particules, dans les pores des rognons de silex, peut tout comme celui-ci, appartenir à *deux types différents*, à propriétés dissolvantes diverses, et cela ne peut manquer de réagir sur l'altération du silex englobant.

Si les éléments *calcaires* observés au sein de certains silex ont une origine souvent primitive au sein du rognon silicifié, ce même calcaire peut aussi y avoir été introduit *postérieurement* au phénomène d'altération. C'est ainsi que, dans mon *Mémoire*, de 1880, (loc. cit.), *sur les phénomènes d'altération*, etc., je disais, p. 36 : « On a constaté que certains silex altérés et changés en résidus friables, pouvaient contenir jusque 10 p. c. de *matières calcaires*, mélangées avec de l'oxyde ferrique. Il est probable que les eaux

(1) La calcite amorphe des organismes marins transformés, par la fossilisation multiséculaire, en calcite cristallisée spathique, constitue des amas de débris organiques nombreux et très variés. On y rencontre des Térébratules et des Lingules, représentant les Brachiopodes; des Bélemnites, souvent à foison, parmi les Céphalopodes; des Dentales, Fuseaux, Patelles et Littorines, parmi les Gastropodes; des Peignes et des Huîtres, en grande abondance, parmi les Lamellibranches; des accumulations d'Encrines, d'Oursins et d'Astéries, parmi les Echinodermes; de même enfin que d'abondants Coraux des Cirrhipèdes et des Crustacés divers, sans compter des éléments résiduaux plus petits, fournis par le vaste groupe des Foraminifères : ces micro-joyaux de la faune marine!

Certaines coquilles de mollusques présentent toutefois les deux structures réunies (Fuseaux, Spondyles, Pinnes, Marteaux, Moules, etc.).

Il résulte pratiquement de ce dualisme structural de l'élément calcaire des fossiles, une fort intéressante *conséquence*. C'est qu'à côté des bancs rocheux *durcis* de certaines formations fossilifères, ayant fourni, à l'état d'*empreintes*, les représentants *au complet* de la faune primitive, on ne retrouve parfois, dans les sédiments meubles, voisins, ou même latéraux, que *certain*s seulement des éléments faunistiques préexistant! Ceux ayant été éliminés par dissolution des sédiments meubles (non producteurs d'empreintes) sont les éléments qui, par leur type cristallin de matière calcaire, ont complètement disparu, par le fait de leur dissolution aisée et totale. Là où n'existeraient que des sédiments meubles de l'espèce on pourrait, faussement, être amené à croire à la *non existence* de ces fossiles qui ne seraient pas plus représentés par leurs tests conservés que par leurs empreintes. (Voir E. VAN DEN BROECK : Sur une cause de disparition de certains éléments fauniques des dépôts fossilifères de tout âge [*Bull. de la Société belge de Géologie* et t. III, 1889. Procès-verb., pp. 118-120. Séance du 7 février 1889]. Voir aussi les travaux de MM. F. KENDALL et V. CORNISH sur ces matières [*Geol. Magazine*, novembre 1883 et février 1888], ainsi que ceux antérieurs, des plus importants, de M. SORBY [London Geol. Society]. Adresse Présidentielle de 1879).

d'infiltration, chargées de divers principes minéraux en dissolution, ont alors donné lieu à des phénomènes de pseudomorphisme et que du calcaire, du silicate d'alumine et de l'oxyde ferrique ont *prendre la place* de la silice dissoute. C'est un phénomène du même genre, mais effectué en sens inverse, qui a donné lieu à la *silification des fossiles à test calcaire.* »

Mode d'attaque chimique et d'altération des roches silicifiées

La facile dissolution, par l'*acide carbonique* des eaux météoriques d'infiltration, tant des fines molécules calcaires, restées enrobées et solubles comme telles (aussi bien dans les régions superficielles que dans la masse de ces silex) que des molécules solubles de silice hydratée — là où le calcaire manque complètement — amène la création de *zones concentriques d'attaque*, d'abord superficielles, puis d'approfondissement graduel et un état spécial vacuolaire, aidé par la porosité. Ainsi *se vident* les interstices, les microvacuoles et pores de la roche, dont le poids diminue, dont la compacité s'affaiblit fortement et disparaît, pour faire place à un état poreux, généralisé et à une structure quasi friable, en même temps que *blanchit* ou *se décolore*, très généralement, ce qui reste du squelette siliceux altéré du silex.

La patine ainsi formée, caractérisant l'extérieur modifié du silex altéré manifeste aisément son caractère *vacuolaire* et *poreux* par une constatation pratique, aussi simple que frappante. C'est la sensation *sèche* et *happante* que fournit à la langue — qui essaie, mais sans succès, de la mouiller au premier contact — la surface du silex altéré. Si la langue s'y colle brusquement et comme happée c'est parce que, sous l'action capillaire et absorbante, la roche, devenue vacuolaire et poreuse (parce que vidée, par dissolution, de ses éléments les plus solubles, soit calcaires, soit de silice gélatineuse) est devenue comme une avide éponge, aspiratrice de l'humidité.

Le phénomène est plus accentué lorsqu'au lieu de la disparition des éléments de la silice gélatineuse, il y a eu dissolution de fines particules calcaires ou crayeuses. Lorsque les deux substances diversement solubles : calcaire et silice gélatineuse ont été dissoutes l'une et l'autre, le résultat produit devient plus apparent encore.

Les phtanites et les cherts des terrains primaires représentent le type ancestral des rognons de silex des terrains secondaires et tertiaires

De même que les bancs durs et les rognons siliceux des terrains crétacés et que les bancs et rognons de grès silicifiés et quartziteux des terrains tertiaires constituent des localisations — généralement en lits stratifiés — de la silice préexistante (provenant de divers types d'animaux marins à squelettes siliceux), de même aussi des formations plus anciennes, d'âge secondaire et surtout *primaire*, fournissent à l'aide des mêmes matériaux, mais d'âge très antérieur, des bancs ou des rognons concrétionnés, généralement appelés *phtanites* et *cherts*, concrétions qui ne sont autre chose que les silex, éminemment archaïques, de ces temps plus anciens!

Ces phtanites ont été utilisés, au même titre que les silex du Crétacé, pour l'outillage préhistorique. Toutefois, leur dégagement de la roche ou gangue ambiante, très dure aussi et souvent quelque peu métamorphosée, étant plus difficile, l'usage de ces *silex des temps primaires* est assez rare et très localisé, d'autant plus que les gisements de l'espèce sont peu nombreux. En Belgique, le Houiller inférieur, le Calcaire carbonifère supérieur (soit le Viséen et le Tournaisien) renferment : le premier des phtanites foncés, les derniers des cherts noirs ou blonds.

Enfin, l'étage revinien du système cambrien, d'un âge tout à fait reculé et presque à la base de la série des terrains primaires, renferme, notamment dans la région d'Ottignies, des quartzites et des phyllades contenant les gros et massifs rognons de *phtanite noir* (1) dont le délitage, à l'époque de la pierre polie, a fourni, à d'assez nombreuses localités de la Belgique centrale, un outillage

(1) Dans le gisement d'Ottignies on trouve, englobés dans les quartzites et phyllades noirs de cet étage revinien du Cambrien, de très volumineux rognons, dont les éléments, remaniés et roulés, comme aussi moins développés, s'observent aux environs. Mais au lieu dit Franquegnies (chemin de la Quinique), à Court-Saint-Etienne, on trouve, sous forme de vestiges d'un autre gisement de même âge et presque à la surface du sol, des rognons moins volumineux, de ce phtanite noir. Il est probable que ce sont ces petits rognons, déchaussés et remaniés, qui ont été surtout utilisés par les préhistoriques régionaux et diffusés par eux au loin. D'après M. L. DE PAUW, l'usage de ce phtanite noir, à gisement localisé, a été très général dans les plaines environnantes et on en aurait trouvé dans *toutes* les stations préhistoriques de la Dyle. On en a même retrouvé jusque dans la lointaine région d'Hastières (Meuse), comme aussi dans les fonds de cabanes néolithiques de la Hesbaye, de même qu'à Spy.

très intéressant où domine surtout la petite *hachette polie*. Phtanites cambriens et anté-cambriens (en France), cherts et phtanites des terrains houiller et carbonifère, silex divers du Crétacé, grès quartzo-siliceux du Landenien de l'éocène bruxellien : tout cet ensemble de bancs et de rognons siliceux, d'âges si divers, a *une origine commune* : l'assimilation chimique du squelette siliceux de vastes colonies sous-marines de Spongiaires, de Radiolaires et de Diatomées. Seules des différences quantitatives existent dans les proportions respectives des débris amassés au fond des mers d'autrefois par ces divers types d'organisme siliceux. Et dans chacun des cas ici considérés le processus de formation des silex, cherts et phtanites a été exactement le même.

Au sein de sédiments contenant les riches cimetières squelettiques siliceux ayant servi de réservoir chimique aux actions ultérieures de dissolution et de reconstitution de niveau spécialement siliceux, mais sous forme de rognons arrondis et irréguliers et de bancs de silice, ceux-ci ont apparu pendant *les phases d'émergence continentale* postérieures aux dépôts sédimentaires primitifs. Ce processus s'est donc reproduit, *identique à lui-même*, chaque fois que la proportion d'éléments siliceux permettait, par la voie des affinités et réactions chimiques, de tels regroupements de silice et la formation ultérieure des silex, phtanites et cherts, au cours de l'énormé durée des temps géologiques.

Au point de vue de l'altération et de la patine, phtanites et cherts obéissent, mais avec une intensité moindre, aux mêmes lois que celles qui régissent les phénomènes chez le silex crétacé. Si, généralement ici, la matière est plus homogène et plus résistante, elle peut aussi s'altérer, se patiner et se couvrir d'une sorte de cacholong qui, toutefois, est ici habituellement coloré par de l'hydrate de fer. Dans d'autres cas, ces roches se désagrègent jusqu'à donner naissance à une matière meuble et pulvérulente. De même que pour le silex, les colorations du phtanite sont très variées; les roches sont translucides ou, plus généralement, opaques. Leur cassure est parfois aussi conchoïdale et l'éclat de cette cassure varie avec la compacité et le degré d'altération de la roche; elle peut être luisante ou cirreuse, quelquefois mate ou terne.

Roches diverses, du type silicifié, mais plus rarement utilisées pour l'outillage préhistorique

Si les *phtanites* et les *cherts* représentent, dans les terrains primaires, un degré de lapidification plus accentué, une densité, une dureté et une proportion d'éléments siliceux *plus grande* que les types : rognons et lames de silex du Crétacé, par contre on rencontre dans les dépôts plus récents, secondaires et tertiaires, d'autres roches également silicifiées, mais représentant un degré de lapidification *moindre*, une dureté et une homogénéité variables et généralement *moins accentuées* que ce qui s'observe chez le classique silex crétaqué.

Dans les régions où celui-ci fait défaut (de même que phtanites et cherts), les populations préhistoriques ont cherché à utiliser pour leur outillage et leur armement, ces roches, parfois assez dures pour remplacer efficacement le silex.

Cette utilisation, si restreinte et localisée soit-elle, nous permet d'englober de telles roches (sujettes, tout comme les silex types, à altérations et à un certain degré de patinage) dans le tableau des types rocheux silicifiés qu'il est utile pour le préhistorien de connaître, pour le cas éventuel de leur rencontre régionale.

Dans les plus anciens types de ces roches, on trouve des calcaires offrant des rognons peu différents des silex de la craie. C'est ainsi que le médio-jurassique fournit ce que l'on appelle des calcaires à *chailles*.

Des formations jurassiques à radiolaires des Alpes méridionales fournissent les *silex cornés* (hornstein), roches souvent utilisées par les préhistoriques de ces parages.

En remontant dans la série géologique, on se trouve en présence de l'important groupe des GAIZES (grès calcarifères, argilo-siliceux), telles que celles de l'Albien, ou Gault, du Crétacé inférieur. Si, souvent, le phénomène de silicification n'a influencé que certaines parties internes, squelettiques pourrait-on dire, de la roche, non entièrement silicifiée et faiblement durcie, on y constate cependant aussi des groupements localisés très siliceux, denses, et d'une réelle dureté, rappelant le classique silex et pouvant être utilisé comme tel. La matière siliceuse a d'ailleurs ici la même origine que dans les silex de la craie, mais parfois avec des éléments biologiques plus *sélectionnés*. C'est ainsi qu'il y a des gaizes à

Spongiaires, des gaizes à Radiolaires et des gaizes à Diatomées. Comme différence d'avec les concrétions siliceuses, ou rognons de silex, de la craie, la variation régionale ou stratigraphique des éléments *minéralogiques* complexes constituant les divers types de gaizes, donnent lieu à des roches très diversifiées. Il y a des gaizes quartzeuses, argileuses, opalifères, calcédonieuses, calcarifères, etc. Parfois le ciment d'opale (silice hydratée) ou de calcédoine (coexistence de silice anhydre et de silice hydratée) ne dérive pas de la roche gaizeuse elle-même, mais d'éléments siliceux infiltrés de roches siliceuses *surincombantes*.

Autre différence d'avec le cas des silex de la craie : c'est qu'ici le remaniement de la silice organique paraît avoir *commencé* déjà au fond du lit des mers où se sont déposés les sédiments; mais, bien entendu, tout en s'étant continué après l'émergence.

Les mers actuelles fournissent, d'après le géologue L. Cayeux (1) et ce à des profondeurs variant de 200 à 1,800 mètres, des sédiments analogues sinon identiques aux gaizes de divers étages géologiques : ce sont certaines boues calcaires et sables verts ramenés au jour par les explorations sous-marines. Les gaizes « géologiques » se seraient toutefois formées à des profondeurs moindres.

Les gaizes de l'Argonne et de l'Est de la France contiennent en abondance Spongiaires et Radiolaires. Il est à noter que la *craie*, que l'on s'imaginait autrefois être une formation plutôt abyssale, s'est déposée, suivant L. Cayeux, à des profondeurs ne dépassant pas 300 mètres.

Le Crétacique et le Tertiaire inférieur *belges* renferment de nombreux types de roches silicifiées qui se rapportent aux gaizes. Telles sont : les *Meules*, les *Tufeaux*, *Macignos*, *Argilites*, *Psammites* (ou roches souvent désignées comme telles), *Smectites*, etc., de divers étages. Toutefois il convient de noter que souvent, sous ces mêmes noms, l'on désigne aussi plusieurs variétés de *grès*, lorsqu'il y a prédominance quartzeuse, ou de silice anhydre. Tels sont certains grès de la Meule, du Landenien, du Panisélien, et même certaines roches calcaires, telles que le Tufeau de Lincent, d'Orple-Grand, l'argilite yprésienne de Morlanwelz, qui est un calcaire glauconifère silicifié.

On a souvent qualifié de *cherts* les concrétions siliceuses loca-

(1) L. CAYEUX : Contributions à l'étude micrographique des terrains sédimentaires, *Mémoires de la Société Géologique du Nord*, t. IV, n° 2, 1897.

lisées de la Meule (base du Cénomanién, dans le Crétacé supérieur). Mais elles en diffèrent par la présence d'un ciment d'opale (silice hydratée) et par leur translucidité. Certaines gaizes de la Meule du Hainaut renferment des roches spécialement quartzzeuses; mais d'autres, d'après Cayeux, sont si exclusivement composées de spicules de Spongiaires, que ce géologue leur a attribué le nom de *Spongolithes*. D'après Cayeux également (1), la silice organique des gaizes constitue, à elle seule, de 76 à 92 p. c. de la substance de la roche (2). Si l'on joint à cet énorme apport de silice soluble une petite proportion de quartz clastique ou détritique et un peu d'argile, le tout noyé dans un ciment d'opale (silice hydratée), ou de calcédoine (mélange de silice hydratée et de silice anhydre), on se trouvera nettement renseigné sur la composition des gaizes.

Dans le bassin de Paris, il est un autre type de roches silicifiées, qui proviennent de la substitution chimique (métamosomatose) d'un silex à un calcaire primitif. Ce sont les *meulières* (blanches, jaunes ou grises), dont la structure est essentiellement cavernueuse et cellulaire. Toutefois, par le fait d'une lapidification siliceuse, localement accentuée, ces meulières peuvent devenir compactes comme du silex ordinaire. Les meulières de la *Brie* sont d'âge tongrien (Oligocène inférieur); celles de la *Beauce*, d'âge aquitanién; toutes deux sont subordonnées à des calcaires non marins, mais *lacustres*.

En Belgique, nous avons, dans l'assise siliceuse turonienne (Crétacé supérieur) de Maisières-Saint-Denis, une meulière à silex en bancs ou en rognons, qui est restée partiellement calcarifère. Pour mémoire, rappelons l'existence, à l'état détritique, de cailloux siliceux oolithiques irréguliers, épars dans d'importants et épais dépôts de cailloux roulés arrondis, de pur quartz blanc, représentant une formation détritique, sans doute pliocène, des sommets et des hauts plateaux bordant la Meuse (3).

(1) IDEM (voir ci-dessus).

(2) Dans le silex noir typique de la Craie de Nouvelles, dont la densité est 2.60, il y a, d'après Klement, 97 p. c. de silice totale, dont la dissolution partielle par la potasse a permis de faire disparaître 86 p. c. de silice soluble. Faut-il s'en étonner lorsque M. A. Renard nous apprend que les 2/3 de la masse de ce silex sont composés de spicules de Spongiaires auxquels viennent se joindre quelques Foraminifères silicifiés?

(3) E. VAN DEN BROECK : Les cailloux oolithiques des graviers tertiaires des hauts plateaux de la Meuse, *Bulletin de la Société belge de Géologie*, etc. Procès-verb. (séance du 30 octobre 1889), pp. 404-412.

Ces vestiges oolithiques — appartenant sans doute à une lointaine formation jurassique (du Balthonien?) représentent un très intéressant type de roche oolithique silicifiée, primitivement à l'état de calcaire oolithique. Le gisement primitif en reste encore inconnu.

Les *jaspes*, enfin, verts ou rouges, ne sont autres chose que d'anciennes argiles ou marnes, imprégnées de silice hydratée ou anhydre. On peut aussi considérer le phthanite comme n'étant, en réalité, qu'un *jaspé noir*.

Pour ne rien omettre, rappelons encore : 1° le *Silex nectique*, roche caverneuse, friable et très légère, qui résulte de la transformation siliceuse très altérée de rognons gypseux. Après que les parties les plus solubles ont été transformées en silex, les parties les plus résistantes de ces rognons furent dissoutes et ont amené l'état vacuolaire de la roche; 2° la *silice ménilite* qui, dans les couches supérieures des marnes intercalées dans le gypse du bassin de Paris, est constituée par la silice hydratée magnésienne; 3° les nodules siliceux, dit : *fusils*, du gypse parisien, qui proviennent d'une substitution directe de la silice au gypse. Ces nodules contiennent de la *quartzine* et de la *lutécine* : variétés particulières du silex quartzeux.

Tout à fait en dehors du domaine des roches siliceuses ayant passé par la phase organique qui les a hydratées, on constate l'existence, aussi bien dans le Brabant (à Blanmont) qu'en Ardenne, (à Hourt) de masses puissantes et homogènes, constituées par un *quartzite blanc* très pur, blanchâtre ou verdâtre. Il est formé par une silice anhydre cristallisée, très pure. Cette assise représente la base de l'étage Devillien inférieur, soit de l'ensemble complexe du Cambrien belge.

Bien que dépourvus des propriétés *clivables* et *délitables* régulières du silex, ces quartzites, de même que d'autres encore de l'étage revinien sous-jacent, ont dû, régionalement et accidentellement, servir à l'armement et surtout à l'outillage de nos ancêtres préhistoriques; il est à remarquer d'ailleurs que leurs esquilles et fragments sont remarquablement tranchants et coupants! De même, nos lointains ancêtres ont utilisé les divers types de roches silicifiées qui viennent d'être énumérées (chailles, gaizes, meules, tufeaux siliceux, etc.) et c'est le motif qui justifiera, espérons-nous, l'incurSION prolongée qui vient d'être faite dans le but de nettement définir et différencier aux yeux des Préhistoriens, les diverses espèces de

roches siliceuses travaillées, et éventuellement altérées ou patinées, qu'ils pourraient être à même de rencontrer, en dehors des types classiques : silex, cherts, phtanites et grès silicifiés ou quartziteux (1).

Si les phénomènes d'altération et surtout de patinage ont eu, sur les diverses roches tout à l'heure envisagées, moins d'intensité d'action que sur les silex du Crétacé, ces modifications et altérations peuvent, dans certains cas, devenir assez sensibles pour ne pas être négligées ici. Seuls, les quartzites blancs cambriens paraissent pouvoir échapper à des altérations sensibles.

**Importants résultats,
au point de vue de la variabilité de la patine,
de la multiplicité et de la diversité d'action, dans le temps
et dans l'espace, des facteurs météoriques
pouvant altérer le silex**

Revenant aux *diverses patines* de l'outillage, comme aussi du matériel d'éclatement ou de délitage naturel de ces roches, et tout spécialement des silex proprement dits, bien plus altérables que les phtanites et cherts des terrains anciens, on constate que ces patines montrent une variété considérable d'aspects, de colorations et de caractères distinctifs. C'est le résultat inévitable de la *grande multiplicité des facteurs* ayant amené l'altération des silex.

La patine peut aussi être partielle ou générale; tantôt elle n'affecte qu'une seule des faces du silex considéré — et ce n'est pas toujours le côté qui se trouvait exposé à l'air libre : c'est parfois, au contraire, la face restée *en contact* avec un sol à humidité persistante, par exemple. Il arrive aussi que la patine affecte indifféremment les deux faces opposées du silex, mais avec des intensités ou

(1) La moindre dureté des roches silicifiées groupées sous la présente rubrique est en relation avec leur *moindre proportion* de silice constitutive, par rapport aux silex des dépôts crétacés. Ainsi, tandis que le silex noir de l'assise de Nouvelles, dans le Sénonien, renferme un total de 95.5 p. c. de silice, les Rabots n'en contiennent que 63.6 p. c., la Smectite hervienne 47 p. c., le Tufeau de Lincen, 42 p. c.

des effets différents. Si parfois, si souvent même, elle rend très *friables* certains silex altérés, d'autres fois elle coïncide avec de réels *durcissements* de la matière, du moins en surface. Il y a là un phénomène chimique spécial, d'ordre moléculaire, qui devra attirer l'attention des chercheurs.

Coexistence, sur certains silex, de plusieurs patines d'âges et d'origines différentes

L'outillage préhistorique montre assez fréquemment la représentation sur un même silex, de deux patines *successives* et différentes, dont l'une peut dater soit d'un âge préhistorique *antérieur* à celui de la dernière utilisation humaine de l'outillage; soit ayant précédé le début même du délitage ou de l'emploi intentionnel par l'homme primitif. Il s'agit alors de silex naturellement éclatés, provenant de certaines régions localisées d'affleurement de rognons, et de leurs débris naturels. Ce sont des silex non taillés par l'homme, très primitif, qui les a simplement ramassés en vue d'utilisations *temporaires* variées.

Les ablations de surface produites par ces usages, même de très courte durée, ont pu faire parfois disparaître des patines primitives, du type brillant et lustré, ou du type corrodé, verdi, etc., ou faire adjoindre à ces patines primitives celles résultant de l'apparition puis de l'altération de nouvelles surfaces fournies par le fait de l'utilisation. On peut aussi voir sur de nombreux silex, duement taillés et provenant de phases plus avancées de l'évolution humaine, des coexistences, très nettes de deux patines différentes et successives, représentant des âges divers de l'histoire primitive de l'humanité. Parallèlement à des tailles et retailles ou retouches préhistoriques successives, — subies par un même outil, utilisé ou taillé, abandonné, repris et retaillé ultérieurement, parfois même retaillé à nouveau, — on peut apprécier dans une certaine mesure (grâce aux différences d'aspect, d'épaisseur, de couleur et de caractère des patines qui s'y montrent coexistantes) *l'histoire chronologique* de ces patines complexes et successives. C'est là une voie qui n'en est qu'à ses débuts, mais que l'étude méthodique des patines pourra

rendre féconde pour les investigations de l'espèce (1). On comprend quel parti précieux la science pourra tirer de l'étude approfondie des patines, de leurs causes, successions et relations diverses. Mais il ne faut pas se le dissimuler ! Actuellement encore, ce champ d'étude est obscurci par le nombre et la complexité des facteurs, peu ou encore mal connus qui, non suffisamment étudiés jusqu'ici, ont souvent *faussé* certaines conclusions et retardé, par leur grand nombre, la solution complète et définitive du grand problème de la patine des silex.

La complexité des multiples causes d'altération et des patinages variés des silex s'oppose aux généralisations hâtives, aux conclusions prématurées

L'étude systématique qui reste à faire, complétera très utilement les quelques bases solides et précieuses que la Géologie, la Minéralogie, la Chimie, la Météorologie et la Microscopie, de même que la

(1) C'est précisément cette voie féconde qu'a ouverte M. A. Rutot dans son très intéressant et utile travail, intitulé : *La Géologie appliquée à la démonstration de l'authenticité des silex paléolithiques de la vallée de la Haine*, publié dans le tome II (1908) des *Mémoires* de la Société d'Anthropologie de Bruxelles.

Dans cet exposé, M. Rutot — qui toutefois n'avait nullement comme but de fournir une contribution ni à la constitution ni à l'origine des silex régionaux étudiés jusqu'ici par lui, non plus que de rechercher spécialement l'origine de leur patine — se base cependant, très scientifiquement, sur celle-ci, ainsi que sur divers caractères accessoires qui l'accompagnent (et généralement observables à la surface des silex utilisés dans les temps préhistoriques) pour montrer qu'une *étude raisonnée de la patine* et de ses caractères, de même que l'examen méticuleux d'autres accidents ou caractères de surface des silex, peut fournir, au point de vue de *l'authenticité* et des *fraudes éventuelles* des silex taillés soumis à l'examen scientifique, d'excellents guides et des renseignements très précis.

On peut trouver là, dans cet ordre d'idées, une vingtaine de pages très suggestives et ce travail, bien que ne traitant guère de la patine qu'à ce point de vue spécial, présente, pour l'étude et pour l'utilisation de la patine, un grand intérêt et une réelle portée pratique.

L'auteur traite successivement de la patine, puis de la double patine (soit successivement originaires d'âges et de conditions d'altération différentes). Il étudie le craquelage, les pièces brisées; signale certaines concrétions ferrugineuses de surface, annonciatrices, dans les pièces authentiques seulement de l'existence, en contact primitif, de grains glauconieux (ultérieurement altérés et oxydés). Il passe en revue les incrustations calcaires et leurs significations, les dentrites. Il s'occupe — même au point de vue des origines — du *vernis lustré* et signale les très énigmatiques facettes miroitantes et brillantes de certains silex qui présentent ce caractère particulier, restant encore à définir et à expliquer. Il n'a garde d'oublier, en ce qui concerne les silex recueillis sur labourés, les traces ou taches ferrugineuses qu'amène le contact du fer de la charrue et des instruments aratoires sur les surfaces des silex exposés à l'air. L'étude de M. Rutot se termine par d'intéressantes réflexions sur les causes d'émoussement des arêtes et le « toucher doux » de certains silex des ballastières et des lits caillouteux épais des anciens cours d'eau.

Biologie des mers et enfin l'étude des eaux météoriques d'infiltration ont apportées à la Préhistoire pour l'aider à résoudre les problèmes en vue.

Il faudra aussi beaucoup et méthodiquement observer et comparer.

Et dans ces études il conviendra surtout de chercher à éviter un gros écueil qui déjà a fait s'évanouir d'agréables vues, trop théoriques! C'est le danger des *généralisations hâtives* et des *conclusions prématurées!*

Bien des explications, parfaitement applicables à des cas particuliers donnés, ne sont nullement parvenues à en solutionner d'autres et peuvent encore moins envisager l'entière du problème!

Une grande prudence s'impose donc comme règle de conduite, ainsi que l'application de toute la rigueur des vraies méthodes scientifiques. La multiplicité et la diversité des observations méthodiques *sur place* constituera également un facteur *de premier ordre*, de même que l'absence d'idées préconçues et de parti-pris dans les appréciations, controverses et discussion des résultats obtenus.

Il conviendra, dans l'étude en vue, de faire un appel, des appels fréquents même, à la collaboration de divers spécialistes d'autres sciences, qui accepteraient d'apporter leur précieux concours au but envisagé.

Seul un programme de recherches, d'études et d'observations méthodiques et prolongées, faisant appel non seulement à la Préhistoire, mais à la Géologie, à la Minéralogie, à la Chimie, à l'Hydrologie, à la Physique, à la Météorologie, à la Biologie marine et à la Microscopie pourra être considéré comme réellement complet.

Ces diverses spécialités seront en effet, bien souvent indispensables, au cours des recherches et des observations, pour élucider certains points techniques que, livrée à elle seule, la Préhistoire ne saurait résoudre. Seul aussi, un programme ainsi conçu parviendra, s'il est nettement formulé, bien conduit et appliqué par de multiples observateurs et collaborateurs divers, à résoudre les nombreuses questions que soulève encore l'étude de la *patine des silex*.

Et si, par l'utilisation du peu que l'on sait de ces problèmes complexes on est déjà, actuellement, parvenu à rendre quelques services à la Préhistoire, on peut légitimement espérer de récolter une moisson à la fois fructueuse et lumineuse au faite de la route, ardue, mais si intéressante, qui reste à gravir.

RÉSUMÉ

Si l'on veut résumer ce que l'on sait déjà des causes de l'altération et du patinage des silex et des autres concrétionnements siliceux de tous âges, on notera, tout d'abord, qu'à des *variations*, parfois très grandes, de *structure* et de *composition* de la roche, sont venues s'ajouter, spécialement au contact des facteurs influençant les dépôts et éléments superficiels du sol, des actions *dissolvantes* et des actions *oxydantes*.

Le *silex*, comme ses alliés du groupe siliceux, ou silicifié, n'est nullement une roche uniforme et homogène. Toujours il se compose d'un *mélange* ou de localisations, parfois très variables, de silice pure cristalline, dite *anhydre*, très résistante à la dissolution, et de silice amorphe, ou gélatineuse, dite *hydratée* et d'origine secondaire, sous-marine et purement *organique*. Elle se caractérise par l'intensité et la facilité de ses migrations, imprégnations et concrétionnements ultérieurs, comme aussi par sa très faible résistance aux facteurs dissolvants de la nature.

La roche primitive calcaire, qui s'est imprégnée de matière siliceuse au point qu'il y a parfois substitution complète, a cependant parfois laissé des témoins ou de fines molécules au sein de la concrétion siliceuse, voire même de ses pores. Or, le calcaire lui-même est *dimorphe*; il présente deux types cristallins, de propriétés et de résistance différentes à l'altération et à la dissolution : la *calcite* et l'*aragonite*; sans compter — fait très important — que la calcite elle-même, aisément soluble lorsqu'elle est à l'état amorphe, devient *extrêmement résistante* lorsqu'au cours des âges géologiques, elle s'est *cristallisée* et a acquis le facies *spathique*, si répandu chez les organismes fossiles les plus divers.

Au calcaire primitif resté en témoin au sein de certains silex, il faut ajouter, comme éléments constitutifs secondaires, les matières organiques et charbonneuses, les oxydes de fer, de manganèse et enfin la glauconie englobée dans les concrétions ou amenée d'imprégnation voisine.

Tel est le matériel *complexe et hétérogène* constituant, avec de grandes variations quantitatives et de répartition, le silex et ses alliés du groupe des roches silicifiées.

Pour ce qui concerne les *facteurs habituels d'altération* de ces roches, deux causes principales émergent au premier plan : 1° Ceux de *dissolution*, dus principalement à l'action de l'*acide carbonique*

dès eaux météoriques d'infiltration et l'action analogue des alcalis, tels que la *potasse*, provenant des sels glauconieux inclus ou contenus, souvent déjà altérés et décomposés, dans des dépôts surincombants. 2° Ceux d'oxydation, avec combustion des matières organiques incluses, produite tant par l'oxygène mis en liberté par les phénomènes chimiques précédents, que par l'effet d'*insolutions* intenses et prolongées dues à l'exposition à l'air, aux rayons et aux radiations diverses du soleil, de pièces rocheuses orientées dans le sens le plus favorable à cette action spéciale (1).

Si, à ces facteurs principaux et à d'autres secondaires, d'ordre météorique et chimique, l'on ajoute l'action puissante, irrésistible, du TEMPS, on arrivera sans peine, par l'analyse raisonnée de chaque cas particulier, à obtenir de précieux éclaircissements dans l'étude des patines et peut-être à résoudre tout l'ensemble de ce captivant problème.

(1) Voir le paragraphe final de la Note additionnelle ci-après.

NOTE ADDITIONNELLE

Au moment où s'achève — après une assez longue attente — l'impression de ce travail, déposé depuis l'été de 1928, je prends connaissance de l'intéressante note de M. EDM. HUE, intitulée : *Recherches sur la patine des silex* et publiée dans le numéro de septembre 1929, du tome XXVI du Bulletin de la Société Préhistorique de France.

Après un bon exposé historique sur la question, montrant, conclusivement, que la lumière, la pluie, l'acide carbonique et les alcalis participent à la formation de la patine des silex, l'auteur est d'avis que l'on manque jusqu'ici de recherches faites *systématiquement* dans cette voie. Et il a imaginé une expérience fort intéressante, donnant, avec raison, la prédominance au temps sur l'intensité des facteurs. Cette expérience, de longue durée (20 ans), était destinée à étudier le degré différenciel de l'action « patinante » de divers sels et substances que fournit généralement le sol. S'il n'a pas fait intervenir l'acide carbonique, c'est parce que l'action, bien connue, de ce facteur n'est plus contestable. Des dix substances expérimentées, toutes à très minime et uniforme dose (1/100 dans l'eau distillée) et sans renouvellement aucun dans les éprouvettes d'expérience, dûment scellées, il en est *deux* qui ont fourni, par rapport aux huit autres, un coefficient extrêmement élevé de production de patine. C'est d'abord le *sufhydrate d'ammoniaque*, émané par les décompositions animales, facteur qui a produit une très forte patine noire; c'est ensuite la *potasse* (élément inclus dans la si universelle glauconie). Elle a amené un même maximum de patine, mais de coloration blanche. *L'aspect lustré* a parfois remplacé la patine dans cette expérience et il s'est très spécialement développé à la surface du silex turonien du Grand-Pressigny qui, par contre, sauf en ce qui concerne l'action des deux substances précitées, s'est montré généralement fort rebelle au « patinage » proprement dit.

Quatre types différents de silex ont été soumis à l'expérimentation prolongée de l'auteur : un silex turonien, un silex ménilite tertiaire, un silex jurassique et un silex cénomaniens. Pour chacun d'eux, les échantillons, en séries doubles, ont été soumis, pendant ces vingt années, les uns à la *lumière*, les autres à l'*obscurité*.

L'auteur croit pouvoir conclure, de la quasi-similitude des résultats en regard que la *lumière* décidément ne joue pas un rôle

appréciable dans l'élaboration de la patine. Mais ne perd-t-il pas de vue le facteur important de l'infinie et déconcertante diversité d'espèces et d'effets des *radiations invisibles, de toute nature*, qui, en dehors des spectres lumineux et calorifiques, constituent le mystérieux et si complexe rayonnement *solaire*. Et n'oublia-t-il pas, dans son expérience de laboratoire et d'éprouvettes, que certaines de ces radiations encore peu connues, telles que les rayons *ultra-violets*, sont arrêtés et *inopérants* sous l'influence de faibles obstacles, tels que de minimes épaisseurs de verre ordinaire. Les fenêtres du laboratoire, de même que les parois transparentes des éprouvettes expérimentées, laissaient assurément passer la *lumière*; mais l'*insolation solaire directe*, avec son cortège de radiations, en partie encore ignorées de la Science — mais que subit, *en plein air*, la surface des silex exposés, sur le sol, à ce rayonnement complexe — n'a été nullement représentée dans l'intéressante expérience de M. HUE. Et toute conclusion sur ce sujet spécial, encore si mystérieux, serait actuellement prématurée.
