

CHAPITRE III ARGILES DE BELGIQUE : DESCRIPTION DES GISEMENTS ET ANALYSE DE LEUR POTENTIEL CÉRAMIQUE

III.1 Les formations et dépôts argileux de Belgique

Ce chapitre tend à décrire les différentes formations et/ ou dépôts argileux de Belgique et de préciser au mieux leur distribution géographique. Ceci dans le but d'éclairer le lecteur sur le potentiel en matière première à destination de l'artisanat et/ou de « l'industrie » céramique gallo-romaine, quel que soit le lieu de production en Belgique. Il ne faudra pas oublier d'ajouter aux gisements d'argile décrits ci-dessous, les alluvions des cours d'eau situés à proximité des sites de production.

Les différentes argiles ont été scindées en argiles non réfractaires (ou grésante) et en argiles réfractaires puis présentées suivant leur âge géologique croissant. Les argiles d'âge indéterminé ont été placées à la fin de la liste. Cette liste n'est pas exhaustive, surtout du point de vue des gisements locaux issus de l'altération de roches d'âge paléozoïque ou de niveaux argileux de faible puissance au sein de grandes formations non argileuses et non décrites ci-dessous.

Pour plus de compréhension quant à la chronologie, le lecteur pourra se référer à l'échelle stratigraphique internationale (Figure III.1) et au tableau lithostratigraphique du Cénozoïque de la Flandre (Figure III.2).

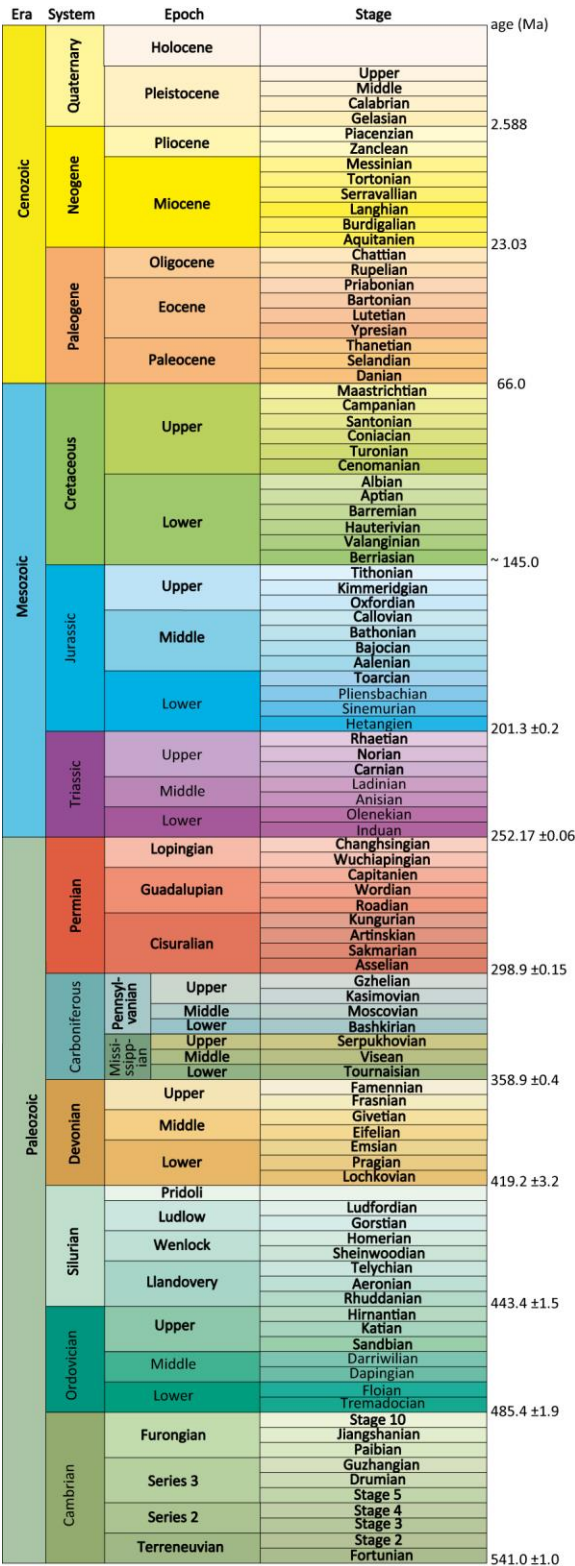


Figure III.1 : Échelle stratigraphique internationale.

LITHOSTRATIGRAFIE			VOORNAAMSTE LITHOLOGISCH KENMERK	OUDE BENAMING (en/of symbol)	CHRONO - STRATIGRAFIE	OUDERDOM 10 ⁶ jaar
GROEP + Code	FORMATIE + Code	LID + Code				
	MERKSPLAS Me		zand		NEOGEEN	1.77
	LILLO Li	BRASSCHAAT Bs POEDERLEE Pd	MOL MI Kiezeloooliet Kz	Zandvliet \ Merksem LiZa \ LiMe Hemeldonk BsHd Schorvoort BsSv Malle BsMa Rees MIRe Russendorp MIRu Maatheide MIMh Maat MIMa Donk MIDo Jagersborg KzJa Brunssum 1 KzB1 Pey KzPe Brunssum 2 KzB2 Waubach KzWb	Merksemiaan Brasschaat Scaldisiaan	5.4
	KATTENDIJK Kd	KASTERLEE KI		zand kleihoudend zand	Diestiaan Deurniaan	23.8
	DIEST Di		Deurne DiDn Dessel DiDe	zand		28.4
	BERCHEM Bc	BOLDERBERG Bb	Antwerpen BcAb Kiel BcKi Edegem BcEd	Opitter BbOp Genk BbGe Houthalen BbHo	Bolderiaan Antwerpiaan Bdd Bdc Bdb	33.6
	VOORT Vo		Voort VoVo Veldhoven VoVe	zand klei	Chattiaan	37.0
RUPEL RU	EIGENBILZEN Eg			zand	R2d	41.2
	BOOM Bm		Putte BmPu Terhagen BmTe Belsele-Waas BmBw	klei	R2c	49.0
	BILZEN Bi		Kerniel BiKe Kleine Spouwen BiKs Berg BiBe	zand klei zand	R1 R1d,R2a-b R1c R1b+a	54.8
	BORGLOON Bo	Kerkom BoKe Boutersem BoBt	Alden Biesen BoOb Henis BoHe	zand zand zand	Tg2	58.0
TONGEREN TO	ZELZATE Zz	St.H.HERN Sh	Ruisbroek ZzRu Watervliet ZzWa Bassevelde ZzBa	Neerrepn ShNe Grimmertingen ShGr	Tg1	61.0
				zand zand zand	s3	65.0
	MALDEGEM Ma	Onderdijke MaOd Buisputten MaBu Zomergem MaZo Onderdale MaOn Ursel MaUr Asse MaAs Wemmel MaWe		klei zand klei zand klei klei zand	Complex van Kallo Batloon Assiaan a3 s2 a2 s1/Asd a1/Asc Asb + Asa We	
ZENNE ZE	LEDE Ld			zand	Lediaan (Le) Laekeniaan (Lk)	
	BRUSSEL Br	Chaumont-Gistoux BrCg \ Neerijse BrNe \ Diegem BrDi \ Kraaiberg BrKr		zand + kalkzandsteenbanken	Brusseliaan B	
	AALTER Aa	Oedelem AaOe Beernem AaBe		zand zandhoudende klei	Paniseliaan Boven (P2) Onder (P1)	
IEPER IE	GENTBRUGGE Ge	Vlierzele GeVI Pittem GePi Merelbeke GeMe		zand zandhoudende klei klei	P1d P1c P1m	
	TIELT Tt	Egem TiEg Kortemark TiKo		zand leem (silt)	Yd Yd (Yd1)	
	KORTRIJK Ko	Moen KoMo = Roubaix Saint-Maur KoSm = Orchies Mont-Héribu KoMh	Mons-en-Pévèle KoMp	klei zandhoudende klei \ zand stijve klei zandhoudende klei	Yc Yc Yc Yb + Ya	
LANDEN LA	TIENEN Ti	Knokke TiKn	Loksbergen TiLo Dormaal TiDo	zand zand, mergel ligniet, klei zand	L2	
	HANNUT Hn	Grandglise HnGr Halen HnHa \ Lincent HnLi Waterschei HnWa		zand zandig silt \ kalksteen klei	Landeniaan d L1 c b + a	
	HEERS Hs	Gelinden HsGe Orp HsOr		mergel kleilige zand	Heersiaan Hs	
HASPENGOUW HA	OPGLABEEK Op	Eisden OpEi \ Opoeteren OpOp		zand \ klei	Infraheersiaan	
	HOUTHEM Ho			kalksteen	Montiaan	

Figure III.2 : Lithostratigraphie du Cénozoïque de Flandre (source : Albon, 11/04/10).

III.1.1 Argiles non réfractaires ou grésante

Les argiles non réfractaires constituent à elles seules plus de 4/5 des dépôts argileux de Belgique.

Les argiles non réfractaires sont généralement des terres plastiques. Ce qui signifie qu'elles possèdent la propriété de pouvoir être façonnée à l'état humide, de supporter l'ajout de dégraissant sans perdre leur cohésion et de conserver leur forme après séchage et cuisson.

On dit qu'elles sont grésantes car elles peuvent se vitrifier (néoformation de la mullite) pour des températures comprises entre 1 000 et 1 300 °C. Ce phénomène de grésage se traduit par une diminution de la porosité et, corollairement, de la masse (Hubeaux, 1950).

Dans la plupart des cas, il s'agit de dépôts de très grande extension, plurikilométriques, déposés lors des transgressions marines du Cénozoïque. Pendant cette période la Mer du Nord s'est avancée vers le sud en déposant ses sédiments principalement au nord du sillon Sambre et Meuse.

Des dépôts d'argiles non réfractaires existent aussi au sud du sillon Sambre-et-Meuse mais ils sont de volume et d'extension nettement plus petits et sont formés à partir de l'altération de roches préexistantes, telles que les schistes/shales d'âge paléozoïque.

III.1.1.1 ARGILES DU QUATERNAIRE

Les argiles d'importance du Quaternaire appartiennent à l'Holocène et au Pléistocène. Il s'agit respectivement des argiles de Dunkerque (ou argiles des Polders) et des argiles de la Campine. Leurs zones de sédimentation sont reprises sur la [Figure III.3](#).

III.1.1.1.1 Holocène

III.1.1.1.1.1 Argiles de Dunkerque ou « argiles des polders »

D'après Ottenburgs et al., 1983 ; Gullentops & Wouters, 1996

Les argiles des polders sont composées d'argiles peu oxydées, plastiques et riches en coquilles et d'argiles de marécage, plus oxydées et contenant plus de petits débris de plante. L'épaisseur maximale de ces argiles n'excède pas 4 m. Ces argiles contiennent en moyenne 20 à 25 % d'argile et 25 à 45 % de sable (Gullentops & Wouters, 1996). Dans la fraction argileuse, les smectites arrivent à hauteur de 70 à 75 %, l'illite à hauteur de 20 à 25 % et la kaolinite à hauteur de 5 %. Les niveaux inférieurs contiennent beaucoup de carbonates tandis que les niveaux supérieurs sont moins riches en carbonates du fait de la décalcification. Ce contenu en carbonates varie entre 0 % et plus de 18 % poids (Gullentops & Wouters, 1996). La couleur des produits cuits varie entre rouge pâle et jaune en fonction de la teneur en carbonates des argiles. Ces carbonates sont de granulométrie fine et bien dispersés. Il n'y a quasiment pas de sulfures, ni de sulfates et la teneur en matières organiques est faible.

Elles sont exploitées dans la plaine côtière ([Figure III.3](#)).

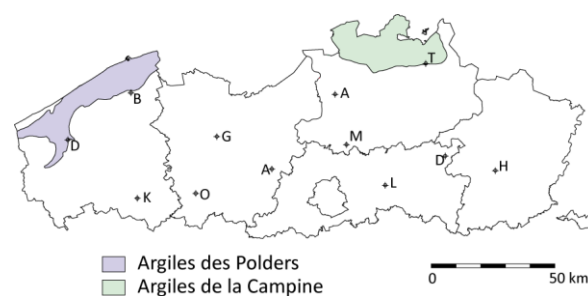


Figure III.3 : Carte de localisation des zones de sédimentation et d'affleurements des argiles du Quaternaire (d'après Mostaert, 1993) (source des données géoréférencées : DOV).

III.1.1.1.2 Pléistocène

III.1.1.1.2.1 Groupe Campinien : Argiles de la Campine

D'après De Keizer, 1940 ; Gullentops et al., 2001 ; Ottenburgs et al., 1983 ; Gullentops & Wouters, 1996

Les argiles de la Campine sont composées de deux membres argileux ; le Membre de Turnhout et le Membre de Rijkvorsel, correspondant à deux périodes interglaciaires, séparés par un niveau sableux (Membre de Beerse) correspondant à une période glaciaire. Ces trois membres forment la Fm de Weelde.

Les argiles de la Campine sont formées à la limite mer-continent et se composent de ce fait d'une série d'argiles allant des argiles sableuses à des argiles très fines, de couleur et de contenus carbonés différents. Certaines argiles contiennent des carbonates qui peuvent être sous forme de concrétions.

Ces dépôts sont plutôt lenticulaires. L'épaisseur de ces argiles serait de l'ordre de 40 m (Gullentops & Wouters, 1996). Les sables argileux contiennent approximativement 25 à 30 % de sable et 40 % d'argiles. Les niveaux plus argileux contiennent environ 50 % d'argiles et 40 % de silt. Les argiles consistent principalement en smectites (65 %), illite (25 %) et un peu de kaolinite (10 %).

Les zones exploitées se situent principalement dans le sud du gisement, où elles affleurent soit aux environs de Beerse et le long du canal de la Campine. Les principaux centres d'exploitation actuels sont Beerse, Ryckvorsel et Vlimmeren.

III.1.1.1.2.2 Alluvions de la Meuse et limons alluviaux

D'après Ottenburgs et al., 1983 ; Gullentops & Wouters, 1996

Les alluvions de la Meuse sont exploitées dans la région du Limbourg. Les alluvions exploitées se situent dans la plaine alluviale récente et consistent en une série de lits abandonnés.

Certains de ces lits sont visibles grâce aux dépressions qu'ils forment dans le paysage. Ces lits abandonnés ont une puissance limitée, maximum 3 m et généralement de l'ordre de 2 m d'épaisseur seulement pour une centaine de mètres d'extension latérale. La proportion d'argile sensu stricto dans ces alluvions est généralement assez abondante pour la fabrication de briques. Ces alluvions contiennent également de petits débris rocheux et de végétaux (Gullentops & Wouters, 1996).

Les limons alluviaux, issus de l'érosion des argiles yprésiennes, contiennent en moyenne 30 % de minéraux argileux dont la smectite représente 75 % poids (Gullentops & Wouters, 1996). Ces alluvions ont été utilisées en aval de Deinze et d'Oudenaarde pour la fabrication de briques. Ces alluvions contiennent aussi des débris de végétaux qui laissent dans les briques, après cuisson, des vides assez caractéristiques.

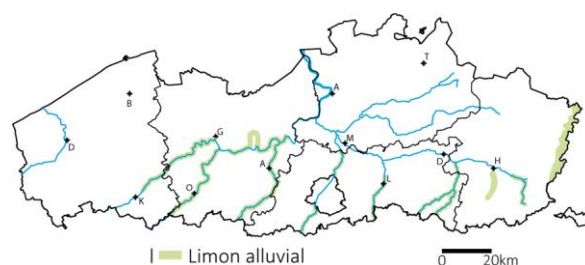


Figure III.4 : Carte de localisation des zones d'affleurement des limons alluviaux (d'après Gullentops & Wouters 1996, modifié).

III.1.1.2 ARGILES DU CÉNOZOÏQUE

Les argiles non réfractaires d'âge cénozoïque se trouvent principalement au nord du sillon Sambre-et-Meuse. Ce sont des argiles issues de transgressions marines importantes. De ce fait, elles occupent des surfaces plurikilométriques et leurs épaisseurs sont généralement importantes. Parmi ces dernières on retrouvera les argiles yprésiennes, rupéliennes, landéniennes, etc.

III.1.1.2.1 Oligocène

III.1.1.2.1.1 Groupe du Rupel (Oligocène Moyen)

Les argiles de l'Oligocène Moyen appartiennent à la Formation de Boom (Argile de Boom : membres de Putte, de Terhagen et de Belsele-Waas) et à la Formation de Bilzen (Membre de Kleine-Spouwen (*Figure III.5*).

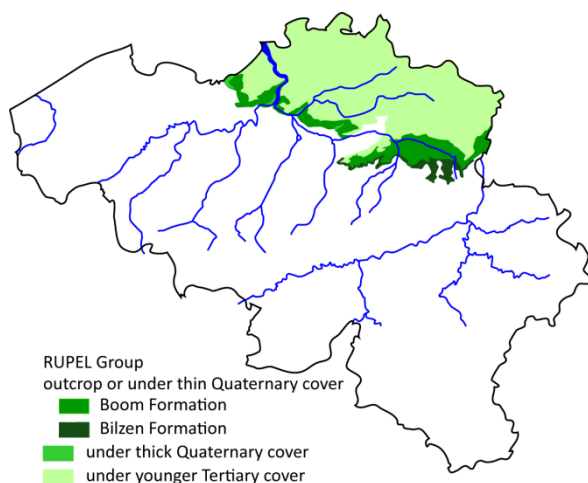


Figure III.5 : Zones de sédimentation et d'affleurement du Groupe du Rupel (d'après Gullentops & Wouters, 1996, modifié).

III.1.1.2.1.1.1 Formation de Boom : argile de Boom (Etage Rupélien)

D'après Vandenberghe, 1974 ; Vandenberghe, 1978 ; Ottenburgs et al., 1983 ; Declerck et al., 1982 ; Vandenberghe et Van Echelpoel, 1987 ; Gullentops & Wouters, 1996

L'Argile de Boom se trouve dans le nord de la Belgique ; d'une part au nord de la Durme²¹, du Rupel²² et de la Dyle²³ et d'autre part au nord de la ligne reliant Leuven à Tongres (*Figure III.6*).

Au sud de ces domaines l'argile de Boom est recouverte par des sédiments quaternaires. Vers le nord ces argiles s'enfoncent toujours plus profondément, principalement sous des sédiments néogènes (*Figure III.5*).

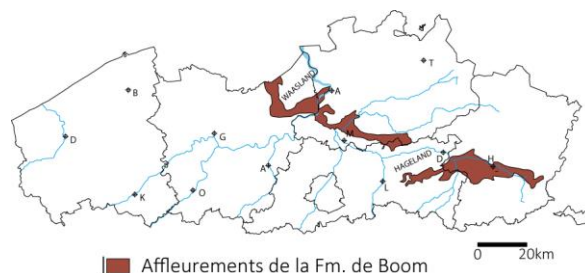


Figure III.6 : Zones d'affleurement des argiles de la Fm de Boom (d'après Gullentops & Wouters, 1996, modifié).

L'argile de Boom est une argile marine, d'âge Oligocène Moyen. Elle surmonte les sables de Berg et est surmontée par un sol et/ou les sables d'Anvers. La zone inférieure est constituée d'argiles grasses de couleur grise, l'argile du Pays de Waas (Waasland), pauvres en matières organiques (membres de Belsele-Waas et Terhagen). La zone supérieure est constituée d'argiles noires, grasses et riches en matières organiques, l'argile de Putte (*Photo III.1*, Membre de Putte). Dans le Waasland, la partie supérieure des argiles peut être altérée jusqu'à une profondeur de 2 m. Cette partie altérée est plus plastique et recherchée pour cette raison par les potiers.

Ces argiles sont très étendues en surface et généralement de grande puissance (*Photo III.1*). Dans le bassin sédimentaire du nord-ouest de l'Europe, elles sont considérées, lithologiquement et stratigraphiquement, comme étant l'homologue des « Septarienton » de Hollande, du nord de l'Allemagne et de Pologne et des « Branden Clay » du Danemark. On les retrouve en France sous une forme moins marine et même en Suisse, où cette argile a été transformée en ardoise sous l'effet de l'enfouissement et de la tectonique. Ces argiles, très plastiques, donnent d'excellents matériaux de construction et constituent dans notre sous-sol une réserve « inépuisable ». Elle se prête surtout à la fabrication de briques. Des tuiles, des corps creux et des billes d'argiles expansées (Argex) sont également fabriqués. Les produits cuits sont de teinte rouge pâle et leurs cœurs

²¹ Affluent de l'Escaut

²² Affluent de l'Escaut

²³ Affluent du Rupel

sont souvent noirs, malgré les cuissons en mode C, du fait du contenu élevé en matière organique de l'argile.



Photo III.1 : Front d'exploitation de la Carrière de Kruibeke. On y perçoit très bien le Membre de Putte plus sombre car plus riche en matière organique (source : Gullentops et Wouters, 1996).



Photo III.2 : Septaria de la Fm de Boom. Leurs diamètres est de l'ordre de 40 cm (source : Gullentops et Wouters, 1996).

Son extraction massive, qui s'effectue sur la rive nord de la vallée du Rupel, est favorisée par la disposition en « cuesta » et la position géographique du gisement.

Elle a été exploitée depuis Stekene et Waesmunster à l'ouest, le long de l'Escaut, à Thielrode, Tamise, Steendorp, Rupelmonde jusque Burght, sur la rive droite de l'Escaut (Hemixem, Niel, Rumpst), sur le Rupel (Terhagen) et plus à l'est, à Duffel et à Linth. Les dernières exploitations anciennes se trouvent à Ramsel et Houtvenne. Plusieurs exploitations importantes sont en outre établies dans le Pays de Waas (région de Saint-Nicolas). On en retrouve encore quelques-unes dans la bande d'affleurement comprise entre Lierre et Aarschot. On a également exploité l'argile de Boom qui revient à la surface de l'autre côté du Hageland (Loksbergen, Stevoort). Il existe aux environs de Saint-Nicolas (Waas) un certain nombre d'exploitations d'importance modeste - en regard des grandes exploitations de Boom et du Rupel - où l'on extrait de « l'argile à potier ». Vandenberghe (1974) émet l'hypothèse que les caractères spéciaux - plasticité plus élevée, notamment - de « l'argile à potier » ne doivent pas être imputés à leur origine géologique mais à des phénomènes d'altération physique et chimique, résultants du contact de la roche avec le milieu extérieur.

En Belgique, l'épaisseur des couches de l'argile de Boom va en augmentant vers le Nord ; 35 m à Hasselt, 40 m à Aertselaer et 60 m à Anvers. Dans le Limbourg méridional (Hasselt) son caractère devient plus sableux et les zones franchement plastiques y sont rares.

Cette argile est gris foncé dans sa partie non altérée, jaunâtre, brunâtre ou panachée dans sa zone rubéfiée et renferme en proportion variable un sable très fin, micacé. Elle est riche en sulfure de fer sous forme de concrétions de marcassite assez volumineuse et d'empreintes pyritisées distribuées dans toute la masse de manière non homogène. Des valeurs de quelques pour-cent sont globalement représentatives. En plus de ces sulfures, elle contient du gypse, surtout vers la limite de rubéfaction. On y rencontre souvent des bois lignifiés et plusieurs niveaux de faibles imprégnations bitumineuses, comme cela a été constaté dans certains sondages de Campine. On trouve en outre de nombreux foraminifères, souvent accumulés à certains niveaux. Des lits de septaria (Photo III.2) se retrouvent à plusieurs niveaux et peuvent servir de repères également.

Elle a été notamment exploitée à Wavre-Sainte-Catherine, Boom, Terhagen, Rumst, Niel, Niel-Schelle, Henniksem, Steendorp, Kemzeke't Hol, Saint-Nicolas, Tielrode, Stekene, Kruibeke, Putte, Betekom, Ramsel et Herselt.



Photo III.3 : Front d'exploitation de Terhagen. L'aspect lité y est nettement visible (source : http://farm1.staticflickr.com/87/238618000_9de5d38efb_o.jpg)

La caractéristique la plus surprenante de l'argile de Boom est son litage (*Photo III.3*). Il y a trois sortes de lits : des lits très argileux ou silteux, des lits riches en matières organiques et des lits riches en carbonate. Ces derniers correspondent surtout aux niveaux contenant des septaria. Les niveaux calcaireux sont gris blanc. Les horizons les plus riches en matière organique, dont la teneur peut atteindre 5 %, sont reconnaissables à leur teinte noire. Toutes les bandes noires se situent dans la moitié supérieure de la formation. Au niveau des carbonates, on trouve essentiellement de la calcite (CaCO_3), parfois de la sidérite (FeCO_3). Le chauffage provoque leur décomposition vers 800 et 900°C. La calcite donne de la chaux (CaO) et du CO_2 et la sidérite donne de l'hématite (Fe_2O_3) et du CO_2 .

La succession des lits suit un modèle bien défini. On peut ainsi établir une corrélation entre les différentes carrières pour tout le spectre de bandes, lit par lit. L'intérêt d'une telle corrélation permet, pour de nouvelles carrières ou extensions vers le bas, de prévoir les caractéristiques de la nouvelle argile à extraire.

Les plus gros grains de l'argile de Boom s'échelonnent entre 80 et 100 microns. Les particules les plus grosses sont des feuillets de micas. La dimension des grains varie lit par lit.

La composition minéralogique de l'argile est à peu près constante sur tout l'amas de glaise et est dominée par l'illite, les interstratifiés I/Sm et la kaolinite. Le contenu en feldspath peut atteindre 25 % de la fraction sableuse. Les analyses semi-quantitatives donnent la proportion de minéraux argileux suivante :

- 50 % d'illite ;
- 20 % de kaolinite ;
- reste = surtout des interstratifiés illite-smectite et une quantité négligeable d'interstratifiés chloritique.

Le *Figure III.7* donne les pourcentages moyens, les valeurs minimum et maximum, et les écarts-types (s) des différentes variables physiques et chimiques et des composants minéralogiques. Il y a des variations considérables pour certains paramètres, qui sont principalement dues à la présence de lits particulièrement silteux ou argileux, riches en matières organiques ou en carbonates.

SiO_2 est corrélé négativement avec tous les constituants chimiques des minéraux argileux.

S_{tot} et le $C_{\text{organique}}$ reflètent des conditions de sédimentation réductrices.

TiO_2 présente une corrélation positive avec Al_2O_3 et avec la fraction $<2 \mu\text{m}$, ce qui indique une tendance pour TiO_2 à se concentrer dans la fraction fine sous forme d'anatase (TiO_2).

F présente également une corrélation positive avec Al_2O_3 et avec la fraction $<2 \mu\text{m}$, ce qui indique que F est présente sous forme d'anions de substitution dans les minéraux argileux.

CaO présente uniquement une très forte corrélation positive avec CO_2 ce qui démontre

que la plupart du calcium est sous forme de carbonates.

Figure III.7 : Résumé des résultats chimiques, minéralogiques et physiques mesurés par J. Decler et al. (1983). Les valeurs sont exprimées en %, excepté pour le F qui est en ppm, et la surface spécifique totale qui est exprimée en m²/g.

Paramètres	n=21	Min-max	S
SiO ₂	62.65	54.19-73.38	5.75
Al ₂ O ₃	14.61	8.65-18.41	2.8
Fe ₂ O ₃	3.35	2.18-4.42	0.57
FeO	1.33	0.89-1.76	0.28
MgO	1.19	0.94-1.34	0.12
CaO	1.36	0.66-3.5	0.81
Na ₂ O	0.42	0.33-0.5	0.06
K ₂ O	3.07	2.55-3.31	0.24
TiO ₂	0.83	0.59-0.99	0.13
P ₂ O ₅	0.09	0.08-0.11	0.01
H ₂ O-	5.85	3.8-7.6	0.86
H ₂ O ⁺	1.77	0.9-2.55	0.46
Perte au Feu	7.95	3.77-11.38	1.97
S _{tot}	1	0.46-1.98	0.42
SO ₄ =	0.49	0.22-1.41	0.33
C _{tot}	1.79	0.69-4.56	0.87
C _{organique}	1.66	0.64-4.5	0.9
CO ₂	0.38	0.00-1.87	0.53
F	558	334-737	119
<2 µm	49.6	23.5-63.3	10.8
<10 µm	63.8	29.6-82.5	14.4
<20 µm	70.1	32.7-89.0	15.0
>63 µm	6.1	0.5-33.6	9.0
>106 µm	0.9	0.1-4.1	1.0
Limite plastique	25.2	18.4-32.3	4
Limite liquide	51	30.9-63	8.3
Index de plasticité	25.9	9.4-38	6.8
Pfefferkorn plasticity N°	44.5	29.7-60.2	8
Surface spécifique totale	140	76-184	27
Quartz	35.2	23.8-58.3	10
Microcline	8.8	6.5-11.3	1.3
Plagioclase	4.5	3.2-6.2	0.7
Pyrite	1.5	0.7-2.5	0.5
Calcite	0.9	0.0-4.3	1.2
Smectite	33	19-42	7
Illite	12	3-23	5
Kaolinite	5	1-9	2
Teneur théorique en minéraux argileux	56	37-71	8

La fraction <2 µm présente une corrélation négative avec SiO₂ et une corrélation positive avec les minéraux argileux. La fraction >63 µm est principalement composée par des grains de quartz, ces deux données étant corrélées positivement.

La plasticité est surtout déterminée par le contenu en minéraux argileux.

III.1.1.2.1.1.2 Formation de Bilzen : argile de Klein-Spouwen (Etage Rupélien,)

L'argile de Klein-Spouwen (Membre de Klein-Spouwen) ou à *Nucula comta*²⁴ a fait l'objet de diverses exploitations locales. Cependant elle ne présente aucun intérêt économique aujourd'hui, à une échelle plus vaste.

Cette argile ne se rencontre que dans le Limbourg (Figure III.8). Elle est de composition variable, souvent sableuse et très calcareuse, avec petits septaria mais devient souvent franchement plastique, « schistoïde » à la partie supérieure. Elle ressemble alors lithologiquement à l'argile d'Hénis. Elle atteint jusqu'à 6 m dans le Limbourg méridional. Son développement est très irrégulier. Elle est riche en foraminifères et *Nucula comta* s'y trouve en abondance.



Figure III.8 : Zones d'affleurement de la Fm de Bilzen (d'après Gullentops & Wouters, 1996, modifié).

III.1.1.2.1.2 Groupe de Tongeren (Oligocène Inférieur)

D'après Boulvain, 2005 ; Laga et al., 2001

Le Groupe de Tongeren est l'équivalent stratigraphique du Tongrien, terme actuellement tombé en désuétude. Ce groupe couvre une très grande surface en Belgique (Figure III.9), tout comme le Groupe d'Ieper ou du Rupel.

²⁴ Mollusques bivalves

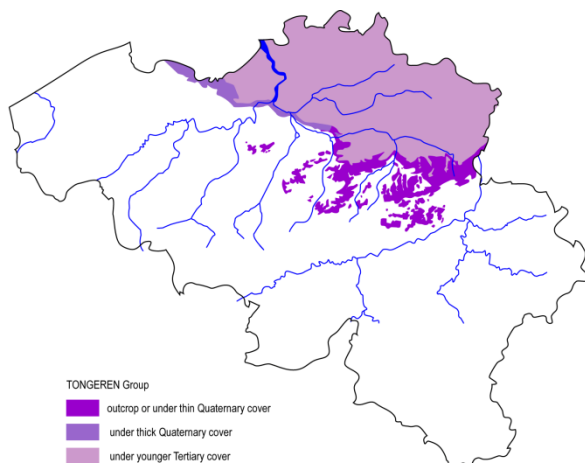


Figure III.9 : Zones de sédimentation et d'affleurement du Groupe de Tongeren (d'après Maréchal, 1993).

Il est constitué de trois formations : la Fm de Zelzate, la Fm de Sint-Huibrechts-Hern et la Fm de Borgloon (Figure III.2, p. 52). La Fm de Sint-Huibrechts-Hern est peu argileuse (Laga et al, 2001).

Au sein de la Fm de Zelzate, le Membre de Watervliet est constitué d'argile et d'argile sableuse (Figure III.10).

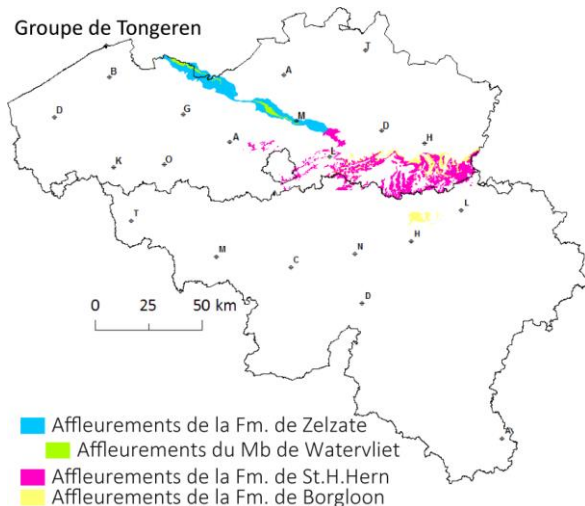


Figure III.10 : Affleurements du Groupe de Tongeren (source des données géoréférencées : DOV, SGB).

Suite au retrait de la mer tongrénienne, une séquence continentale se dépose : les Sables et Marnes de Boutersem (Membre de Boutersem de la Fm de Borgloon, Figure III.11) caractérisés par :

- des argiles vertes, compactes ;

- des sables blanc-vert, rubéfiés par bandes et des marnes lacustres, beige pâle très carbonatées, renfermant des débris de poissons et des mollusques d'eau douce (Marne à Chara) ;
- des sables verts et blancs, à stratifications entrecroisées, peut-être d'origine dunaire où se rencontre une faune d'eau saumâtre (sable à Cyrènes).

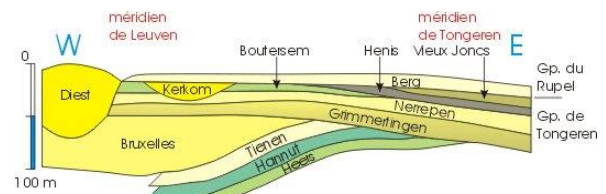


Figure III.11 : Coupe schématique du Sélandien, Thanétien, Yprésien, Lutétien et Rupélien de Hesbaye (Boulvain, 2013).

III.1.1.2.1.2.1 Membre de Hénis

D'après De Keizer, 1940 ; Ottenburgs et al., 1983, Gullentops & Wouters, 1996

Vers l'Est, dans la région de Tongeren, les faciès deviennent nettement argileux avec des glaises vertes à Septaria ; les argiles de Hénis. Ce Membre constitue la partie inférieure de la Fm de Borgloon (Figure III.11).

Cette argile est/a été exploitée aux environs de Bilzen et au nord de Tongres. Dans ces régions elle atteint 8 m. Les coupes observables dans cette région montrent une masse d'argile bleu verdâtre, parfois traversée de minces intercalations sableuses fossilifères, avec cristaux de gypse et rares septaria. Ces faciès argileux verdâtre ou noirâtre ont été rencontrés dans les sondages de Campine (3.5-5.7 m à Winterslag). On constate sa disparition graduelle en direction de l'Ouest. A Voort, il est pratiquement absent.

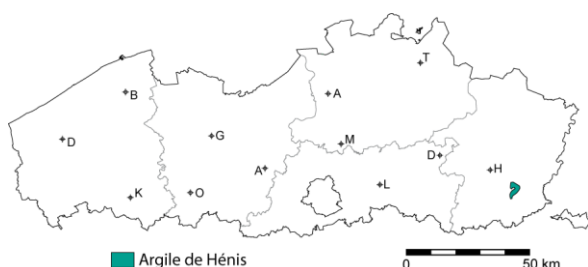


Figure III.12 : Affleurement du gisement exploité d'argile de Hénis (source des données géoréférencées : DOV).

La fraction argileuse est dominée par les smectites (Gullentops & Wouters, 1996).

L'argile de Hénis est très appréciée pour la fabrication de tuiles, de poteries et de corps creux. Le gisement est limité à la région de Tongres (Figure III.12) mais un niveau équivalent a été reconnu à l'est de Louvain.

III.1.1.2.1.2.2 Membre d'Alden Biesen (Vieux Joncs ou Oude Biesen)

En Hesbaye, dans la région de Tongeren et de Looz, le Tongrien se termine par le dépôt des Sables et Marnes de Vieux Joncs (Oude Biesen) (Figure III.11). Ce membre constitue la partie supérieure de la Fm de Borgloon (Figure III.10) et comprend :

- à la base, des sables siliceux, de la marne et des glaises ;
- un sable blanc jaunâtre, assez grenu, riche en gastéropodes et débris de coquilles ;
- au sommet, plusieurs bancs de marnes grises ou blanches alternent avec des sables oxydés jaunâtres, fossilifères et des lits argileux noirâtres.

Cette argile recouvre donc, avec interposition d'un lit de sable marneux, les argiles de Hénis. Les argiles du Membre de Alden Biesen occupent parfois des dépressions marquées à la surface de l'argile verdâtre de Hénis. Les argiles du Membre d'Alden Biesen sont noirâtres, pyriteuses ou marneuses.

III.1.1.2.2 Eocène

Les argiles non réfractaires de l'Eocène sont représentées par les argiles des plateaux du Nord de la Meuse (E. supérieur), par la Formation de Maldegem (E. supérieur) et par le Groupe d'Ieper (E. inférieur).

III.1.1.2.2.1 Argiles des plateaux du nord de la Meuse

D'après De Keyser, 1940

Ces argiles ont longtemps été considérées comme rupéliennes, mais sont probablement d'âge éocène. Ces argiles se trouvent sous forme de poches et de couches lenticulaires interstratifiées dans des sables micacés fins gris-blanchâtres à rougeâtres.

Ce sont des argiles, maigres et plastiques, grises, blanchâtres ou jaunâtres. Elles sont ordinairement plus riches en oxyde de fer que les argiles d'Andenne (voir III.1.2.1.1.1, p. 69) Elles sont peu ou non réfractaires. Sur les anciennes cartes géologiques, ces dépôts sont répertoriés sous le même sigle que celles des argiles d'Andenne et du Condroz (Ona).

Au nord de la Meuse (Figure III.13), ces argiles se rencontrent de façon discontinue depuis Rhisnes jusqu'aux environs de Couthuin, principalement sur les territoires de Champion, Saint-Marc et Vedrin. Un grand gisement s'étend vers le sommet des collines entre Seilles et Couthuin sur une épaisseur de plusieurs mètres.

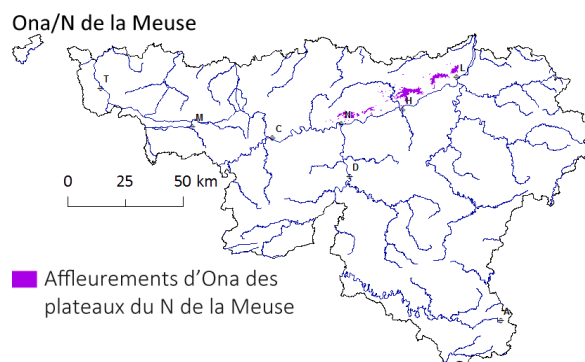


Figure III.13 : Zones d'affleurement des dépôts d'Ona sur les plateaux du nord de la Meuse (source des données géoréférencées : SGB).

III.1.1.2.2.2 Formation de Maldegem (Eocène Supérieur)

D'après Roche, 1982 ; Decler et al., 1982, Gullentops & Wouters, 1996 ; Laga et al., 2001

Les argiles et argile sableuse de l'Eocène supérieure appartiennent à la Formation de Maldegem. Au sein de cette formation qui en compte sept, quatre membres sont argileux : les membres d'Onderdijke, de Zomergem, d'Ursel et d'Asse) ; leurs zones d'affleurement sont reprises à la [Figure III.14](#).

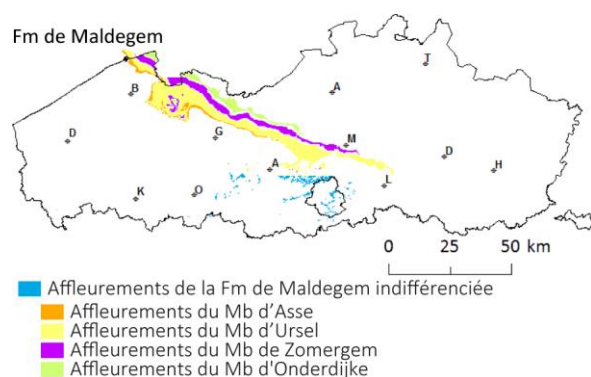


Figure III.14 : Zones d'affleurement de la Formation de Maldegem (source des données géoréférencées : DOV).

Ces argiles forment une masse compacte très plastique. La transition entre les sables de Wemmel -qui constituent la base de la Fm de Maldegem- et le Membre des argiles d'Asse est très progressive et se caractérise par une augmentation du caractère argileux et glauconieux. La base de l'argile d'Asse est particulièrement riche en glauconie authigène à tel point que ce faciès a été appelé « bande noire ». Dans la partie supérieure de cette séquence, la fraction sableuse et la glauconie disparaissent progressivement.

La principale zone d'affleurement des argiles d'Asse se situe entre Alost et Bruxelles. Cette argile se rencontre en lambeaux couronnant le sommet des collines de Flandre. La Fm de Maldegem atteint 59 m à Woensdrecht. On la retrouve au sommet des collines des environs de Bruxelles et du Brabant oriental, ainsi qu'à la partie supérieure de la colline de Gand. Elle

affleure au N de la Flandre, entre Bruges et Eekloo, à Oedelem. D'après Gullentops & Wouters (1996), le Membre d'Asse ne dépasserait pas 10 m.

L'argile d'Asse, à haute teneur en smectite (Gullentops & Wouters, 1996), a été anciennement exploitée près d'Asse, au sud-est de Bruges et sur les collines flamandes, pour la fabrication de tuiles et de poteries et comme terre à foulon²⁵. Lorsqu'elle est rubéfiée, elle est jaunie, brunie ou panachée. Elle renferme de nombreux cristaux de gypse. Les produits cuits sont de couleur rouge.

III.1.1.2.2.3 Groupe d'Ieper (Eocène Inférieur)

D'après Decler et al., 1982 ; Roche, 1982 ; Steurbaut, 1987 ; Willems et Moorkens, 1988 ; Gullentops & Wouters, 1996 ; Laga et al., 2001

En Belgique, le Groupe d'Ieper correspond stratigraphiquement à une partie de l'Etage Yprésien (Maréchal, 1993). Le Groupe d'Ieper est classiquement divisé en trois formations dans la partie nord du Royaume, même si elle en compte quatre, de la plus vieille à la plus jeune :

- la Formation de Kortrijk ;
- la Formation de Tiel ;
- la Formation d'Hyon ;
- la Formation de Gentbrugge.

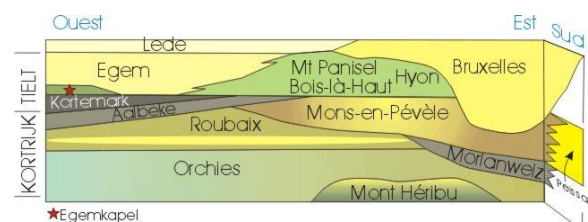


Figure III.15 : Division lithostratigraphique de l'Yprésien du Hainaut (Boulvain, 2013).

²⁵ Argile smectitique servant au "foulage". Le foulage étant d'enlever aux étoffes de laine le gras dont on imbibe les fils pour faciliter leur filage et leur tissage. Les tissus, les draps sont mis dans des auges avec la terre à foulon, abondamment arrosés pour y être foulés, soit manuellement avec un fouloir à main, soit mécaniquement avec des maillets mus par la force de l'eau dans les moulins à foulon.

Parmi ces dernières, la Fm de Kortrijk est particulièrement riche en argiles ainsi que la base de la Fm de Gentbrugge.

Du nord au sud et d'ouest en est, l'épaisseur du Gr. d'Ieper s'amenuise et devient

progressivement plus sableux pour s'effacer à peu près dans l'est du pays. Dans le Hainaut, le Brabant et en Campine, le faciès argileux est déjà fort réduit et beaucoup moins homogène par suite de la présence de zones parfois très sableuses.

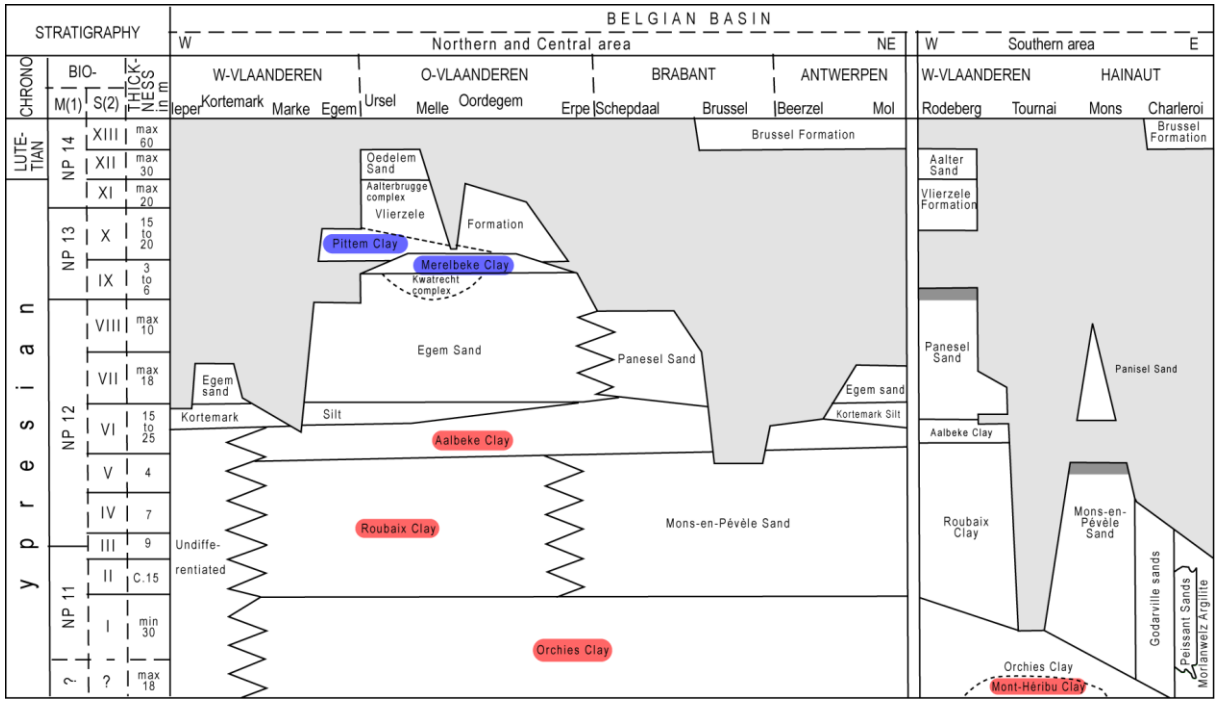


Figure III.16 : Lithostratigraphie de l'Yprésien du Bassin belge et biostratigraphie sur base de la nanoflore calcaire (d'après Steurbaut, 1988).

III.1.1.2.2.3.1 Formation de Gentbrugge

Cette formation est constituée de trois membres dont le plus vieux, le Membre de Merelbeke (Figure III.16), est franchement argileux. Le membre intermédiaire (Mb de Pittem) est constitué d'argiles sableuses. La Figure III.17 illustre leurs zones d'affleurement.

Dans le nord de la France, la Fm de Gentbrugge a pour équivalent les argiles de Roncq et de Cassel.

Ce niveau d'argile est très plastique et très compacte (schistoïde) et atteint généralement 6-7 m. Ces argiles ont été utilisées comme terre à foulon, dans la région d'Anderlecht. Plusieurs tuileries importantes ont exploité cette argile dans la région de Courtrai.

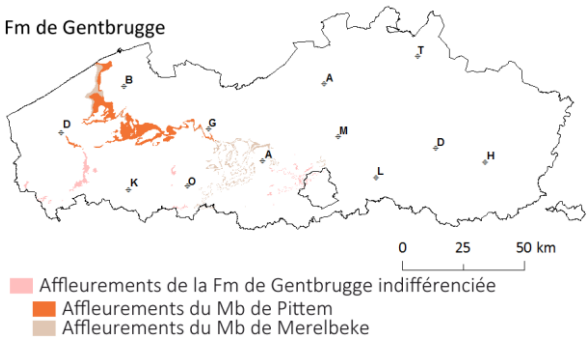


Figure III.17 : Zones d'affleurement de la Fm de Gentbrugge en Flandre (source des données géoréférencées : DOV).

III.1.1.2.2.3.2 Formation de Kortrijk

La Fm de Kortrijk couvre une très grande surface en Belgique (*Figure III.18*).

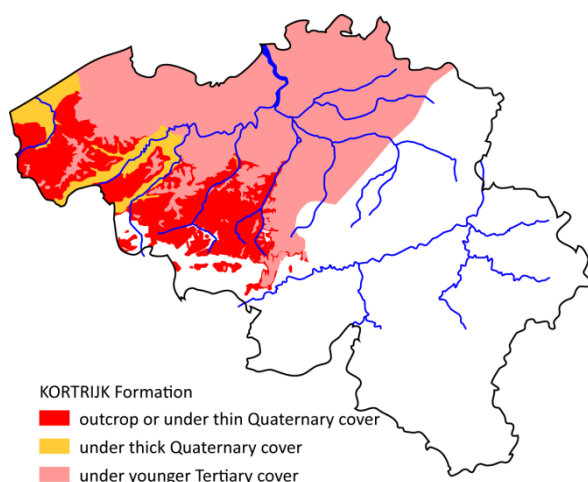


Figure III.18 : Zones de sédimentation et d'affleurement de la Fm de Kortrijk (Groupe d'Ieper, d'après Maréchal, 1993).

Sa surface d'affleurement, ou sous couverture peu épaisse, se trouve principalement dans la partie centrale et méridionale des deux Flandres, le sud-ouest du Brabant et en divers endroits du Hainaut (*Figure III.19*). On la retrouve sans interruption de l'autre côté de la frontière (argiles d'Orchies), de sorte que les argiles yprésiennes de Belgique et du nord de la France forment un ensemble parfaitement cohérent. Les zones sableuses (anciennement Yd) et argileuses (anciennement Yc) dont se compose la Fm de Kortrijk, ne sont pas parfaitement délimitées. Il y a généralement passage graduel par l'intermédiaire d'une zone d'argile micacée finement sableuse ou par l'alternance de lits sableux et argileux. L'épaisseur maximale de la Fm de Kortrijk est de 177 m dans la région de Blankenberge.

La Fm de Kortrijk est divisée en cinq membres²⁶ dont quatre argileux (*Figure III.16*), du plus vieux au plus jeune :

- le Mb du Mont-Hérribu ;

- le Mb de Saint-Maur (« argiles » d'Orchies) ;
- le Mb de Moen (« argiles » de Roubaix) ;
- le Mb d'Aalbeke.

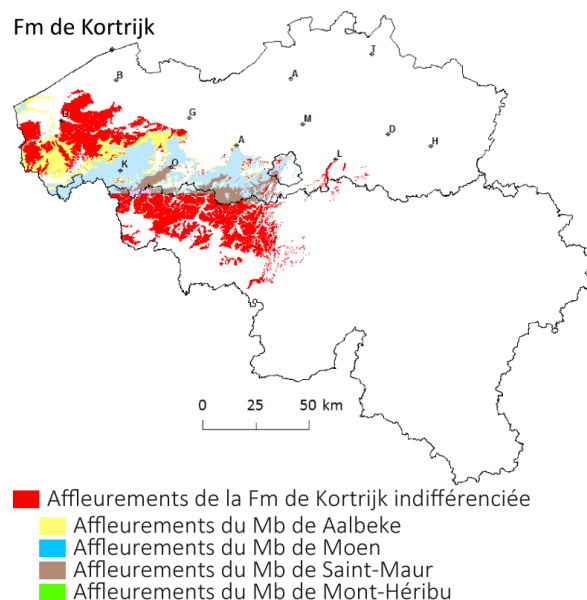


Figure III.19 : Zones d'affleurement de la Fm de Kortrijk (source des données géoréférencées : DOV, SGB).

Le Mb du Mont Hérribu est constitué d'une alternance d'argile silteuse et de fines bandes de silts et de sable. Sa base est formée de sable mal classé et de sable glauconieux comprenant des galets remaniés. Son épaisseur est de l'ordre de 10 à 15 m. Le Membre d'Orchies est formé d'argile bleu-vert. Le Membre de Roubaix est un complexe hétérogène formé de silt et de sable fin renfermant des niveaux riches en coquilles et des lits de glauconie. Dans la région de Renaix, ce membre est constitué d'argile sableuse. Au-dessus, le Membre d'Aalbeke est formé d'argile gris-bleu homogène, légèrement silteuse. Ce membre affleure localement au nord-ouest du Hainaut. Il disparaît vers l'est, dans les régions d'Ath et de Mons.

Les argiles yprésiennes font et ont fait l'objet de nombreuses exploitations principalement dans la région d'Ypres et à Ploegsteert. La région située au sud de Courtrai constitue le centre le plus important de ces exploitations. On l'exploite encore à Renaix, Grammont, Mont de

²⁶ Le cinquième, Mons-en-Pévèle, étant sableux.

la Trinité, Heppignies, Hennuyère, Gosselies, aux environs de Marche, Mons (faubourg d'Havré), Cuesme, etc. En Hainaut et Brabant, l'argile est surtout extraite dans les morts-terrains des carrières de Quenast, Lessines, Bierghes et Ecaussines-Soignies. On l'a également exploitée à Tubize et Havinnes.

L'argile est grise, brunâtre, jaunâtre, gris verdâtre et les produits cuits sont de couleur rouge vif ou assez foncé.

III.1.1.2.3 Paléocène

Les argiles du Paléocène sont représentées par les argiles du Groupe de Landen et par les argiles de Soignies.

III.1.1.2.3.1 Groupe de Landen

D'après Decler et al., 1983 ; Boulvain, 2005 ; Laga et al., 2001 ; De Keyser, 1940

En Flandre, les argiles du Gr. de Landen, datées du Thanétien inférieur (*Figure III.1*), appartiennent surtout à la Formation de Hannut et plus particulièrement au Membre de Waterschei et à la base du Membre de Lincent. En Wallonie, la Fm d'Erquelinnes est rattachée au Groupe de Landen ainsi que les argiles de Soignies. Les zones de sédimentation et d'affleurement du Gr. de Landen sont reprises à la *Figure III.20*.

Le Membre de Waterschei consiste en une argile gris-vert calcareuse et une argile silteuse. L'épaisseur maximale de ce membre est de 40 m.

La base du Membre de Lincent consiste en une argile marneuse gris vert passant à une argile calcareuse très compacte et grise. L'épaisseur maximale atteint environ 20 m. Vers le NNE, la Fm de Hannut devient progressivement plus argileuse et moins calcareuse.

Le Membre de Loksbergen de la Fm de Tienen contient quelques argiles ligniteuses.

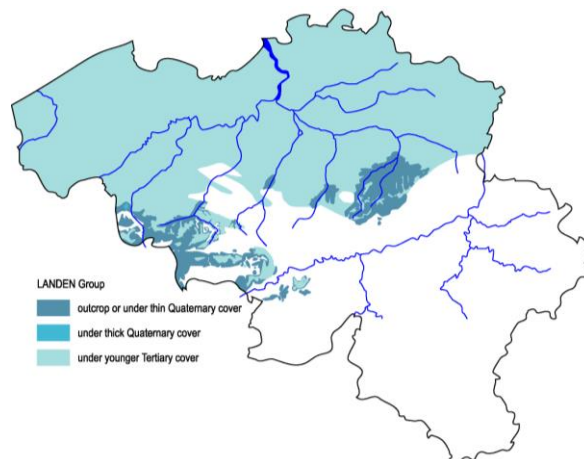


Figure III.20 : Zones de sédimentation et d'affleurement du Groupe de Landen (d'après Maréchal, 1993).

Les affleurements des formations de Hannut et de Tienen sont localisés sur la *Figure III.21*.

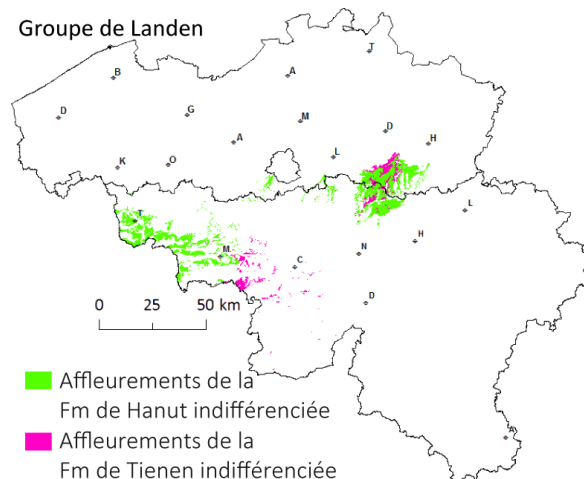


Figure III.21 : Zones d'affleurement du Groupe de Landen (source des données géoréférencées : DOV, SGB).

Ces argiles renfermant peu de fer, de chaux et de magnésie et, ayant une teneur élevée en K_2O , se classent parmi les argiles à grès²⁷ (De Keyser, 1940). De telles argiles sont généralement importées d'Allemagne. Elles semblent exemptées de sulfates et autres sels solubles. A titre d'exemple De Keyser (1940) cite 2 analyses, réalisées par Stainier, et provenant d'un gisement situé au sud de la chaussée de Ligny à Denée, au lieu-dit « Chapelle-Sainte-Barbe » (*Figure III.22*).

²⁷ Argile dont la vitrification s'effectue aux environs de 1 200°C à 1 300°C.

Figure III.22 : Analyses chimiques d'argile landéniennes (source : De Keyser, 1940).

	CSB-1
Al ₂ O ₃	24,3
Fe ₂ O ₃	0,5
MgO	0,58
CaO	0,1
K ₂ O	4,86
P ₂ O ₅	0,19
Reste	59,48

Ces argiles ont donné lieu, en dehors des usages domestiques locaux, à des exploitations systématiques assez importantes, à l'abandon depuis 1939 cependant, du fait de la capacité réduite du gisement, de sa variabilité et des conditions d'exploitation difficiles.

On a signalé ces argiles dans la Hesbaye, à Enines (tuileries, poteries) et à Orp-le-Grand (briques de façades). Des exploitations plus importantes et très anciennes sont connues dans le Hainaut (Châtelet, Fleurus, Ligny, Leval) où ces argiles ont alimenté l'industrie de la poterie et de la céramique. A Leval, ces argiles ont été utilisées pour la fabrication de ciment.

Les argiles et sables argileux de la Fm d'Erquelinnes, d'âge landénien (Thanétien) apparaissent également piégées dans des paléokarst de la région de Fontaine-l'Évêque - Charleroi ²⁸ (Delcambre et Pingot, 2000a), tout comme ceux de la Fm de l'Entre-Sambre-et-Meuse et des argiles d'Andenne et du Condroz (voir III.1.2.1.1.1 p. 69 et III.1.2.1.1.2 p. 74).

Bien que toutes les excavations de la carte Fontaine-l'Évêque – Charleroi aient été remblayées, les sables de la Fm d'Erquelinnes ont été jadis exploités au nord de Leernes et autour de Châtelet pour la construction mais également pour servir au moulage de fonderie, du fait de leur teneur suffisante en argile, de leur granulométrie et de leur résistance au feu (Delcambre et Pingot, 2000a).

²⁸ Carte géologique 46/7-8 au 1/25.000

Les argiles présentes dans la Fm d'Erquelinnes ont été à la source d'une industrie céramique dans la basse vallée du Ry d'Acoz (Biesme²⁹, Grès de Bouffioulx).

Sur la carte Gozée – Nalinnes³⁰ (Delcambre et Pingot, 2000b), la Fm d'Erquelinnes forme de minces lambeaux couvrant en discordance le socle paléozoïque. Ils comblent des dépressions creusées dans les craies mésozoïques entre Thuillies et Cour/Heure. Quelques indications concernant d'anciennes briqueteries, au nord de Somzée et entre Thuillies et Gozée sont consignées dans les archives du Service géologique (Delcambre et Pingot, 2000b).

Sur la carte Grandrieu – Beaumont 52/5-6 (Dumoulin, 2001), un ensemble de plaquages et de remplissage karstique sablo-argileux (SBL) d'âge cénozoïque mais pressentie actuellement comme appartenant à la Fm d'Erquelinnes se retrouvent, notamment au N de la localité de Thirimont (une carrière abandonnée dans le Bois des Menus au lieu-dit La Malaise), au NE de Beaumont et au N de Barbençon.

III.1.1.2.3.2 Argiles de Soignies

Les argiles de Soignies sont d'origine nivéo-éolienne³¹ et font partie du complexe landénien. Elles sont d'âge paléogène. Leur épaisseur moyenne est de 8 m. En 2003, elles étaient utilisées par la société Hanson-Desimpel pour la fabrication de tuiles et de briques.

III.1.1.3 ARGILES DU MÉSOZOÏQUE

III.1.1.3.1 Crétacé

D'après Dumoulin, 2001 ; Delcambre et Pingot, 200b

La seule argile non réfractaire d'âge Crétacé est celle de la carrière de Strée, localité de la Thudinie. Le Crétacé de la Thudinie également

²⁹ Carte géologique 53/1-2 Biesme – Mettet au 1/25.000

³⁰ Carte géologique 52/3-4 au 1/25.000

³¹ Dépôts, formations provenant de la fonte de congères qui résultent d'amas de neige, de sable et de limon transportés par le vent.

appelé le massif de Cour-sur-Heure, se caractérise par deux unités lithologiques principales regroupées sous l'appellation Groupe de Marbaix (-la-Tour).

III.1.1.3.1.1 Coniacien : Groupe de Marbaix (Argile de Strée)

Ce groupe comprend deux unités lithologiques principales dont seule la basale se retrouve à Strée. Cette dernière consiste en de l'argile compacte verte à vert foncé très riche en glauconie légèrement calcaire. A la base, on trouve parfois des éléments arrachés au substrat paléozoïque sous la forme de fragments peu arrondis. Cette argile dite résiduelle est le produit d'une altération poussée (décalcification) d'un niveau crayeux, la craie glauconifère de Maisières, par les eaux météoriques chargées d'acide carbonique. Cette argile verte était autrefois exploitée comme terre à briques, notamment à Strée où la briqueterie Dauchot extrayait la « glauconite de Strée ». Les produits cuits sont rouge foncé.

Sur la carte Gozée – Nalinnes 52/3-4 (*Delcambre et Pingot, 2000b*) les argiles du Groupe de Marbaix-la-Tour (MBX) ont été exploitées à Donstienne pour la poterie. Ce groupe rassemble l'ensemble des terrains mésozoïques du sud-ouest de la planche Gozée – Nalinnes (52/3-4), ainsi que leurs produits de dissolution (argile). Reconnus par sondages et par de rares affleurements, le plus souvent temporaires, ce groupe est divisé en trois unités qui tapissent les profondes cavités karstiques développées dans les craies. Directement au-dessus de ces dernières se trouve la troisième unité dite des deffes ; argiles grasses avec ou sans glauconie issues de la dissolution des craies sous-jacentes.

Sur la carte Grandrieu-Beaumont 52/5-6 (*Dumoulin, 2001*), des deffes vertes (glauconieuses) s'observent également à l'ouest de Rognée et au nord de Clermont.

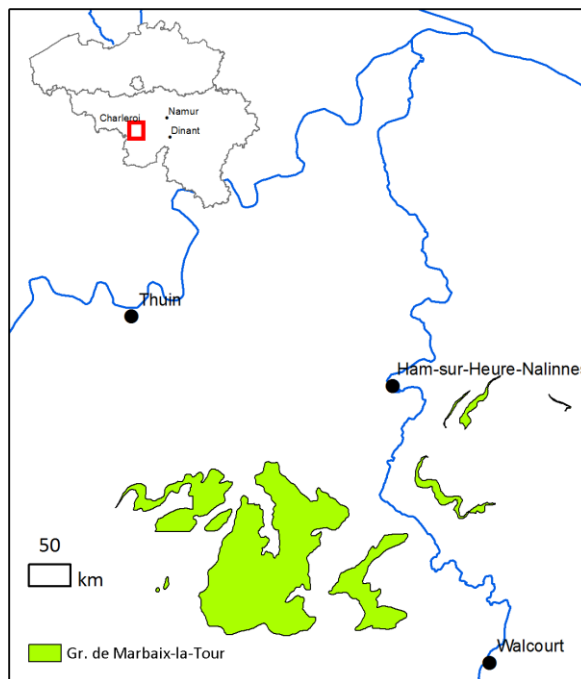


Figure III.23 : Zones d'affleurement du Groupe de Marbaix-la-Tour (MBX) (d'après les cartes géologiques n°52/1-2, 52/3-4, 52/5-6, 52/7-8).

III.1.1.4 ARGILES D'ALTÉRATION DE ROCHES D'ÂGE PALÉOZOÏQUE

D'après De Keizer, 1940 ; Decler et al., 1983 ; Vandenberghe, 1983 ; Dupuis et al., 1996 ; Yans, 2003 ; Yans et al., 2003 ; Delcambre et Pingot, 2004 ; Boulvain, 2005

Le climat chaud et humide de l'Eocène permet le développement d'un épais manteau d'altération qui provoque la transformation des schistes et des phyllades paléozoïques en argile. Les racines de cette altération peuvent dépasser la centaine de mètres dans certaines régions, par exemple à Transinne (*Dupuis et al., 1996 ; Yans, 2003 ; Yans et al., 2003*).

Les principaux niveaux concernés sont les schistes du Carbonifère supérieur, du Frasnien et du Famennien. Quelques mètres seulement sont généralement exploités.

Dans la région de Namur et de Liège, des telles argiles (issues de l'altération de schistes houillers) mélangées à des limons de pentes sont exploitées pour la fabrication de briques.

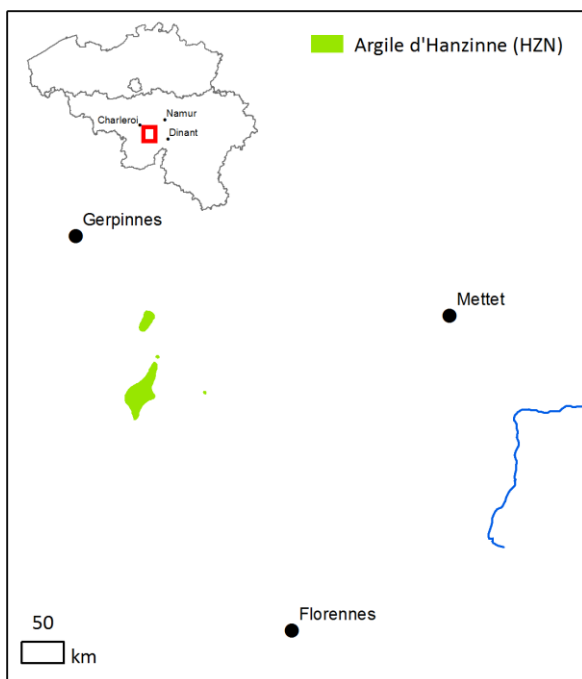


Figure III.24 : localisation des zones d'affleurement des argiles dite d'Hanzinne (HZN) (d'après la carte géologique n°53/1-2).

Au nord-est de Thy-le-Bauduin et entre Hanzinne et Hanzinelle, des argiles, dite argile d'Hanzinne (Figure III.24, HZN) ont été exploitées pour la confection de tuiles (Delcambre et Pingot, 2000b ; Delcambre et Pingot, 2004). Une exploitation souterraine est aussi signalée le long de la route reliant Thy-le-Bauduin à Somzée.

A Florennes (Boulvain et Marion, 1994), au nord de la route Florennes-Corenne, à hauteur de la borne K3, la succession lithologique est la suivante :

- substrat carbonaté ;
- argiles d'altération ;
- sable blanc bioturbé ;
- sédiments sablo-argileux et/ou argiles laminaires grises contenant parfois des zones tourbeuses à abondants débris de plantes ;
- sables jaunes à stratifications entrecroisées et chenaux.

A Wanlin il s'agit d'argiles issues de l'altération de schistes famenniens. Ces dernières étaient

encore exploitées en 2013, en mélange avec des limons, par la société Wienerberger. Elles contiennent essentiellement de l'illite (80 %) et de la kaolinite (20 %).

Enfin, à Vielsalm, ce sont des argiles manganésifères issues de l'altération des phyllades manganésifères du Salmien supérieur.

Des argiles d'altération ont été également recensées dans la région de Welkenraedt. Il s'agit d'argiles issues de l'altération de schistes ampélitiques d'âge namurien inférieur et localisées dans des poches de dissolution. On les retrouve à Moresnet, Lontzen, Walhorn.

A Virton et Arlon sont exploitées les argiles virtoniennes (Figure III.25), d'une puissance de vingt à vingt-cinq mètres. Ces argiles se rencontrent dans les environs d'Ethe et proviennent de la désagrégation des schistes d'âge Pliensbachien. Elles sont généralement schistoïdes à la base, présentent une couleur noire, bleuâtre, parfois jaunâtre et sont exploitées essentiellement dans leur partie supérieure, la plus altérée.

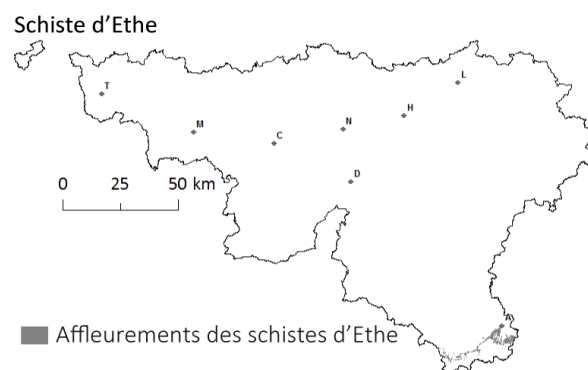


Figure III.25 : Zones d'affleurement des schistes d'Ethe dont la tranche supérieure altérée est exploitée sous l'appellation d'argiles virtoniennes (source des données géoréférencées : SGB).

III.1.1.5 ARGILES D'ÂGE INDÉTERMINÉ

D'après Van den Broeck et al. 1910 ; De Keizer, 1940 ; Marion et Barchy, 1999

Des argiles d'âge indéterminé ont été exploitées dans la région de Chimay. Il s'agit sans doute d'argiles d'âge oligocène (Ona, voir Argiles de

l'Entre-Sambre-et-Meuse, p. 74) et constituant un des matériaux de remplissage des « Abannets » ; cavités paléokarstiques.

Van den Broeck et al. (1910, p.188) décrivaient en ces termes la sablière de “La Suédoise”, à l’Est de Couvin, du sommet vers la base de l’exploitation :

- terre arable ;
- argile plastique impure, légèrement sableuse et ferrugineuse ;
- sables gras, fins, homogènes, non stratifiés et de teintes diverses ;
- lit de galets de quartz blanc et de quartzite non calibrés, avec fragments de grès (dépôts à allures ravinantes et fluviales) ;
- sable « maigre » fin, homogène, non stratifié et contenant des veinules limoniteuses ;
- argile plastique rouge très pure et très fine (résidu d’altération du calcaire sous-jacent) ;
- calcaire couvinien.

De nos jours, les « Abannets » se présentent sous forme de larges et profondes cavités souvent boisées qui exposent les roches hôtes sur lesquelles subsistent encore quelques traces de sable et de limonite.

III.1.2 Argiles réfractaires

D'après De Keizer, 1940, Hubeaux, 1950 ; Calembert, 1945 ; Calembert, 1947, Ertus, 1990 ; Nicaise & Dupuis, 1997 ; Dupuis et al., 2003 ; Boulvain, 2005 ; Goemaere, 2012.

Les argiles réfractaires sont des terres dont la plasticité diminue avec l'augmentation de la teneur en kaolinite. Ces argiles ont la particularité d'avoir un point de ramollissement situé au dessus de 1580 °C (Hubeaux, 1950). L'importance de la réfractarité grandit avec la teneur en alumine (Al_2O_3). Certains constituants, comme la chaux (CaO) ou le fer agissent comme fondant, c'est-à-dire qu'ils abaissent la température du point de ramollissement.

III.1.2.1 ARGILES DU CÉNOZOÏQUE

Les argiles réfractaires de Belgique d'âge cénozoïque sont constituées par des argiles localisées dans des cryptokarsts et se retrouvent dans le Condroz et l'Entre-Sambre-et-Meuse.

Au Miocène, le Condroz et l'Entre-Sambre-et-Meuse constituent des régions parsemées de dépressions karstiques développées sur substratum calcaire, sous couverture sédimentaire perméable d'où leur nom de cryptokarst. La succession des faciès qui remplissent ces poches est soumise à une double influence :

- le soutirage responsable de l'approfondissement des cavités ;
- les apports sédimentaires continentaux allochtones d'origines diverses.

Ces sédiments proviennent de l'altération intense des formations de couverture et du socle. La subsidence karstique qui va durer 20 millions d'années, probablement de façon saccadée, collecte les eaux qui entretiennent l'altération du remplissage et la corrosion des parois carbonatées de la cavité cryptokarstique. La pyrite oxydée produit de l'acide sulfurique qui provoque l'altération des feldspaths et des micas contenus dans les sédiments, libérant l'aluminium et le silicium. Lorsque ces solutions acides arrivent au contact des calcaires, le pH remonte rapidement. La silice repasse à l'état solide et cristallise sous forme de quartz dans les calcaires poreux qu'elle silicifie. A proximité des parois de la cavité, la silice excédentaire et l'aluminium se combinent pour former l'halloysite $[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}]$ et la kaolinite (Ertus, 1990 ; Nicaise & Dupuis, 1997 ; Dupuis et al., 2003). En Wallonie, 30 occurrences potentiellement riches en halloysite ont été répertoriées, dont celle de Weillen près de Dinant où les réserves sont estimées à 50.000 tonnes. L'âge de la formation de cette halloysite est tardi-Miocène à Pliocène (Ertus, 1990).

D'un point de vue économique, la reconnaissance des poches karstiques riches en halloysite mérite un intérêt particulier, étant donné l'utilisation de ce minéral dans la fabrication des porcelaines de luxe. À côté de ces poches à remplissage d'halloysite qui suscitent aujourd'hui pas mal d'intérêt, les Argiles d'Andenne, très alumineuses et exploitées dans la région de Bonneville au sud de la Meuse, ont été utilisées autrefois comme argile réfractaire et pour la confection de pipes.

III.1.2.1.1 Miocène-Pliocène

III.1.2.1.1.1 Argiles d'Andenne et du Condroz

Dans les années 1940, les gisements d'argiles d'Andenne et du Condroz représentaient l'une des ressources argileuses du sol belge les plus intéressantes, tant du point de vue historique que scientifique ou de l'industrie nationale. En 1939 les tonnages extraits ont atteint 60 290 tonnes (T), en 1945 47 600 T, en 1946 113 570 T, en 1947 158 040 T et en 1948 161 500 T, représentant successivement 71, 72, 75, 79 et 74 % du revenu national en cette matière (de Keizer, 1940).

Ces argiles remplissent des cryptokarsts, localisés dans les calcaires dinantiens ou frasniens orientés est-ouest, dont la profondeur peut atteindre 100 m (Calembert, 1945).

Le remplissage de tous ces cryptokarsts est plus ou moins identique. À titre d'exemple, la coupe du gisement de Manoux, situé entre Goyet et Strud, au nord de Faulx-les-Tombes est présentée à la [Figure III.26](#) (Boulvain, 2013).

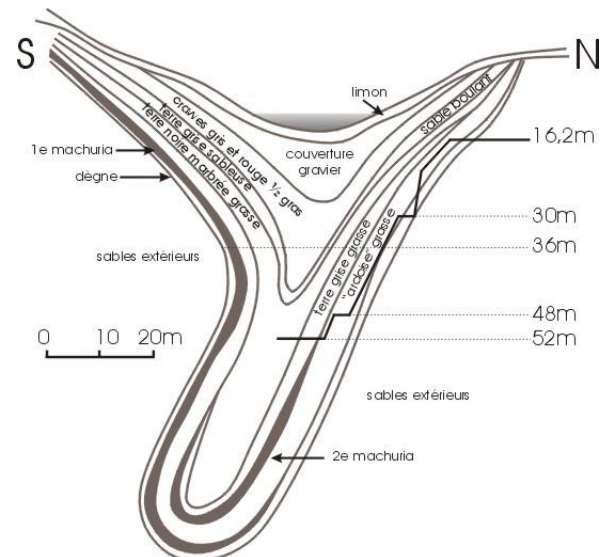


Figure III.26 : coupe verticale du gisement Manoux (d'après Calembert, 1945 in Boulvain, 2013).

III.1.2.1.1.1.1 Localisation géographique et géologique et énumération des divers gisements

Pour tous les dépôts énumérés les conditions de gisement sont analogues dans l'ensemble et peuvent être définies comme suit :

- les calcaires carbonifères et accessoirement frasniens constituent le substratum et les parois des gîtes, même quand ils ne sont pas directement observables.
- les couches d'argiles cénozoïques exploitées reposent sur les calcaires, soit directement, soit par l'intermédiaire de schistes namuriens, soit et ce dans la grande majorité des cas, par l'intermédiaire de sables d'âge cénozoïque.

Ces gisements d'argiles, repris sous le sigle Ona sur les anciennes cartes géologiques, se retrouvent principalement dans les bassins de Namur et de Dinant, principalement sur la rive droite de la Meuse. D'autres gisements existent plus au sud, jusqu'à La Roche-en-Ardenne (Carrière « Le Pafy », Yans, 2003) où des argiles issues de l'altération du socle paléozoïque ont également été exploitées ([Figure III.28](#)).

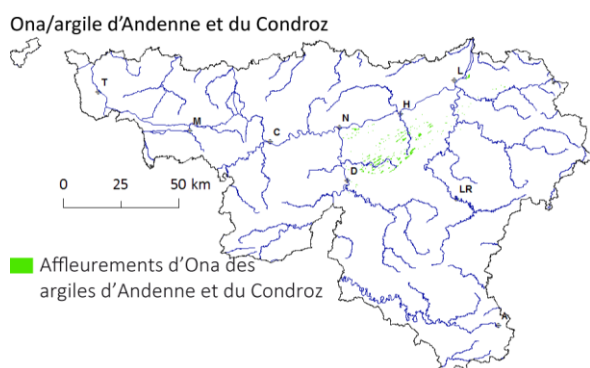


Figure III.27 : Zones d'affleurement des argiles d'Andenne (Ona) (source des données géoréférencées : SGB).



Figure III.28 : Carrière Le Pafy (source : Musée du grès, Andenne).

Les gisements principaux rentrent tous dans un vaste quadrilatère limité au nord par la Meuse, à l'est par le méridien passant à une dizaine de kilomètres à l'est du Hoyoux, au sud par le bord méridional de la zone d'affleurement des calcaires carbonifères, et à l'ouest par le méridien de Malonne (Figure III.29).

Dans le bassin de Namur, les gisements se trouvent dans les calcaires d'âge Carbonifère et sont disposés en chapelets suivant quatre alignements, dont les trois derniers sont les plus riches et les plus anciennement exploités. Ces quatre alignements sont les suivants (Calembert, 1945) :

- les gisements de Loyers, Maizeret, Sclayn, Vezin et Amay, de part et d'autre de la vallée de la Meuse, peu importants et de qualité médiocre (Figure III.30) ;
- anticlinal de Thiarmon Ouest : au SE de Namur, entre Namur et Wierde, la partie ouest de l'anticlinal de Thiarmon,

qui s'étend des environs d'Andenne à la vallée du Samson, constitue une région parmi les plus privilégiées. L'alignement est bien marqué et commence sur la rive gauche de la Meuse avec Malonne et Cabaca. Sur la rive droite on a Dave (Dave, Troonoy, Fort de Dave, Try-dô-Baur), Naninne (Saint-Anne I, Maquette, Sous-la-Ville, Cotibeu, Devant-Quineaux, Dernoncourt, Val-Saint-Lambert), Wierde (Djû, Wez, Fosse Barrat, Fond d'Andoy, Jauloy, Sauvenière, Les Aulnias, Wez-Sud), Mozet (Madauve, Bois planté, Navaire, Boulette, La Forme, Pré-Dehan) (Figure III.30, Alignement [1]) ;

- anticlinal Goyet – Thiarmon : c'est dans cet anticlinal calcaire, allant de Goyet à Thiarmon, que se trouvent les gisements de Thon, Bonneville (Jeune-Chênois, Josquinhaye, Saint-Anne II), Andenne (Vaudaigle, Clair-Chêne, Devant-Strud, La Triche, Dubois, Pré-au-Loup) (Figure III.30, Alignement [2]) ;
- anticlinal de Thiarmon Est : cet anticlinal qui constitue un alignement suivant la lisière sud de la bande calcaire jusqu'à la faille de Bousalle comporte les gisements de Maizeroule, Haltinnes (Monnaie, Manoux, Strud-Bequet), Strud, Champseau (Grand-champs, Leumont, Champseau, Grosse, Pont-de-la-Croix) (Figure III.30, Alignement [3]).
- D'autres gisements, situés au sud de la bande silurienne du Condroz, dans les calcaires d'âge Dévonien, sont d'importance moindre, on y rencontre cependant quelques gisements intéressants de Rape à Haillot, dans l'étroite bande de calcaires frasniens et givetiens. Il s'agit des gisements de Reppe-Dernoncourt, Reppe, Walhay-Ouest et Walhay-Est à Ohey (Figure III.30, Alignement [4]).

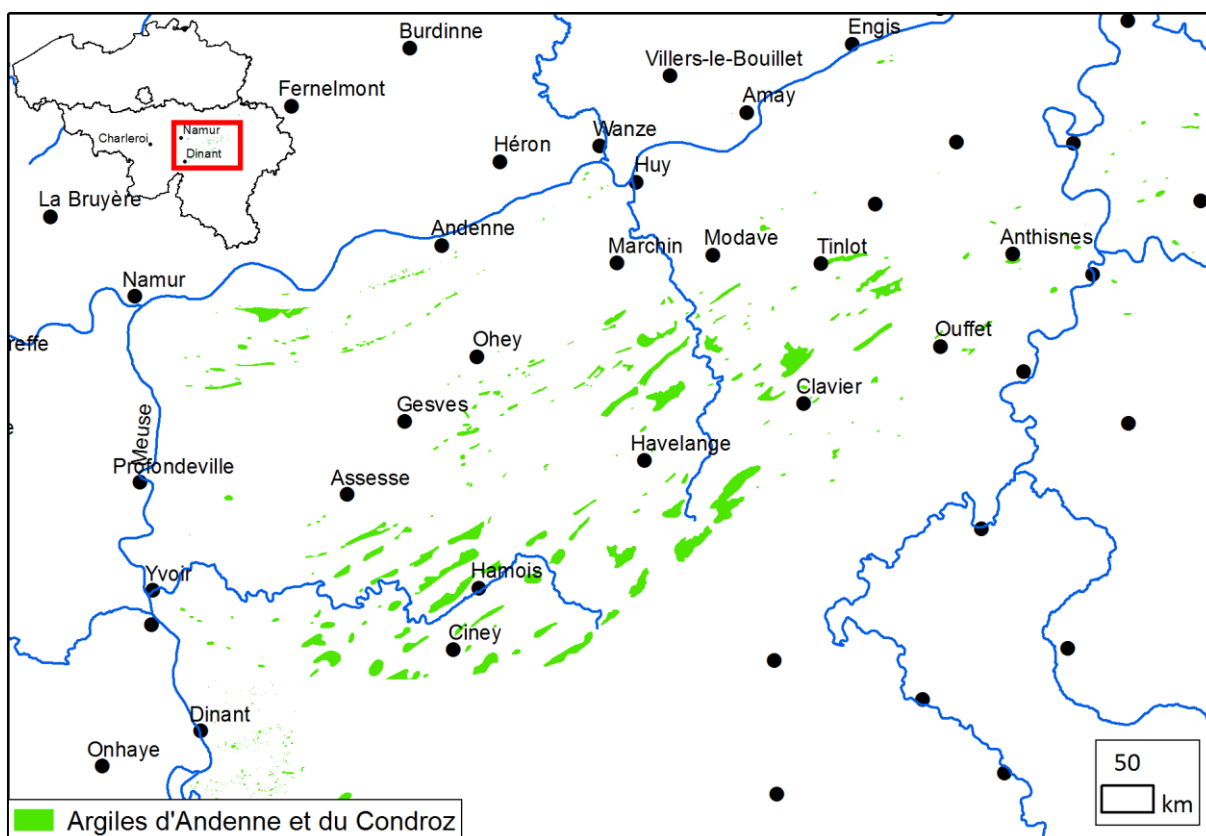
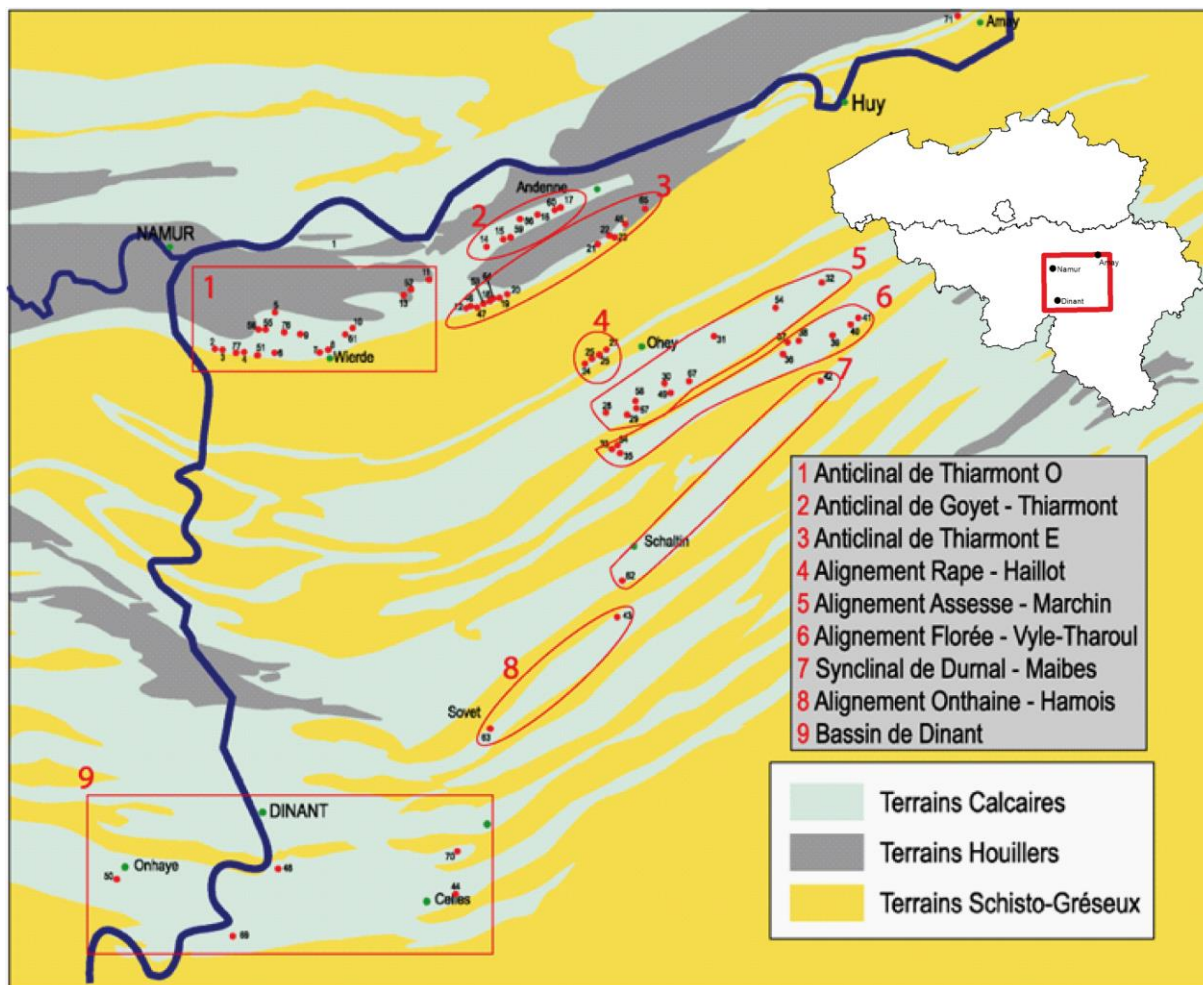


Figure III.29 : Localisation des gisements d'argiles d'Andenne et du Condroz (d'après les anciennes cartes géologiques n°144 à 147, 155 à 157, 166 à 168, 175 et 176).

Plus au sud encore, on retrouve des gisements situés dans les calcaires d'âge carbonifères avec :

- l'alignement Assesse – Marchin (Figure III.30, Alignement [5]), jalonnée par les gisements de Gesve (Francesse, Champs d'Ohey), Sorée (Stelly, Maubry, Bouchaille), Ohey (Fond-de-Griveau), Haillot (Matagne, Terre Masson, Jallet (Hodoumont), Marchin (Jamagne, Bouchaille-Est, Bouchaille, Monjoie-Nord et Sud). En dehors de celui de Maubry, très étendu, les autres sont de faible importance ;
- l'alignement de Florée - Vyle-Tharoul (Figure III.30, Alignement [6]) avec les gisements de Sorée (Gramptinne-Ouest, Est et Sud), Evelette (Tahier-Libois-Ouest, Nord et Est, Chêne à l'Image II), Vyle-Tharoul (Tharoul-Ecole des Sœur, Tharou-Martin) ;
- le synclinal calcaire de Durnal à Maibes (Figure III.30, Alignement [7]), où se trouvent les seuls gisements intéressants de d'Ossogne, sur les communes de Pailhe et d'Havelange et de Majolique, au sud-ouest de Schaltin. Anciennement, des gisements intéressants ont été exploités dans la région de Natoye ;
- l'alignement d'Onthaine-Hamois (Figure III.30, Alignement [8]) est l'une des branches de la prolongation est du synclinal de Dinant. Il renferme les gisements d'Onthaine, Braibant (Fréchisse et Tige), Emptinne et Hamois. Quelques-uns ont une certaine étendue, surtout dans la région d'Emptinne, mais ils étaient déjà presque épuisés en 1940, les autres sont peu importants.



- | | | | |
|-------------------------|------------------------------------|--------------------------|------------------------|
| 1- Loyers | 21- Grandchamps | 41- Tharoul Saint-Martin | 58- Monjoie NE |
| 2- Troonoy | 22- Leumont | 42- Ossogne | 59- Josquinhaye E |
| 3- Dave T.P.B.G. | 23- Champseau | 43- Emptinne | 60- La Triche W |
| 4- Try-dô-Baur | 24- Reppe Dernoncourt | 44- Gendron-celles | 61- Wez S |
| 5- Fosse Barat ou Andoy | 25- Reppe T.P.B.G. | 45- Pont-de-la-Croix | 62- Majolique |
| 6- Sous-la-Ville | 26- Wallay W | 46- La Ferme | 63- Onthaine |
| 7- Dernoncourt | 27- Wallay E | 47- Govigniat | 64- Monnaie N |
| 8- Val Saint Lambert | 28- Francesse | 48- Hordennes | 65- Grosse |
| 9- Les Aulnias | 29- Maubry | 49- Bouchaille | 66- Pré-au-Loup |
| 10- Wez | 30- Fond de Griveau | 50- Gerin | 67- Bouchaille E |
| 11- Bois Planté | 31- Terre Masson | 51- Les Maquettes | 68- ? |
| 12- Pré Dehan | 32- Jamagne | 52- ? | 69- La Becasse |
| 13- La Forme | 33- Gramptinne W | 53- Flahaut | 70- Hubaille |
| 14- Jeune-Chenois | 34- Gramptinne E | 54- Dossogne | 71- Mirlondaine (Amay) |
| 15- Josquinhjaye | 35- Gramptinne S | 55- La Perche | 72- For-de-Dave |
| 16- Vaudaigle | 36- Tahier-Libois W | 56- 14 Bonniers | |
| 17- La Triche | 37- Tahier-Libois N | 57- Monjoie S | |
| 18- Monnaie | 38- Tahier-Libois E | | |
| 19- Manoux | 39- Vyle-Tharoul (Ecole des Sœurs) | | |
| 20- Strud Bequet | 40- Tharoul | | |

Figure III.30 : Carte d'ensemble des anciens gisements exploités d'argiles plastiques et réfractaires d'Andenne et du Condroz (d'après L. Calembert, 1945).

Dans le bassin de Dinant on trouve les gisements suivants (*Figure III.30*, Bassin de Dinant [9]) :

- la branche d'Achène-Achet du synclinal de Dinant avec les gisements, très petits, d'Achène (Grosse-Boule) et de Ciney (St.Gilles et Massogne). Seul celui d'Achène était encore exploité en 1950 ;
- la bande calcaire d'Anhée à Maffe avec les gisements les plus importants de la partie méridionale du bassin dont Celles, comparable par son étendue, sinon sa profondeur, à ceux du bassin d'Andenne ;
- sur la rive droite de la Meuse, à l'est et au sud de Dinant, de petits massifs de terre à grès sont exploités à Anseremme Hordenne, Dréhance Hubaille et Falmignoul La Besace et des sondages ont révélé la présence d'amas en divers points ;
- sur la rive gauche de la Meuse, au sud-ouest de Dinant, existent également plusieurs gisements exploités, tant souterrainement qu'à ciel ouvert, notamment à Gérin et Onhaye.

III.1.2.1.1.1.2 Données générales sur les argiles d'Andenne et du Condroz

La composition des argiles d'Andenne et du Condroz varie suivant que le contact avec les terrains encaissants se fait avec le houiller schisteux ou avec le dévonien calcaire, les argiles étant plus alumineuses et plus grasses dans le premier cas. Quatre classes de terres sont caractérisées (*Goemaere, 2012*) :

1. Les terres *maigres* ayant 13 à 18% d'alumine ;
2. les terres *demi-maigres* (ou *demi-grasses*) ayant 19 à 24% d'alumine. C'est cette catégorie qui était utilisée pour la fabrication de pipe ;
3. les terres *grasses* ayant 28 à 33% d'alumine et appelés « savons » ;

4. les terres alumineuses ayant plus de 38% d'alumine. Ces dernières sont dites *courtes*, ce qui signifie qu'elles sont *cassantes* ou peu plastiques.

Dans chacune de ces catégories trois choix, fonction de la teinte (et donc de la présence d'impuretés), sont définis (*Goemaere, 2012*) :

- les terres de 1^{er} choix sont de teintes uniformes et sont nommées « terre de glacerie » ;
- les terres de 2^{ème} choix sont de teintes irrégulières et sont nommées « terre marbrée », « terre à cuire », « terre d'usine à zinc », « terre de première classe de fabrication » ;
- les terres de 3^{ème} choix sont de teintes multiples : *crawes*

La plus grande partie de ces argiles ont un point de fusion élevé et sont peu grésantes. Les argiles à grès se rencontrent surtout dans de petits gisements, souvent à l'écart des grands alignements, particulièrement dans l'affleurement dominant la vallée de la Meuse, au nord du premier alignement (Loyers, Sclayn, Thon). On exploite également pour les céramiques des argiles relativement peu grésantes, mais dont la coloration après cuisson est très régulière et de teinte appréciée, particulièrement jaune et rouge.

Les argiles d'Andenne et du Condroz sont assez pauvres en alcalis ; elles ne renferment que de minimes quantités de chaux et de magnésie. La teneur en fer est également réduite, sauf aux environs des machurias³² où la marcassite peut être abondante. La coloration rouge de certaines *crawes* est le plus souvent due à la présence de TiO₂ plutôt qu'aux fortes teneurs en Fe₂O₃. Accidentellement, la teneur en TiO₂ peut ainsi atteindre 1.5 à 2 %. La teneur en fer est de l'ordre de 1 à 2.5 % dans la plupart des cas et dépasse rarement plus de 3 %. A titre d'exemple

³² Couche de lignite.

(Figure III.31) citons les quelques analyses disponibles dans Hubeaux (1950) et concernant le site de Champseau à Coutisse (CC) et de Walhay à Ohey (WO) :

Figure III.31 : Analyses chimiques d'argiles d'Andenne et du Condroz (source : Hubeaux, 1950).

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Alcalis
CC-1	60.7	26.0	2.5	0.3	0.5	1.2
CC-2	51.5	31.7	2.5	0.6	0.1	1.5
CC-3	65.1	23.0	1.9	0.3	0.1	1.4
WO-1	64.7	23.6	3.0	0.3	0.0	0.9
WO-2	55.9	29.5	2.3	0.4	0.3	1.2
WO-3	65.2	24.1	2.3	0.2	0.0	0.6

Le fer est particulièrement nuisible lorsque les inclusions sont en concrétions, ce qui est fréquent dans les terres voisines des machurias où l'on rencontre d'assez nombreuses concrétions pyriteuses, de formes allongées, appelées « crayons », et dont la longueur atteint parfois 8 à 10 cm et 1 cm de diamètre. Les autres sulfures sont plus rares. Cependant, on a rencontré dans certains gisements d'assez nombreuses concrétions de sulfures de nickel.

La coloration en cru des argiles d'Andenne et du Condroz est très variable, comme d'ailleurs la teneur en alumine. Il y a prédominance des terres maigres et demi-maigres vers le sud du bassin, les grasses étant plus abondantes vers le nord, où l'on rencontre même des terres hyper-alumineuses dans la région de Bonneville, Naninne et Dave. Les colorations noires, dues à la présence de matières organiques, sont plus fréquentes également dans la partie nord, où les gisements bordent d'assez près les affleurements houillers. Vers le sud et le centre, les colorations sont plus diverses et les teintes plus claires.

III.1.2.1.1.2 Argiles de l'Entre-Sambre-et-Meuse

D'après Keiser, 1940 ; Calembert, 1943 ; Delcambre et Pingot, 1993 ; Boulvain et al., 1995 ; Perruchot et al., 1997 ; Dupuis et al., 2003 ; Delcambre et Pingot, 2004

D'après Delcambre et Pingot (2004), les « sables et argiles de la Formation de l'Entre-Sambre-et-Meuse » appartiennent à plusieurs épisodes sédimentaires. Leur dépôt n'est attesté que grâce à leur piégeage dans des cavités karstiques (Figure III.32) creusées dans les calcaires du Dinantien.

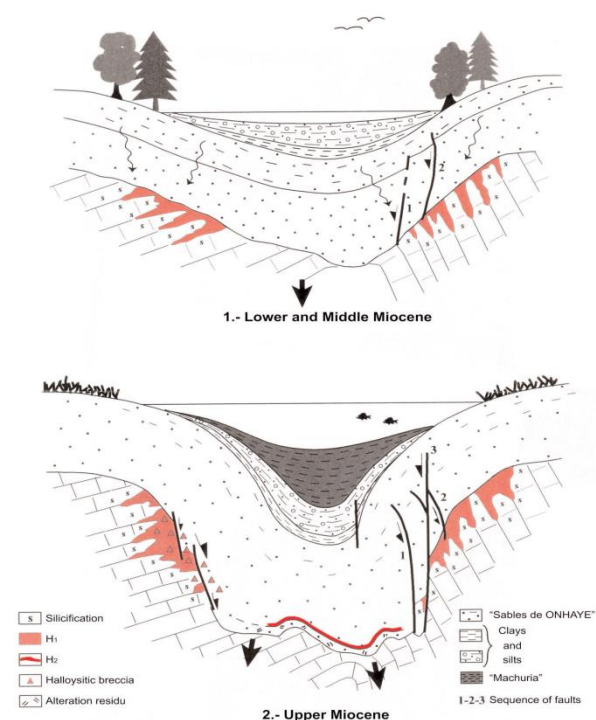


Figure III.32 : Illustration théorique du piégeage des sédiments de la Formation de l'Entre-Sambre-et-Meuse dans une cavité karstique (Dupuis et al., 2003).

Le nombre de ces poches karstiques est pour le moins important ainsi que leurs dimensions : « The Dinantian limestones of Entre-Sambre-et-Meuse (ESEM) and Condroz plateaus are scattered with numerous (>350 recensés) large karstic cavities filled with sands, clays, gravels and lignite of Eo-Oligocene and Mio-Pliocene ages. The extraction of raw materials in quarries or in underground mines revealed uncommon dimensions for such karstic cavities, up to 500 m in diameter, around 70-150 m in depth. » (Dupuis et al., 2003). De plus, comme les limons des plateaux recouvrent ces poches sablo-argileuses, il est très probable que certaines d'entre elles soient demeurées cachées sous cette couverture quaternaire et ne soient pas cartographiées. La Figure III.33 représente les affleurements connus, sur base

des cartes géologiques sur lesquelles elles sont répertoriées avec le sigle Ona (anciennes cartes) ou ESM (nouvelles cartes).

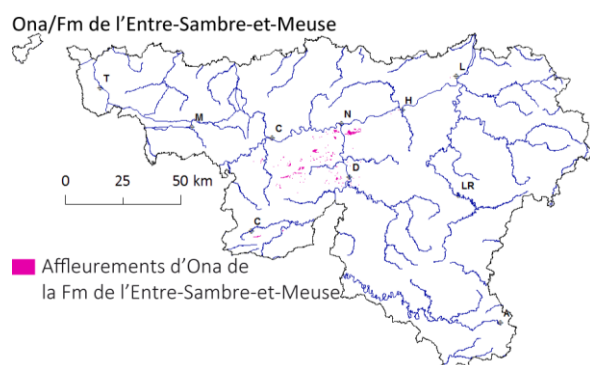


Figure III.33 : Zones d'affleurement des argiles de la Fm de l'Entre-Sambre-et-Meuse (Ona et ESM) (source des données géoréférencées : SGB).

Ces argiles sont jaunâtres, grises ou noires, parfois très ligniteuses. Certaines sont très réfractaires, d'autres un peu moins. A Bourlers et à Baileux, l'argile est blanchâtre et très pure, vers Forges, elle passe au gris noirâtre avec des veines rougeâtres et blanchâtres.

De nombreux gisements ont été exploités, la plupart en carrière, en divers points de l'Entre-Sambre-et-Meuse. Les principaux centres d'extraction étaient Biesme, Hanzinne, Morialmé, Fraire, Florennes, Saint-Aubin, Yves-Gomezée et Acoz.

Au sud et au nord de Celles (Boulvain et al., 1995), des argiles kaolinitiques ont été exploitées par galerie de mine. Le gisement au sud de Celles (Figure III.34) atteignait une profondeur de près de 50 m. Une quinzaine de puits ont été percés au lieu-dit « Jean Marcaux ». L'exploitation de ces argiles s'est prolongée bien après les années 1960 à Celles.

Industriellement, on distingue les sables « maigres », peu argileux, des sables « gras » kaolinitiques. Leur couleur passe du blanc pur au rosé rougeâtre suivant l'importance du colorant hématitique qui imprègne les grains de quartz.

Sur la carte Hastière-Dinant 53/7-8 (Delcambre et Pingot, 1993) les sables et argiles de la Fm de l'Entre-Sambre-et-Meuse sont bien exposés dans une série de grandes sablières creusées autour du village d'Onhaye principalement, et à proximité de Weillen, de Falaën et de Freyr. Sur la rive droite de la Meuse, au sud-ouest de Sorinnes et à Hordène (Dréhance) quelques exploitations de moindre importance et en grande partie comblées montrent les mêmes formations. En outre, une multitude de petites poches ont été autrefois ouvertes pour les besoins locaux et souvent remblayées très rapidement. Quelques-unes subsistent et exposent ces dépôts sablo-argileux. Deux gisements d'argile plastique ont été exploités autrefois par des galeries souterraines et des puits : l'un à Dréhance, l'autre à Falmagne dans le Bois de Reux. Si à Dréhance, plus aucune trace de cette industrie ne subsiste, dans le Bois de Reux, une profonde fosse inondée témoigne de cette industrie passée.

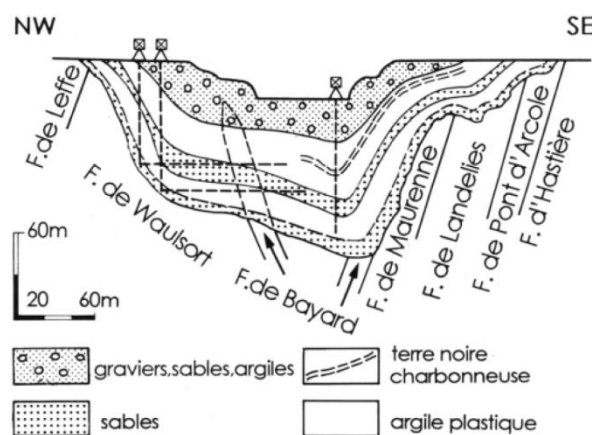


Figure III.34 : Coupe du gisement d'argile plastique de Celles (d'après Calembert 1943). Les limites des formations paléozoïques sont issues des tracés de la carte.

Les argiles d'Acoz, Hanzinne, Morialmé, Fraire, Aisemont, Onhaye, Weillen et Yves-Gomezée appartiennent au type kaolinitique-halloysitique.

L'argile de Biesme est une argile kaolinitique-halloysitique à gibbsite ou encore une argile gibbsitique. Les proportions de gibbsite et de

kaolinite-halloysite sont élevées, respectivement 31 % et 46 %.



Figure III.35 : Sablière d'Oret en 2010.

Ces argiles furent utilisées pour la fabrication de grès, de faïence et de briques.

76

L'étude sédimentologique (Delcambre et Pingot, 2004) permet de distinguer (Figure III.36) :

- des sables d'origine marine, gris, ligniteux par endroit, mis en place dans un domaine littoral ;
- des sables plus clairs, fins et kaolineux renfermant des traces d'ophiomorphes³³, au caractère marin plus affirmé ;
- des sables clairs renfermant des bandes de lignite dans lesquels s'intercalent des couches argileuses à argilo-sableuses, voire même d'épaisses accumulations argileuses à argilo-tourbeuses.

Actuellement, plusieurs sablières sont encore en exploitation au sud du village d'Oret, par exemple (Figure III.35).

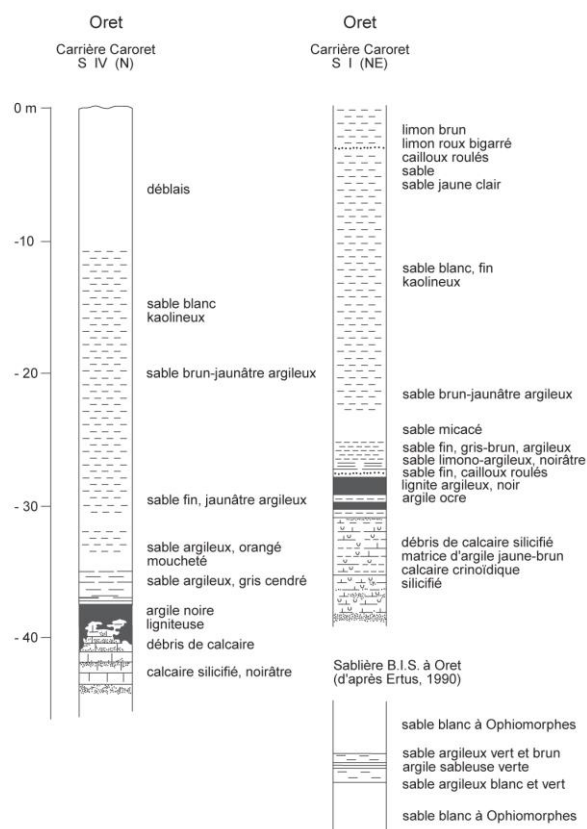


Figure III.36 : Sables de l'Entre-Sambre-et-Meuse dans les sablières d'Oret (Delcambre et Pingot, 2004).

La Figure III.37 représente les principaux gisements de la Fm de l'Entre-Sambre-et-Meuse.

³³ Amphibiens

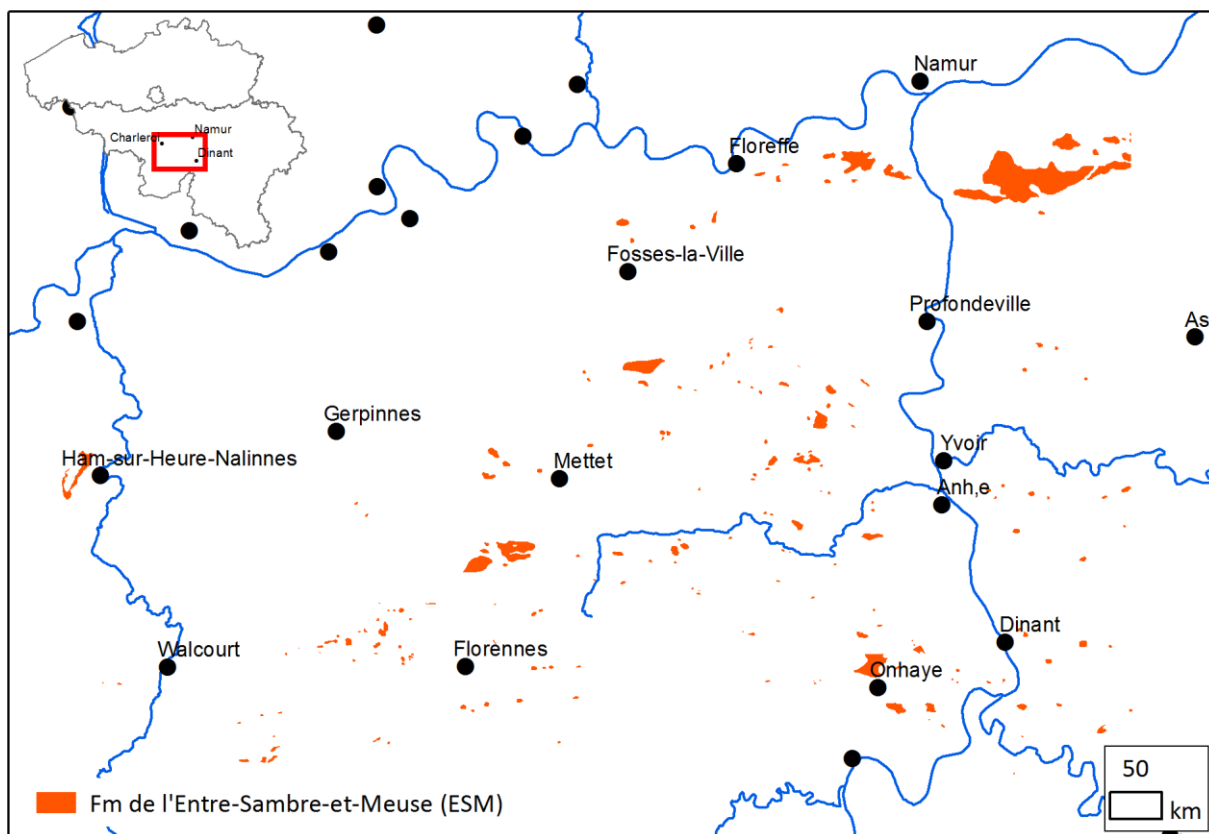


Figure III.37 : Localisation des zones d'affleurement de la Formation de l'Entre-Sambre-et-Meuse (d'après les cartes géologiques 47/5-6, 47/7-8, 52/3-4, 52/5-6, 52/7-8, 53/1-2, 53/3-4, 53/5-6, 53/7-8).

77

Au niveau chimique, tout comme les argiles d'Andenne et du Condroz, ce sont des argiles alumineuses, pauvres en alcalis, en calcium. Et en magnésium. Par contre, leur teneur en fer peut varier fortement. Citons à titre d'exemple deux analyses chimiques d'argiles, tirées de Hubeaux (1950), provenant de Florennes (FLO) et de Morialmé (MOR) (Figure III.40) :

Figure III.38 : Analyses chimiques d'argiles de la Fm de l'Entre Sambre-et-Meuse (source : Hubeaux, 1950).

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O
FLO-1	69.4	27.6	2.05	0.1	0.1	0.6	nd ³⁴
MOR-1	53.6	27.5	6.9	0.9	0.3	0.5	0.9

III.1.2.2 ARGILES DU MÉSOZOÏQUE

Les argiles réfractaires d'âge mésozoïque sont représentées par les argiles d'Aix-la-Chapelle ou d'Hergenrath, d'âge Crétacé supérieur, et les

argiles du Groupe du Hainaut (appelées aussi argiles wealdiennes) d'âge Crétacé inférieur.

III.1.2.2.1 Crétacé

III.1.2.2.1.1 Formation d'Aachen : argiles d'Aix-la-Chapelle (Santonien)

D'après Marlière, 1934 ; De Keizer, 1940 ; Calembert, 1947b ; Hubeaux, 1950 ; Decler et al., 1983 ; Vandenberghe, 1983 ; Laloux et al., 2000

L'ensemble de la Fm d'Aachen, d'âge crétacé supérieur, appelée aussi argiles d'Hergenrath affleure dans la partie la plus orientale du pays de Herve et le territoire d'Eupen (Figure III.39). Elle atteint 130 m à Aix-la-Chapelle, mais seulement 52 m à Moresnet et 10 m à Waucomont ; elle s'amincit donc rapidement vers le sud-ouest. Elle est exploitée dans la région comprise entre Eupen et Aix-la-Chapelle aux environs de Raeren et d'Hergenrath.

³⁴ Non déterminé

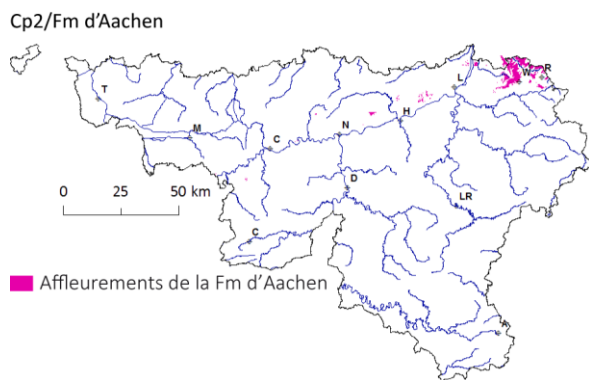


Figure III.39 : Zones d'affleurement des argiles de la Fm d'Aachen (source des données géoréférencées : SGB).

La Formation d'Aachen présente des variations rapides de faciès et d'épaisseurs des couches car il s'agirait d'argiles résiduelles de la croûte de désagrégation Pré-Santonienne (Breddin et al., 1963).

Les argiles d'Aix-la-Chapelle sont constituées par des argiles grises, silteuses et sableuses et des sables silteux, argileux, fins et grossiers. Ces argiles sont généralement riches en alumine et pauvres en oxydes métalliques. Elles sont donc assez réfractaires. Elles sont employées telles ou mélangées avec des argiles issues de l'altération météorique des schistes houillers extraites dans la même région.

Quelques argiles des gisements de Hergenrath et de Lichtenbusch présentent une teneur en Al_2O_3 variant de 20 à 24 %pds (Hubeaux, 1950). Ces argiles renferment un haut pourcentage en quartz à l'état de fins grains. Malgré les différences qui existent au niveau de leurs analyses chimiques, l'analyse thermogravimétrique montrent leur parenté d'une manière suffisamment nette pour qu'il soit possible par ce moyen de déterminer l'origine de l'argile. A titre d'exemple citons deux analyses d'argiles provenant des sites de Lichtenbusch (LB) et Hergenrath (HR) (Figure III.40) :

Figure III.40 : Analyses chimiques d'argiles de la Formation d'Aachen (source : Hubeaux, 1950).

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	K_2O
LB-1	64.2	24.5	2.3	0.5	1.01	1.21
HR-1	72.7	24.5	0.5	1.0	0.2	0.9

Les argiles de l'argilière de Dickenbusch donnent des briques cuites de teintes variées. L'analyse des minéraux argileux montre que le sommet des argiles contient surtout de la smectite et la base surtout de la kaolinite.

Les argiles de la Formation d'Aachen ont été utilisées dans la région de Raeren depuis l'Antiquité pour la fabrication de poteries. C'est au XVI^{ème} siècle que Raeren fut surtout renommée pour ces « grès flamands ». En 1948 les gisements d'Eupen, Raeren, Hergenrath et Moresnet étaient exploités pour la fabrication de tuiles et de briques. En 1950 ces argiles servaient à la fabrication de tuiles, de briques, de produits réfractaires et de grès cérame.

III.1.2.2.1.2 Fm des Argiles d'Hautrage, de Baudour et de Sainte-Barbe (Groupe du Hainaut)

D'après De Keizer, 1940 ; Marlière, 1946 ; Marlière, 1947 ; Hennebert, 1999 ; Yans, 2007 ; Yans et al., 2010 ; Spagna et al., 2012

Les faciès wealdiens belges auxquels appartiennent les Fm des Argiles d'Hautrage et de Baudour se localisent dans le Bassin de Mons (Figure III.41) dans des dépressions dont l'origine est tectonique et/ou karstique³⁵.

Ces argiles appartiennent au Groupe du Hainaut et sont d'âge Crétacé, plus exactement Barrémien moyen à supérieur (Yans, 2007).

Le Groupe du Hainaut se divise en quatre formations (Yans, 2007) : Fm des Argiles de Sainte-Barbe, Fm des Argiles d'Hautrage, Fm des Argiles de Baudour et Fm des Gravières de Saint-Pierre. Seules les trois premières ont un

³⁵ La dissolution partielle et locale d'épais niveaux d'anhydrite a engendré des effondrements appelés failles circulaires, chaudrons subsidents et puits naturels (Yans, 2007). Les "poches" kilométriques auraient pour origine la dissolution complète et locale des anhydrites profondes.

caractère argileux affirmé. La quatrième ne l'est en partie que dans sa partie basale³⁶.

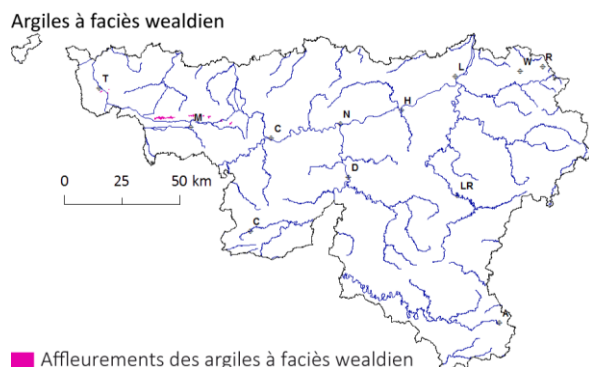


Figure III.41 : Zones d'affleurement des argiles à faciès wealdiens (source des données géoréférencées : SGB).

Marlière (1946, 1947) a consacré une importante étude aux argiles wealdiennes. Sur base de ces études, notamment, Yans (2007) résume les trois formes de gisements de ces dépôts :

- à l'affleurement et enfouis sous les couches albo-cénomaniennes, dans la bordure Nord du Bassin de Mons, de Hautrage jusqu'à La Louvière ; ces dépôts constituent la **Fm des Argiles d'Hautrage**, la **Fm des Argiles de Baudour** et la partie inférieure de la **Fm des Gravieres de Saint-Pierre** ;
- en remplissages de karst et puits naturels dans le Bassin de Mons, dans l'Allochtone Ardennais et dans le Parautochtone Brabançon (Bernissart, Courcelles, Chercq, Vault, Dottignies Fleurus, Blaton, Maffle, Neufville, Soignies, Ecaussines, Feluy, Gussignies, Bettrechies). Ces dépôts sont regroupés à Bernissart dans la **Fm des Argiles de Sainte-Barbe** ;

- à l'affleurement et intercalés entre les couches albo-cénomaniennes et turoniennes, dans le NE du Bassin de Mons (Hautrage, Villerot, Baudour, Casteau, Saint-Denis, La Louvière) ; ils forment le « Cénomaniens à faciès wealdien » et sont assimilés à la partie supérieure de la **Fm des Gravieres de Saint-Pierre**.

La *Figure III.42* résume l'extension des faciès wealdiens et des puits naturels connus.

La Fm des Argiles d'Hautrage (Yans, 2007), autrefois exploitée dans de nombreuses carrières de la région d'Hautrage, n'est plus accessible que dans la carrière « Danube-Bouchon » (*Figure III.43*). Cette formation comprend des argiles blanches, rouges, noires, et bariolées dans lesquelles s'intercalent de très nombreux lits et lentilles silto-sableuses blanchâtre à grisâtre. Trois niveaux d'argile sont riches sidérose (FeCO₃) dont un est riche en ocre³⁷.

La Fm des Argiles de Baudour (Yans, 2007 ; Dejax et al. 2007) est actuellement inaccessible malgré le fait que de nombreuses anciennes exploitations sont attestées dans l'actuel Bois de Baudour. Cette formation serait constituée d'argiles noires, grises, blanches et rouges³⁸.

³⁶ D'ailleurs Yans (2007), après une étude poussée, propose de ne conserver l'appellation Fm des Gravieres de Saint-Pierre (GSP) que pour cette partie basale d'âge albien supérieur et terminal et de renommer la partie supérieure de la Fm des GSP en Fm de Strépy d'âge turonien supérieur. Cette suggestion a été avalisée par la Commission Nationale de Stratigraphie <http://natstratcommbelgium.drupalgardens.com/content/home>

³⁷ Terre argileuse colorée en rouge par l'hématite (Fe₂O₃), en jaune ou brun par la goethite (FeO-OH) et/ou la limonite (FeO-OH.nH₂O) et utilisée comme colorant (*bolus*).

³⁸ L'argile rouge grasse (13.6 %poids d'oxydes de fer) est appelée *bolus* par les exploitants et est parfois employée comme pigment.

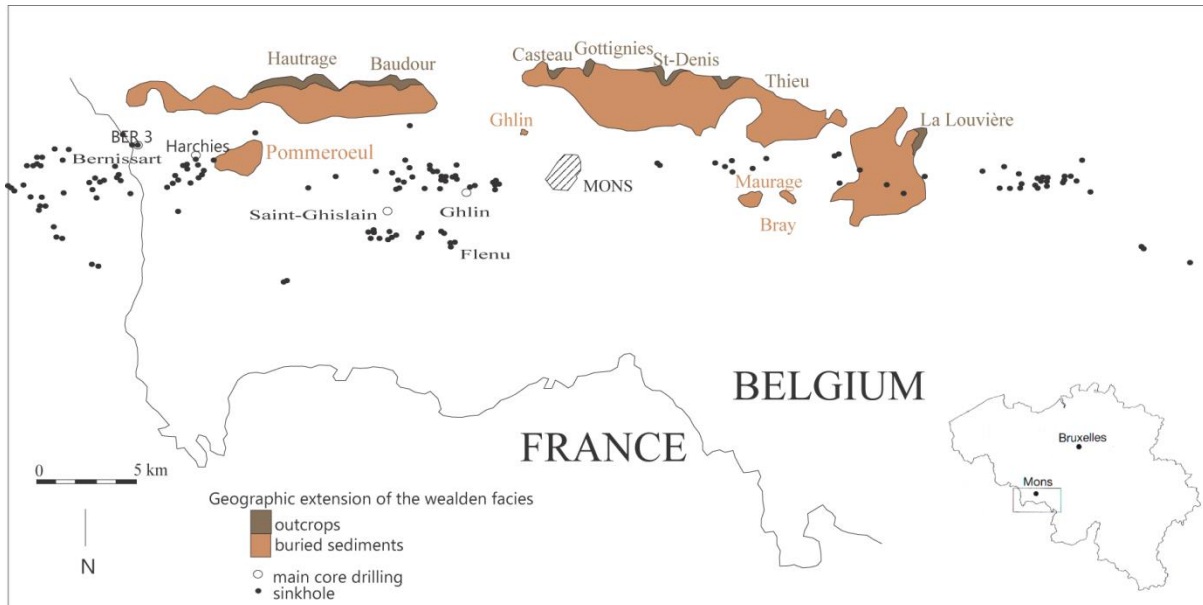


Figure III.42 : Extension des faciès wealdiens et localisation des puits naturels connus (Yans, 2007, modifié).

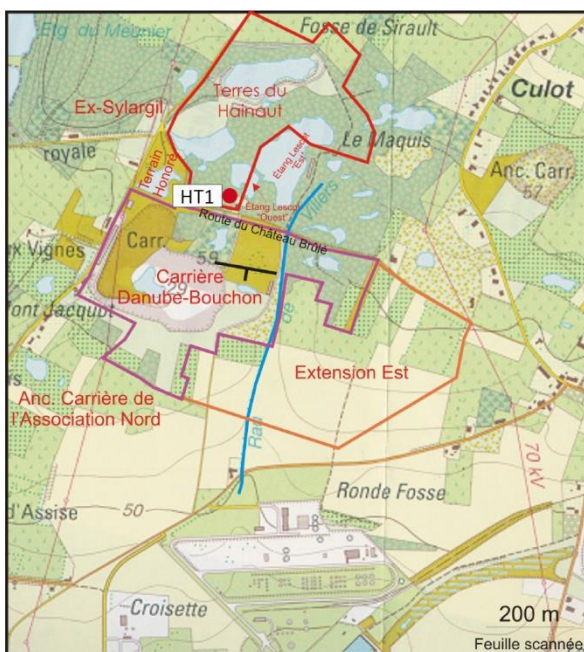


Figure III.43 : Localisation de la carrière « Danube-Bouchon » et localisation du sondage HT1.

La Fm des Argiles de Sainte-Barbe (Yans, 2007) est constituée pour l'essentiel d'argiles noires à fines lamines silteuses brunâtres à blanchâtres.

Ces dépôts ont été reconnus sur des puissances dépassant 200 m (Yans, 2007) et Marlière (1947) a démontré que leur ordonnance régulière dans la série sédimentaire devait permettre une reconnaissance et une exploitation plus

rationnelle. Cet état de fait est effectivement mis en évidence par Yans (2007) qui conclut malgré tout que même si certains niveaux constituent des repères (niveaux à sidérose, à nodules ocres, conglomérat, passées sableuses métriques, accumulations de débris ligniteux), aucune succession lithostratigraphique ne pourrait être valable autrement que localement.

Ce sont des argiles riches en quartz de fraction sableuse et silteuse. Les niveaux argileux sont lardés de lits silteux ou séparés par des bancs sableux décimétriques à métriques. Les teneurs en Al_2O_3 sont appréciables et aussi malheureusement en Fe_2O_3 . La pauvreté relative en fondants compense partiellement ce défaut. Elles ont un point de fusion compris entre 1 600 et 1 700 °C.

On ne rencontre pas dans les gisements d'Hautrage et de Baudour d'argiles aussi plastiques que dans la région d'Andenne. Leur teneur en aluminium varie entre 5 et 14 %poids généralement et ne dépassent pas 30 %poids au maximum. Dans un même gisement, il est fréquent de rencontrer des argiles de qualités différentes.

Figure III.44 : Composition chimique globale des échantillons d'argile à faciès wealdiens d'Hautrage du sondage HT1 (localiser sur la Figure III.43). LD : sous la limite de détection.

Prof. (m)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	PF	Total
5	95,5	1,2	0,2	L.D.	LD	LD	LD	0,1	0,3	LD	0,7	97,9
8,5	85,4	8,4	0,6	0,0	0,1	0,2	0,1	0,3	1,2	0,1	3,7	99,9
10,7	90,3	4,5	0,4	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1	1,0	0,1	2,1	98,7
17,3	92,9	2,2	0,6	LD	LD	LD	LD	0,1	0,4	LD	3,4	99,6
20,1	55,6	21,0	3,9	0,0	0,5	0,6	0,1	0,7	1,4	0,1	16,1	99,9
21	61,3	22,9	2,0	0,0	0,6	0,4	0,2	1,2	1,3	0,1	10,0	100,1
25,3	58,6	23,2	3,1	LD	0,5	0,5	0,1	0,5	1,4	0,1	12,0	100,0
28,9	68,5	16,6	4,4	LD	0,4	0,3	0,1	0,5	1,2	0,1	7,7	99,8
30	64,2	14,2	8,8	0,3	0,4	0,9	0,1	0,4	1,2	0,2	9,8	100,3
31,6	25,3	6,1	42,8	0,5	0,5	1,2	0,1	0,3	0,6	0,2	22,1	99,7
32,9	80,5	11,6	1,0	LD	0,3	0,2	0,1	1,0	0,8	0,1	3,9	99,5
34,5	73,5	15,1	1,1	LD	0,4	0,3	0,1	0,6	1,3	0,1	7,5	100,0
36,3	59,1	22,6	6,4	LD	0,6	0,3	0,2	1,9	1,2	0,1	7,8	100,2
39,2	67,6	18,8	1,7	0,0	0,5	0,4	0,1	0,5	1,1	0,1	9,2	99,9
42,1	82,8	8,8	2,0	0,0	0,2	0,2	0,1	0,3	1,1	0,1	4,4	99,9
43,4	80,7	7,5	1,6	LD	0,2	0,3	0,1	0,3	0,9	0,1	8,1	99,6
44,3	59,1	22,7	5,6	LD	0,7	0,4	0,2	0,9	1,1	0,1	9,7	100,4
44,9	8,9	3,9	54,6	0,5	0,5	2,5	LD	0,2	0,2	0,1	28,2	99,7
47	68,6	17,9	2,9	LD	0,5	0,3	0,2	1,1	1,2	0,1	7,4	100,2
50,8	68,1	18,7	1,4	0,0	0,5	0,3	0,2	0,9	1,2	0,1	8,7	100,0
54	59,4	11,7	9,0	LD	0,4	0,4	0,1	0,5	0,9	0,1	17,3	99,9
58,1	70,8	17,1	1,2	LD	0,4	0,3	0,2	0,9	1,9	0,1	7,1	99,9
59,8	67,5	18,8	2,4	0,0	0,4	0,2	0,2	1,0	1,6	0,1	7,7	99,9
62,8	56,0	19,8	9,0	0,1	0,5	0,4	0,2	0,5	1,3	0,1	12,0	99,9
64	75,4	14,1	1,1	0,0	0,3	0,2	0,1	0,3	1,8	0,1	6,4	99,8
67,6	86,6	6,9	1,1	LD	0,2	0,1	0,1	0,3	1,1	0,1	3,1	99,5
73,4	74,5	15,3	1,2	0,0	0,4	0,2	0,2	0,5	1,3	0,1	6,7	100,3
77,5	65,6	21,0	1,7	0,0	0,4	0,3	0,2	0,4	1,4	0,1	9,4	100,5
78,5	58,9	24,7	1,7	0,0	0,5	0,4	0,2	0,4	1,4	0,1	11,6	99,9
81,5	83,2	6,5	0,9	0,0	0,2	0,3	0,1	0,4	0,9	0,1	6,8	99,2
82,6	63,3	17,7	1,9	LD	0,7	0,4	0,2	1,9	1,3	0,1	12,4	99,9
88,2	62,4	19,1	2,1	0,0	0,7	0,3	0,2	1,8	1,2	0,1	12,0	99,9
91,4	73,2	12,6	1,1	0,0	0,5	0,3	0,2	0,9	1,1	0,1	9,8	99,9
92,8	87,4	6,7	0,6	0,0	0,2	0,1	0,1	0,3	1,2	0,1	3,0	99,7

Quant à la chimie globale, le [Figure III.44](#) donne la composition chimique des échantillons du sondage HT1 (*Dekoninck, 2011*) réalisé dans la carrière au sud de la carrière « Terres du Hainaut » ([Figure III.43](#)) sur 93,1 m de profondeur. On le voit, la composition chimique est très variable.

Elles sont utilisées aujourd'hui pour la fabrication de briques réfractaires, de briques simples, de tuiles, de ciment blanc et gris et d'enduits argileux.

Yans (2003, 2007) précise la composition de la fraction argileuse (< 2µm) des faciès wealdiens d'Hautrage ; elle est composée de kaolinite (13 à 62%), d'illite (0 à 44%), de chlorite (0 à 17%) et d'interstratifiés : C/S, I/S et K/S. La kaolinite est le seul minéral présent dans tous les échantillons analysés³⁹ ([Figure III.45](#)).

³⁹ 97 au total.

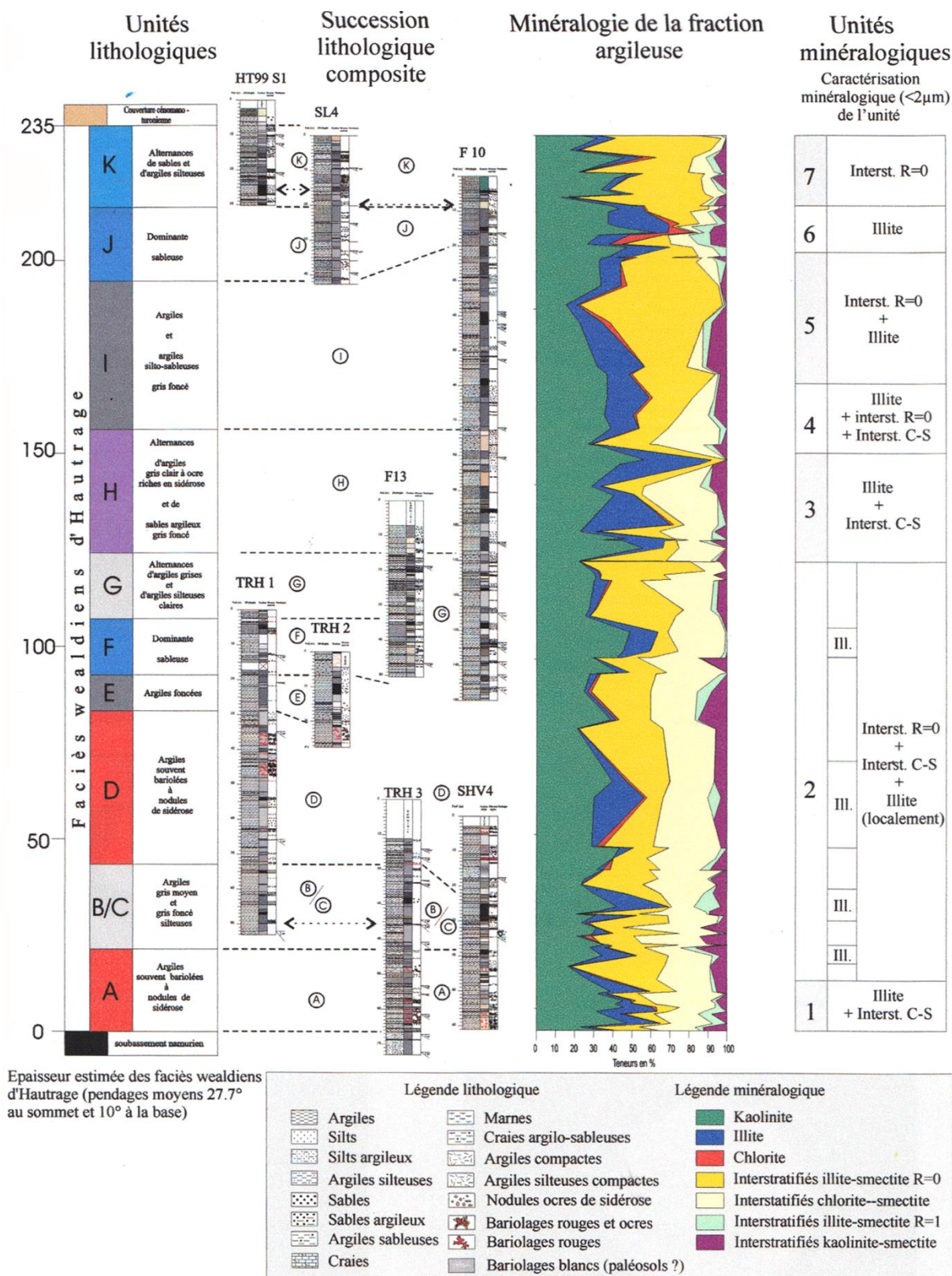


Figure III.45 : Composition minéralogique de la fraction < 2µm des faciès wealdiens de la poche d'Hautrage (Yans, 2003, modifié).

III.1.2.3 ARGILES D'ALTÉRATION DE ROCHES D'ÂGE PALÉOZOÏQUE

III.1.2.3.1 Les kaolins d'Ardenne

D'après De Keizer, 1940 ; Ladeuze, 1990 ; Voisin, 1995 ; Dupuis et al., 1997 ; Yans, 2003 ; Yans et al., 2003

Yans (2003) résume l'origine des kaolins d'Ardenne ou de la Haute-Lesse en prenant pour exemple le cas du profil de Transinne :

« Le kaolin de Transinne est le produit d'altération des schistes et grès de la partie supérieure de la Fm

d'Oignies d'âge lochkovien supérieur (Dévonien inférieur).

Du point de vue chimique, l'altération se traduit essentiellement par le lessivage du fer et du magnésium des phyllosilicates. Du point de vue minéralogique, elle est associée à la dissolution des phyllosilicates et à la genèse corrélative de kaolinite et d'(hydr)oxydes de fer. Une forte proportion de quartz et d'illite originels est conservée ; en conséquence, la dualité originelle grès-argile est également conservée.

A Transinne, l'altération kaolinique atteint 65 m de profondeur et épargne les structures sédimentaires [...] et tectoniques [...] originelles. »

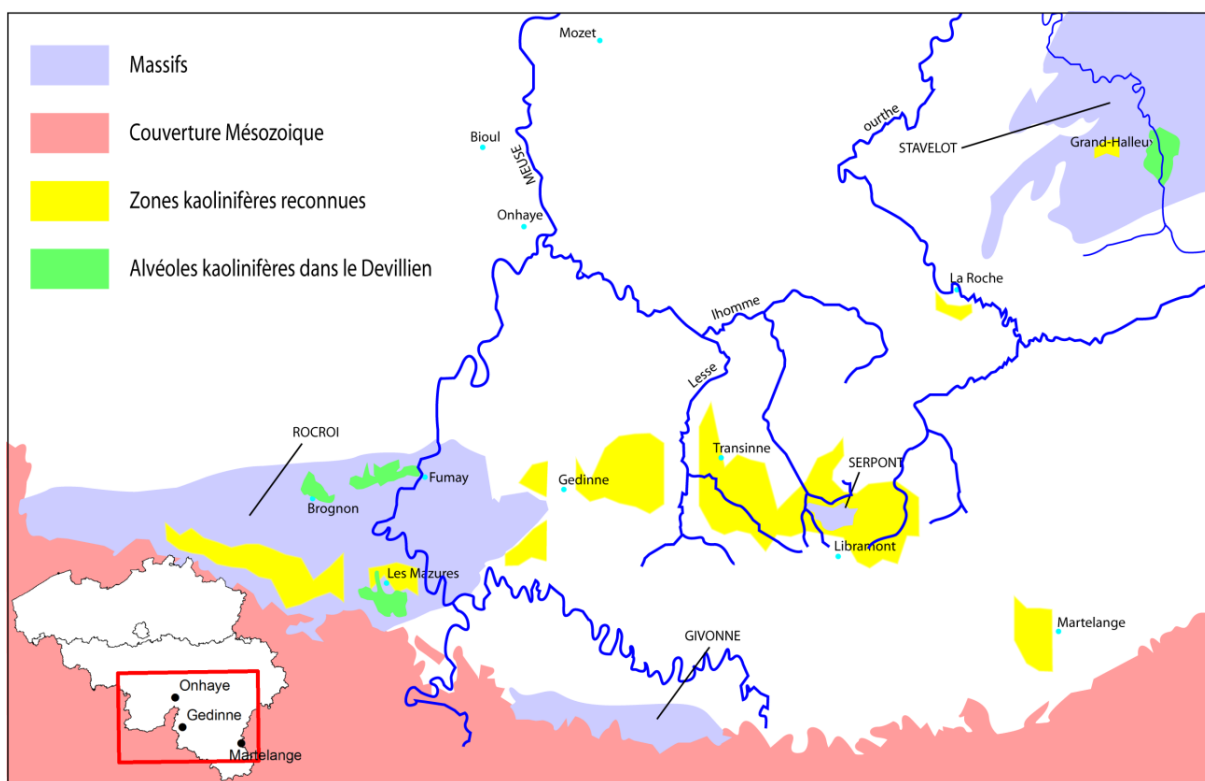


Figure III.46 : Répartition géographique des kaolins en Ardenne (d'après Voisin, 1995).

Il conclut donc que les kaolins de la Haute-Lesse sont des saprolites⁴⁰.

Ces kaolins se rencontrent aux alentours du massif cambrien de Serpont (Libin, Transinne, Redu) (Figure III.46).

Les kaolins du Luxembourg proviennent de l'altération sur place des bancs d'arkose. Ils ont été étudiés du point de vue géologique par Asselbergs (1920).

Ces kaolins dont la découverte date de 1907, ont trouvé en 1940 leurs débouchés principaux dans l'industrie des carreaux de faïence et de grès cérame et surtout dans la fabrication de ciments blancs. Leur point de grésage est assez bas. Certains de ces kaolins renferment moins de

⁴⁰ Une saprolite est une roche généralement meuble, surmontant dans des coupes de sol profondes la roche d'origine. Elle résulte de l'altération météorique de la roche-mère sans avoir été transportée. Elle présente les structures de la roche-mère et de nouvelles structures.

1 %poids en Fe₂O₃ et de grandes quantités de micas. Malheureusement ils sont peu plastiques du fait de leurs faibles teneurs en particules fines : 2.5 à 6.9 % de grains de diamètre inférieur à 0.5 µm.

Ces kaolins d'altération du paléozoïque se retrouvent également dans les Ardennes françaises. A l'ouest de Fumay des kaolins sont issus de l'altération des roches devilliennes (Figure III.46). A Sévigny-la-Forêt, sous le placage sableux, à Rouge-ventre et Brognon des kaolins sont issus de l'altération des phyllades reviniennes.

Dupuis *et al.* (1997) précise que la fraction argileuse de la saprolite est constituée de kaolinite et d'illite. La minéralogie sur roche totale indique que le kaolin est constitué de

trois phases majeures : quartz, micas et kaolinite (Yans, 2003).

Yans (2003) souligne la forte proportion de quartz dans la fraction granulométrique des argiles (<2 µm) ce qui interdirait toute concurrence avec le kaolin « de qualité » importés depuis l'étranger.

De manière générale, les kaolins sont pauvres en fer (< 3 %), même si certains niveaux peuvent contenir jusqu'à 8 % de Fe₂O₃. La teneur en Al₂O₃ varie entre 14 et 37 %. La teneur en magnésium est faible (< 1 %) et la teneur en potassium est d'environ 3 %. Le Figure III.47 résume la composition chimique de la saprolite du sondage SGB réalisé dans le gisement de Transinne (localisation in Dupuis *et al.*, 1997).

Figure III.47 : Compositions chimiques des échantillons du sondage SGB correspondant à la saprolite. n.a.: non analysé ; < : inférieur à la limite de détection (Yans, 2003).

profondeur dans SGB	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	PF	Total
SGB6,1	65,53	20,33	3,64	<	0,27	<	0,36	3,33	1,03	0,05	5,13	99,67
SGB9,75	65,12	18,69	6,31	<	0,27	0,03	0,31	3,01	0,93	0,15	4,82	99,64
SGB13,4	66,02	21,46	1,29	<	0,19	n.a	n.a	4,31	0,93	n.a	4,6	98,8
SGB19	63,98	23,4	1,41	<	0,27	<	0,35	4,73	1,05	0,1	4,63	99,92
SGB20,1	70,18	18,76	1,56	<	0,11	<	n.a	3,85	1,02	n.a	3,81	99,29
SGB20,7	66,5	21,82	1,18	<	0,28	<	0,29	3,86	0,96	0,09	4,91	99,89
SGB24,7	78,6	13,46	0,82	<	0,18	<	0,26	2,85	0,83	<	2,69	99,69
SGB29,5	87,24	8,1	0,33	<	0,11	0,03	0,18	1,42	0,59	0,03	1,64	99,67
SGB35,9	74,25	16,63	0,55	<	0,22	<	0,34	3,32	0,98	<	3,42	99,71
SGB37,5	71,93	18,67	0,52	<	0,22	<	0,38	3,75	0,91	0,08	3,4	99,86
SGB41	72,6	18,16	0,49	<	0,24	0,05	0,4	3,17	1,01	0,06	3,57	99,75
SGB45,9	76,11	15,87	0,41	<	0,21	0,03	0,42	2,78	1	0,04	3,14	100
SGB52	69,83	20,33	0,44	<	0,13	n.a	n.a	3,51	n.a	n.a	4,18	98,42
SGB55,1	73,18	17,04	1,28	<	0,23	<	0,46	3,05	0,93	0,02	3,55	99,74
SGB60	78,28	14,47	0,47	<	0,14	n.a	n.a	2,72	n.a	n.a	2,75	98,83

III.1.3 Conclusions

La plus grande partie des dépôts argileux en Belgique sont d'âge cénozoïque, Système du Paléogène, et se rencontrent sous forme de dépôts de grande extension comme les argiles rupéliennes, tongriennes, landéniennes, etc. Ils sont généralement issus d'une sédimentation marine. D'autres, d'extension nettement moindre, sont d'âge crétacé et sont le résultat soit d'une sédimentation continentale (fluvio-lacustre, deltaïque, lagunaire...) soit d'une altération météorique de roches préexistantes.

On distinguera les argiles non réfractaires des argiles réfractaires (de type kaolinitique). Les premières sont d'extension locale (argile d'altération des schistes/shales du Paléozoïque) à multirégionale (argiles dues aux transgressions marines). Les secondes sont d'extension locale à régionale (argile d'altération de roche du Paléozoïque). La très grande majorité des argiles de Belgique appartient au premier type et se trouve dans la partie Nord du pays (*Figure IV.14*) en région flamande. D'autres gisements d'argiles non réfractaires, d'extension nettement plus localisée, existent et sont représentés par les argiles d'altération de roche d'âge paléozoïque. On les retrouve à divers endroits du pays au sud du sillon Sambre-et-Meuse, là où les schistes/shales du Paléozoïque ont été altérés. Une minorité appartient au second type et se trouve en grande partie au sud et à l'ouest du sillon Sambre-et-Meuse, localisée dans les paléokarsts des calcaires dévono-carbonifères. On en trouve également dans l'Ouest, dans la région d'Hautrage et Baudour (Argiles wealdiennes), dans l'Est, dans la région de Raeren et d'Hergenrath, les argiles d'Aix-la-Chapelle et au Sud, en province de Luxembourg, les kaolins ardennais (Libin, Transinne, etc.). Ces gisements sont toujours d'extension localisée voire très localisée.

A ces grands ensembles argileux viennent s'ajouter les alluvions plus ou moins argileuses des différents cours d'eau.

Il est également nécessaire de faire remarquer que la plupart de ces argiles n'affleurent pas directement mais sont recouvertes d'une couverture quaternaire (fine).

Il nous semble important de préciser que cet inventaire des argiles belges ne dispense pas de la lecture de la carte géologique pour l'étude d'un atelier de potiers gallo-romains. En effet, les petits gisements d'argile, non répertoriés ici, peuvent apparaître sur les cartes géologiques levées au 1/25.000.

III.2 Échantillonnage et caractérisation technologique des formations argileuses de Belgique

Il est important de préciser ici que les tests menés dans ce chapitre sont à rapprocher des méthodes utilisées très certainement par les potiers gallo-romains et se basent sur la connaissance des potiers d'aujourd'hui, au travers de quelques publications dont Leach (1974), Rhodes (1976) et Rice (1987).

Les méthodes utilisées donc, sont orientées vers une utilisation « au tour » des argiles. Les exigences plastiques d'une argile à destination de la fabrication de tuiles, de briques ou de céramiques montées aux colombins, par exemple, sont bien moins importantes que pour une céramique tournée.

Toutefois, si une argile est suffisamment plastique pour tourner une céramique, il sera évidemment possible de monter des céramiques aux colombins avec elle ou de fabriquer des tuiles ou des briques, bien que pour ces dernières, un ajout important de dégraissant serait alors une nécessité.

Rappelons qu'Hartung (1974) décrivait en ces termes une bonne argile à potier : « l'argile pour

potier sera une argile intermédiaire entre ces deux extrêmes⁴¹. Pour fabriquer soi-même cette argile, il faut mélanger de l'argile grasse avec de la terre réfractaire (argile cuite pulvérisée⁴²) dont les grains ont entre 0.5 et 4 mm ou avec du quartz dans une proportion allant jusqu'à 25 % du poids en prenant l'argile sèche comme référence ».

Les argiles concernées par cet échantillonnage sont :

- Les argiles de la Campine ;
- Les argiles « d'Andenne et du Condroz » ;
- Les argiles du Groupe du Rupel : Fm de Boom (membres de Putte et de Terhagen), Fm de Bilzen ;
- Les argiles du Groupe de Tongeren : Fm de Borgloon (membres de Hénis et de Alden Biesen⁴³) ;
- Les argiles du Groupe d'Ieper : Fm de Kortrijk (membres de Kortemark et d'Aalbeke) ;
- Les argiles d'Aachen : Fm d'Aachen ;
- Les argiles à faciès wealdien ;
- Une argile d'altération météorique du Paléozoïque ;
- Limons divers.

Chaque argile a fait l'objet d'une étude « céramologique » de type « macroscopique » : analyse de la plasticité par le test du colombin, du retrait (avant et après cuisson), de la couleur après cuisson et de l'effet des impuretés. Lors de la description des argiles nous nous contenterons de noter, en plus de la plasticité, de la couleur et du retrait, les impuretés les plus handicapantes pour l'utilisation des argiles : présence de pyrite, de carbonates -sous forme de coquilles ou de grains-, pouvant entraîner l'éclatement du colombin et la présence de

fondants en grandes quantités pouvant entraîner la vitrification à « basse » température.

Suite à cette étude, les argiles qui présentaient un potentiel pour la fabrication de céramique ont fait l'objet d'analyses plus poussées: étude pétrographique (sur colombin cuit), diffraction de rayons x et fluorescence de rayons x de façon à les caractériser plus précisément. Dans les descriptions chimiques qui suivent, les notions de « plus riches », « plus pauvres », etc., sont le fruit de l'expérience acquise sur l'observation d'analyses chimiques d'argiles, principalement d'origine belge ou du nord de la France. La notion de pâte calcaire se base sur le rapport Al_2O_3/CaO dans un premier temps (voir II.7 Couleurs des pâtes cuites, p. 46).

III.2.1 Argiles de la Campine

Lieu d'échantillonnage
Westmalle et Beerse
Echantillons (N=10)
Wes-01.a à -04.a ; Bee-01.a à -06.a
Echantillons décantés
/
Echantillons testés plastiquement
Wes-01.a à -04.a ; Bee-05.a et -06.a
Lames minces
Wes-01.a
Diffraction de rayons X
Sur roche totale : /
Sur fraction argileuse : /
Fluorescence de rayons X
Wes-01.a à -04.a

Les argiles de la Campine ont été échantillonnées à Beerse (Figure III.48). Elles sont composées de deux niveaux argileux : le Membre de Turnhout et le Membre de Rijkevorsel. Ce dernier (Bee-02.a à -06.a) s'exploite à une profondeur minimale de 1,5 m. Le Membre de Turnhout (Bee-01.a) n'affleure jamais et il faut creuser jusqu'à 10 m au minimum pour les exploiter.

⁴¹ ces deux extrêmes étant l'argile maigre et l'argile grasse
⁴² mais nous pourrions ajouter de l'argile kaolinique, dans le même esprit.
⁴³ Alden Biesen = Oude Biezen

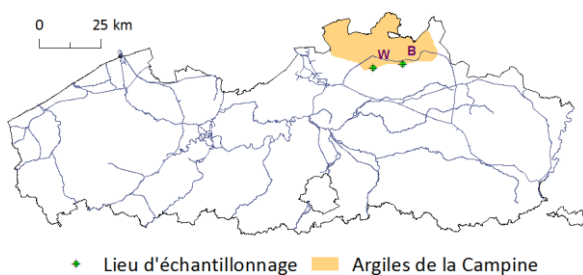


Figure III.48 : Localisation des villes d'échantillonnage des argiles de la Campine (W. Westmalle ; B. Beerse).

D'autres argiles de la Campine ont été échantillonnées à Westmalle. Ces argiles, d'origine fluvio-lacustre, appartiennent peut-être à la Fm de Herzele et serait donc d'âge quaternaire. Elles ont une puissance de 0,5 à 4 m et affleurent sous une couverture sableuse d'1 m au maximum. Elles sont réputées dans la région pour la fabrication de poteries (M. Borremans G., *Géologue, TERCA, com. pers.*).

III.2.1.1 ETUDE TECHNOLOGIQUE : PLASTICITÉ, RETRAIT ET CUISSON

Les échantillons de Beerse, de couleur noire, présentent une plasticité nulle. La pâte tombe littéralement en morceaux. Aucune autre analyse n'a été réalisée.

Les échantillons de Westmalle présentent toujours une bonne plasticité. La pâte, vert pâle à vert foncé, est fine et sans grumeau. Les colombins résistent à la flexion sans difficulté et ne présentent pas de problèmes d'efflorescences lors du séchage en cru. De petites fissures peuvent apparaître lors du façonnage. Ces dernières ont tendance à s'accroître lors de la cuisson mais leur ampleur est très faible et ne posent pas de problème. Après cuisson en mode C (Figure III.49), les colombins présentent une teinte brun moyen à foncé à 700°C et 800°C. A 900°C la teinte évolue vers l'orange moyen. Aucun retrait dommageable n'est à constater après cuisson.



Figure III.49 : Argile crue de Westmalle, de la Fm de Herzele (haut droite), et colombins de l'échantillon Wes-02.a cuits en atmosphère oxydante à 700°C (gauche), 800°C (centre) et 900°C (droite). Echelle : 2 cm.

III.2.1.2 ANALYSE PÉTROGRAPHIQUE, MINÉRALOGIQUE ET CHIMIQUE

L'échantillon Wes-01.a (Fm de Herzele) présente une matrice riche en fer, biréfringente et non poreuse. Certaines zones de la matrice sont plus riches en fer que d'autres. Le pourcentage en dégraissant est faible (3-5 %) et constitué majoritairement de grains de quartz. Ces derniers, présents à raison d'au moins 3-5 %, ont entre 5 et 200 µm. La granulométrie principale étant 5 à 80 µm. Au quartz vient s'ajouter accessoirement (<1 %), de la glauconie [5-20 µm], des micas blancs [5-40 µm] et des oxydes de fer « en plage » (Figure III.50).

Au niveau de la composition chimique (Figure III.51), ce sont des argiles alumineuses (>20 %poids), riches en fer (>5 %poids) et en potassium (± 3 %poids) et pauvre en magnésium (<2 %poids). La teneur en TiO₂ est <1 %poids. Le rapport Al₂O₃/CaO, inférieur à 1,8, donne des argiles de type non calcaire.

Les minéraux argileux se répartiraient de la manière suivante (com. pers. Borremans, G. - Wienerberger) : smectites : 6,5/10 ; illite : 2,9/10 ; kaolinite : 0,6/10.

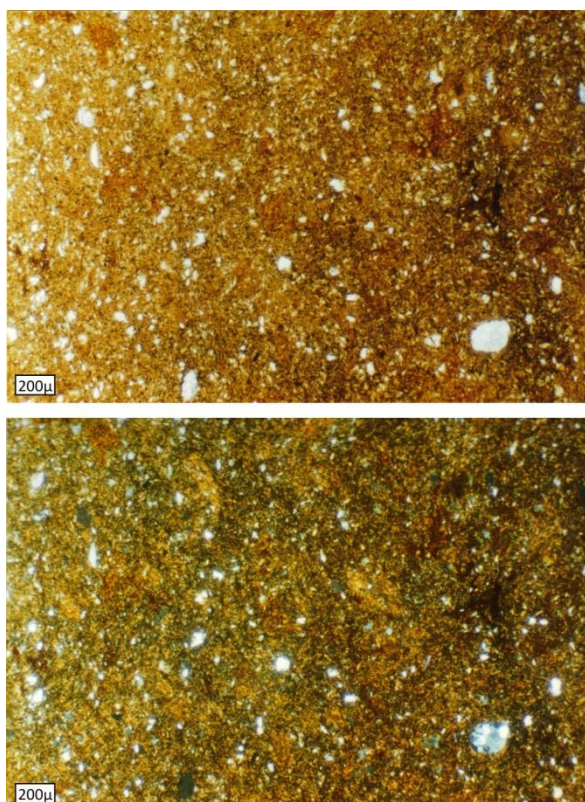


Figure III.50 : Photo en lame mince de l'échantillon Wes-01.a en lumière naturelle (haut) et lumière polarisée (bas).

Figure III.51 : Composition chimique, oxydes majeures uniquement, des argiles de la Campine prélevées à Westmalle. Données remises à 100% poids oxydes.

Ech.	Wes-01.a	Wes-02.a	Wes-03.a	Wes-04.a
SiO ₂	63,56	65,14	66,17	65,65
TiO ₂	0,92	0,93	0,93	0,93
Al ₂ O ₃	24,71	21,65	20,87	22,61
Fe ₂ O ₃	5,33	7,17	6,80	6,17
MnO	0,00	0,00	0,00	0,00
MgO	1,46	1,60	1,56	1,47
CaO	0,63	0,00	0,00	0,00
Na ₂ O	0,17	0,22	0,27	0,16
K ₂ O	3,22	3,29	3,39	3,02

III.2.1.3 CONCLUSIONS

Le Membre de Rijkevorsel (Fm de Weelde) s'exploite à une profondeur minimale de 1,5 m mais présente une plasticité nulle. Le Membre de Turnhout (Fm de Weelde) n'affleure jamais et il faut creuser jusqu'à 10 m au minimum pour les exploiter ce qui les rend plus difficilement accessibles par les potiers gallo-romains. Sans

compter sa plasticité nulle qui ne pousse pas à son exploitation.

Les argiles de Westmalle (Fm de Herzele) quant à elles présentent une excellente plasticité et affleurent sous 1 m de sable seulement. De plus elles sont déjà réputées pour être d'excellentes argiles à potier dans la région. Leur teneur élevée en fer peut cependant être un frein à leur utilisation dans des conditions de cuisson moins contrôlées que celle des potiers actuels.

III.2.2 Membres de Putte et de Terhagen (Formation de Boom, Groupe du Rupel)

Lieu d'échantillonnage
Terhagen (Figure III.52)
Echantillons (N=12)
Ter-01.a à -12.a
Echantillons décantés
/
Echantillons testés plastiquement
Ter-01.a, -02.a, -04.a, -05.a, -06.a, -08.a, -09.a, -11.a
Lames minces
Ter-01.a, -02.a, -04.a, -05.a, -11.a
Diffraction de rayons x
Sur roche totale : Ter-01.a
Sur fraction argileuse : Ter-01.a, -02.a et -04.a
Fluorescence de rayons x
Ter-01.a, -02.a, -04.a, -5.a, -11.a

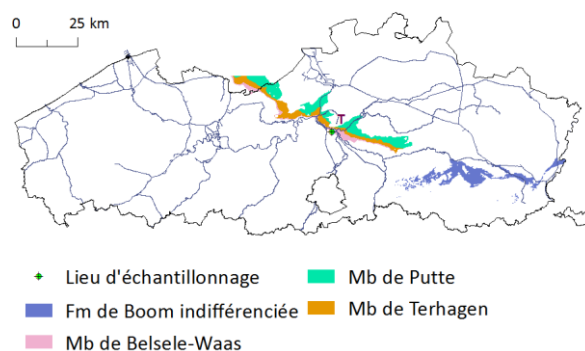


Figure III.52 : Localisation de la ville d'échantillonnage des argiles de la Fm de Boom (T. Terhagen).

Au moment de l'échantillonnage (2000), la coupe de Terhagen exposait une puissance de 17 m. Cette coupe présentait le Membre de Putte, le plus jeune, silteux et organique et le Membre de Terhagen, plus argileux et moins organique. Dans le Membre de Terhagen, deux

niveaux de septaria (S40 et S30), un lit noir et un autre brunâtre servent de repères.

Les échantillons Ter-06.a, -07.a et -09.a ont été prélevés dans le Membre de Putte. Ter-01.a et -12.a ont été prélevés au bas de la coupe. Les échantillons (Figure III.54) Ter-01.a à 05.a, -08.a et -10.a à -12.a ont été prélevés dans le Membre de Terhagen. Ter-10.a à -11.a ont été prélevés sous le niveau S30. Ter-02.a a été prélevé dans la zone située entre le lit brunâtre et le lit noir. Ter-03.a, 04.a, -05.a et -08.a ont été prélevés entre le niveau S40 et le niveau brunâtre.

III.2.2.1 ETUDE TECHNOLOGIQUE : PLASTICITÉ, RETRAIT ET CUISSON

L'argile du Membre de Putte est totalement dépourvue de plasticité et ne peut en aucun cas servir d'argile à potier telle quelle.

L'argile du Membre de Terhagen présente généralement une très bonne plasticité. La pâte est fine, homogène et sans grumeau. On y trouve malheureusement de la pyrite à certains niveaux. Cette dernière provoque des éclats lors de la cuisson (Figure III.53). De plus, des problèmes d'efflorescences blanches plus ou moins importants peuvent également survenir (Figure III.56). C'est également une argile riche en matière organique, ce qui peut donner un cœur noir (même lorsque la cuisson se fait en atmosphère oxydante, encore actuellement sur les briques modernes). En plus de ces inconvénients, cette argile n'affleure pas.



Figure III.53 : Argile crue de Boom, Fm de Boom, Mb de Terhagen (haut droite), et colombrins de l'échantillon Ter-08.a cuits en atmosphère oxydante à 700°C (gauche), 800°C (centre) et 900°C (droite). Echelle : 2 cm.

La cuisson en atmosphère oxydante (Figure III.53) à 700°C et 800°C donne des teintes brunes et orange clair à foncé à 900°C.

Lors de la prise d'échantillonnage à Terhagen, nous avons pu bénéficier de quelques informations :

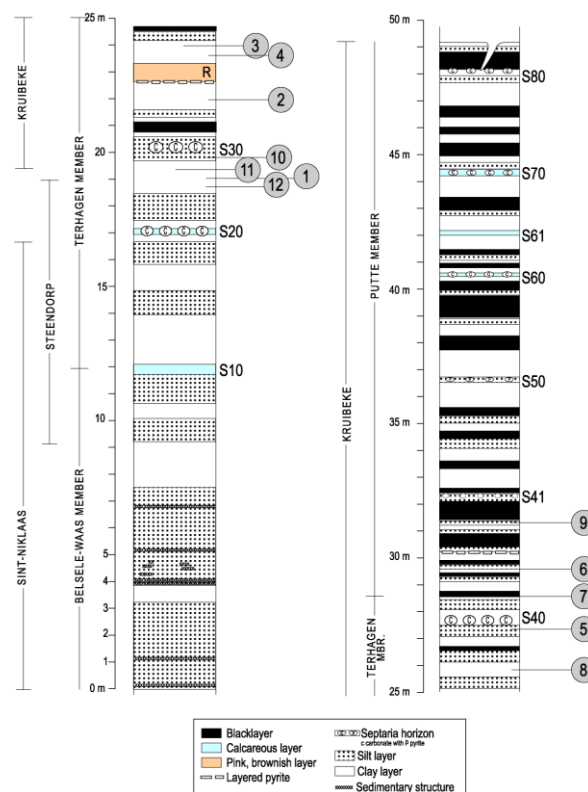


Figure III.54 : Log stratigraphique de la Formation de Boom avec localisation des échantillons prélevés dans l'argilière de Terhagen (d'après Vandenberghe et van Echelpoel, 1987 in Hardenbol et Stover, 1993).



Figure III.55 : Argile crue de Boom, Fm de Boom, Mb de Terhagen (haut droite), et colombrins de l'échantillon Ter-05.a cuits en atmosphère oxydante à 700°C (gauche), 800°C (centre) et 900°C (droite). Cet échantillon illustre bien les problèmes d'oxydation de la pyrite (centre). Echelle : 2 cm.

Lors de la cuisson la pyrite se décompose en hématite (Fe_2O_3) et SO_2 . Lorsqu'il y a trop de

pyrite, la brique peut montrer des taches de rouille après exposition aux conditions atmosphériques variables.



Figure III.56 : Argile crue de Boom, Fm de Boom, Mb de Terhagen (haut droite), et colombins de l'échantillon Ter-01 .a cuits en atmosphère oxydante à 700°C (gauche), 800°C (centre) et 900°C (droite). Cet échantillon illustre bien les problèmes d'efflorescences blanches. Echelle : 2 cm.

Lorsque la calcite se trouve à l'état de grands morceaux (restes de coquilles, petits fragments de septaria) cela peut provoquer des éclats d'un ou plusieurs centimètres. Quand la calcite est finement répartie (particules de moins de 2 μm), elle peut accélérer le processus de séchage.

La présence de matières organiques permet une répartition homogène du combustible et une économie non négligeable de celui-ci. Il faut cependant veiller à pouvoir contrôler le rythme de cuisson.

III.2.2.2 ANALYSE PÉTROGRAPHIQUE, MINÉRALOGIQUE ET CHIMIQUE

Ces argiles présentent une matrice riche en fer (Figure III.57), biréfringente et non poreuse. Le pourcentage en dégraissant est moyen (entre 15 et 25 %) et constitué majoritairement de grains de quartz et de micas. Les grains de quartz, présent à raison d'au moins 15 %, ont entre 5 et 60 μm , quelquefois de 60 à 160 μm . Seul Ter-11.a présentait quelques grains de quartz plus grossiers [300 μm]. Au quartz vient s'ajouter 1 à 2 % de grains de micas, essentiellement de la muscovite et un peu de micas bruns [5-200/10 μm] et <1 à 2 % d'oxydes de fer [5-340 μm]. Accessoirement (<1 %) on retrouve de la glauconie [5-80 μm].

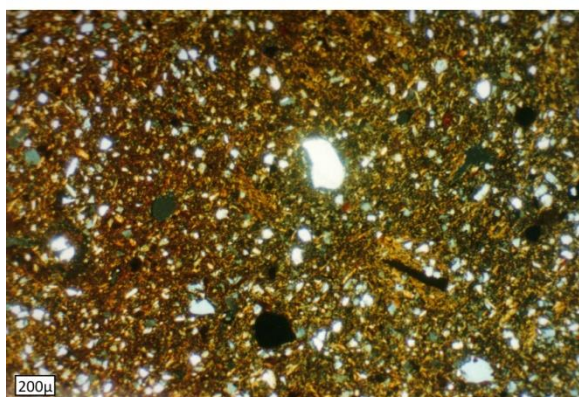
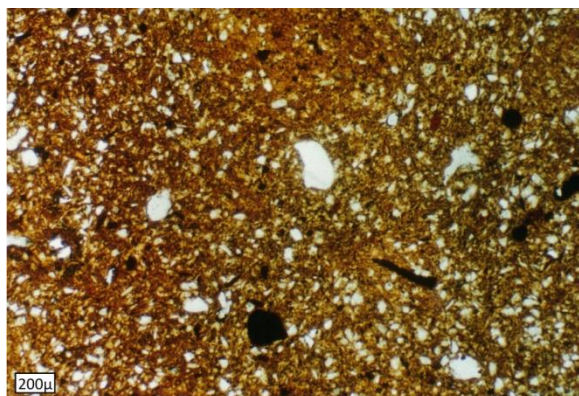


Figure III.57 : Photo en lame mince de l'échantillon Ter-11.a en lumière naturelle (haut) et lumière polarisée (bas).

L'analyse de Ter-01.a par diffraction de rayons x sur roche totale montre la présence de quartz, d'illite et de calcite majoritairement et minoritairement de microcline, de chlorite et d'hématite. L'analyse de Ter-01.a, -02.a et -04.a par diffraction de rayons x sur la fraction argileuse donne un mélange de smectites, d'illite et de kaolinite (Figure III.58) auquel s'ajoute de la chlorite en trace. La kaolinite, bien présente, n'est jamais prépondérante.

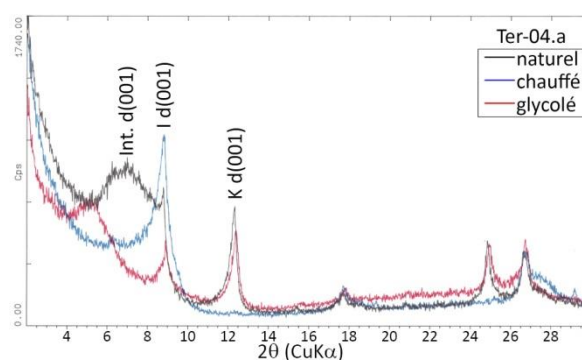


Figure III.58 : Diagramme de DRX sur fraction argileuse de l'échantillon Ter-04.a.

Les espèces argileuses se répartissent de la manière suivante : smectites : entre 6 et 8/10 ; illite : entre 1 et 2/10 ; kaolinite : <2/10. Les smectites sont toujours prépondérantes, l'illite est généralement présente en plus grande quantité que la kaolinite mais elles peuvent être en proportions identiques.

Au niveau de leur composition chimique (Figure III.59), les argiles de la Fm de Boom sont moyennement à fortement alumineuses (>18 %poids). Elles sont riches en fer (>4 %poids) et en potassium ($\pm$ 3 %poids) et moyennement riches en magnésium (>2 %poids). Leur contenu en calcium est variable et est faible (<1 %poids) à important (>6 %poids). Le rapport Al_2O_3/CaO , inférieur à 1,8, donne des argiles de type non calcaire.

Figure III.59 : Composition chimique, oxydes majeures uniquement, des argiles R2c (Fm de Boom) prélevées à Terhagen.

Ech.	Ter -01.a	Ter -02.a	Ter -04.a	Ter -05.a	Ter -11.a
SiO ₂	63,70	66,55	66,09	63,26	65,21
TiO ₂	0,85	0,95	0,90	0,95	0,97
Al ₂ O ₃	18,43	20,08	19,45	23,33	21,45
Fe ₂ O ₃	4,21	4,97	6,65	5,30	5,14
MnO	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01
MgO	2,30	2,42	2,36	2,61	2,47
CaO	6,79	1,12	0,46	0,53	0,67
Na ₂ O	0,33	0,33	0,42	0,31	0,33
K ₂ O	3,37	3,55	3,66	3,70	3,75

III.2.2.3 CONCLUSION

Le membre de Putte, plus organique, ne présente pas de plasticité suffisante que pour avoir été utilisée. Sa position plus près de la surface en fait pourtant l'argile la plus probable d'exploitation par les potiers. Les carrières de St-Nicolas (voir III.1.1.2.1.1, p. 55), où l'on trouve de « l'argile à potier » montre que les agents atmosphériques peuvent grandement améliorer la plasticité de cette argile si on leur en laisse le temps.

Le Membre de Terhagen, plus argileux donc plus plastique, pourrait servir comme argile à potier si on exclut les problèmes d'efflorescences, d'oxydation de la pyrite et de décarbonatation des coquilles lors de la cuisson, ce qui est déjà un grand frein à son utilisation. Autre inconvénient sur lequel le potier n'a pas de prise, la profondeur importante de gisement de ce membre (voir III.1.1.2.1.1, p. 55). Il y a peu de chance donc que ce membre ait fait l'objet d'exploitation par les potiers gallo-romain.

III.2.3 Formation de Bilzen (Groupe du Rupel)

Lieu d'échantillonnage
Bilzen
Echantillons (N=6)
Bil-01.a à -06.a
Echantillons décantés
/
Echantillons testés plastiquement
Bil-01.a à -06.a
Lames minces
Bil-01.a et -04.a
Diffraction de rayons x
Sur roche totale : /
Sur fraction argileuse : Bil-04.a
Fluorescence de rayons x
Bil-01.a, -03.a, -04.a, -05.a

III.2.3.1 ETUDE TECHNOLOGIQUE : PLASTICITÉ, RETRAIT ET CUISSON

Les six échantillons de Bilzen (Figure III.60) présentent des caractéristiques homogènes. Les argiles de la Fm de Bilzen présentent une teneur en sable non négligeable mais de granulométrie fine, elles sont faciles à travailler et leur plasticité est très bonne. Les colombins se réalisent sans problème. Au séchage en cru on note cependant un retrait millimétrique au niveau de la suture du colombin sur presque tous les échantillons et parfois une fissuration. Sèche, l'argile présente une couleur vert pâle ou gris.

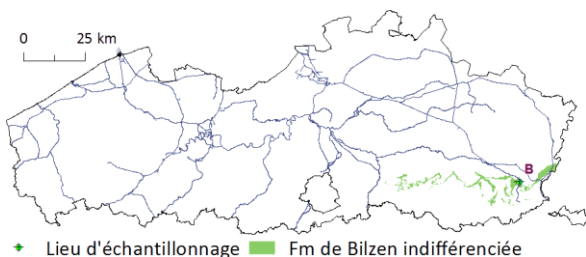


Figure III.60 : Localisation du lieu d'échantillonnage des argiles de la Fm de Bilzen (B. Bilzen).

La cuisson en atmosphère oxydante (Figure III.61) à 700°C et 800°C donne des teintes brun clair à brun moyen et orange clair à moyen à 900°C.



Figure III.61 : Argile crue de la Fm de Bilzen (haut droite), et colombrins de l'échantillon Bil-05.a cuits en atmosphère oxydante à 700°C (gauche), 800°C (centre) et 900°C (droite). Echelle : 2 cm.

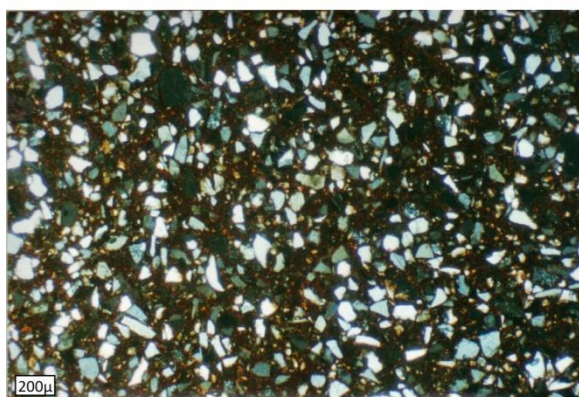
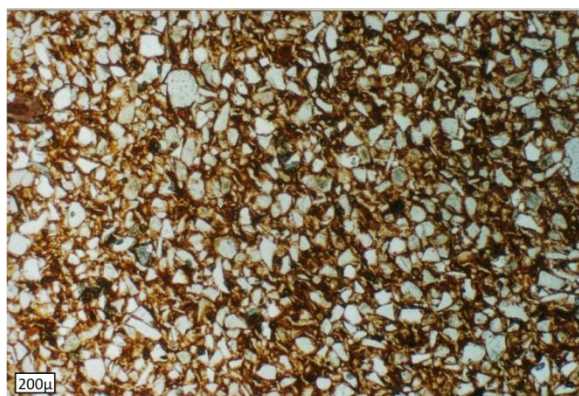


Figure III.62 : Photo en lame mince de l'échantillon Bil-01.a en lumière naturelle (haut) et lumière polarisée (bas).

L'analyse par diffraction de rayons x sur la fraction argileuse de l'échantillon Bil-04.a montre la présence de smectites (montmorillonite + interstratifiés I/S), d'illite et de kaolinite (Figure III.63) avec prépondérance des smectites.

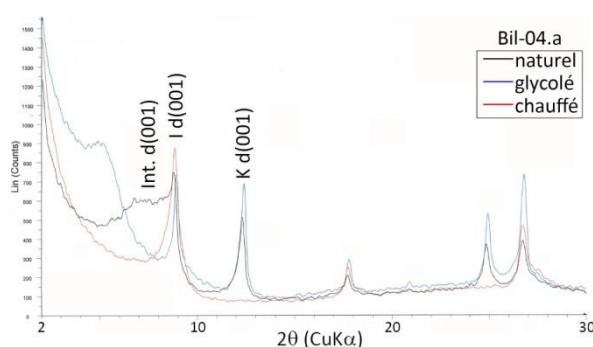


Figure III.63 : Diagramme de DRX sur fraction argileuse de l'échantillon Bil-04.a.

III.2.3.2 ANALYSE PÉTROGRAPHIQUE, MINÉRALOGIQUE ET CHIMIQUE

Les échantillons Bil-01.a et -04.a présentent une matrice riche en fer (Figure III.62), légèrement biréfringente et non poreuse. Le pourcentage en dégraissant est important (entre 30 et 40 %) et constitué majoritairement de grains de quartz et de silice amorphe (« silex »). Les grains de quartz, présent à raison d'au moins 25 %, ont entre 5 et 200 µm. Au quartz vient s'ajouter 1 à 3 % de grains de silice amorphe (« silex ») [5-120 µm]. Accessoirement (<1 %) on retrouve des plagioclases [5-150 µm], de la glauconie [5-160 µm], des micas bruns [5-300 µm] et des oxydes de fer. Les micas sont très grands et ressortent de façon évidente.

Au niveau de la composition chimique (Figure III.64), les argiles de la Fm de Bilzen sont faiblement à moyennement alumineuses (15 à 17 %poids). Elles sont pauvres en titane (<0.7 %poids), en fer (<4 %poids) et en

magnésium (<2 %poids), moyennement riches en potassium (<3 %poids) et riches en silice (>70 %poids). Le rapport $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{CaO}$, inférieur à 1.8, donne une argile de type non calcaire.

Figure III.64 : Composition chimique, oxydes majeures uniquement, des argiles de la Fm de Bilzen prélevées à Munsterbilzen.

Ech.	Bil-05.a	Bil-04.a	Bil-03.a	Bil-01.a
SiO ₂	71,54	74,50	77,09	73,86
TiO ₂	0,68	0,69	0,62	0,64
Al ₂ O ₃	18,22	17,32	15,85	17,44
Fe ₂ O ₃	3,52	2,48	2,21	2,91
MnO	0,03	0,01	0,00	0,01
MgO	1,43	1,36	1,20	1,32
CaO	1,59	0,90	0,53	1,12
Na ₂ O	0,21	0,15	0,15	0,15
K ₂ O	2,78	2,60	2,36	2,54

III.2.3.3 CONCLUSIONS

Les argiles de la Fm de Bilzen pourraient être de bonnes argiles à potier. Elles sont facilement accessibles et présentent une très bonne plasticité, un caractère homogène, elles sont fines et se travaillent facilement.

III.2.4 Argile de Hénis (Formation de Borgloon, Groupe de Tongeren)

Lieu d'échantillonnage
Kumtich (Cumptich) (Figure III.65)
Echantillons (N=9)
Kum-03.a à -11.a
Echantillons décantés
/
Echantillons testés plastiquement
Kum-03.a, -04.a, -08.a, -11.a
Lames minces
/
Diffraction de rayons x
Sur roche totale : Kum-03.a et -11.a
Sur fraction argileuse : /
Fluorescence de rayons x
Kum-03.a, -04.a, -08.a et -11.a

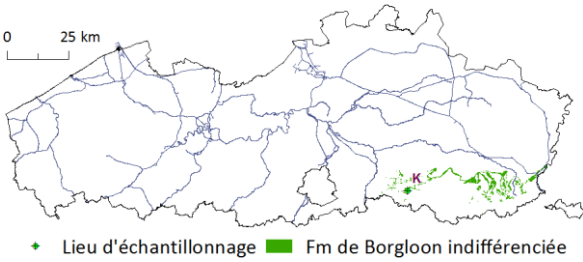


Figure III.65 : Localisation du lieu d'échantillonnage des échantillons d'argile d'Hénis (K. Kumtich).

III.2.4.1 ETUDE TECHNOLOGIQUE : PLASTICITÉ, RETRAIT ET CUISSON

Les quatre échantillons du Membre de Hénis présentent des caractéristiques plus ou moins homogènes. L'argile est fine et de couleur vert foncé.

Kum-03.a offre une bonne plasticité, sa consistance est agréable et l'argile se travaille facilement. Cet échantillon est mélangé avec du sol et présente une couleur vert-brun. Les colombins se réalisent sans problème.

Après cuisson en atmosphère oxydante (Figure III.66), Kum-03.a, qui était mélangé avec un peu de sol (limon), présente une teinte orange foncé à 700°C et 800°C et brun rouge à 900°C.



Figure III.66 : Colombins de l'échantillon Kum-03.a cuits en atmosphère oxydante à 700°C (gauche), 800°C (centre) et 900°C (droite). Echelle : 2 cm.

Kum-04.a offre une bonne plasticité, sa consistance est mauvaise et la pâte est dure à travailler. Les colombins se cassent à la flexion. Le manque de plasticité est sans doute à mettre en relation avec la présence de concrétions blanches (carbonates) qui diminuent la plasticité. A la cuisson, ces grains de carbonates créent des points de chaux (Figure III.67).



Figure III.67 : Colombins de l'échantillon Kum-04.a cuits en atmosphère oxydante à 700°C (gauche), 800°C (centre) et 900°C (droite). Échantillon présentant des points de chaux. Echelle : 2 cm.

Kum-08.a et -11.a offrent une excellente plasticité, la consistance de la pâte est agréable même si elle peut s'avérer un peu dure à malaxer. Les colombins se réalisent sans problème. Au séchage en cru aucune fissure n'apparaît.

Après cuisson en atmosphère oxydante (Figure III.68), les colombins présentent une teinte orange très foncé à 700°C et 800°C. A 900°C la teinte évolue vers le brun foncé. Des fissures apparaissent après cuisson à 800 et 900°C (Figure III.68).



Figure III.68 : Colombins de l'échantillon Kum-08.a cuits en atmosphère oxydante à 700°C (gauche), 800°C (centre) et 900°C (droite). Echelle : 2 cm.

Un test d'ajout de quartz a été réalisé sur Kum-08.a afin de pouvoir juger de la modification de la plasticité et de la couleur. La plasticité reste bonne jusqu'à un ajout de 60 % poids de quartz (Figure III.69). A 70 % poids d'ajout de quartz la plasticité devient faible et l'argile casse à la flexion. La couleur n'est aucunement altérée par l'ajout de quartz. Ce dernier joue un rôle sur la vitesse de déperdition de l'eau, plus il y a de quartz plus l'argile perd son eau rapidement, ce qui permet un séchage plus rapide également. Cet ajout de quartz a également pour conséquences une diminution du retrait à la cuisson, puisqu'aucune fissure

n'est à constater sur le colombin à 900°C (Figure III.69).



Figure III.69 : Colombin de l'échantillon Kum-08.a dégraissé avec 60%poids de quartz et cuit en atmosphère oxydante à 900°C. Echelle : 2 cm.

III.2.4.2 ANALYSE PÉTROGRAPHIQUE, MINÉRALOGIQUE ET CHIMIQUE

L'étude sur roche totale par diffraction de rayons x sur les échantillons Kum-03.a et -11.a fait ressortir la présence de quartz et de feldspaths (microcline, albite, anorthite).

L'étude par diffraction de rayons x sur la fraction argileuse de Kum-03.a fait ressortir la présence de smectites (interstratifiés) majoritairement, associées à de l'illite et de la kaolinite. La présence d'interstratifiés est à mettre en relation avec la position stratigraphique de cet échantillon, qui est un mélange avec du limon.

Quant à la fraction argileuse de Kum-11.a elle est composée d'illite en très grande majorité à laquelle s'ajoute un peu de kaolinite (Figure III.70). Les smectites sont quasiment absentes.

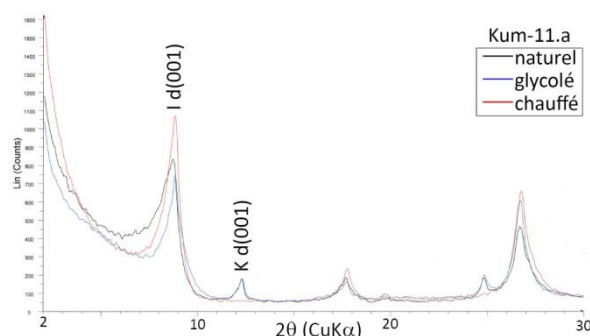


Figure III.70 : diagramme de DRX sur fraction argileuse de l'échantillon Kum-11.a.

Au niveau de la composition chimique (Figure III.71), les argiles du Membre de Hénis sont moyennement alumineuses (16 à 19 %poids).

Elles sont riches à très riches en fer (5 à 9 %poids) et en potassium (3 à 5 %poids). Elles contiennent une teneur non négligeable en magnésium (1 à 3 %poids). La teneur en titane est faible (<08 %poids). Le rapport Al_2O_3/CaO , inférieur à 1,8, donne une argile de type non calcaire.

Figure III.71 : Composition chimique, oxydes majeures uniquement, des argiles du Membre de Hénis (Fm de Borgloon) prélevées à Kuntich.

Ech.	(Kum-03.a)	Kum-04.a	Kum-08.a	Kum-11.a
SiO ₂	65,96	57,42	58,69	57,26
TiO ₂	0,67	0,68	0,73	0,65
Al ₂ O ₃	15,60	18,30	17,00	17,00
Fe ₂ O ₃	5,35	7,95	8,12	8,84
MnO	400	100	100	100
MgO	1,72	2,32	2,33	2,69
CaO	1,21	1,3	0,76	0,73
Na ₂ O	0,43	0,16	0,12	0,13
K ₂ O	2,92	3,92	4,15	4,79

III.2.4.3 CONCLUSION

Les argiles du Membre de Hénis (Fm de Borgloon), prélevées à Kuntich, présentent des qualités plastiques largement suffisantes pour la fabrication de céramiques. Leurs teneurs importantes en fer et en potassium, franchement dommageables sur le comportement fusible de la pâte, est cependant un frein à son utilisation. Malgré cela la pâte est suffisamment fine et plastique pour qu'on puisse facilement lui ajouter du dégraissant en proportion importante sans que ses qualités en pâtissent. On pourrait par exemple très facilement imaginer que Kum-11.a, très riche en illite, soit utilisé comme barbotine pour produire un enduit rouge grésé.

III.2.5 Membre d'Alden Biesen (Formation de Borgloon, Groupe de Tongeren)

Lieu d'échantillonnage
Tongres (Figure III.72)
Echantillons (N=6)
Ton-01.a à -06.a
Echantillons décantés
Ton-04.a.D, Ton-02.a.D
Echantillons broyés
Ton-02.a.B à -04.a.B
Echantillons testés plastiquement
Tous
Lames minces
Ton-04.a.D
Diffraction de rayons x
Sur roche totale : /
Sur fraction argileuse : Ton-01.a à -06.a
Fluorescence de rayons x
Ton-01.a à 06.a

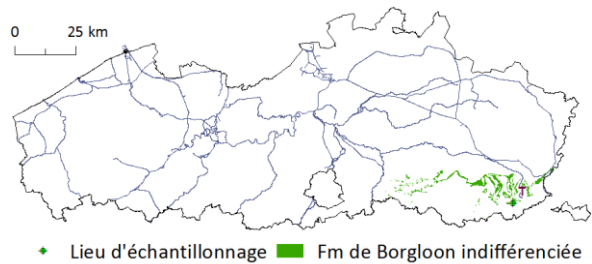


Figure III.72 : localisation de la zone d'échantillonnage des échantillons d'argiles du Membre d'Alden Biesen (T. Tongres).

III.2.5.1 ETUDE TECHNOLOGIQUE : PLASTICITÉ, RETRAIT ET CUISSON

Les 6 échantillons prélevés à Tongres présentent des caractéristiques très différentes.

Ton-01.a est une argile fine et de couleur très noire. Elle contient des coquilles et de très fins lits de sable blanc. Elle est fort compacte et difficile à travailler. Travaillée en terre franche, l'argile garde des grumeaux durs qui fragilisent l'argile lors de sa flexion. Les colombins sont réalisables malgré les cassures dues aux grumeaux. Au séchage en cru apparaissent des fissures internes et autour des coquilles.

Après cuisson en atmosphère oxydante (Figure III.78) les colombins présentent une teinte beige

à 700°C et beige à 800°C. A 900°C la teinte évolue vers le beige clair. Aucun retrait n'est à constater après cuisson. La décarbonatation des coquilles provoque un écaillage lors de la cuisson, à 700°, 800° et 900°C. Après cuisson, la réhydratation des points de chaux poursuit le processus d'écaillage.



Figure III.73 : Argile crue de la Fm de Borgloon, Mb de Alden Biesen (haut), et colombins de l'échantillon Ton-01.a cuits en atmosphère oxydante à 700°C (gauche), 800°C (centre) et 900°C (droite). Echelle : 2 cm.



Figure III.74 : Argile crue de la Fm de Borgloon, Mb de Alden Biesen (haut), et colombins de l'échantillon Ton-02.a cuits en atmosphère oxydante à 700°C (gauche), 800°C (centre) et 900°C (droite). Echelle : 2 cm.

Ton-02.a est une argile très fine et de couleur vert foncé. Elle contient des coquilles (mollusques : *Turitella*, *Mesalia* et des lamellibranches : *Astarte*). Elle se travaille cependant facilement et sa plasticité est très bonne. Au séchage en cru apparaissent des fissures autour des coquilles. Après cuisson en atmosphère oxydante (Figure III.74), les colombins présentent une teinte brun rouge à 700°C et 800°C. A 900°C la teinte évolue vers le brun rouge foncé. Aucun retrait n'est à constater après cuisson. La décarbonatation des coquilles provoque un écaillage lors de la cuisson à 900°C. Après cuisson, la réhydratation

des points de chaux poursuit le processus d'écaillage.

Ton-03.a est une argile très fine et de couleur gris vert foncé. Elle contient des coquilles (mollusques : *Turitella*, *Mesalia* et des lamellibranches : *Astarte*, *Lucina*). Elle ne se travaille pas facilement car elle reste très collante, sa plasticité est bonne. Au séchage en cru apparaissent des fissures internes. Les colombins présentent une teinte orange clair à 700°C et orange un peu plus foncé à 800°C. A 900°C la teinte évolue vers l'orange brun (Figure III.75). Aucun retrait n'est à constater après cuisson. La décarbonatation des coquilles provoque un écaillage lors de la cuisson, que ce soit à 700, 800 ou 900°C. Après cuisson, la réhydratation des points de chaux poursuit le processus d'écaillage et entraîne parfois l'éclatement du colombin.



Figure III.75 : Argile crue de la Fm de Borgloon, Mb de Alden Biesen (haut), et colombins de l'échantillon Ton-03.a cuits en atmosphère oxydante à 700°C (gauche), 800°C (centre) et 900°C (droite). Echelle : 2 cm.

Ton-04.a est une argile fine et de couleur gris clair. Elle est très riche en coquilles (surtout des mollusques : *Turitella*, *Mesalia* et quelques lamellibranches : *Lucina*). Elle se travaille relativement facilement et sa plasticité est très bonne. Au séchage en cru apparaissent des fissures internes. Après cuisson en atmosphère oxydante (Figure III.76), les colombins présentent une teinte blanc crème à 700°C et orange très clair 800°C. A 900°C la teinte évolue vers le beige orange clair. Aucun retrait n'est à constater après cuisson. La décarbonatation des coquilles provoque un écaillage lors de la

cuisson, à 700 et 900°C. Après cuisson, la réhydratation des points de chaux poursuit le processus d'écaillage et entraîne parfois l'éclatement du colombin (Figure III.76).

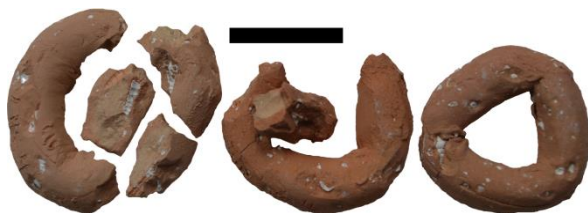


Figure III.76 : Colombins de l'échantillon Ton-06.a cuits en atmosphère oxydante à 700°C (gauche), 800°C (centre) et 900°C (droite). Echelle : 2 cm.

Ton-05.a est une argile fine et de couleur brun foncé avec pas mal de zones de couleur rouille. Elle est dépourvue de coquilles. Elle se travaille relativement facilement et sa plasticité est bonne. Au séchage en cru apparaissent des fissures internes marquées. Après cuisson en atmosphère oxydante (Figure III.77), les colombins présentent une teinte brun foncé à 700°C, 800°C et 900°C. Le colombin cuit à 700°C s'est cassé en deux et à 900°C une vitrification entraîne l'éclatement de la surface externe du colombin (Figure III.77). L'extérieure de ce dernier est brun foncé et son cœur est orange foncé.



Figure III.77 : Argile crue de la Fm de Borgloon, Mb de Alden Biesen (haut), et colombins de l'échantillon Ton-05.a cuits en atmosphère oxydante à 700°C (gauche), 800°C (centre) et 900°C (droite). Echelle : 2 cm.

Ton-06.a est une argile plus sableuse, de couleur brun clair avec des zones de couleur rouille. Elle est dépourvue de coquilles. Elle se travaille relativement facilement mais reste collante et sa plasticité est bonne. Au séchage en cru aucune fissure n'apparaît. Après cuisson en atmosphère

oxydante (Figure III.78), les colombins présentent une teinte brun orange à 700°C et brun orange foncé 800°C. A 900°C la teinte évolue vers l'orange foncé. Aucun retrait n'est à constater après cuisson.



Figure III.78 : Argile crue de la Fm de Borgloon, Mb de Alden Biesen (haut droite), et colombins de l'échantillon Ton-06.a cuits en atmosphère oxydante à 700°C (gauche), 800°C (centre) et 900°C (droite). Echelle : 2 cm.

Un test de broyage a été réalisé sur les échantillons Ton-02.a, -03.a et -04.a et une décantation sur les échantillons Ton-02.a et -04.a de façon à déterminer si ces manipulations améliorent la plasticité et le comportement au séchage en cru et à la cuisson. Pour les échantillons broyés, tout est utilisé pour la réalisation des colombins (argile et coquilles). Pour les échantillons décantés, l'opération consistait à éliminer les coquilles et à n'utiliser que l'argile épurée de cet encombrant dégraissant.

Ton-02.a.B⁴⁴ présente une bonne plasticité mais aucune amélioration n'est à constater à la cuisson (Figure III.79) où la décarbonatation des coquilles puis la réhydratation de la chaux provoque l'altération du colombin.



Figure III.79 : Colombins de l'échantillon Ton-02.a.B cuits en atmosphère oxydante à 700°C (gauche), 800°C (centre) et 900°C (droite). Echelle : 2 cm.

⁴⁴ B pour broyé

Ton 02.a.D⁴⁵ présente une bonne plasticité et les problèmes, après cuisson en atmosphère oxydante (Figure III.80), dus aux coquilles sont largement minimisés, seuls quelques petits écaillages sont à constater. Un changement de couleur se produit également ; les couleurs évoluent du brun vers l'orange clair.



Figure III.80 : Colombins de l'échantillon Ton-02.a.D cuits en atmosphère oxydante à 700°C (gauche), 800°C (centre) et 900°C (droite). Echelle : 2 cm.

Ton-03.a.B présente une bonne plasticité mais aucune amélioration n'est à constater à la cuisson où la décarbonatation des coquilles puis la réhydratation de la chaux provoque l'altération du colombin, voir sa destruction. Seul le colombin cuit à 700°C ne présente pas de problème dus aux coquilles (Figure III.81).



Figure III.81 : Colombins de l'échantillon Ton-03.a.B cuits en atmosphère oxydante à 700°C (gauche), 800°C (centre) et 900°C (droite). Echelle : 2 cm.

Ton-04.a.B présente une plasticité moyenne mais aucune amélioration n'est à constater à la cuisson (Figure III.82) où la décarbonatation et la réhydratation provoque l'altération du colombin, voir sa destruction.



Figure III.82 : Argile crue de la Fm de Borgloon, Mb de Alden Biesen (haut droite), et colombins de l'échantillon Ton-04.a.B cuits en atmosphère oxydante à 700°C (gauche), 800°C (centre) et 900°C (droite). Echelle : 2 cm.

Ton-04.a.D présente une bonne plasticité mais aucune amélioration n'est à constater à la cuisson (Figure III.83) où la décarbonatation des coquilles puis la réhydratation de la chaux provoque l'altération du colombin, voir sa destruction. Seul le colombin cuit à 700°C ne présente pas de problème dus aux coquilles.



Figure III.83 : Colombins de l'échantillon Ton-04.a.D cuits en atmosphère oxydante à 700°C (gauche), 800°C (centre) et 900°C (droite). Echelle : 2 cm.

III.2.5.2 ANALYSE PÉTROGRAPHIQUE, MINÉRALOGIQUE ET CHIMIQUE

L'échantillon Ton-04.a.D présente une matrice riche en fer (Figure III.84), fortement biréfringente et non poreuse. Le pourcentage en dégraissant est faible (entre 5 et 7 %) et constitué majoritairement de débris de coquilles et de grains de quartz. Les grains de quartz, présents à raison d'au moins 3 %, ont entre 5 et 140 µm, les débris de coquilles atteignent 700 µm. Accessoirement (<1 %) on retrouve de la glauconie [5-100 µm] et des oxydes de fer.

⁴⁵ D pour décanté

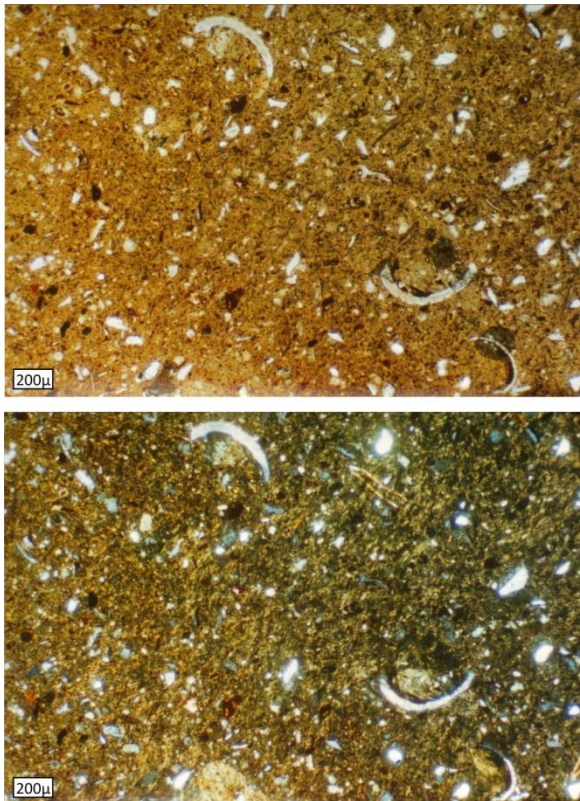


Figure III.84 : Photo en lame mince de l'échantillon Ton-04.a.D en lumière naturelle (haut) et lumière polarisée (bas).

L'analyse par diffraction de rayons x sur la fraction argileuse de Ton-01.a à -06.a donne les résultats suivant :

- L'échantillon Ton-01.a contient de la kaolinite, de l'illite et des smectites (Figure III.85). Cet échantillon est en réalité pauvre en particules argileuses et il est probable que cela soit la matière organique qui donne une certaine plasticité à cette terre ;

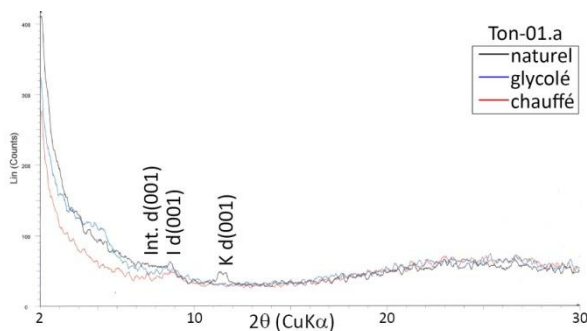


Figure III.85 : diagramme de DRX sur fraction argileuse de l'échantillon Ton-01.a.

- L'échantillon Ton-02.a contient de l'illite et des interstratifiés I/S (Figure III.86). Ces derniers sont prépondérants. Il n'y a pas, ou peu, de kaolinite ;

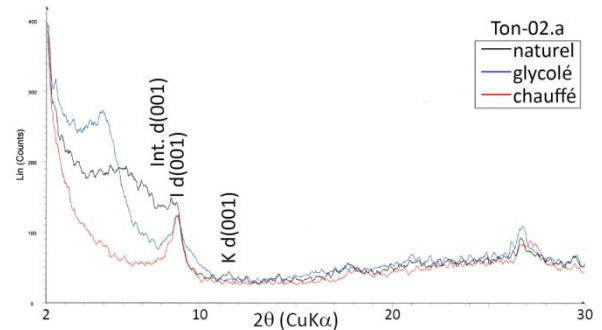


Figure III.86 : diagramme de DRX sur fraction argileuse de l'échantillon Ton-02.a.

- L'échantillon Ton-03.a contient surtout des smectites (montmorillonite et d'interstratifiés I/S), de l'illite et un tout petit peu de kaolinite (Figure III.87) ;

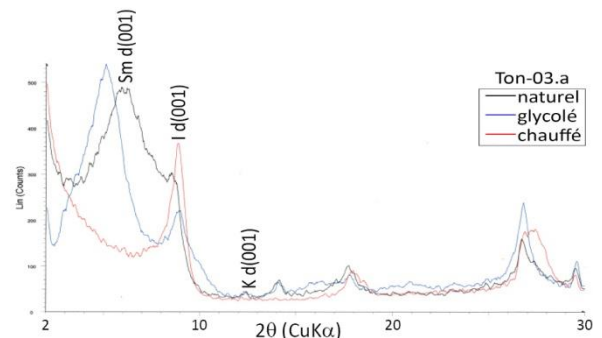


Figure III.87 : diagramme de DRX sur fraction argileuse de l'échantillon Ton-03.a.

- L'échantillon Ton-04.a contient surtout des smectites (montmorillonite et interstratifiés I/S), de l'illite et pas de kaolinite (Figure III.88). Cet échantillon contient moins d'illite que Ton-03.a ;

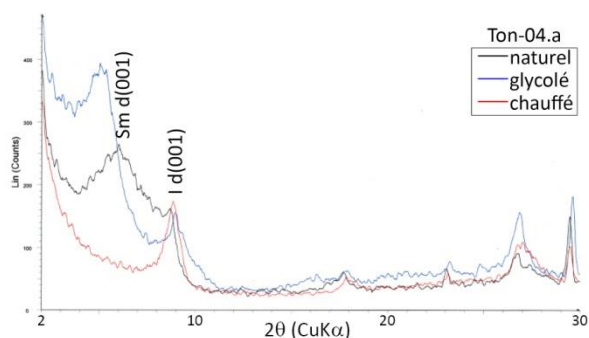


Figure III.88 : diagramme de DRX sur fraction argileuse de l'échantillon Ton-04.a.

- L'échantillon Ton-05.a est assez similaire à l'échantillon Ton-03.a mais avec un tout petit peu plus de kaolinite (Figure III.89) ;

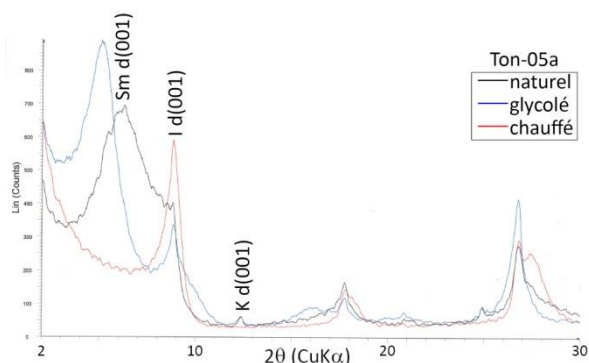


Figure III.89 : diagramme de DRX sur fraction argileuse de l'échantillon Ton-05.a.

- L'échantillon Ton-06.a est similaire à Ton-03.a.

Au niveau de la composition chimique (Figure III.90), ce sont des argiles contenant peu de silice (<65 %poids). Elles sont faiblement à moyennement alumineuses (11 à 17 %poids). Leur contenu en fer (4 à 15 %poids) et en calcium (1 à 40 %poids) varie fortement mais globalement se sont des argiles riches à très riches en fer et pauvres à très riches en calcium. Le rapport $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{CaO}$, supérieur à 1.8, donne des argiles de type calcaire sauf pour Ton-05.a et -06.a où le rapport est inférieur à 1.8. La teneur en calcium (CaO) est cependant trompeuse d'un point de vue de la caractérisation du type d'argile, calcaire ou pas, car ce sont surtout les coquilles qui sont à

l'origine des fortes teneurs en calcium et sous cette forme il n'a pas de pouvoir colorant.

Figure III.90 : Composition chimique, oxydes majeures uniquement, des argiles du Membre de Alden Biesen (Fm de Borgloon) prélevées à Tongres.

Ech.	Ton -01.a	Ton -02.a	Ton -03.a	Ton -04.a	Ton -05.a	Ton -06.a
SiO ₂	48,94	47,37	51,15	37,62	61,66	65,17
TiO ₂	0,58	0,56	0,64	0,48	0,73	0,63
Al ₂ O ₃	15,48	14,58	15,26	11,43	18,10	16,78
Fe ₂ O ₃	6,01	15,08	6,65	4,52	11,20	10,31
MnO	0,05	0,11	0,04	0,05	0,16	0,02
MgO	3,18	2,78	2,99	3,11	3,18	2,72
CaO	22,59	16,76	20,36	40,38	1,50	1,27
Na ₂ O	0,27	0,19	0,20	0,28	0,13	0,13
K ₂ O	2,89	2,57	2,71	2,13	3,33	2,98

III.2.5.3 CONCLUSIONS

Ton-01.a n'est pas une argile à potier idéale même si elle est fine et relativement plastique. Elle est compacte et difficile à travailler et contient des coquilles à l'origine de problèmes de points de chaux.

Ton-02.a pourrait être une bonne argile à potier. C'est une argile très fine, qui se travaille facilement et sa plasticité est très bonne. Seul inconvénient, et de taille, la présence de coquilles à l'origine de problèmes importants de points de chaux. Le broyage de la pâte n'apporte aucune amélioration sur les problèmes de chaux mais la décantation en minimise largement les effets. Et le fer (15 %) ne donne pas de problème.

Ton-03.a pourrait être une bonne argile à potier. C'est une argile très fine et d'excellente plasticité mais qui ne se travaille pas facilement car elle est très collante. Autre inconvénient, comme pour Ton-02.a, la présence de coquilles à l'origine de problèmes importants de points de chaux. Le broyage de la pâte n'apporte aucune amélioration sur les problèmes de chaux.

Ton-04.a n'est pas une bonne argile à potier. C'est une argile fine, d'excellente plasticité et qui se travaille assez facilement. Mais comme Ton-02.a, la présence importante de coquilles est à l'origine de problèmes importants de points de chaux. Ni le broyage ni la décantation de la pâte n'apportent d'amélioration sur les problèmes de chaux, la teneur en coquilles étant trop importante.

Ton-05.a n'est pas une bonne argile à potier. C'est une argile fine, de bonne plasticité, qui se travaille facilement et qui est dépourvue de coquilles. Cependant, elle contient du fer en quantité importante entraînant une vitrification qui peut aboutir à l'éclatement du produit.

Ton-06.a pourrait être une bonne argile à potier. Elle est dépourvue de coquilles, se travaille relativement facilement même si elle est collante et sa plasticité est bonne. Sa teneur en fer importante ne crée pas de problème de fusion précoce mais la teinte obtenue est très foncée.

Etant donné le caractère continental des dépôts du Tongrien (variations latérales et verticales de faciès importantes), il est normal de constater une grande variabilité des caractéristiques de ces argiles. Ces dernières sont un handicap pour le potier qui doit en permanence tester empiriquement les caractéristiques de sa matière première. De ce fait ces argiles ne sont pas idéales pour les potiers gallo-romains.

III.2.6 Membres de Kortemark et d'Aalbeke (Formation de Kortrijk, Groupe Yprésien)

Lieu d'échantillonnage
Kortemark (<i>Figure III.91</i>)
Echantillons (N=6)
Kor-01.a à -06.a
Echantillons décantés
Kor-02.a.D
Echantillons testés plastiquement
Kor-01.a à -06.a
Lames minces
Kor-01.a à -03.a
Diffraction de rayons x
Sur roche totale : Kor-01.a
Sur fraction argileuse : Kor-01.a, -02.a, -04.a
Fluorescence de rayons x
Kor-01.a, -02.a, -04.a et -02.a.D

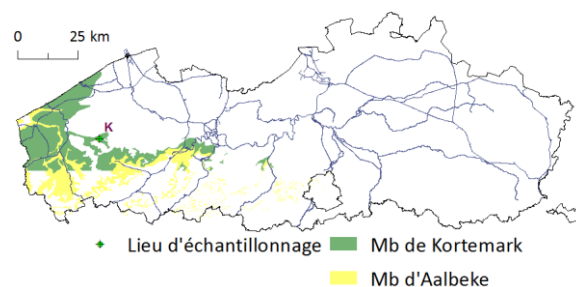


Figure III.91 : Localisation de la zone d'échantillonnage des argiles des membres de Kortemark et d'Aalbeke (K. Kortemark).

A Kortemark (*Figure III.91*) sont exploités les membres de Kortemark (Fm de Tielt) et d'Aalbeke (Fm de Kortrijk) du Groupe d'Ieper. Le premier étant le plus jeune (*Figure III.92*). Le sommet du Membre de Kortemark est un silt et évolue vers une argile silteuse avant de passer dans le Membre d'Aalbeke. Le sommet de ce dernier est composé d'une argile très silteuse et évolue vers le bas en une argile silteuse. Kor-01.a, 05.a et -06.a ont été prélevés dans le Membre de Kortemark, Kor-02.a et -04.a dans le sommet du membre d'Aalbeke et Kor-03.a à sa base.

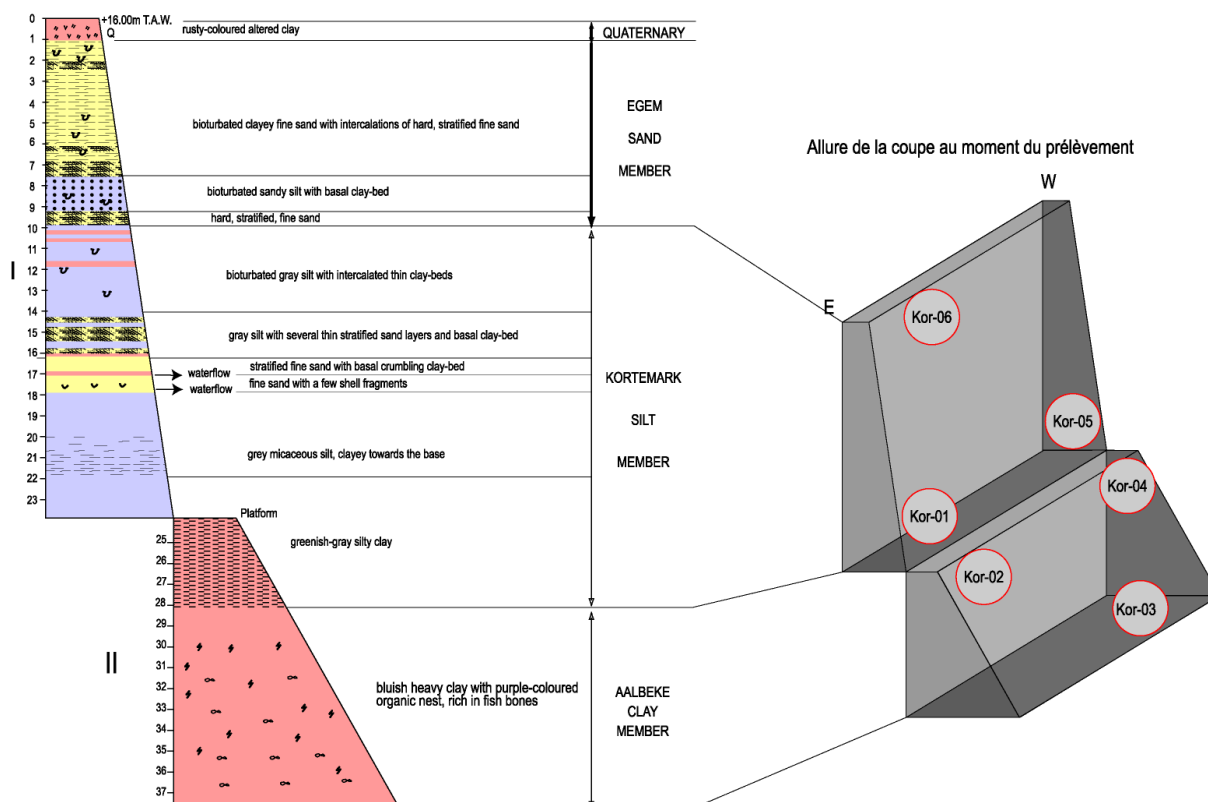


Figure III.92 : Stratigraphie de l'argile yprésienne dans l'argilière de la société DESIMPEL à Kortemark et localisation des échantillons (d'après Steurbaut, 1987).

102

III.2.6.1 ETUDE TECHNOLOGIQUE : PLASTICITÉ, RETRAIT ET CUISSON

Les argiles des membres de Kortemark et d'Aalbeke présente une pâte grossière et grumeleuse, une plasticité nulle à moyenne à mettre en relation avec le contenu en sable relativement important. Les colombins peuvent être réalisés mais l'argile perd facilement son eau et les colombins cassent lors de leur façonnage. Ils présentent toujours des fissures après flexion. Le séchage en cru crée d'autres fissures et fait apparaître des efflorescences importantes mais pas sur tous les échantillons.



Figure III.93 : Argile crue du Membre de Kortemark (haut droite), et colombins de l'échantillon Kor-06.a cuits en atmosphère oxydante à 700°C (gauche), 800°C (centre) et 900°C (droite). Echelle : 2 cm.

Après cuisson en atmosphère oxydante (Figure III.93) à 700°C et 800°C donne des teintes brun clair à brun moyen et orange clair à moyen à 900°C. Les efflorescences cuisent en blanc (Figure III.94).



Figure III.94 : Colombins de l'échantillon Kor-01.a (Mb de Kortemark) cuits en atmosphère oxydante à 700°C (gauche), 800°C (centre) et 900°C (droite). Cet échantillon présente une légère couche blanchâtre de sels.
Echelle : 2 cm.

Une décantation faite avec de l'argile déshydratée et prélèvement de la partie supérieure du sédiment après sédimentation complète, améliore fortement la plasticité qui devient bonne (Kor-02.a.D, [Figure III.95](#)). L'argile manque cependant de consistance mais elle garde mieux son eau. Les teintes après cuisson en mode oxydant restent les mêmes que celles de l'échantillon non décanté ([Figure III.95](#)).



Figure III.95 : Colombins de l'échantillon Kor-02.a.D (Mb d'Aalbeke) cuits en atmosphère oxydante à 700°C (gauche), 800°C (centre) et 900°C (droite). Echelle : 2 cm.

III.2.6.2 ANALYSE PÉTROGRAPHIQUE, MINÉRALOGIQUE ET CHIMIQUE

Les échantillons Kor-01.a, -02.a et -03.a présentent une matrice riche en fer ([Figure III.96](#), [Figure III.97](#)), légèrement biréfringente et poreuse (fissuration de retrait). Le pourcentage en dégraissant est faible (Kor-02.a et -03.a, $\pm 5-7\%$, [Figure III.97](#)) à important (Kor-01.a, $20-25\%$, [Figure III.96](#)), et constitué majoritairement de grains de quartz. Ces derniers, présents à raison de 5 à 25% , ont entre 5 et $100\ \mu\text{m}$. Au quartz vient s'ajouter 1 à 2% de grains de glauconie [$5-100\ \mu\text{m}$]. Accessoirement ($<1\%$) on retrouve des zircons [$5-40\ \mu\text{m}$], des micas [$5/60\ \mu\text{m}$] et des oxydes de fer. La pâte se caractérise également par son aspect

hétérogène de la matrice ; zones plus ou moins riches en fer, plus ou moins quartzeuses.

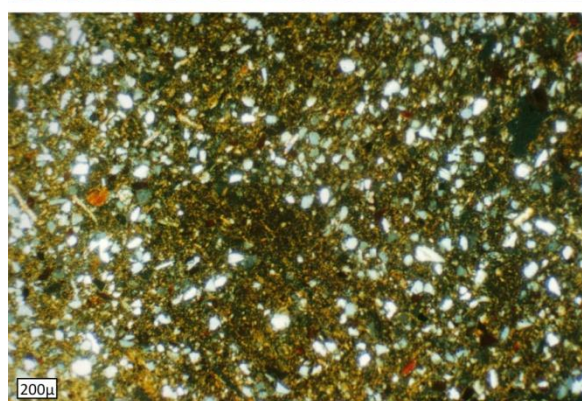
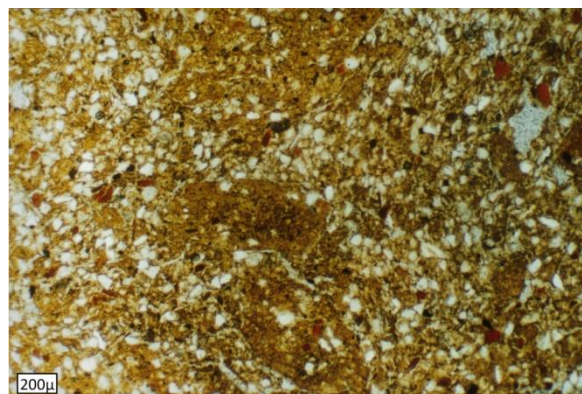


Figure III.96 : Photo en lame mince de l'échantillon Kor-01.a (Mb de Kortemark) en lumière naturelle (haut) et lumière polarisée (bas).

L'analyse par diffraction de rayons x sur roche totale de Kor-01.a montre la présence majoritaire de quartz, de feldspaths (albite, microcline) et d'illite et minoritairement de chlorite et d'hématite.

L'analyse par diffraction de rayons x sur la fraction argileuse de Kor-01.a à -03.a donne un mélange de smectites (montmorillonite et interstratifiés I/S) et d'illite. Les smectites sont largement prépondérante. La kaolinite est quasi-absente ([Figure III.98](#)).

La répartition des espèces argileuses se fait de la manière suivante : smectites : $9/10$; illite : $1/10$; kaolinite : traces.

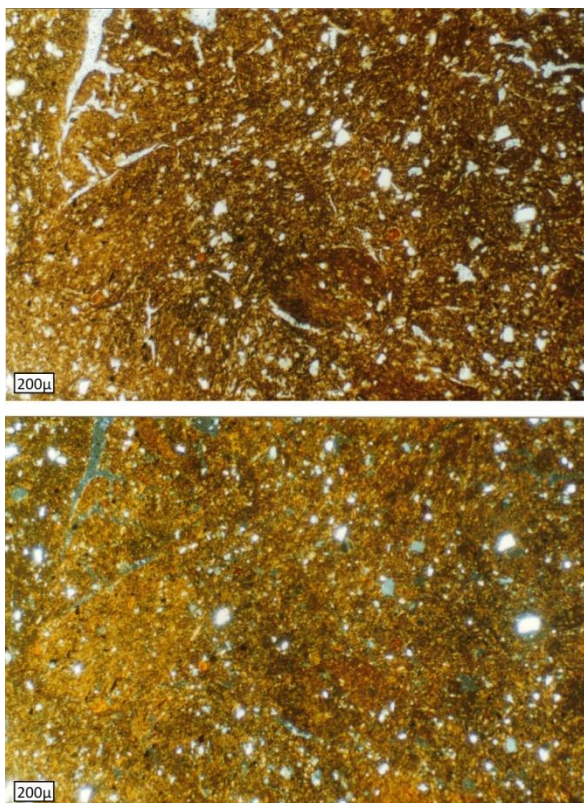


Figure III.97 : Photo en lame mince de l'échantillon Kor-03.a (Mb d'Aalbeke) en lumière naturelle (haut) et lumière polarisée (bas).

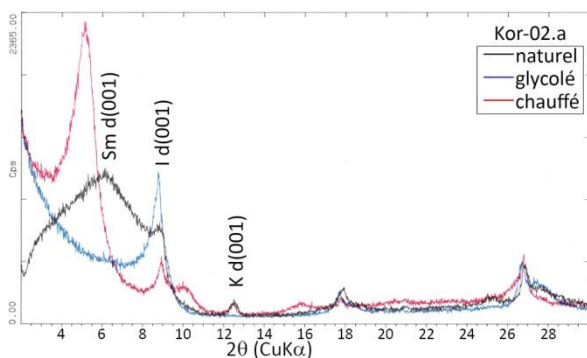


Figure III.98 : diagramme de DRX sur fraction argileuse de l'échantillon Kor-02.a (Mb d'Aalbeke).

Au niveau de la composition chimique (Figure III.99), les argiles yprésiennes sont faiblement à moyennement alumineuses (15 à 19 %poids). Elles sont riches en fer (>5 %poids), en magnésium (>2 %poids), en potassium ($\pm$ 3 %poids) et pauvres en calcium (1 %poids). La teneur en titane est <1 %poids. Le rapport $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{CaO}$, inférieur à 1,8, donne une argile de type non calcaire. La décantation réalisée sur Kor-02.a (Kor-02.a.D), avec prélèvement de la partie supérieur du sédiment après

sédimentation complète, n'a pas d'impact réel sur les proportions relatives des divers éléments. Ce qui implique une distribution plus ou moins égale des éléments dans les diverses granulométries.

Figure III.99 : Composition chimique, oxydes majeures uniquement, des argiles des membres de Kortemark (Kor-01.a) et d'Aalbeke (Kor-02.a, -04.a et -02.a.D) de la Fm de Kortrijk prélevées à Kortemark.

Ech.	Kor-01.a	Kor-02.a	Kor-02.a.D	Kor-04.a
SiO ₂	70,18	65,22	64,35	66,68
TiO ₂	0,91	0,88	0,84	0,91
Al ₂ O ₃	16,01	19,14	19,01	18,14
Fe ₂ O ₃	5,59	6,70	6,46	6,48
MnO	0,02	0,02	0,00	0,02
MgO	2,66	2,99	2,88	2,96
CaO	0,94	0,93	0,82	0,95
Na ₂ O	0,68	0,69	0,49	0,61
K ₂ O	3,01	3,43	3,25	3,24

III.2.6.3 CONCLUSION

Les argiles des membres de Kortemark et d'Aalbeke sont peu plastiques, elles sont grossières et leur contenu en dégraissant, variable, est toujours handicapant. Si l'on veut améliorer la plasticité une décantation est nécessaire. Des problèmes d'efflorescences gâtent ses quelques qualités plastiques. Le contenu en fer pourrait s'avérer néfaste sur la fusibilité, surtout en atmosphère réductrice.

III.2.7 Argiles d'Andenne et du Condroz

Lieu d'échantillonnage
Andenne lieu-dit de « Vaudaigle », Mozet lieu-dit du « Bloskain » et des « Terres Rouges »
Echantillons (N=10)
Vau-01.a à -04.a, Blo-01.a à -03.a ; TR-01.a à TR-03.a
Echantillons décantés
/
Echantillons testés plastiquement
Vau-02 à 04 et Blo-01 à -03 ; TR-01.a à TR-03.a
Lames minces
Vau-02.a et -03.a
Diffraction de rayons x
Sur roche totale: Vau-02.a, Blo-02.a et -03.a
Sur fraction argileuse : Vau-02.a, -03.a et Blo-02.a, -03.a
Fluorescence de rayons x
Vau-02.a, -03.a, -04.a et Blo-01.a, -02.a, -03.a

Les argiles prélevées à Andenne (Figure III.100), au lieu-dit de « Vaudaigle », et à Mozet (Figure III.100), au lieu-dit du « Bloskain » sont des argiles appelées communément argiles d'Andenne et qui sont généralement de couleur blanche. Les argiles échantillonnées à Mozet, au lieu-dit des « Terres Rouges », sont similaires à celles que l'on retrouve à Celles et qui sont de couleur rouge orange.

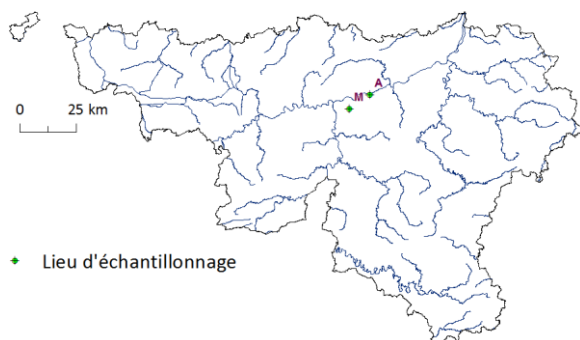


Figure III.100 : Localisation de la zone d'échantillonnage des échantillons d'argiles d'Andenne (A. Andenne ; M. Mozet).

III.2.7.1 ETUDE TECHNOLOGIQUE : PLASTICITÉ, RETRAIT ET CUISSON

Les argiles d'Andenne présentent des caractéristiques plastiques homogènes mais des couleurs après cuisson plus ou moins variables. Elles sont difficiles à travailler par leur faible malléabilité mais leur plasticité est très bonne,

voire excellente. Les colombins se réalisent sans problème. Au séchage en cru aucune fissuration de retrait n'est décelée. Sèche, l'argile présente une teinte grise généralement ou lie de vin (Blo-03.a).

Vau-02.a présente, de 700° à 900°C, une teinte rosée parsemée de zones de couleur blanche (Figure III.101). À 1 000°C, la teinte évolue vers le blanc et la différenciation de couleur perçue à plus basse température s'atténue pour être quasiment invisible.



Figure III.101 : Argile crue « d'Andenne et du Condroz » (haut droite), et colombins de l'échantillon Vau-02.a cuits en atmosphère oxydante à 700°C (gauche), 800°C (centre) et 900°C (droite). Echelle : 2 cm.

Après cuisson en atmosphère oxydante, Vau-03.a et Blo-01.a présentent, de 700° à 900°C, une teinte orange clair (Figure III.102), avec une composante très légèrement rosée pour Blo-01.a (Figure III.103).



Figure III.102 : Argile crue « d'Andenne et du Condroz » (haut droite), et colombins de l'échantillon Vau-3.a cuits en atmosphère oxydante à 700°C (gauche), 800°C (centre) et 900°C (droite). Echelle : 2 cm.



Figure III.103 : Argile crue « d'Andenne et du Condroz » (haut droite), et colombins de l'échantillon Blo-01.a cuits en atmosphère oxydante à 700°C (gauche), 800°C (centre) et 900°C (droite). Echelle : 2 cm.

Après cuisson en atmosphère oxydante (Figure III.104), Vau-04.a présente à 700° et 800°C une teinte blanc cassé. À partir de 900°C la teinte évolue vers un jaune clair, bien net à 1 000°C.



Figure III.104 : Argile crue « d'Andenne et du Condroz » (haut droite), et colombins de l'échantillon Vau-04.a cuits en atmosphère oxydante à 700°C (gauche), 800°C (centre) et 900°C (droite). Echelle : 2 cm.

Blo-02.a présente, de 700° à 900°C, une teinte blanche.



Figure III.105 : Argile crue « d'Andenne et du Condroz » (haut droite), et colombins de l'échantillon Blo-03.a cuits en atmosphère oxydante à 700°C (gauche), 800°C (centre) et 900°C (droite). Echelle : 2 cm.

Blo-03.a est très particulier car il présente après cuisson, de 700° à 900°C, les mêmes

caractéristiques que l'argile crue, à savoir une teinte lie de vin (Figure III.105).



Figure III.106 : Colombins de l'échantillon TR-01.a cuits en atmosphère oxydante à 700°C (gauche), 800°C (centre) et 900°C (droite). Echelle : 2 cm.



Figure III.107 : Argile crue « d'Andenne et du Condroz » (haut droite), et colombins de l'échantillon TR-02.a cuits en atmosphère oxydante à 700°C (gauche), 800°C (centre) et 900°C (droite). Echelle : 2 cm.

Les argiles des « Terres Rouges » présente une plasticité moyenne. La pâte, de couleur orange, manque cependant de consistance et oppose peu de résistance à la déformation. Les colombins se réalisent sans problème malgré tout. Au séchage en cru, aucune fissure n'apparaît sauf sur un colombin, à la suture. A la cuisson un retrait se marque par l'apparition de fissures mais il reste léger. Après cuisson oxydante, à toutes les températures, les colombins présentent une teinte soit orange très pâle (Figure III.107) soit orange foncé (Figure III.106).

III.2.7.2 ANALYSE PÉTROGRAPHIQUE, MINÉRALOGIQUE ET CHIMIQUE

Vau-02.a présente une matrice pauvre en fer de couleur gris (Figure III.108), isotrope et non poreuse. Le pourcentage en dégraissant est faible (10 %) et constitué majoritairement de grains de quartz. Les grains de quartz, présent à raison d'au moins 10 %, ont entre 5 et 360 µm avec une majorité de petits grains de 5 à 80 µm.

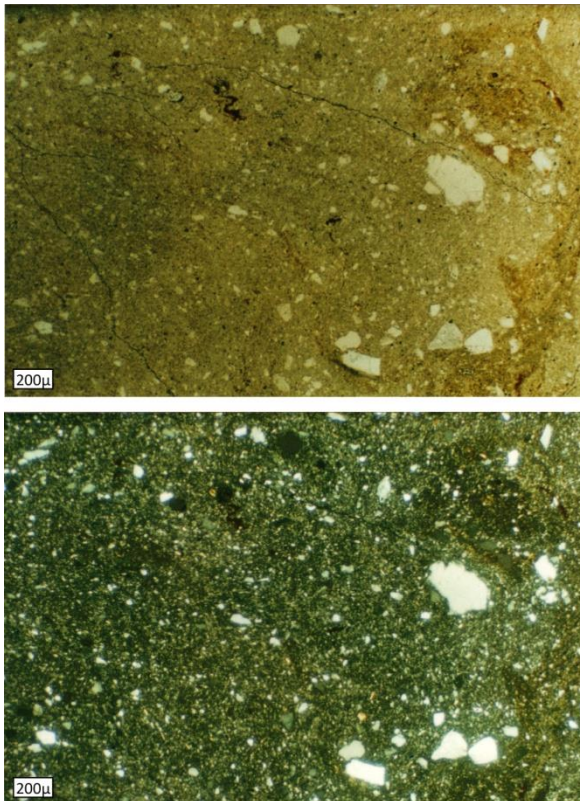


Figure III.108 : Photo en lame mince de l'échantillon Vau-02.a en lumière naturelle (haut) et lumière polarisée (bas).

Accessoirement (<1 %) on retrouve des grains de micas blancs [5-140/20 μm]. La matrice présente des zones plus riches en fer de couleur brun à rouille.

Vau-03.a présente une matrice pauvre en fer de couleur gris (Figure III.109), légèrement biréfringente et non poreuse. Le pourcentage en dégraissant est important (25 %) et constitué majoritairement de grains de quartz et de silice amorphe (« silex »). Les grains de quartz, présents à raison d'au moins 24 %, ont entre 5 et 300 μm. Les grains de silice amorphe (« silex ») (1 %) ont entre 5 et 300 μm. Accessoirement (<1 %) on retrouve des grains de micas blancs [5-140/90 μm].

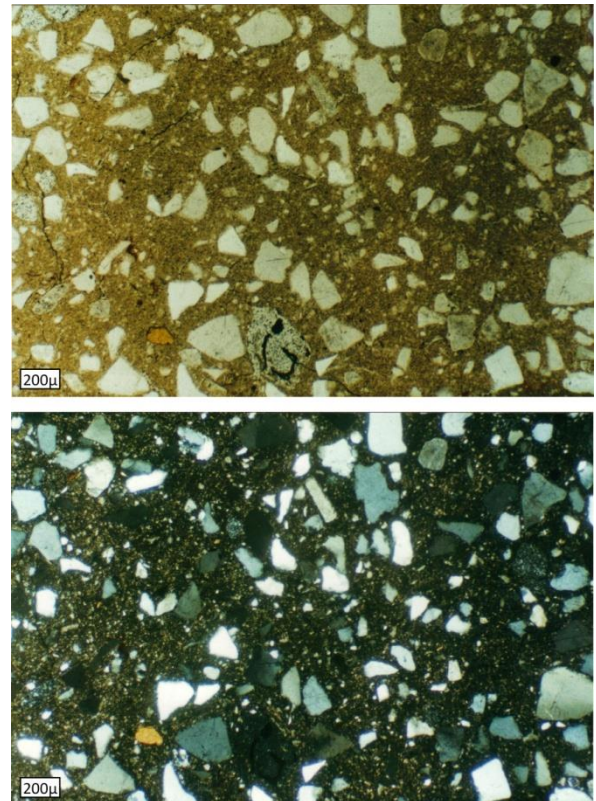


Figure III.109 : Photo en lame mince de l'échantillon Vau-03.a en lumière naturelle (haut) et lumière polarisée (bas).

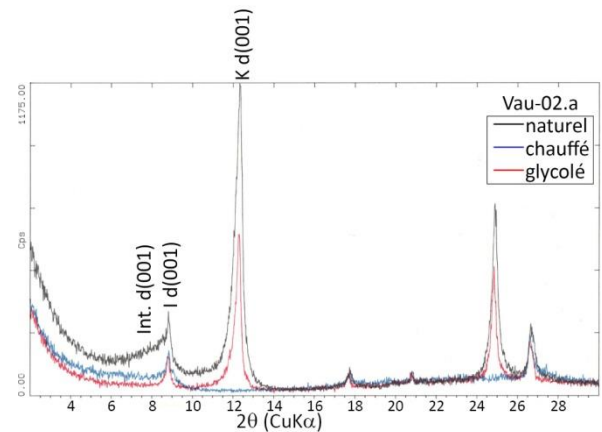


Figure III.110 : diagramme de DRX sur fraction argileuse de l'échantillon Vau-02.a.

L'étude par diffraction de rayons x sur roche totale fait ressortir la présence de quartz, de muscovite et de feldspath. La fraction argileuse de Vau-02.a, -03.a et de Blo-02.a, -03.a est composée de kaolinite en très grande majorité, d'un peu d'illite et d'un peu de smectites (Figure III.110). Vau-04.a est composé de kaolinite presque uniquement et d'un tout petit peu de smectites.

Au niveau chimique les argiles d'Andenne (*Figure III.111*) sont caractérisées par des teneurs en alumine et en titane élevées (25-34 %poids et 1.0-1.7 %poids respectivement) et des teneurs faibles en fer (<3 %poids), en magnésium (<1 %poids) et en potassium (<2 %poids). Le rapport Al_2O_3/CaO , inférieur à 1.8, donne des argiles de type non calcaires.

Figure III.111 : Composition chimique, oxydes majeures uniquement, des argiles d'Andenne et du Condroz.

Ech.	Blo -02.a	Blo -03.a	Vau -02.a	Vau -03.a	Vau -04.a
SiO ₂	71,03	57,59	69,18	70,93	70,60
TiO ₂	1,01	1,13	1,31	1,19	1,68
Al ₂ O ₃	25,42	34,37	26,25	25,02	24,24
Fe ₂ O ₃	1,21	4,73	1,48	1,27	1,81
MnO	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
MgO	0,28	0,46	0,38	0,31	0,47
CaO	0,13	0,15	0,06	0,07	0,00
Na ₂ O	0,06	0,10	0,09	0,09	0,16
K ₂ O	0,85	1,46	1,24	1,11	1,04

La littérature nous renseigne également sur la composition chimique de ces argiles. Cette dernière nous montre que les pourcentages en alumine des argiles d'Andenne peuvent atteindre des valeurs de 30 %poids, voire 40 %poids de manière courante, que le fer peut monter jusqu'à 3.27 %poids et le calcium jusqu'à 1.47 %poids (*Camerman, 1939 ; Hubeaux, 1949*). Hubeaux précise toutefois que la teneur en fer dépasse rarement 2 %poids et que les teneurs en magnésium (MgO) et en chaux (CaO) restent faibles.

III.2.7.3 CONCLUSIONS

Les argiles d'Andenne, prélevées à Andenne et à Mozet (lieu-dit du Bloskain) présentent une excellente plasticité mais sont difficiles à travailler. Elles feraient d'excellentes argiles à potier cependant car un simple ajout de dégraissant (sable ou argile) en améliorerait rapidement leur qualité de malléabilité. Leur faible taux en fer et en alcalis en fait des argiles facilement maîtrisables à la cuisson.

Les argiles des « Terres Rouges » prélevées à Mozet ne présentent pas de qualité plastique suffisante que pour être utilisées comme argile à potier telles quelles.

III.2.8 Argiles de la Fm de l'Entre-Sambre-et-Meuse

Lieu d'échantillonnage
Oret « Sablière de Mettet S.A. »
Echantillons (N=1)
Or-01.a
Echantillons décantés
/
Echantillons testés plastiquement
Or-01.a
Lames minces
/
Diffraction de rayons x
oui (<i>Faggiana, 2009</i>)
Fluorescence de rayons x
/

L'argile dont il est question ici provient de la carrière Péciaux d'Oret (*Figure III.112*), exploitée par la « Sablière de Mettet S.A. ». Cette argile est obtenue par centrifugation dans un hydrocyclone des sables argileux appartenant à la Fm de l'Entre-Sambre-et-Meuse.

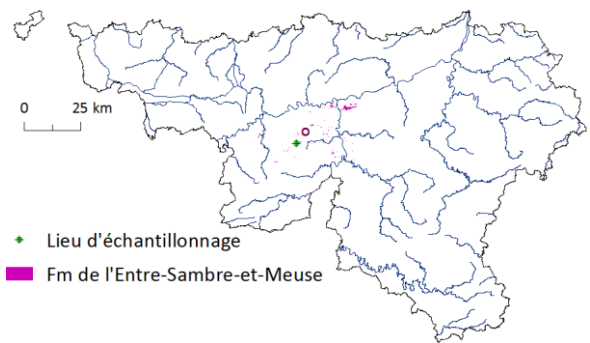


Figure III.112 : localisation de la sablière d'Oret où a été prélevé l'échantillon de la Fm de l'Entre-Sambre-et-Meuse (O. Sablière d'Oret).

Ces argiles ont été étudiées dans le cadre d'un travail de fin de bac de l'Université de Namur (*Faggiana, 2009*) visant leur valorisation. Les résultats de cette étude ont été repris dans une expertise géophysique et minéralogique faite

sur la carrière Péciaux (Barbier et Yans, 2009) à la demande de la S.A Sablière de Mettet.

Bien qu'il s'agisse d'une argile obtenue par des procédés de centrifugation modernes, une décantation par simple bassins de décantation successifs permettrait d'aboutir au même résultat et ce type de décantation était à la portée des potiers gallo-romains.

III.2.8.1 ETUDE TECHNOLOGIQUE : PLASTICITÉ, RETRAIT ET CUISSON

Cette argile blanche est fine, de bonne plasticité mais moins que celle dite d'Andenne (voir 0, p. 105). Au séchage en cru elle présente un fort retrait car les colombins se cassent et s'ouvrent (Figure III.113).



Figure III.113 : Argile crue de la Fm de l'Entre-Sambre-et-Meuse (haut droite), et colombins de l'échantillon Or-01.a cru après séchage.

Après cuisson en atmosphère oxydante (Figure III.114) les colombins présentent une teinte blanc rosée à 700 et 800°C et blanc beige à 900°C.



Figure III.114 : Argile crue de la Fm de l'Entre-Sambre-et-Meuse (haut droite), et colombins de l'échantillon Or--01.a, cuits en atmosphère oxydante à 700°C (gauche), 800°C (centre) et 900°C (droite). Echelle : 2 cm.

III.2.8.2 ANALYSE MINÉRALOGIQUE

Les résultats minéralogiques proviennent des travaux de Faggiana (2009) et de Barbier et Yans (2009).

L'étude par diffraction de rayons x, sur la fraction argileuse, fait ressortir la présence de kaolinite principalement. Une proportion d'illite, augmentant avec la profondeur à laquelle le sable argileux est prélevé et pouvant aller jusqu'à 50%, peut être présente.

III.2.8.3 CONCLUSIONS

Cette argile présente une plasticité suffisante pour tourner des céramiques mais elle présente des phénomènes importants de retrait, lors du séchage en cru, qu'il faut savoir gérer (quantité d'eau, ajout de dégraissant).

III.2.9 Argiles wealdiennes

Lieu d'échantillonnage
Hautrage
Echantillons (N=8)
Hau-06.a à -08.a
Echantillons décantés
/
Echantillons testés plastiquement
Hau-0.a à -08.a
Lames minces
Hau -06.a à -08.a
Diffraction de rayons x
Sur roche totale : Hau--06.a, -07.a, -08.a
Sur fraction argileuse : Hau--06.a à -08.a
Fluorescence de rayons x
/

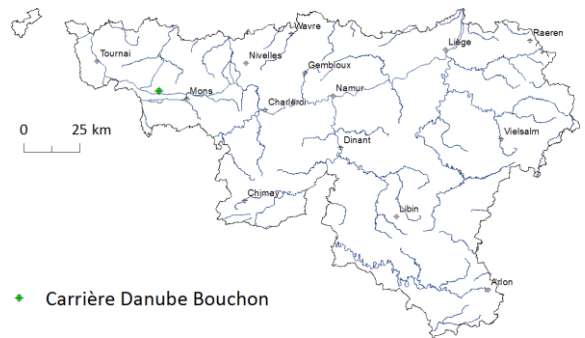


Figure III.115 : Localisation des échantillons d'argile wealdienne provenant de la carrière "Danube Bouchon" à Hautrage.

Les échantillons Hau-06.a à Hau-08.a ont été prélevé dans la carrière « Danube-Bouchon » (Figure III.115). Au moment de l'échantillonnage

le front de la carrière exposait un niveau d'argile noire sous un niveau d'argile blanche.

Ces argiles sont riches en pyrite, en débris de bois de toute taille et de bois pyritisés et présentent un pendage variable mais de l'ordre de $\pm 20^\circ/\text{SSE}$.

III.2.9.1 ETUDE TECHNOLOGIQUE : PLASTICITÉ, RETRAIT ET CUISSON

Les argiles non compactées présentent une plasticité moyenne (Hau-07.a) à bonne (Hau-06.a, Hau-08.a). Leur pâte est fine, parfois dure à travailler et de couleur gris clair. Les colombins sont faciles à réaliser avec les échantillons de bonne plasticité. Des fissures apparaissent sur tous les échantillons lors de la flexion. Une fois sec la pâte a la particularité de rester tendre car on grave facilement dedans. La cuisson se traduit par un léger retrait s'exprimant généralement par des fissures très étroites.

Après cuisson en atmosphère oxydante, les colombins sont tous d'un blanc « immaculé » quelle que soit la température de cuisson (Figure III.116). Cette matière est d'ailleurs utilisée aujourd'hui pour la fabrication de ciment blanc. Leur résistance mécanique est cependant faible, ils cassent très facilement et laisse une légère trace blanche.



Figure III.116 : Argile crue d'Hautrage (haut droite), et colombins de l'échantillon Hau-07.a cuits en atmosphère oxydante à 700°C (gauche), 800°C (centre) et 900°C (droite). Echelle : 2 cm.

III.2.9.2 ANALYSE PÉTROGRAPHIQUE, MINÉRALOGIQUE ET CHIMIQUE

Hau-06.a, -07.a et -08.a présentent une matrice pauvre en fer (Figure III.117), légèrement biréfringente et non poreuse. Le pourcentage en dégraissant est important (25-30 %) et constitué majoritairement de grains de quartz. Dans Hau-06.a et -08.a les grains de quartz, présents à raison d'au moins 25 %, ont entre 5 et 80 μm pour la plupart et quelques grains ont entre 80 et 180 μm . Hau-07.a possède un dégraissant beaucoup plus grossier. Les grains de quartz, présents à raison d'au moins 30 %, ont entre 5 et 160 μm . Accessoirement (<1 %) on retrouve des micas blancs, du rutile et de la tourmaline.

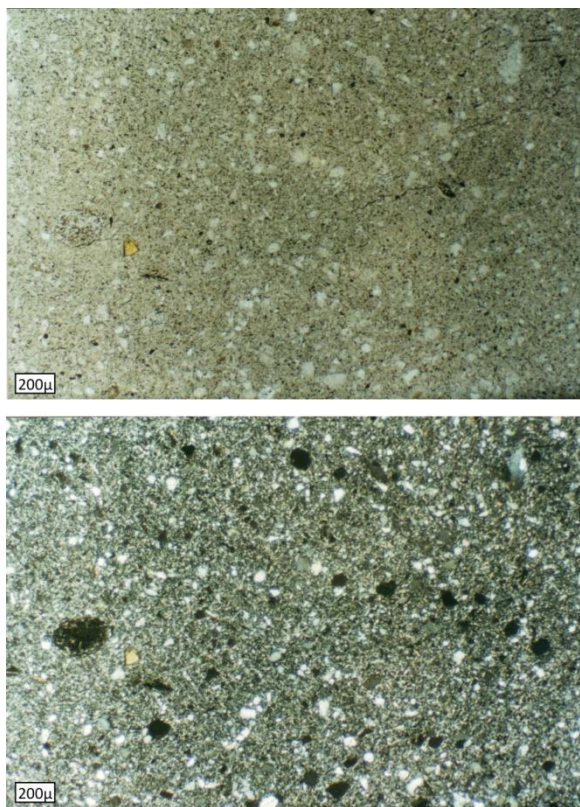


Figure III.117 : Photo en lame mince de l'échantillon Hau-06.a en lumière naturelle (haut) et lumière polarisée (bas).

L'analyse des échantillons Hau-06.a à -08.a par diffraction de rayons x sur roche totale montre la présence de quartz, kaolinite et d'illite majoritairement et minoritairement de feldspaths (albite, microcline).

L'analyse par diffraction de rayons x sur la fraction argileuse de Hau-06.a à -08.a donne un mélange de kaolinite, d'illite et de smectites (Figure III.118). La kaolinite est largement prépondérante. Hau-07.a se distingue par une part plus importante de smectites (montmorillonite + interstratifiés I/S).

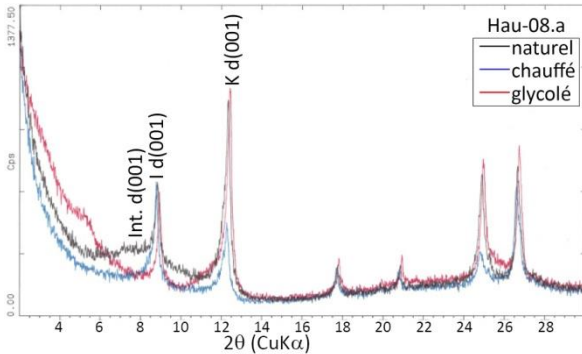


Figure III.118 : diagramme de DRX sur fraction argileuse de l'échantillon Hau-08.a.

Rappelons que Yans (2003) a analysé en détail la minéralogie des argiles à faciès wealdiens (cf. III.1.2.2.1.2 Fm des Argiles d'Hautrage, de Baudour et de Sainte-Barbe (Groupe du Hainaut), p. 78). Les espèces argileuses dominantes sont la kaolinite, les interstratifiés illite/smectite et chlorite/smectite. L'illite est également bien présente mais toujours en quantité inférieure à la kaolinite. Viennent ensuite les interstratifiés kaolinite/smectite. La chlorite est accessoire est n'est pas présente systématiquement.

Du fait de leur faible plasticité et résistance mécanique, les argiles wealdiennes n'ont pas été analysées par fluorescence de rayons x.

III.2.9.3 CONCLUSIONS

Les argiles wealdiennes sont de plasticité moyenne et leur teneur en dégraissant est tel qu'il fragilise le produit cuit. A moins d'une décantation poussée ou d'un mélange avec une autre argile, cette argile ne semble pas être optimale pour la fabrication de céramiques.

III.2.10 Formation d'Aachen

Lieu d'échantillonnage ⁴⁶
Welkenraedt (123W0287d, 123W0704), Pannesheid (123W0281b), Henri-Chapelle (123W0105), Hauset (123W0173), Hombourg (123W0630) (Figure III.119)
Echantillons (N=13)
123W0704, 123W0281b, 123W0287d, 123W0105, 123W0173, 123W0630 (1 à 8)
Echantillons décantés
/
Echantillons testés plastiquement
Tous
Lames minces
/
Diffraction de rayons x
/
Fluorescence de rayons x
/



Figure III.119 : Localisation des échantillons de la Fm d'Aachen provenant de la lithothèque du SGB.

III.2.10.1 ETUDE TECHNOLOGIQUE : PLASTICITÉ, RETRAIT ET CUISSON

L'échantillon **123W0704**, prélevé à Welkenraedt à 3,5 m de profondeur, est une argile pailletée, de couleur gris clair (argile sèche), finement sableuse.

Cette argile n'a pas une bonne plasticité. Elle est collante et trop molle du fait de l'importance de la fraction sableuse. Les colombins se font mais ils s'aplatissent sur eux-mêmes du fait du manque de tenue de cette argile. Aucun retrait en cru dommageable n'est à constater.

⁴⁶ Ces argiles ont été fournies par la lithothèque du Service Géologique de Belgique

Après cuisson en atmosphère oxydante (*Figure III.120*), les colombrins présentent une couleur beige clair à 700, 800 et 900°C. Aucun retrait domageable n'est à constater.

L'échantillon **123W0281b**, prélevée à 3,3 m à Pannesheid (NE de Montzen, X : 262 431 ; Y : 156 849), est une argile fine, beige-gris clair (argile sèche), contenant de petites inclusions sphériques noires de nature indéterminée.



Figure III.120 : Argile crue de la Fm de Aachen (haut droite), et colombrins de l'échantillon 123W0704 cuits en atmosphère oxydante à 700°C (gauche), 800°C (centre) et 900°C (droite). Echelle : 2 cm.

112

C'est une argile qui présente une bonne plasticité mais qui perd facilement son eau. Les colombrins peuvent être faits mais de légères fissures apparaissent à la flexion. Le séchage en cru provoque l'apparition d'une ouverture à la suture d'environ 2 mm sur un des deux colombrins⁴⁷.

Après cuisson en atmosphère oxydante (*Figure III.121*) les colombrins présentent une teinte beige blanche à 700, 800 et 900°C. A 1 000°C la couleur évolue vers un jaune pâle (*Figure III.121*) et les sphérules noires forment des zones carbonisées.



Figure III.121 : Argile crue de la Fm d'Aachen (haut droite), et colombrins de l'échantillon 123W0281b cuits en atmosphère oxydante à 800°C (gauche) 1 000°C (droite). Echelle : 2 cm.

L'échantillon **123W0287d**, prélevé dans un sondage entre 14 m et 41 m au NW de Welkenraedt (X : 262 597 ; Y : 151 237), est une argile noire (argile sèche), contenant de petites inclusions noires (schistes?). Il s'agit d'une argile à la plasticité moyenne, perdant facilement son eau. Sa tenue est faible. Des fissures apparaissent lors de la flexion et peuvent aboutir à la cassure du colombrin.

Le séchage en cru fait apparaître une couleur plus noire sur la surface exposée à l'atmosphère (*Figure III.122*). Le retrait en cru est important ; des fissures apparaissent ou la suture s'ouvre.



Figure III.122 : Argile crue de la Fm de Aachen (haut droite), et colombrins de l'échantillon 123W0287d cru après séchage.

Après cuisson en atmosphère oxydante, les colombrins présentent une teinte beige orange (*Figure III.123*) de 700 à 900°C. A 700°C, la couleur plus foncée apparue après séchage ne part pas à la cuisson et prend une teinte plus foncée, dans les bruns (*Figure III.123*).

⁴⁷ Le peu de matière de l'échantillon n'a pas permis de faire plus de 2 colombrins



Figure III.123 : Argile crue de la Fm de Aachen (haut droite), et colombins de l'échantillon 123W0287d cuits en atmosphère oxydante à 700 (gauche), 800 (centre) et 900°C (droite). Echelle : 2 cm.

L'échantillon **123W0105**, prélevée dans une simple tranchée au nord de Henri-Chapelle (X : 261 067 ; Y : 154 450), est une argile sableuse fine gris foncé (argile sèche). Sa plasticité est très mauvaise et ne permet pas de faire les colombins.

L'échantillon **123W0173** prélevée entre 16,2 et 17 m de profondeur à l'est de Henri-Chapelle (X : 261 775 ; Y : 152 902), est une argile noire fine, contenant une proportion de sable fin. Sa plasticité est moyenne à bonne. Les colombins se font sans problème. Après séchage en cru, seule une petite fissure est apparue sur un colombin.

Après cuisson en atmosphère oxydante (Figure III.124), les colombins présentent une teinte beige à 700 et 800°C et beige orange à 900°C.



Figure III.124 : Argile crue de la Fm de Aachen (haut droite), et colombins de l'échantillon 123W0173 cuits en atmosphère oxydante à 700 (gauche), 800 (centre) et 900°C (droite). Echelle : 2 cm.

L'échantillon **123W0630** est un sondage de 15 m, réalisé à l'ouest de Hombourg

(X : 258 895 ; Y : 157 902) dans lequel les argiles de la Fm de Aachen sont présentes de 6,5 m à 9,8 m et de 10,8 m à 13,8 m. Dans cet ensemble 8 échantillons ont été traités ; tous les 50 cm de 6,5 à 9,8 m (n°1 à 7) et le dernier entre 11 et 11,5 m (N°8).

Pour tous ces échantillons l'argile sèche est de couleur gris clair (6,5-7 m) ou gris foncé (7 à 9,8 m et de 11 à 11,5 m).



Figure III.125 : Argile crue de la Fm d'Aachen (haut droite), et colombins de l'échantillon 123W0630 (n°1) cru après séchage.

L'échantillon **n°1** (6,5-7 m) est une argile gris clair fine avec peu de tenue. Elle incorpore facilement l'eau et la perd de la même manière. La plasticité est juste assez bonne pour réussir les colombins mais des fissures apparaissent lors de la flexion. Le retrait en cru est très important et les 3 colombins se sont cassés et ouverts (Figure III.125).



Figure III.126 : Argile crue de la Fm de Aachen (haut droite), et colombins de l'échantillon 123W0630 (n°1) cuits en atmosphère oxydante à 700 (gauche), 800 (centre) et 900°C (droite). Echelle : 2 cm.

Après cuisson en atmosphère oxydante (Figure III.126) les colombins présentent une teinte beige à 700 et 800°C et beige orange à 900°C. A la cuisson aucun retrait supplémentaire n'est constaté. Comme pour l'échantillon 123W0287d, un problème « d'efflorescence »

plus foncé est constaté, mais sur le colombin cuit à 800°C (*Figure III.125, Figure III.126*).

L'échantillon n°2 (7-7,5 m) est identique au n°1 mais l'argile est un peu plus dure à travailler et de meilleur plasticité. Il n'y a pas d'efflorescence et au séchage en cru aucun retrait important n'est constaté.

L'échantillon n°3 (7,5-8 m) est identique au n°2 mais l'argile est un peu plus dure à travailler et comporte de petits grumeaux. Il n'y a pas d'efflorescence et au séchage en cru aucun retrait important n'est constaté.



Figure III.127 : Argile crue de la Fm de Aachen (haut droite), et colombins de l'échantillon 123W0630 (n°3) cuits en atmosphère oxydante à 700 (gauche), 800 (centre) et 900°C (droite). Echelle : 2 cm.

Après cuisson en atmosphère oxydante les échantillons n°2 et 3 prennent des teintes identiques à l'échantillon n°1 sauf à 900°C où le beige est très légèrement plus foncé (*Figure III.127*).

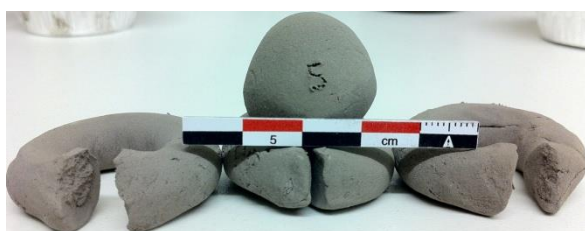


Figure III.128 : Argile crue de la Fm de Aachen (haut droite), et colombins de l'échantillon 123W0630 (n°5) cru après séchage.

Les échantillons n°4 (8-8,5 m) et n°5 (8,5-9 m) sont assez similaires. Il s'agit d'une argile fine, de bonne plasticité, ayant une certaine résistance au malaxage. Au séchage en cru le retrait est

handicapant car les colombins s'ouvrent à la suture ou se cassent (*Figure III.128*).

Après cuisson en atmosphère (*Figure III.129*) les colombins prennent une teinte beige gris à 700 et 800°C et beige à 900°C.



Figure III.129 : Argile crue de la Fm de Aachen (haut droite), et colombins de l'échantillon 123W0630 (n°4) cuits en atmosphère oxydante à 700 (gauche), 800 (centre) et 900°C (droite). Echelle : 2 cm.

L'échantillon n°6 (9-9,5 m) se distingue des deux précédents par une meilleure plasticité. Le retrait en cru est cependant également important (*Figure III.130*).



Figure III.130 : Argile crue de la Fm de Aachen (haut droite), et colombins de l'échantillon 123W0630 (n°6) cru après séchage.



Figure III.131 : Argile crue de la Fm d'Aachen (haut droite), et colombins de l'échantillon 123W0630 (n°6) cuits en atmosphère oxydante à 700 (gauche), 800 (centre) et 900°C (droite). Echelle : 2 cm.

Après cuisson en atmosphère oxydante (Figure III.131) les colombrins présentent une teinte beige gris à 700 et 800°C et beige blanc à 900°C.

L'échantillon n°7 (9,5-9,8 m) est une argile fine contenant des inclusions noires millimétriques ligniteuses, sans résistance (« molle ») et de plasticité moyenne. au séchage en cru est assez important (Figure III.132).



Figure III.132 : Argile crue de la Fm d'Aachen (haut droite), et colombrins de l'échantillon 123W0630 (n°7) cru après séchage.

Après cuisson atmosphère oxydante (Figure III.133) les colombrins prennent une teinte beige gris à toutes les températures.



Figure III.133 : Argile crue de la Fm d'Aachen (haut droite), et colombrins de l'échantillon 123W0630 (n°7) cuits en atmosphère oxydante à 700 (gauche), 800 (centre) et 900°C (droite). Echelle : 2 cm.

L'échantillon n°8 (11-11,5 m) est une argile fine contenant des grumeaux, ayant peu de résistance au malaxage et de plasticité moyenne. Au séchage en cru les colombrins se cassent et s'ouvrent légèrement (Figure III.134).

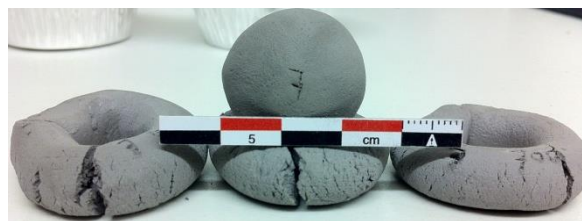


Figure III.134 : Argile crue de la Fm d'Aachen (haut droite), et colombrins de l'échantillon 123W0630 (n°8) cru après séchage.

Après cuisson atmosphère oxydante (Figure III.135) les colombrins prennent une teinte blanche à toutes les températures.



Figure III.135 : Argile crue de la Fm d'Aachen (haut droite), et colombrins de l'échantillon 123W0630 (n°8) cuits en atmosphère oxydante à 700 (gauche), 800 (centre) et 900°C (droite). Echelle : 2 cm.

III.2.10.2 CONCLUSION

Les argiles de la Fm de Aachen sont généralement des argiles fines dont la plasticité est variable, allant d'argiles peu plastiques à des argiles de bonne plasticité.

Cependant le retrait en cru est très souvent dommageable aux colombrins, excepté pour les échantillons 123W0281b, 123W0173, 123W0630 (n°2 et 3) en ne citant que ceux dont la plasticité est correcte en vue de la fabrication de céramiques tournées.

Le problème de retrait en cru pourrait probablement être arrangé par l'ajout de dégraissant mais il n'est pas certain que la plasticité serait alors encore suffisante pour réaliser une céramique tournée. Cela reste à tester.

La variabilité rencontrée dans les argiles de la Fm d'Aachen, de place en place, et sur un même

sondage, laisse supposer l'existence d'autres argiles, peut-être meilleures d'un point de vue de la plasticité, tout comme elle laisse planer un doute sur la caractérisation exhaustive de ces argiles.

III.2.11 Argile d'altération météorique du Paléozoïque

Lieu d'échantillonnage
Gembloux, Hautrage
Echantillons (N=2)
Gem-01.a à -02.a ; Hau-01.a à -05.a
Echantillons décantés
/
Echantillons testés plastiquement
Gem-01.a et -02.a ; Hau-01.a et -03.a
Lames minces
Hau-01.a
Diffraction de rayons x
Sur roche totale : Hau-01.a
Sur fraction argileuse : Hau-01.a
Fluorescence de rayons x
Gem-01.a et -02.a ; Hau-02.a et -05.a

Nous avons pu échantillonner des argiles d'altération du Paléozoïque à Gembloux et à Hautrage (Figure III.136).

A Gembloux l'altération concerne des schistes d'âge silurien. Ces argiles affleurent sous une couverture de limon de 1 à 6 m d'épaisseur et ont une puissance de 2 à 2.5 m.

A Hautrage l'altération concerne des schistes du Groupe du Houiller.



Figure III.136 : localisation du lieu d'échantillonnage des argiles d'altération de Gembloux.

III.2.11.1 ETUDE TECHNOLOGIQUE : PLASTICITÉ, RETRAIT ET CUISSON

III.2.11.1.1 Gembloux

Les argiles d'altération prélevées à Gembloux ne présentent pas de plasticité suffisante pour réaliser des colombins. La pâte contient des restes de plaquettes de schiste ou des morceaux de plaquettes sous forme de grumeaux durs.

III.2.11.1.2 Hautrage

Les argiles d'altération prélevées à Hautrage présente une bonne plasticité mais uniquement dans leur partie supérieure la plus altérée. Les autres échantillons, trop riches en plaquettes dures non altérées, présentent une plasticité nulle (Hau-03.a), les colombins sont plats car l'argile n'a pas de tenue.

La pâte d'Hau-01.a est fine et de couleur grise. Les colombins résistent à la flexion mais présentent une légère fissuration. Une fois sec la pâte a la particularité de rester tendre car on grave facilement dedans.

Après cuisson en atmosphère oxydante, les colombins d'Hau-01.a présentent une teinte brun pâle à 700 et 800C et orange claire à 900°C (Figure III.137). Les colombins d'Hau-03.a présentent une teinte orange clair à toutes les températures (Figure III.138).



Figure III.137 : Argile crue d'altération d'Hautrage (haut droite), et colombins de l'échantillon Hau--01.a, cuits en atmosphère oxydante à 700°C (gauche), 800°C (centre) et 900°C (droite). Echelle : 2 cm.



Figure III.138 : Colombins de l'échantillon Hau-03.a cuits en atmosphère oxydante à 700°C (gauche), 800°C (centre) et 900°C (droite). Echelle : 2 cm.

III.2.11.2 ANALYSE PÉTROGRAPHIQUE, MINÉRALOGIQUE ET CHIMIQUE

III.2.11.2.1 Gembloux

La fraction argileuse des argiles d'altération de Gembloux est composée d'illite et de kaolinite avec une faible proportion d'interstratifiés (com. pers. Desimpel).

Figure III.139 : Composition chimique, oxydes majeures uniquement, des argiles wealdiennes schistoïdes prélevées à Hautrage.

Ech.	Gem-01.a	Gem-02.a
SiO ₂	61,80	61,48
TiO ₂	0,96	0,96
Al ₂ O ₃	24,15	24,07
Fe ₂ O ₃	7,14	7,73
MnO	0,13	0,17
MgO	1,23	1,22
CaO	0,00	0,00
Na ₂ O	0,80	0,76
K ₂ O	3,80	3,60

Au niveau de la composition chimique (Figure III.139), ce sont des argiles riches en alumine (23-24 %poids), en fer (± 7 %poids) et en potassium (3-4 %poids) mais pauvres en magnésium (<2 %poids). Leur teneur en titane est <1 %poids. Le rapport Al₂O₃/CaO, inférieur à 1,8, donne des argiles de type non calcaires.

III.2.11.2.2 Hautrage

Hau-01.a présente une matrice riche en fer parsemée de zones encore plus riches en fer (Figure III.140), biréfringente et non poreuse. Le pourcentage en dégraissant est faible (3-5 %) et constitué majoritairement de grains de quartz. Ces derniers, présents à raison d'au moins 3-5 %,

ont entre 5 et 60 μ m. Accessoirement (<1 %) on retrouve des oxydes de fer.

L'analyse de l'échantillon Hau-01.a par diffraction de rayons x sur roche totale montre la présence de quartz, d'illite et de chlorite majoritairement et minoritairement de feldspaths (albite, microcline).

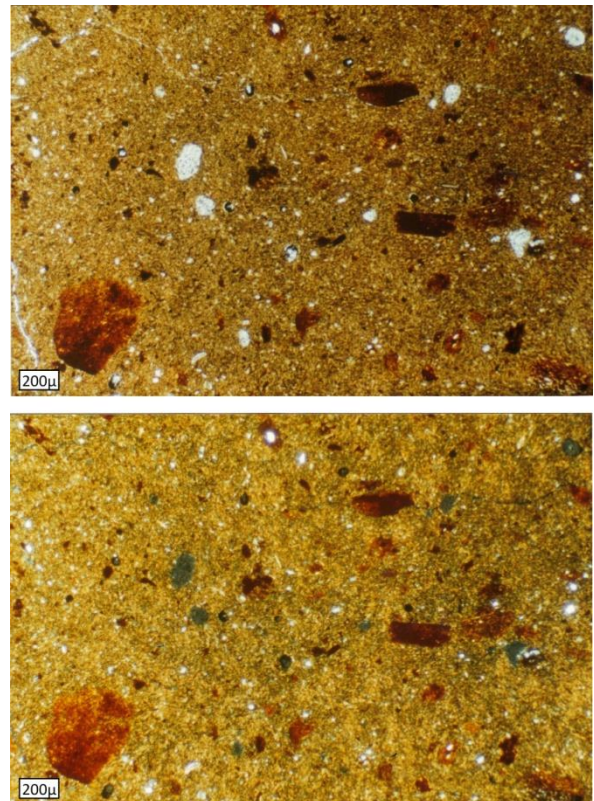


Figure III.140 : Photo en lame mince de l'échantillon Hau-01.a en lumière naturelle (haut) et lumière polarisée (bas).

L'analyse par diffraction de rayons x sur la fraction argileuse de Hau-01.a donne un mélange d'illite, de kaolinite, de smectites avec un peu d'interstratifiés illite/chlorite où l'illite est majoritaire (Figure III.141).

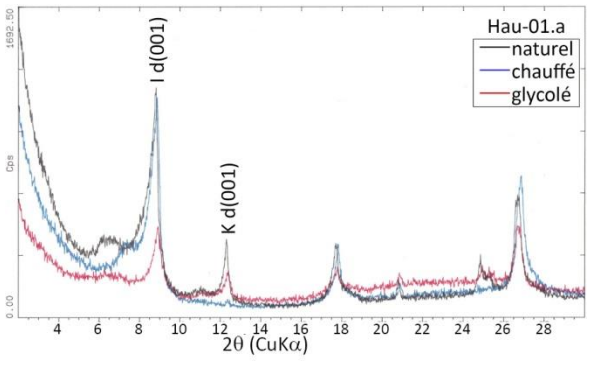


Figure III.141 : diagramme de DRX sur fraction argileuse de l'échantillon Hau-01.a.

Au niveau de la composition chimique (Figure III.142 Erreur ! Source du renvoi introuvable.), les argiles d'altération météorique d'Hautrage sont moyennement alumineuses (17 à 21 %poids). Leur contenu en fer est variable et est faible à important (3 à 8 %poids). Leur teneur en magnésium est faible (<2.5 %poids) et leur teneur en potassium variable et moyen ($\pm$ 2-3 %poids). Leur contenu en silice peut être important (>74 %poids). Le rapport Al_2O_3/CaO , inférieur à 1.8, donne des argiles de type non calcaires.

Figure III.142 : Composition chimique, oxydes majeures uniquement, des argiles d'altération météorique prélevées à Hautrage.

Ech.	Hau-02.a	Hau-05.a
SiO ₂	74,47	62,61
TiO ₂	0,83	0,85
Al ₂ O ₃	18,04	21,61
Fe ₂ O ₃	3,27	8,33
MnO	Sld ⁴⁸	0,14
MgO	1,08	2,32
CaO	Sld	0,21
Na ₂ O	0,19	0,28
K ₂ O	2,13	3,64

III.2.11.3 CONCLUSIONS

III.2.11.3.1 Gembloux

Ces argiles ne présentent pas de plasticité suffisante que pour être de bonnes argiles à

potier. De plus leur teneur en fer, agissant comme fondant, peut être un frein supplémentaire à leur utilisation ainsi que leur contenu en débris de schiste.

III.2.11.3.2 Hautrage

Les argiles d'altération météorique d'Hautrage présentent une bonne plasticité mais uniquement dans les zones les plus altérées. La présence de fer sous forme de pyrite peut être un frein à son utilisation comme argile à potier car cela provoquerait immanquablement l'écaillage ou l'éclatement des produits lors de son oxydation.

III.2.12 Limons divers

Lieu d'échantillonnage
Gembloux, Soignies
Echantillons (N=8)
Gem-03.a, Soi-01.a à -07.a
Echantillons décantés
/
Echantillons testés plastiquement
Gem-03.a ; Soi-01.a, Soi-02.a, Soi-4.a à -07.a
Lames minces
Gem-03.a ; Soi-01.a et -06.a
Diffraction de rayons x
Sur roche totale : /
Sur fraction argileuse : /
Fluorescence de rayons x
/

Les limons échantillonnés à Gembloux (Figure III.143) sont ceux recouvrant les argiles d'altération des schistes d'âge silurien.



Figure III.143 : localisation du lieu d'échantillonnage des limons de Gembloux.

⁴⁸ Sous la limite de détection

Les limons argileux échantillonnés à Soignies (*Figure III.143*) sont appelés « argiles de Soignies » par la société Hanson-Desimpel qui les exploite. Ces derniers affleurent sous une couche de limons de 3 à 7 m. L'ensemble de la couverture (limons + limons argileux) fait environs 20 m. Les limons argileux sont constitués d'une alternance de lits centimétriques à décimétriques d'argile blanche, jaune, noire, verte, plus ou moins sableuse.

III.2.12.1 ETUDE TECHNOLOGIQUE : PLASTICITÉ, RETRAIT ET CUISSON

Le limon de Gembloux (Gem-03.a) présente une plasticité faible. La pâte est fine et de couleur brun jaune. Les colombins se fissurent lors de la flexion. Le séchage en cru amène également son lot de fissures sur un des colombins.

Après cuisson en atmosphère oxydante, les colombins de Gem-03.a présentent une couleur brun foncé à 700°C, orange brun à 800°C. A 900°C la couleur évolue vers l'orange foncé (*Figure III.144*).



Figure III.144 : Colombins de l'échantillon Gem-03.a cuits en atmosphère oxydante à 700°C (gauche), 800°C (centre) et 900°C (droite). Echelle : 2 cm.



Figure III.145 : Colombins de l'échantillon Soi-05.a cuits en atmosphère oxydante à 700°C (gauche), 800°C (centre) et 900°C (droite). Echelle : 2 cm.



Figure III.146 : Colombins de l'échantillon Soi-07.a cuits en atmosphère oxydante à 700°C (gauche), 800°C (centre) et 900°C (droite). Echelle : 2 cm.

Les limons argileux de Soignies présentent une plasticité moyenne. La pâte est fine mais la teneur en argiles sensu stricto fait qu'elles ont peu de tenue (pas de résistance à la déformation). Les colombins tendent à se fissurer lors de la flexion. Le séchage provoque des fissures de retrait. Après cuisson en atmosphère oxydante (*Figure III.145*) les colombins présentent une couleur brun orange à 700°C et 800°C. A 900°C la couleur évolue vers l'orange clair, moyen à foncé (*Figure III.146*). Un échantillon (Soi-07.a) présente des problèmes de points de chaux.

III.2.12.2 ANALYSE PÉTROGRAPHIQUE, MINÉRALOGIQUE ET CHIMIQUE

Gem-03a présente une matrice riche en fer (*Figure III.147*), isotrope et non poreuse. Le dégraissant ($\pm 30\%$) est constitué majoritairement de grains de quartz et d'oxydes de fer, et minoritairement de glauconie, de micas blancs et de silice amorphe (« silex »). Les grains de quartz, présents à raison d'au moins 30 %, ont entre 5 et 80 μm , quelques grains ont entre 80 et 160 μm . Les oxydes de fer peuvent atteindre 260 μm . Les grains de glauconie ont entre 5 et 30 μm , les grains de silice amorphe (« silex ») entre 5 et 80 μm et les micas ont au maximum 60 μm de long. Accessoirement (<1 %) on retrouve du zircon (30 μm).

Soi-01.a et -06.a présentent une matrice riche en fer (Soi-06.a moins que Soi-01.a), isotrope et non poreuse (*Figure III.148*). Le dégraissant ($\pm 30\%$) est constitué majoritairement de grains de quartz et d'oxydes de fer, et minoritairement de glauconie, de micas blancs et de silice

amorphe (« silex »). Les grains de quartz, présents à raison d'au moins 30 %, ont entre 5 et 80 μm , quelques grains ont entre 80 et 340 μm . Les oxydes de fer peuvent atteindre 260 μm . Les grains de glauconie ont entre 5 et 30 μm , les grains de silice amorphe (« silex ») entre 5 et 80 μm et les micas sont bien visibles car ils ont une taille entre 5-160 μm . Accessoirement on retrouve du zircon (40 μm).

Aucune analyse par diffraction de rayons x ni par fluorescence de rayons x n'a été réalisée.

III.2.12.3 CONCLUSIONS

Ces limons ne présentent pas de caractéristiques plastiques suffisantes pour être de bonnes argiles à tourner.

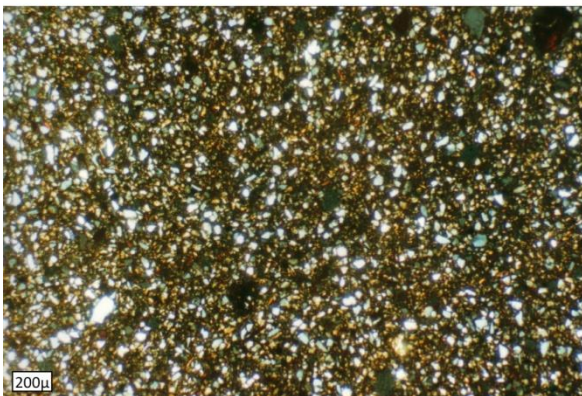
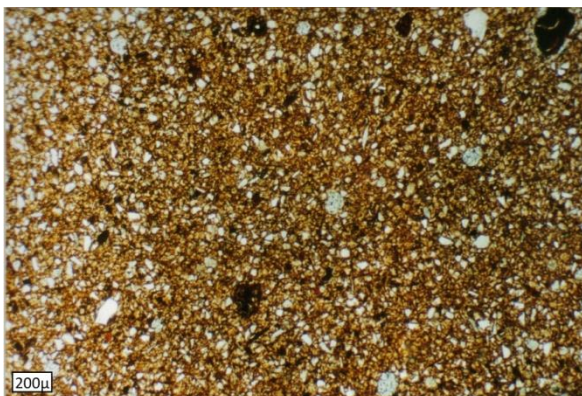


Figure III.147 : Photo en lame mince de l'échantillon Gem-03.a en lumière naturelle (haut) et lumière polarisée (bas).

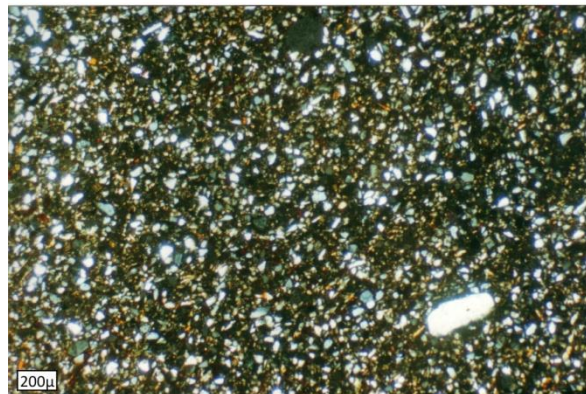


Figure III.148 : Photo en lame mince de l'échantillon Soi-06.a en lumière naturelle (haut) et lumière polarisée (bas).

En synthèse, sur base de leur âge géologique et de leurs affleurements, la [Figure III.149](#) représente la répartition géographique de l'ensemble des argiles belges traitées dans ce chapitre le [Tableau III.1](#) les principales caractéristiques de chacune d'elles.

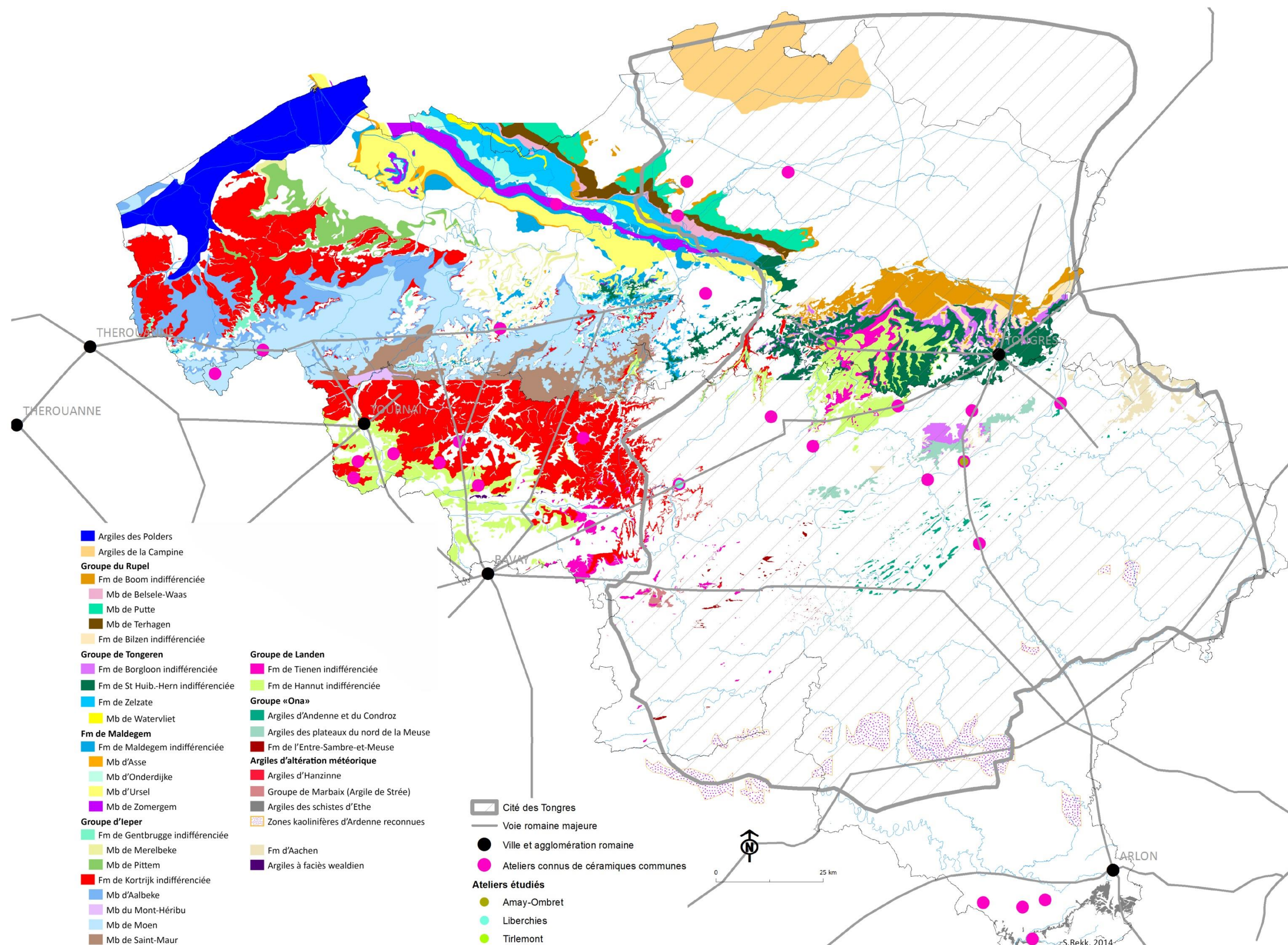


Figure III.149 : Répartition et agencement des différents dépôts argileux de Belgique en fonction de leur âge et de leur zone de localisation.

Tableau III.1 : tableau récapitulatif des caractéristiques des argiles de Belgique.

Unité géologique	Lithologie	Forme du dépôt	Couleur argile cuite	Epaisseur	Minéralogie I : illite K : kaolinite Sm : smectite	Chimie MO : matières organiques	Utilisation actuelle
Argiles des Polders	Argile riche en coquilles Argile de « marécage » + débris de plante (+ carbonates parfois)	Étendu	Jaune au rouge (fct du contenu en carbonates)	~3 m	Sm : 70-75 % I : 20-25 % K : 5 %	Sulfures : très peu Sulfates : très peu Carbonates : 0-18 % MO : très peu	
Argiles de la Campine	Argiles sableuses à argiles fines Contenu carboné variable (+ carbonates parfois)	Lenticulaire		≤ 40 m	Sm : 65 % I : 25 % K : 10 %		
Argiles de Westalle (Argile de la Campine : Fm de Herseele)	Argile compacte fluvio-lacustre	Fluvio-lacustre	Brun (800°C) à orange foncé (900°C)	0.5-4 m	Sm : 65 % I : 29 % K : 6 %	SiO ₂ : 63-66% Al ₂ O ₃ : 20-25% Fe ₂ O ₃ : 5-7% MgO < 2% CaO < 1% K ₂ O ± 3 % TiO ₂ < 1%	Poterie Tuiles Briques
Alluvions Meuse	Argiles + sables + débris de plantes	Lits abandonnés		≤ 3 m	Sm : 75 %		Briques
Fm de Boom Mb de Putte Mb de Terhagen Mb de Belsele-Waas "Argiles de Boom"	Argiles noires grasses riche en matière organiques (Mb de Putte) Argiles grises grasses pauvre en matières organiques (Mb de Terhagen et Belsele-Waas) + sable très fin micacé + marcassite + pyrite + gypse (limite de rubéfaction) + accumulations de foraminifères à certains niveaux Granulométrie : grains ≤ 100 µ	Étendu (partie supérieure du Mb de Putte plus plastique si altérée, surtout dans le Waasland) Disposition en cuesta (exploité surtout sur la rive nord du Rupel)	Rouge pâle avec un cœur noir	35 m à plus de 60 m	I : ~50 % K : 20 % I/Sm : 30 %	SiO ₂ : 54-73% Al ₂ O ₃ : 8-18% Fe ₂ O ₃ : 2-4% FeO : 0,9-1,8% MgO : 0,9-1,3% CaO : 0,7-3,5% K ₂ O : 2,6-3,3% TiO ₂ : 0,6-1% Riche en MO	Briques Tuiles Corps creux Argex
Fm de Bilzen Mb de Kleine Spouwen "Argiles de Kleine Spouwen"	Argile souvent sableuse et très calcaireuse + coquilles de <i>Nucula compta</i> + foraminifères	Étendu	Orange moyen (900°C)	≤ 6 m	Sm > I > K	[à Munsterbilzen] SiO ₂ : 71-77% Al ₂ O ₃ : 15-18% Fe ₂ O ₃ : 2-3.5% MgO < 2% CaO < 2% K ₂ O ± 2.5 % TiO ₂ < 1%	
Fm de Zelzate Mb de Wartervliet	Argiles et argiles sableuses	Étendu					
Fm de Borgloon Mb de Hénis "Argiles de Hénis"	Argiles grasses vertes, bleu Sableuse dans sa partie supérieure + gypse + rares nvx sableux fossilifères	Étendu	Orange foncé à rouge	≤ 8 m	[à Kumtich] Sm > I > K I > Sm > K	[à Kumtich] SiO ₂ : 57-59% Al ₂ O ₃ : 17-18% Fe ₂ O ₃ : 7-9% MgO < 3%	Tuiles Corps creux Poteries

Unité géologique	Lithologie	Forme du dépôt	Couleur argile cuite	Epaisseur	Minéralogie I : illite K : kaolinite Sm : smectite	Chimie MO : matières organiques	Utilisation actuelle
						CaO <2% K ₂ O ± 3-5% TiO ₂ <1%	
Fm de Borgloon <i>Mb Alden Biesen</i>	Argiles diverses noires à brunes, marnes grises et blanche + beaucoup de coquilles dans certains niveaux + pyrite		Beige à rouge		Sm > I > (K)	[à Tongres] SiO ₂ : 37-65% Al ₂ O ₃ : 11-18% Fe ₂ O ₃ : 4-15% MgO < 3.5% CaO : 1-40% K ₂ O : 2-3% TiO ₂ <1%	
Fm de Maldegem <i>Mb d'Asse</i> <i>Mb d'Onderdijke</i> <i>Mb d'Ursel</i> <i>Mb de Zomergem</i>	Argile compacte et plastique, noires, jaunes, brunes Mb d'Asse tres riche en glauconie à la base + nombreux cristaux de gypse	Étendu	Rouge	59 m	Hautes teneurs en Sm		Tuiles Poteries Terre à foulon
Fm de Gentbrugge <i>Mb de Pittem</i>	Argiles compactes et plastiques	Étendu		6-7 m	Hautes teneurs en Sm		Terres à foulon Tuiles
Fm de Kortrijk <i>Mb d'Aalbeke</i> <i>Mb de Moen (Roubaix)</i> <i>Mb de Saint-Maur (Orchies)</i> <i>Mb du Mont-Hérribu</i> <i>Mb de Kortemark</i>	Mb de Moen : argiles sableuses et silteuse + Glauconie Mb de Saint-Maur : argile compacte Mb du Mont-Hérribu : argiles silteuses	Étendu	Rouge vif ou assez foncé	Mont-Hérribu : 10-15 m			Briques Tuiles
	Argile silteuse	Étendu	Orange moyen à foncé (900 °C) (Efflorescences blanches)		Sm >> I > (K)	[à Kortemark] SiO ₂ : 70% Al ₂ O ₃ : 16% Fe ₂ O ₃ : 5.6% MgO < 3% CaO <1% K ₂ O : 3 % TiO ₂ <1%	
<i>Mb d'Aalbeke</i>	argiles légèrement silteuses	Étendu	Brun orange (900 °C)			[à Kortemark] SiO ₂ : 65-67% Al ₂ O ₃ : 18-19% Fe ₂ O ₃ ± 6.5% MgO < 3% CaO <1% K ₂ O ± 3.5 % TiO ₂ <1%	
Fm de Hannut <i>Mb de Waterschei</i> <i>Mb de Lincet</i>	Mb de Waterschei : argiles gris-vert calcaireuse et argile silteuse Mb de Lincet : argiles marneuses grise	Étendu		≤ 40 m (Waterschei) ≤ 20 m (Lincet)		Pauvre en fer, chaux et magnésie Riche en K ₂ O	Brique Poteries Céramiques Ciment
Fm d'Erquennes	Argiles et sables argileux	Paléokarst et lambeaux		≤ 8 m			Grès Briques

Unité géologique	Lithologie	Forme du dépôt	Couleur argile cuite	Epaisseur	Minéralogie I : illite K : kaolinite Sm : smectite	Chimie MO : matières organiques	Utilisation actuelle
« Argiles de Soignies »	Argiles nivéo-éoliennes			8 m			Tuiles Briques
Groupe de Marbaix « Argiles de Strée » Deffes	Argiles compacte verte à verte foncé très riche en glauconie et légèrement calcarifère Certains niveaux de deffes sont pauvres en glauconie	Argiles d'altération météorique	Rouge foncé			Riche en Fe	Briques Poteries
« Argiles d'Hanzinne »		Argiles d'altération météorique	Rouge			Riche en Fe	Briques Tuiles
« Argiles de Wanlin »		Argiles d'altération météorique	Rouge		I : 80% K : 20%	Riche en Fe	Briques
« Argiles de Vielsalm »	Argiles manganésifères	Argiles d'altération météorique				Riche en Fe et Mg	
« Argiles d'Ethe »	Argiles noires, bleuâtres, parfois jaunâtres	Zone altérée des schistes Pliensbachien	Rouge	≤ 25 m		Riche en Fe	
Fm d'Aachen "Argiles d'Hergenrath ou d'Aix-la-Chapelle »	Argiles grises, silteuses et sableuses Sables silteux, argileux	Etendu	Blanc crème à beige	1-130 m	Type kaolinitique à la base Type smectitique au sommet	[à Lichtenbush] SiO ₂ : 64% Al ₂ O ₃ : 25% Fe ₂ O ₃ : 2% MgO < 1.5% CaO < 1% K ₂ O < 1.5% "à Hergenrath" SiO ₂ : 73% Al ₂ O ₃ : 25% Fe ₂ O ₃ < 1% MgO < 0.5% CaO < 1.5% K ₂ O < 1%	Briques Tuiles Poteries « Grès flamands du XVI ^e S. » Produits réfractaires Grès cérame
« Argiles d'Andenne et du Condroz »	Argile maigres à plastique, grises, blanches, panachées, rouges, noires	Paléokarst	Blanc, gris, crème, rouge « lie-de-vin » (900 °C)		K >> Sm > I	[à Andenne] SiO ₂ : 57-71% Al ₂ O ₃ : 24-34% Fe ₂ O ₃ : 1-5% MgO < 0.5% CaO < 0.5% K ₂ O < 1.5% TiO ₂ > 1%	Pipe Ciment
« Argiles des plateaux du nord de la Meuse »	Argiles maigres à plastiques, grises, blanchâtres ou jaunâtres	Paléokarst et lambeaux		Jusqu'à plusieurs mètres		Généralement plus riche en fer que les argiles d'Andenne	
« Argiles de l'Entre- Sambre-et-Meuse »	Sables argileux et argiles jaunâtres, grises, noires parfois ligniteuses, avec veines rougeâtres et blanchâtres.	Paléokarst	Blanc crème		[à Oret] K > I > Sm K = I > Sm	[à Florenne] SiO ₂ : 69% Al ₂ O ₃ : 28% Fe ₂ O ₃ : 2% MgO < 0.5% CaO < 0.5% K ₂ O < 1%	Grès Faiences Briques

Unité géologique	Lithologie	Forme du dépôt	Couleur argile cuite	Epaisseur	Minéralogie I : illite K : kaolinite Sm : smectite	Chimie MO : matières organiques	Utilisation actuelle
						[à Morialmé] SiO ₂ : 54% Al ₂ O ₃ : 28% Fe ₂ O ₃ : 7% MgO < 0.5% CaO < 1% K ₂ O < 1%	
« Argile Wealdienne »	Argiles sableuses et silteuses blanches, rouges (<i>bolus</i>), noires et bariolées + sidérose FeCO ₃ (trois niveaux) + ocre (un niveau)	Étendus, puits karstiques, paléokarsts	Blanc (pour les niveaux pauvres en fer) Rouge pour le <i>bolus</i>	Jusqu'à 200 m	[à Hautrage] K : 13-62 % I : 0-44 % Chlo. : 0-17 % Sm et Interstratifiés	Très variable	Grès Briques réfractaires Briques simples Tuiles Ciment blanc et gris Enduit argileux
Kaolins d'Ardenne (Saprolite)	Argiles peu plastiques	Locales (Argiles d'altération météorique)			Type kaolinitique	Al ₂ O ₃ : 14-27 % Fe ₂ O ₃ : 0.47-8.8 % MnO : 0 % MgO : 0.1-0.29 % Na ₂ O : 0.18-0.76 % K ₂ O : 1.42-6.01 % TiO ₂ : 0.59-1.47 %	Faïences Grès cérames Ciment blanc

III.3 Discrimination des argiles belges à potentiel céramique

Des argiles échantillonnées, toutes ne sont pas idéales pour la fabrication au tour de céramiques. Certaines pourraient être utilisées en cru, d'autres pourraient l'être moyennant des manipulations telles qu'une décantation ou un mélange avec une autre argile de manière à augmenter la plasticité ou diminuer les effets de certains éléments de la matrice, comme le fer, le potassium ou le calcium agissant comme fondants. D'autres encore pourraient être de bonnes argiles mais la présence de fer sous forme de concrétions (p. ex. pyrite) ou de carbonates sous forme de coquillages sont des freins certains à leur utilisation.

L'ensemble des argiles échantillonnées repris pour tester une discrimination sont celles présentant un potentiel céramique certain ou moyennant un minimum de manipulations comme une décantation par exemple ou un mélange avec une autre argile plus plastique. Leur sélection s'est basée sur leur qualité plastique, le type de dégraissant et leur accessibilité. La gestion des autres critères (p.ex. le retrait, la résistance mécanique ou thermique) est fonction en grande partie du degré de technologie des potiers et des contraintes du marché (p.ex. la couleur). Ces argiles sont :

- Argiles de Westmalle (Wes-01.a à 04.a : Fm de Herzele, Groupe Campinien) ;
- Argiles de Boom (Ter-01.a, -02.a, -04.a, -05.a, -11.a : Mb de Terhagen, Fm de Boom, Groupe du Rupel) ;
- Formation de Bilzen, Groupe du Rupel (Bil-01.a, -03.a, -04.a, -05.a) ;
- Argile de Hénis (Kum-03.a, -04.a, -08.a et -11.a : Membre de Hénis, Fm de Borgloon, Groupe de Tongeren) ;
- Argiles yprésiennes (Kor-01.a, -02.a, -04.a et -02.a.D : Membre de

Kortemark, Fm de Kortrijk, Groupe d'Ieper) ;

- Argile d'Andenne (Vau-02.a, -03.a, -04.a et Blo-01.a, -02.a, -03.a : Miocène-Pliocène) ;
- Argile d'altération météorique d'Hautrage (Hau-02.a et -05.a).

Le [Tableau III.2](#) reprend les compositions chimiques des argiles testées ici.

La discrimination se base sur la composition chimique, par le biais de projections binaires et ternaires ainsi que sur les analyses statistiques multivariées - analyses en composantes principales et dendrogramme - et sur la pétrographie.

La projection des échantillons dans le diagramme binaire (Fe+Mg)/(Al-K-Na) ([Figure III.150](#)) et ternaire de Fabbri (1985 ; [Figure III.151](#)) montre que les différentes argiles à potentiel céramique se distribuent de la façon suivante :

- Un groupe à composante kaolinitique prépondérante reprenant les argiles d'Andenne. Ces argiles sont clairement discriminées et se situent évidemment dans les domaines des matières kaolinitiques de Fabbri (1985). Ce groupe reprend les argiles cuisant dans des teintes claires excepté Blo-03.a⁴⁹ ;
- Un groupe à composante smectitique très largement majoritaire reprenant les argiles du Membre de Kortemark et un échantillon d'argile de Hénis⁵⁰. Il peut y avoir de la kaolinite. Ce groupe reprend les argiles cuisant dans des teintes foncées ;

⁴⁹ dont la teinte très particulière ([Figure III.105, p. 42](#)) ne peut être juste corrélée avec la teneur en fer nettement plus importante de cet échantillon.

⁵⁰ Kum-03.a : cet échantillon était mélangé avec du sol.

Tableau III.2 : tableau récapitulatif des compositions chimiques, en pourcentage d'éléments majeurs remis à 100, des argiles à potentiel céramique testées par analyses de grappe et en composantes principales.

Échantillon	Attribution géologique	Si	Ti	Al	Fe	Mn	Mg	Ca	Na	K
Bil-01.a	Fm Bilzen	71,16	0,46	19,80	2,11	0,01	1,90	1,16	0,27	3,12
Bil-03.a	Fm Bilzen	74,45	0,45	18,04	1,61	0,00	1,73	0,55	0,27	2,90
Bil-04.a	Fm Bilzen	71,70	0,50	19,65	1,79	0,00	1,96	0,93	0,27	3,20
Bil-05.a	Fm Bilzen	68,80	0,49	20,65	2,55	0,03	2,05	1,64	0,38	3,41
Blo-02.a	Andenne	68,01	0,73	28,69	0,87	0,00	0,40	0,13	0,12	1,04
Blo-03.a	Andenne	54,63	0,81	38,42	3,37	0,00	0,65	0,16	0,18	1,77
Vau-02	Andenne	66,13	0,94	29,58	1,07	0,00	0,54	0,06	0,17	1,51
Vau-03	Andenne	67,93	0,85	28,25	0,92	0,01	0,45	0,07	0,17	1,36
Vau-04	Andenne	67,80	1,21	27,44	1,31	0,00	0,68	0,00	0,29	1,27
Hau 02.a	Altération	71,95	0,60	20,54	2,38	0,00	1,55	0,00	0,36	2,63
Hau 05.a	Altération	60,20	0,61	24,49	6,03	0,12	3,33	0,22	0,53	4,47
Kor 01.a	Mb de Kortemark	67,43	0,66	18,13	4,04	0,01	3,81	0,96	1,26	3,70
Kor 02.a	Mb de Kortemark	62,31	0,63	21,55	4,82	0,01	4,26	0,96	1,27	4,18
Kor 04.a	Mb de Kortemark	63,87	0,66	20,48	4,67	0,01	4,23	0,98	1,13	3,96
Kum-03.a	Mb de Hénis	67,77	0,52	18,89	4,14	0,03	2,63	1,33	0,86	3,83
Kum-04.a	Mb de Hénis	60,03	0,53	22,55	6,25	0,01	3,61	1,46	0,32	5,23
Kum-08.a	Mb de Hénis	61,64	0,58	21,05	6,42	0,01	3,65	0,86	0,24	5,56
Kum-11.a	Mb de Hénis	59,89	0,51	20,96	6,96	0,01	4,19	0,82	0,26	6,39
Ter 01.a	Mb de Terhagen	60,73	0,61	20,71	3,02	0,01	3,27	6,94	0,61	4,09
Ter 02.a	Mb de Terhagen	63,58	0,69	22,61	3,58	0,01	3,44	1,15	0,61	4,32
Ter 04.a	Mb de Terhagen	63,43	0,65	22,00	4,80	0,01	3,38	0,47	0,78	4,48
Ter 05.a	Mb de Terhagen	60,11	0,68	26,13	3,79	0,01	3,70	0,53	0,57	4,48
Ter 11.a	Mb de Terhagen	62,15	0,69	24,09	3,69	0,01	3,50	0,68	0,62	4,56
Wes 01.a	Fm de Herzele	60,72	0,66	27,82	3,83	0,00	2,08	0,65	0,31	3,93
Wes 02.a	Fm de Herzele	62,78	0,67	24,60	5,20	0,00	2,30	0,00	0,41	4,04
Wes 03.a	Fm de Herzele	63,77	0,67	23,71	4,93	0,00	2,24	0,00	0,50	4,17
Wes 04.a	Fm de Herzele	63,13	0,67	25,63	4,46	0,00	2,10	0,00	0,29	3,71

- Un groupe à composante triple Sm+I+K ou les smectites sont majoritaires. L'illite et la kaolinite sont présentes en quantités plus importantes que pour l'autre groupe smectitique. Ce groupe reprend les argiles de la Fm de Bilzen et les argiles du Membre de Terhagen. Ce

groupe reprend les argiles cuisant dans des teintes moyennes ;

Un groupe à composante illitique dominante reprenant les argiles de Hénis et un échantillon d'argile d'altération météorique d'Hautrage, cuisant dans des teintes foncées.

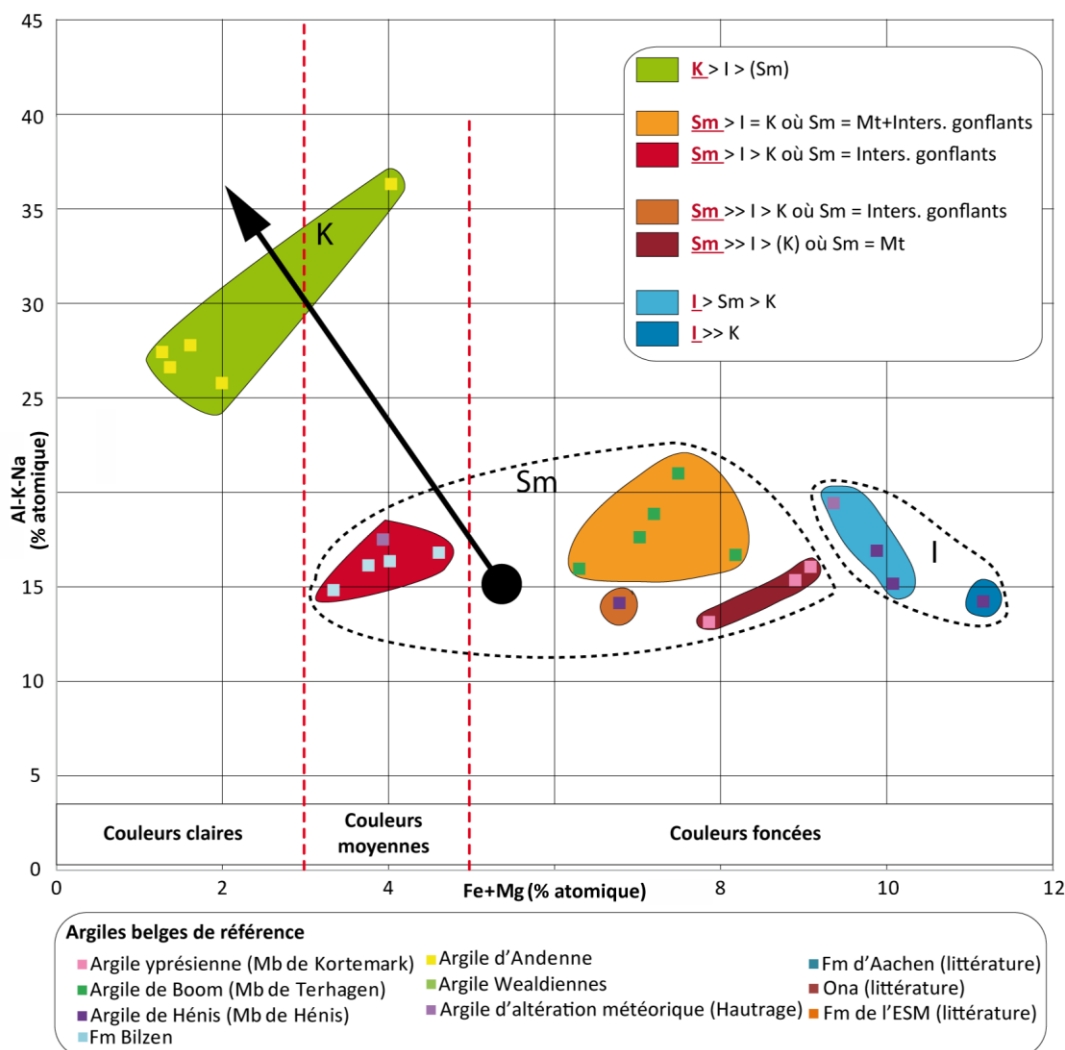


Figure III.150 : Diagramme binaire Fe+Mg/Al-K-Na présentant les différentes argiles à potentiel céramique prélevées en Belgique. (Pointillé bleu : limite arbitraire ; pointillé rouge : limite arbitraire basée sur la couleur des colombins après cuisson entre 700 et 900°C).

L'analyse de grappe (Figure III.152) présente six groupes bien discriminés, fonction de l'unité géologique (formation ou membre).

Seules les argiles d'altération météorique d'Hautrage sont peu homogènes de par leurs teneurs en fer et en aluminium assez différentes, ce qui aboutit soit à leur rejet complet (Hau-05.a) soit à leur intégration dans le groupe des argiles de la Fm de Bilzen (Hau-02.a). Cependant, Hau-02.a se différencie des argiles de Bilzen par ses teneurs en magnésium et potassium plus basses et sa teneur en titane plus élevée.

L'analyse de grappe (Figure III.152) et l'analyse en composantes principales (Figure III.153) différencient deux grands groupes : les argiles réfractaires d'Andenne d'un côté (1) et les argiles non réfractaires de l'autre (2, 3, 4, 5, 6). Cette dernière montre clairement le rôle du titane, de l'aluminium, du fer, du potassium et du magnésium dans cette séparation.

L'échantillon Ter-01.a est exclu du groupe des argiles de Boom du fait d'une teneur en calcium très supérieure aux autres échantillons. Le reste de ses éléments est par contre tout à fait en accord avec les autres échantillons d'argile de Boom.

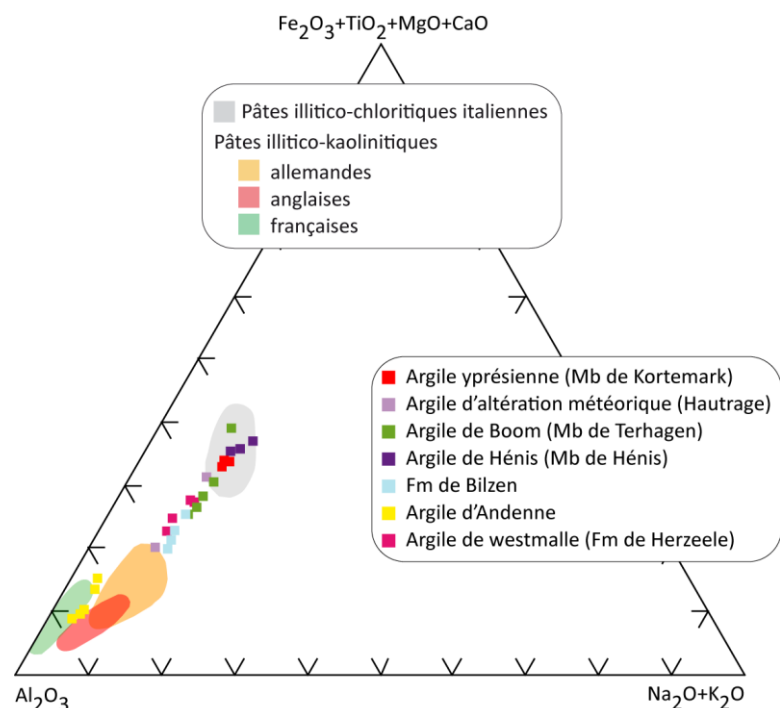


Figure III.151 : Diagramme ternaire $Al_2O_3/Fe_2O_3+TiO_2+MgO+CaO/Na_2O+K_2O$ présentant les différents domaines de composition des argiles illitico-chloritiques italiennes, et illitico-kaolinitique allemande, anglaises et françaises, dans lequel sont projetées les différentes argiles à potentiel céramique prélevées en Belgique.

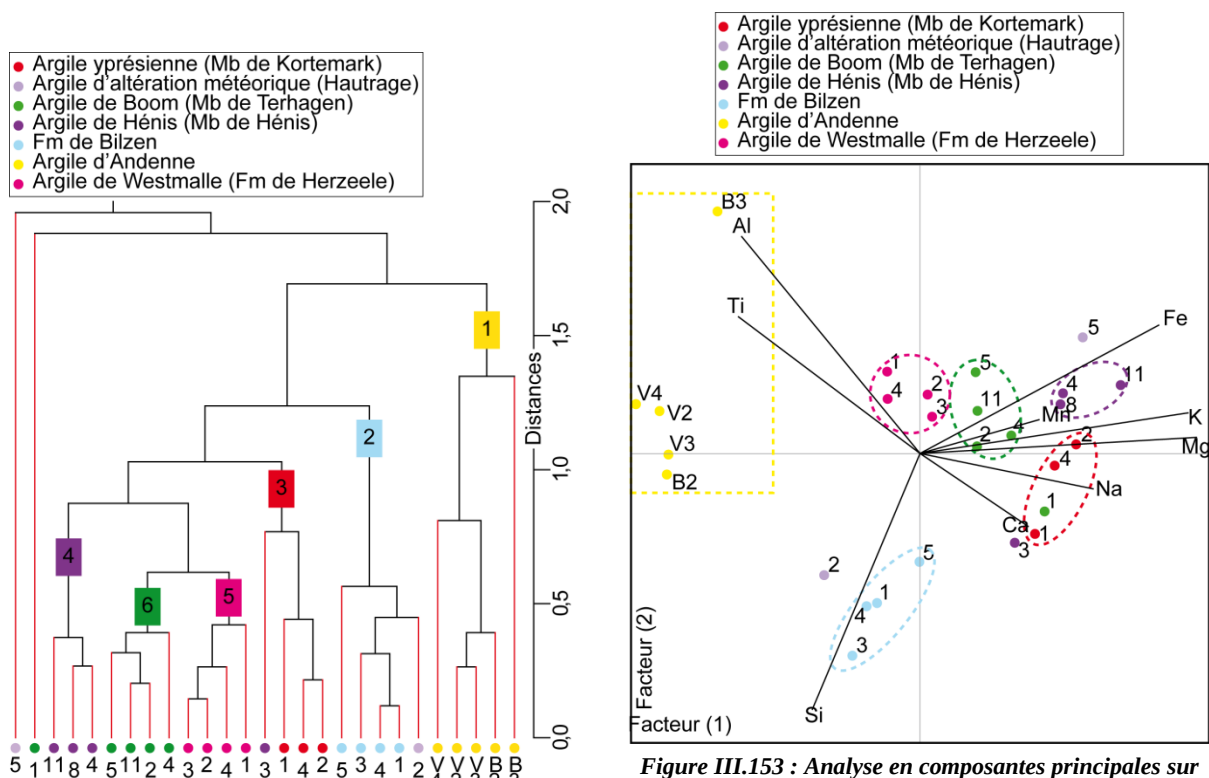


Figure III.152 : Analyse de grappe en affinité moyenne par distance euclidienne sur données centrées et réduites reprenant les différentes argiles de Belgique à potentiel céramique. Eléments pris en compte : majeurs.

Figure III.153 : Analyse en composantes principales sur données centrées et réduites reprenant les différentes argiles de Belgique à potentiel céramique. Eléments pris en compte : majeurs.

III.4 Conclusions

Afin de pouvoir répondre à la question : « est-il possible de constituer des terroirs géochimiques, sur base de l'analyse des formations argileuses, auxquelles on rattacherait des céramiques de sites de consommations, plutôt que d'essayer de les rattacher à des centres de production connus, trop rares ? » il nous fallait d'abord pouvoir répondre à trois questions dont la première était :

« Est-il possible de distinguer les différentes formations argileuses à potentiel céramique entres-elles ? En effet, si on ne sait pas faire la distinction entre formations argileuses, comment pourrions-nous délimiter des terroirs géochimiques ? »

Il est intéressant de constater que les formations argileuses traitées ici se distinguent plutôt bien les unes des autres.

Il y a cependant un bémol à apporter à cette heureuse constatation : le faible nombre d'échantillons traités par formations ou membres. En effet, si nous sommes partis du postulat que les caractéristiques pétrographiques, et par là même la composition chimique, d'une formation argileuse était constante dans l'espace et dans le temps, la réalité s'avère généralement plus complexe. C'est pourquoi, notre étude ne constitue que l'introduction, certes positive mais incomplète, à un travail de constitution de banque de données sur les argiles à potentiel céramique à destination des potiers gallo-romains.

Pour être complet, un travail d'échantillonnage, de chaque formation argileuse, devrait être

entrepris en divers endroits de sa zone de dépôt ainsi que dans son épaisseur.

Parmi les argiles devant plus particulièrement faire l'objet d'une étude se trouvent les argiles d'Andenne et du Condroz ([III.1.2.1.1.1, p. 69](#)), dont le potentiel est énorme au regard de leurs excellentes propriétés, ainsi que les argiles de la Fm de l'Entre-Sambre-et-Meuse ([III.1.2.1.1.2, p. 74](#)). Les tests sur les argiles wealdiennes ([III.1.2.2.1.2, p. 78](#)), bien que décevants, mériteraient d'être approfondis au vu de la variabilité de ces argiles. D'autres argiles, comme celles appartenant au Groupe de Landen ([III.1.1.2.3.1, p. 64](#)), ou les argiles d'altération telles que la Fm de Marbaix ([III.1.1.3.1.1, p. 66](#)) ou les argiles d'Hanzinne ([III.1.1.4, p. 66](#)), n'ont pu être testées dans ce travail et il serait intéressant de les intégrer dans d'éventuelles recherches futures.

Ce travail a également permis de mettre en place un outil (binaire Ak-K-Na/Fe+Mg) permettant d'accéder à la minéralogie des argiles (illite, kaolinite, smectite), à partir de la composition géochimiques globale de manière assez grossière nous en convenons, et à leur couleur après cuisson dans la gamme des températures entre 700 et 900°C. Il reste bien sûr à tester sa pertinence sur un ensemble plus vaste d'échantillons, et de tester sa validité en ce qui concerne les céramiques, ce qui permettrait de comparer les compositions géochimiques de céramiques d'ateliers de production afin d'en déduire, peut-être, les matières premières argileuses.