

Étude métallographique et chimique de produits finis et semi-finis en fer issus du site du Rocher du Vieux-Château à Pont-de-Bonne (Modave, Belgique)

Auteur : Dewez, Amandine

Promoteur(s) : Van Wersch, Line

Faculté : Faculté de Philosophie et Lettres

Diplôme : Master en histoire de l'art et archéologie, orientation archéométrie, à finalité approfondie

Année académique : 2024-2025

URI/URL : <http://hdl.handle.net/2268.2/24897>

Avertissement à l'attention des usagers :

Tous les documents placés en accès ouvert sur le site le site MatheO sont protégés par le droit d'auteur. Conformément aux principes énoncés par la "Budapest Open Access Initiative"(BOAI, 2002), l'utilisateur du site peut lire, télécharger, copier, transmettre, imprimer, chercher ou faire un lien vers le texte intégral de ces documents, les disséquer pour les indexer, s'en servir de données pour un logiciel, ou s'en servir à toute autre fin légale (ou prévue par la réglementation relative au droit d'auteur). Toute utilisation du document à des fins commerciales est strictement interdite.

Par ailleurs, l'utilisateur s'engage à respecter les droits moraux de l'auteur, principalement le droit à l'intégrité de l'oeuvre et le droit de paternité et ce dans toute utilisation que l'utilisateur entreprend. Ainsi, à titre d'exemple, lorsqu'il reproduira un document par extrait ou dans son intégralité, l'utilisateur citera de manière complète les sources telles que mentionnées ci-dessus. Toute utilisation non explicitement autorisée ci-avant (telle que par exemple, la modification du document ou son résumé) nécessite l'autorisation préalable et expresse des auteurs ou de leurs ayants droit.

Université de Liège
Faculté de Philosophie et Lettres
Département des Sciences historiques
Histoire de l'Art et Archéologie



ETUDE METALLOGRAPHIQUE ET CHIMIQUE DE PRODUITS FINIS ET SEMI-FINIS EN FER

ISSUS DU SITE DU *ROCHER DU VIEUX-CHATEAU* A PONT-DE-BONNE
(MODAVE, BELGIQUE)



VOLUME 2 : ANNEXE

Mémoire présenté par **Amandine DEWEZ**
en vue de l'obtention du grade de Master en Histoire de l'art et Archéologie,
orientation Archéométrie, à finalité approfondie

Sous la direction de **M. Pierre NOIRET** et de **Mme Line VAN WERSCH**

Lecteurs : Alexandre Disser

Justin Coppe

Année académique 2024-2025

Université de Liège
Faculté de Philosophie et Lettres
Département des Sciences historiques
Histoire de l'Art et Archéologie



ÉTUDE METALLOGRAPHIQUE ET CHIMIQUE

DE PRODUITS FINIS ET SEMI-FINIS EN FER

ISSUS DU SITE DU *ROCHER DU VIEUX-CHATEAU* A PONT-DE-BONNE
(MODAVE, BELGIQUE)



VOLUME 2 : ANNEXE

Mémoire présenté par **Amandine DEWEZ**

en vue de l'obtention du grade de Master en Histoire de l'art et Archéologie,
orientation Archéométrie, à finalité approfondie

Sous la direction de **M. Pierre NOIRET** et de **Mme Line VAN WERSCH**

Lecteurs : Alexandre Dissier

Justin Coppe

Année académique 2024-2025

TABLE DES MATIERES

ANNEXE A : PLANCHES	4
Planche I.....	5
Planche II.....	6
Planche III	7
Planche IV	9
Planche V.....	10
Planche VII.....	12
Planche VIII.....	13
Planche IX	14
ANNEXE B – TABLEAUX	15
ANNEXE C – FIGURES	25
TABLE DES FIGURES	63
ANNEXE D - CATALOGUE ANALYTIQUE	66
P.VCh11/5/2/78/7	67
P.VCh10/5/1-2/84/1.....	71
P.VCh10/5/1-2/84/2.....	76
P.VCh10/5/2/70/27	80
P.VCh10/5/1-2/79/5.....	85
P.VCh11/8/1/57/5 (ou P.VCh11/8/1/166/1)	89
P.VCh11/9//125/43	93
P.VCh12/10//142/106.....	97
PDB/VCh/347.....	103

ANNEXE A : PLANCHES

Planche I

PDB/VCh/347



Planche II

P.VCh10/5/1-2/84/1



Planche III

P.VCh10/5/1-2/84/2





Planche IV

P.VCh11/8/1/57/5 (ou P.VCh11/8/1/166/1)



Planche V

P.VCh10/5/1-2/79/5



Planche VI

P.VCh10/5/2/70/27



Planche VII

P.VCh11/5/2/78/7



Planche VIII

P.VCh12/10//142/106



Planche IX

P.VCh11/9//125/43



ANNEXE B – TABLEAUX

Site	Territoire	Superficie	Écartement entre les lits de poutres	Écartement entre les traversines	Longueur des traversines	Écartement entre les longrines	Longueur des fiches	Référence
Pont-de-Bonne	Condruces	4 ha	40 – 45 cm	1,25 – 1,7 m	3 - 4 m	1,1 – 1,5 m	13,6 – 20,2 cm	Delye et al., 2016
Rouveroy	Nerviens	4 ha		1,6 m	6,6 m	1 – 1,6 m	17,5 – 20 cm	Cahen-Delhayé, 1990
Lompret	Nerviens	3 ha	30 cm	1,4 – 1,6 m	3 m		17 – 23 cm	Cahen-Delhayé & Jadin, 1990
Titelberg	Trévires	43 ha		1,5 m	10 m	3,2 – 4,9 m	~ 15,5 cm	Metzler, 1984

Tableau 1 - Comparaison de l'architecture des *muri gallici* proches de Pont-de-Bonne (d'après Delye, 2016).

N° inventaire	Longueur avec douille (mm)	Largeur max. (mm)	Épaisseur max. du corps (mm)	Poids (g)
PDB/VCh/343	156	15	4	34,9
PDB/VCh/344	154	17	5	59,8
PDB/VCh/345	158	19	5	52,3
PDB/VCh/346	155	19	5,8	51,4
PDB/VCh/347	171,5	18	6	61
PDB/VCh/348	146	19	4,5	45,4
PDB/VCh/349	164,5	15	5,2	51,3

Tableau 2 - Caractéristiques métriques des produits semi-finis issus du « Rocher du Vieux-Château » de Pont-de-Bonne.

Typologie	N° inventaire	Zone	Année fouilles	Structure	UF	Datation UF	Contexte UF
Barre à douille	PDB_VCh_347	Inconnue	Inconnue	Inconnue	Inconnue	Inconnue	Inconnu
Fiche	P.VCh10/5/1-2/84/1	5	2010	1-2	84	Carolingien	Écroulement du rempart carolingien, au-dessus de UF 80 (écroulement du murus gallicus niveau couloir)
Fiche	P.VCh10/5/1-2/84/2	5	2010	1-2	84	Carolingien	Écroulement du rempart carolingien, au-dessus de UF 80 (écroulement du murus gallicus niveau couloir)
Fiche	P.VCh11/8/1/166/1 P.VCh11/8/1/57/5	8	2011	1	166 ou 57	Carolingien	Cœur et écroulement du rempart carolingien
Clou	P.VCh10/5/1-2/79/5	5	2010	1-2	79	La Tène finale	Zone de circulation au niveau de la porte du rempart
Clou	P.VCh10/5/2/70/27	5	2010	2	70	La Tène finale	Éboulis du rempart laténien
Clou	P.VCh10/5/2/78/7	5	2010	2	78	La Tène finale	Éboulis du rempart laténien
Raté de fabrication	P.VCh12/10//142/106	10	2012	/	142	Humus moderne	/
Raté de fabrication	P.VCh11/9//125/43	9	2011	/	125	Humus moderne	/

Tableau 3 – Tableau récapitulatif du corpus.

N° d'inventaire	Poids (g)	Longueur (mm)	Largeur (mm)	Épaisseur (mm)
PDB/VCh/347	61	171,5	18	6
P.VCh10/5/1-2/84/1	51,4	~ 170	~ 15	~ 15
P.VCh10/5/1-2/84/2	74,7	~ 180 à 200	~ 15 à 20	~ 15 à 20
P.VCh11/8/1/57/5	31,7	136,3	7,98	7,6
P.VCh10/5/1-2/79/5	7,6	~ 60	~ 5 à 8	~ 5 à 8
P.VCh10/5/2/70/27	25,4	~ 90 à 110	~ 5 à 20	~ 5 à 20
P.VCh10/5/2/78/7	4,7	51,07	4,57	4,23
P.VCh12/10//142/106	38,6	101,05	9,99	9,94
P.VCh11/9//125/43	28	93,23	/	/

Tableau 4 - Caractéristiques métriques des objets sélectionnés pour l'échantillonnage.

#	Na ₂ O*	MgO*	Al ₂ O ₃ *	SiO ₂ *	P ₂ O ₅ *	SO ₂ *	ClO ₂ *	K ₂ O*	CaO*	TiO ₂ *	V ₂ O ₅ *	Cr ₂ O ₃ *	MnO*	FeO*
84-1-cla-1	0,56	0,26	8,74	33,99	17,20	0,25	0,25	2,77	9,26	0,25	0,25	0,52	0,52	27,70
84-1-cla-2	0,74	0,25	12,54	32,90	11,00	0,25	0,25	6,34	12,34	0,25	0,25	0,25	0,25	24,66
84-2-cla-2	0,25	0,25	24,12	17,04	9,47	0,25	0,33	12,26	14,54	0,25	0,25	0,25	0,25	22,60
84-2-cla-4	0,25	0,25	10,53	26,11	22,71	0,25	0,55	3,57	6,54	0,25	0,25	0,38	0,38	30,36
70-27-cla-1	0,28	0,25	5,94	44,14	6,04	0,25	0,58	1,21	0,66	0,25	0,25	0,25	0,25	42,38
70-27-cla-2	0,25	1,84	15,91	20,85	11,37	0,25	0,42	6,09	7,73	0,25	0,25	6,26	6,26	30,26
57-5-cla-2	0,25	1,95	30,00	21,05	0,25	0,36	0,46	13,27	19,23	0,25	0,25	0,44	0,44	14,15
57-5-cla-3	0,25	2,46	25,82	21,87	0,25	0,25	0,25	12,09	17,83	0,25	0,25	0,25	0,25	20,08
125-43-cla-1	0,25	0,25	9,11	26,81	35,63	0,25	0,77	0,73	4,96	0,25	0,25	0,31	0,31	22,50
125-43-cla-3	0,25	0,35	6,76	31,17	28,19	0,27	0,56	0,77	5,88	0,25	0,25	0,37	0,37	27,00
125-43-cla-4	0,25	0,25	14,23	36,34	26,57	0,25	0,25	0,75	0,71	0,25	0,25	0,25	0,25	21,89
142-106-cla-2	0,25	2,90	2,85	24,42	24,49	0,25	0,40	3,17	12,40	0,25	0,25	14,78	14,78	15,03
142-106-cla-4	0,25	3,36	1,81	26,76	27,62	0,25	0,46	2,72	11,67	0,25	0,25	16,22	16,22	9,86
142-106-cla-5	0,25	1,07	13,20	13,34	23,49	0,27	0,25	5,91	11,75	0,25	0,25	13,00	13,00	18,50
347-cla-1	0,25	2,47	26,83	12,15	14,66	0,25	0,33	8,16	10,74	0,25	0,25	5,61	5,61	19,53
347-cla-2	0,25	1,41	27,31	14,75	15,65	0,25	0,25	8,88	10,50	0,25	0,25	3,41	3,41	18,38
142-106-cla-1	0,25	1,04	9,71	21,77	24,46	0,41	0,53	2,14	5,48	0,25	0,25	3,19	3,19	32,54
79-5-cla-1	0,25	2,72	22,99	21,37	15,62	0,25	0,25	6,10	9,06	0,25	0,25	0,25	0,25	23,16
79-5-cla-2	0,65	5,33	24,99	18,29	2,20	0,25	0,79	6,84	19,21	0,25	0,25	1,42	1,42	21,29
79-5-cla-3	0,25	2,60	22,72	18,63	8,97	0,25	0,25	7,08	16,62	0,25	0,25	1,67	1,67	22,16
78-7-cla-2	0,34	0,26	14,87	33,19	0,66	0,81	1,34	5,39	4,65	0,25	0,25	0,34	0,34	39,96

Tableau 5 - Teneurs en oxydes pondérés par surface des résultats majeurs des PPM.

N° inventaire	Identification	Qualité inclusionnaire					Nature des inclusions		Technique de mise en forme				Structure-traitement					
		Très médiocre (sup. à 25%)	Mauvaise (25 à 15%)	Moyenne (15 à 10%)	Bonne (10 à 5%)	Excellente (5 à 0%)	Porosités/replis	Amorphe	Biphasee (avec fayalite et dendrites de martensite)	Déformation de masse unique	Soudure de plusieurs masses	Corroyage par replis successifs	Écrouissage	Ferrite (0,02% C à 0,2 %C)	Acier doux (0,2 à 0,5% C)	Acier riche en C (0,5 à 0,9% C)	Acier très riche en C (supérieur à 0,9% C)	Structures fantômes (P ₂ O ₅)
P.VCh10/5/1-2/79/5	Clou																	
P.VCh10/5/1-2/84/1	Fiche																	
P.VCh10/5/1-2/84/2	Fiche																	
P.VCh10/5/2/70/27	Clou																	
P.VCh11/5/2/78/7	Clou																	
P.VCh11/8/1/57/5	Fiche																	
P.VCh11/9//125/43	Fiche/chute ?																	
P.VCh12/10//142/106	Masse brute /raté/chute ?																	
PDB/VCh/347	Demi-produit																	

Tableau 6 - Tableau récapitulatif des principales observations métallographiques du corpus.

Zone	N° inventaire	Année de			Datation de la couche	Attribution culturelle	Typologie artefact	Nbr d'individus	Poids (g)	Longueur (mm)	Largeur (mm)	Epaisseur (mm)	Etat de conservation
		fouille	Structure	UF									
1-2	P.VCh04/1/1/1/51	2004	1	1-2	Mélangé	Indéterminé	indéterminé	5	12	/	/	/	Corrodé/rouille
4 (4/7)	P.VCh05/4/1/3/19	2005	1	3 (remplissage cœur rempart caro)	Carolingien	Indéterminé	bague de serrage ?	1	6	51	14,04	2,21	Restauré
4 (4/7)	P.VCh06/4/1/3/20	2006	1	3 (remplissage cœur rempart caro)	Carolingien	La Tène finale	Fiche MG	1	46,5	180	6	6	Restauré
7 (4/7)	P.VCh06/7/1/3/9	2006	1	3 (remplissage cœur rempart caro)	Carolingien	Indéterminé	Scorie	1	115	71,88	51,76	31,36	Rouille
7 (4/7)	P.VCh06/7/1/3/10	2006	1	3 (remplissage cœur rempart caro)	Carolingien	Indéterminé	Scorie	1	21,5	38,96	37,17	15,11	Rouille
7 (4/7)	P.VCh06/7/1/3/11	2006	1	3 (remplissage cœur rempart caro)	Carolingien	Indéterminé	fragment	1	3,5	36,42	12,28	3,22	bon état
7 (4/7)	P.VCh06/7/1/3/12	2006	1	3 (remplissage cœur rempart caro)	Carolingien	Indéterminé	clou	1	4,5	44,34	9,94	6,69	Rouille, entier
4 (4/7)	P.VCh04/4/1/6/25	2004	1	6 (remplissage cœur MG)	La Tène finale	La Tène finale	Fiche MG	1	50,5	162	10,01	8,04	restauré
4 (4/7)	P.VCh04/4/1/6/26	2004	1	6 (remplissage cœur MG)	La Tène finale	La Tène finale	Fiche MG	1	53,5	181	8,93	8,85	Restauré
4 (4/7)	P.VCh04/4/1/6/27	2004	1	6 (remplissage cœur MG)	La Tène finale	La Tène finale	scorie	4	66,5				bon état
4 (4/7)	P.VCh06/4/1/6/82	2006	1	6 (remplissage cœur MG)	La Tène finale	La Tène finale	Fiche MG	1	118,5	195	10,16	10,63	restauré
7 (4/7)	P.VCh06/7/1/6/3	2006	1	6 (remplissage cœur MG)	La Tène finale	La Tène finale	Fiche MG	1	24	145	8,16	6,95	Restauré
7 (4/7)	P.VCh06/7/1/6/4	2006	1	6 (remplissage cœur MG)	La Tène finale	La Tène finale	Fiche MG	1	30	134	9,17	7,98	Restauré
7 (4/7)	P.VCh06/7/1/6/5	2006	1	6 (remplissage cœur MG)	La Tène finale	La Tène finale	Fiche MG	1	23,5	113	7,91	6,16	Restauré
7 (4/7)	P.VCh06/7/1/6/6	2006	1	6 (remplissage cœur MG)	La Tène finale	La Tène	scorie	1	19	36,4	27	13,2	bon état
7 (4/7)	P.VCh06/7/1/6/7	2006	1	6 (remplissage cœur MG)	La Tène finale	La Tène	scorie	1	3	28,1	18,5	4,7	rouille
7 (4/7)	P.VCh06/7/1/6/8	2006	1	6 (remplissage cœur MG)	La Tène finale	La Tène	scorie	1	1,5	22,1	15	3,3	rouille
7 (4/7)	P.VCh07/7/1/6/22	2007	1	6 (remplissage cœur MG)	La Tène finale	La Tène finale	Fiche MG	1	70,5	153	11,69	11,41	Restauré
7 (4/7)	P.VCh07/7/1/6/23	2007	1	6 (remplissage cœur MG)	La Tène finale	La Tène finale	Fiche MG	1	17	100,42	7,65	6,69	Restauré
4 (4/7)	P.VCh05/4/1/7/136	2005	1	7 (zone d'épandage versant/dépotatoire)	mélangé	La Tène	scorie	1	11	?	?	?	rouille
4 (4/7)	P.VCh05/4/1/7/137	2005	1	7 (zone d'épandage versant/dépotatoire)	mélangé	La Tène	scorie	1	3	?	?	?	rouille
4 (4/7)	P.VCh05/4/1/7/138	2005	1	7 (zone d'épandage versant/dépotatoire)	mélangé	La Tène	scorie	1	4	?	?	?	rouille
7 (4/7)	P.VCh06/7/1/7/158	2006	1	7 (zone d'épandage versant/dépotatoire)	Mélangé	La Tène	scorie	1	8,5	37,89	23,59	10,07	rouille (entier)
7 (4/7)	P.VCh06/7/1/7/159	2006	1	7 (zone d'épandage versant/dépotatoire)	Mélangé	La Tène	scorie	1	16	37,4	29,1	15,07	rouille (entier)
7 (4/7)	P.VCh06/7/1/7/160	2006	1	7 (zone d'épandage versant/dépotatoire)	Mélangé	La Tène	scorie	1	4,5	17,82	15,44	10,05	rouille (entier)
7 (4/7)	P.VCh06/7/1/7/161	2006	1	7 (zone d'épandage versant/dépotatoire)	Mélangé	La Tène	scorie	1	2,5	24,36	15,68	10,62	rouille (entier)
7 (4/7)	P.VCh06/7/1/7/162	2006	1	7 (zone d'épandage versant/dépotatoire)	Mélangé	La Tène	scorie	1	2	18,24	11,85	8,75	rouille (entier)
7 (4/7)	P.VCh06/7/1/11/1	2006	1	11 (éboulis MG)	La Tène finale	La Tène finale	Fiche MG	1	31	52,65	10,1	9,75	rouille (cassé)
7 (4/7)	P.VCh07/7/1/11/1	2007	1	11 (éboulis MG)	La Tène finale	La Tène finale	clou	1	5,5	48	6,54	6,33	corrodé (entier)
7 (4/7)	P.VCh06/7/1/13/1	2006	1	13	Indéterminé	Indéterminé	clou	1	5	38	6,55	6,22	Corrodé et cassé
5	P.VCh04/5/1/16/61	2004	1	16	Humus moderne	Indéterminé	scorie	1	10	32	18	20	rouille
5	P.VCh07/5/1/16/62	2007	1	16	Humus moderne	Indéterminé	scorie	1	1,5	22	14	2,5	rouille
5	P.VCh07/5/1/16/63	2007	1	16	Humus moderne	Indéterminé	scorie	1	42,5	51,6	40	29	rouille
5	P.VCh07/5/1/16/64	2007	1	16	Humus moderne	Indéterminé	clou	1	5	46,5	4,8	4	rouille
5	P.VCh07/5/1/16/65	2007	1	16	Humus moderne	La Tène finale	Fiche MG	1	60,5	139,71	11,97	8,64	restauré
5	P.VCh07/5/1/16/66	2007	1	16	Humus moderne	La Tène finale	Fiche MG	1	55,5	155	9,29	8,94	restauré
5	P.VCh08/5/1/19/23	2008	1	19 (cœur du rempart sud)	La Tène finale	La Tène	indéterminé	1	3,5	40,18	13,23	1,5	corrodé
5	P.VCh08/5/1/19/31	2008	1	19 (cœur du rempart sud)	La Tène finale	La Tène finale	Fiche MG	1	48	158	8,59	9,47	corrodé ? (restauré)
5	P.VCh08/5/1/19/32	2008	1	19 (cœur du rempart sud)	La Tène finale	La Tène finale	Fiche MG	1	56	123	10	9,63	restauré
5	P.VCh08/5/1/19/33	2008	1	19 (cœur du rempart sud)	La Tène finale	La Tène finale	Fiche MG	1	9,5	54	/	/	restauré
5	P.VCh08/5/1/19/34	2008	1	19 (cœur du rempart sud)	La Tène finale	La Tène finale	Fiche MG	1	85,5	179	10,79	10,99	restauré
5	P.VCh08/5/1/19/35	2008	1	19 (cœur du rempart sud)	La Tène finale	La Tène finale	Fiche MG	1	66,5	171	12,66	12,08	restauré
5	P.VCh08/5/1/19/36	2008	1	19 (cœur du rempart sud)	La Tène finale	La Tène finale	Fiche MG	1	93	171	13,31	14,69	restauré
5	P.VCh08/5/1/19/37	2008	1	19 (cœur du rempart sud)	La Tène finale	La Tène finale	scorie	1	6,5	31,17	25,4	9,48	rouille
5	P.VCh09/5/1/19/62	2009	1	19 (cœur du rempart sud)	La Tène finale	La Tène finale	Fiche MG	1	106,5	172	13,21	12,62	restauré
5	P.VCh09/5/1/19/63	2009	1	19 (cœur du rempart sud)	La Tène finale	La Tène finale	Fiche MG	1	141	202	13,54	14,02	restauré
5	P.VCh09/5/1/19/64	2009	1	19 (cœur du rempart sud)	La Tène finale	La Tène finale	Fiche MG	1	78	184	9,6	9,55	restauré
5	P.VCh09/5/1/19/65	2009	1	19 (cœur du rempart sud)	La Tène finale	La Tène finale	Fiche MG	1	125	191	/	/	restauré
5	P.VCh09/5/1/19/66	2009	1	19 (cœur du rempart sud)	La Tène finale	La Tène finale	Fiche MG	1	103,5	187	/	/	restauré
5	P.VCh09/5/1/19/67	2009	1	19 (cœur du rempart sud)	La Tène finale	La Tène finale	Fiche MG	1	150	180	15,52	13,6	restauré

Zone	N° inventaire	Année de fouille		UF	Datation de la couche	Attribution culturelle	Typologie artefact	Nbr		Longueur (mm)	Largeur (mm)	Epaisseur (mm)	Etat de conservation
		d'individus	Poids (g)										
5	P.VCh09/5/1/19/68	2009	1	19 (cœur du rempart sud)	La Tène finale	La Tène finale	Fiche MG	1	60	185	8,41	8,65	rouille ? (restauré)
5	P.VCh09/5/1/19/69	2009	1	19 (cœur du rempart sud)	La Tène finale	La Tène finale	Fiche MG	1	66	144	/	/	restauré
5	P.VCh09/5/1/19/70	2009	1	19 (cœur du rempart sud)	La Tène finale	La Tène finale	Fiche MG	1	21	84	7,84	7,4	restauré
5	P.VCh09/5/1/19/71	2009	1	19 (cœur du rempart sud)	La Tène finale	La Tène	scorie	1	13,5	50,67	41,25	8,68	rouille (entier)
5	P.VCh09/5/1/19/72	2009	1	19 (cœur du rempart sud)	La Tène finale	La Tène	scorie	2	9,5	?	?	?	rouille
5	P.VCh09/5/1/19/73	2009	1	19 (cœur du rempart sud)	La Tène finale	La Tène	indéterminé	1	5,5	?	?	?	rouille
5	P.VCh09/5/1/19/74	2009	1	19 (cœur du rempart sud)	La Tène finale	La Tène	indéterminé	7	10,5	?	?	?	rouille
5	P.VCh11/5/1/19/110	2011	1	19 (cœur du rempart sud)	La Tène finale	La Tène finale	Fiche MG	1	non pesé	166	12,77	12,7	restauré
5	P.VCh12/5/1/19/111	2012	1	19 (cœur du rempart sud)	La Tène finale	La Tène finale	Fiche MG	1	?	150,26	10,23	9,5	corrodé
5	P.VCh07/5/1/21/9	2007	1	21	Carolingien	Indéterminé	clou	1	5	36,39	6,52	5,18	rouille
5	P.VCh07/5/1/26/97	2007	1	26	Mélangé	La Tène	scorie	2	10	/	/	/	rouille
5	P.VCh09/5/1/26/112	2009	1	26	Mélangé	La Tène	scorie	4	9	/	/	/	corrodé
5	P.VCh07/5/1/31/5	2007	1	31	Carolingien	La Tène finale	clou	1	29	107	8,25	8	restauré
5	P.VCh07/5/1/31/6	2007	1	31	Carolingien	La Tène finale	Fiche MG	1	66	197	9,05	9,25	restauré
5	P.VCh07/5/1/31/7	2007	1	31	Carolingien	Indéterminé	clou	1	0,5	22,03	2,87	2,96	restauré
5	P.VCh08/5/1/33/1	2008	1	33	Carolingien	Indéterminé	indéterminé	1	3,5	/	/	/	restauré
5	P.VCh08/5/1/33/6	2008	1	33	Carolingien	Indéterminé	indéterminé	1	3	25	5,87	6,11	restauré
5	P.VCh08/5/1/34/1	2008	1	34	Carolingien	La Tène finale	Fiche MG	1	72,5	177	10,93	8,6	restauré
5	P.VCh08/5/5/37/17	2008	5	37	Carolingien	Indéterminé	indéterminé	1	4	25,95	21,16	4,53	rouille
5	P.VCh08/5/1-2/40/10	2008	1-2	40	Mélangé	La Tène finale	Fiche MG	1	13,5	42,06	8,07	7,17	corrodé
5	P.VCh09/5/1-2/40/35	2009	1-2	40	Mélangé	Indéterminé	clou	1	4	34,23	7,46	5,59	corrodé
5	P.VCh09/5/1-2/40/36	2009	1-2	40	Mélangé	Indéterminé	clou	1	2	34,51	/	/	corrodé
5	P.VCh09/5/1-2/40/37	2009	1-2	40	Mélangé	Indéterminé	clou	1	3,5	43,97	4,99	4,55	rouille
5	P.VCh09/5/1-2/40/38	2009	1-2	40	Mélangé	Indéterminé	indéterminé	1	1	/	/	/	rouille
5	P.VCh10/5/1-2/40/75	2010	1-2	40	Mélangé	Mélangé	Fiche MG	1	/	/	/	/	corrodé
5	P.VCh10/5/1-2/40/76	2010	1-2	40	Mélangé	La Tène finale	clou	1	/	/	/	/	corrodé
5	P.VCh10/5/1-2/40/76	2010	1-2	40	Mélangé	La Tène finale	clou	1	/	/	/	/	corrodé
5	P.VCh10/5/1-2/40/79	2010	1-2	40	Mélangé	Indéterminé	vrac	4	52	/	/	/	corrodé
5	P.VCh09/5/6/41/1	2009	6	41	Carolingien	La Tène finale	Fiche MG	1	19	53,53	8,57	6,7	rouille
5	P.VCh09/5/6/41/2	2009	6	41	Carolingien	Indéterminé	indéterminé	4	11,5	/	/	/	rouille
5	P.VCh09/5/6/42/5	2009	6	42	Carolingien	Indéterminé	indéterminé	1	4	/	/	/	rouille
5	P.VCh09/5/1/44/3	2009	1	44	Carolingien	Indéterminé	indéterminé	1	50	42,15	40,33	12,73	rouille
5	P.VCh11/5/1/45/7	2011	1	45 (mur de parement extérieur du rempart sud)	La Tène finale	La Tène finale	Fiche MG	1	116	171	11,27	11,14	restauré
5	P.VCh11/5/1/45/8	2011	1	45 (mur de parement extérieur du rempart sud)	La Tène finale	La Tène finale	Fiche MG	1	146	180	12,77	12,59	restauré
5	P.VCh09/5/1/46/16	2009	1	46 (éboulis MG, devant 45 et à côté de 19)	La Tène finale	La Tène	scorie	1	6,5	26,18	19,77	16,61	rouille
5	P.VCh09/5/1/46/17	2009	1	46 (éboulis MG, devant 45 et à côté de 19)	La Tène finale	La Tène finale	clou	1	5	51	5,29	4,75	restauré
5	P.VCh04/5/1/53/22	2004	1	53	Carolingien	Indéterminé	scorie	1	79	?	?	?	
5	P.VCh04/5/1/53/23	2004	1	53 (zone de circulation)	Carolingien	La Tène finale	Fiche MG	1	26	55,79	8,73	7,86	rouille (cassé)
5	P.VCh04/5/1/53/24	2004	1	53	Carolingien	Indéterminé	scorie	1	3	?	?	?	rouille
5	P.VCh09/5/1/54/1	2009	1	54 (éboulis externe du mur de parement de MG)	La Tène finale	La Tène finale	clou	1	15,5	45,31	/	/	corrodé
5	P.VCh09/5/1/54/2	2009	1	54 (éboulis externe du mur de parement de MG)	La Tène finale	La Tène finale	clou	1	4,5	/	/	/	corrodé
5	P.VCh06/5/2/64/17	2006	2	64	Humus moderne	Indéterminé	scorie	1	14	22,93	28,32	15,06	corrodé
5	P.VCh07/5/2/64/44	2007	2	64	Humus moderne	Indéterminé	indéterminé	1	4	40,64	7,01	3,47	corrodé
5	P.VCh09/5/2/64/68	2009	2	64	Humus moderne	Carolingien	pointe de flèche	1	8	65,69	9,19	/	restauré
5	P.VCh10/5/2/64/78	2010	2	64	Humus moderne	Indéterminé	scorie	5	79	/	/	/	corrodé
5	P.VCh04/5/2/64/85	2004	2	64	Humus moderne	Indéterminé	indéterminé	1	5,5	/	/	/	corrodé
5	P.VCh07/5/2/65/6	2007	2	65	Carolingien	Indéterminé	clou	1	1	12	2,73	2,24	restauré
5	P.VCh09/5/2/65/21	2009	2	65	Carolingien	Indéterminé	clou	1	2	21,73	6,09	4,3	corrodé
5	P.VCh09/5/2/65/22	2009	2	65	Carolingien	Indéterminé	clou	1	4	47,49	4,17	3,47	corrodé

Zone	N° inventaire	Année de fouille	Structure	UF	Datation de la couche	Attribution culturelle	Typologie artéfact	Nbr d'individus	Poids (g)	Longueur (mm)	Largeur (mm)	Epaisseur (mm)	Etat de conservation
5	P.VCh09/5/2/65/23	2009	2	65	Carolingien	Indéterminé	clou	1	3,5	25,11	6,77	4,1	restauré
5	P.VCh11/5/2/65/40	2011	2	65	Carolingien	Indéterminé	indéterminé	4	17,5	/	/	/	corrodé
5	P.VCh10/5/2/66/18	2010	2	66 (cœur du rempart nord)	La Tène finale	La Tène finale	tôle	1	1,5	19,33	17,85	1,17	corrodé
5	P.VCh10/5/2/66/19	2010	2	66 (cœur du rempart nord)	La Tène finale	La Tène finale	Fiche MG	1	65,5	178	11,18	10,82	restauré
5	P.VCh10/5/2/66/20	2010	2	66 (cœur du rempart nord)	La Tène finale	La Tène finale	Fiche MG	1	13	73	7,64	6,65	restauré
5	P.VCh10/5/2/66/21	2010	2	66 (cœur du rempart nord)	La Tène finale	La Tène finale	Fiche MG	1	65,5	140	9,11	10,03	restauré
5	P.VCh11/5/2/66/44	2011	2	66 (cœur du rempart nord)	La Tène finale	La Tène finale	indéterminé	2	14,5	/	/	/	corrodé
5	P.VCh09/5/2/70/1	2009	2	70 (écroulement du MG)	La Tène finale	La Tène finale	clou	1	12	57,4	/	/	corrodé
5	P.VCh09/5/2/70/2	2009	2	70 (écroulement du MG)	La Tène finale	La Tène finale	clou	1	13,5	57	/	/	corrodé
5	P.VCh09/5/2/70/3	2009	2	70 (écroulement du MG)	La Tène finale	La Tène finale	Fiche MG	1	16,5	42,72	9,4	8,21	corrodé
5	P.VCh09/5/2/70/4	2009	2	70 (écroulement du MG)	La Tène finale	La Tène finale	Fiche MG	1	52,5	95	11	9,47	corrodé
5	P.VCh09/5/2/70/5	2009	2	70 (écroulement du MG)	La Tène finale	La Tène finale	Fiche MG	1	29	/	/	/	corrodé
5	P.VCh09/5/2/70/6	2009	2	70 (écroulement du MG)	La Tène finale	La Tène finale	clou	1	6,5	61	4,89	5,32	restauré
5	P.VCh09/5/2/70/7	2009	2	70 (écroulement du MG)	La Tène finale	La Tène finale	Fiche MG	1	24,5	130	6,34	6,73	restauré
5	P.VCh09/5/2/70/8	2009	2	70 (écroulement du MG)	La Tène finale	La Tène finale	scorie	1	44	42,81	40,04	18,15	rouille
5	P.VCh10/5/2/70/19	2010	2	70 (écroulement du MG)	La Tène finale	La Tène finale	clou	1	5,5	40	4,71	4,26	restauré
5	P.VCh10/5/2/70/20	2010	2	70 (écroulement du MG)	La Tène finale	La Tène finale	clou	1	/	/	/	/	corrodé
5	P.VCh10/5/2/70/21	2010	2	70 (écroulement du MG)	La Tène finale	La Tène finale	clou	1	8	70	5,21	4,91	restauré
5	P.VCh10/5/2/70/22	2010	2	70 (écroulement du MG)	La Tène finale	La Tène finale	clou	1	/	/	/	/	corrodé
5	P.VCh10/5/2/70/23	2010	2	70 (écroulement du MG)	La Tène finale	La Tène finale	clou	1	/	/	/	/	corrodé
5	P.VCh10/5/2/70/24	2010	2	70 (écroulement du MG)	La Tène finale	La Tène finale	clou	1	/	/	/	/	corrodé
5	P.VCh10/5/2/70/25	2010	2	70 (écroulement du MG)	La Tène finale	La Tène finale	clou	1	9,5	61	6,19	5,72	restauré
5	P.VCh10/5/2/70/26	2010	2	70 (écroulement du MG)	La Tène finale	La Tène finale	Fiche MG	1	/	/	/	/	corrodé
5	P.VCh10/5/2/70/27	2010	2	70 (écroulement du MG)	La Tène finale	La Tène finale	clou	1	/	/	/	/	corrodé
5	P.VCh10/5/2/70/28	2010	2	70 (écroulement du MG)	La Tène finale	La Tène finale	clou	1	/	/	/	/	corrodé
5	P.VCh10/5/2/70/29	2010	2	70 (écroulement du MG)	La Tène finale	La Tène finale	clou	1	/	/	/	/	corrodé
5	P.VCh10/5/2/70/30	2010	2	70 (écroulement du MG)	La Tène finale	La Tène finale	clou	1	/	/	/	/	corrodé
5	P.VCh10/5/2/70/31	2010	2	70 (écroulement du MG)	La Tène finale	La Tène finale	clou	1	/	/	/	/	corrodé
5	P.VCh10/5/2/70/32	2010	2	70 (écroulement du MG)	La Tène finale	La Tène finale	Fiche MG	1	/	/	/	/	corrodé
5	P.VCh10/5/2/70/33	2010	2	70 (écroulement du MG)	La Tène finale	La Tène finale	clou	1	8	56	5,84	5,15	restauré
5	P.VCh09/5/2/71/1	2009	2	71 (couche d'incendie)	La Tène finale	La Tène finale	clou	1	7	50	5,28	5,61	restauré
5	P.VCh09/5/2/71/2	2009	2	71 (couche d'incendie)	La Tène finale	La Tène finale	clou	1	6,5	46	5,33	5,57	restauré
5	P.VCh10/5/2/71/3	2010	2	71 (couche d'incendie)	La Tène finale	La Tène finale	clou	1	6,5	39	4,61	4,71	restauré
5	P.VCh10/5/2/71/4	2010	2	71 (couche d'incendie)	La Tène finale	La Tène finale	Fiche MG	1	86,5	117,95	/	/	corrodé
5	P.VCh09/5/2/71/5	2009	2	71 (couche d'incendie)	La Tène finale	La Tène finale	clou	1	12	/	/	/	corrodé
5	P.VCh09/5/2/71/6	2009	2	71 (couche d'incendie)	La Tène finale	La Tène finale	indéterminé	1	6,5	/	/	/	corrodé
5	P.VCh10/5/2/71/8	2010	2	71 (couche d'incendie)	La Tène finale	La Tène finale	clou	1	1,5	25	3,79	3,92	restauré
5	P.VCh06/5/2/72/1	2006	2	72 (écroulement rempart caro)	Carolingien	Indéterminé	indéterminé	1	2,5	28,3	21,9	1,51	restauré
5	P.VCh10/5/2/78/3	2010	2	78 (écroulement MG = 70 = 80)	La Tène finale	Indéterminé	indéterminé	1	6	/	/	/	corrodé
5	P.VCh11/5/2/78/4	2011	2	78 (écroulement MG = 70 = 80)	La Tène finale	La Tène finale	Fiche MG	1	136	/	/	/	corrodé
5	P.VCh11/5/2/78/5	2011	2	78 (écroulement MG = 70 = 80)	La Tène finale	La Tène finale	clou	1	7,5	39,05	/	/	corrodé
5	P.VCh11/5/2/78/6	2011	2	78 (écroulement MG = 70 = 80)	La Tène finale	La Tène finale	clou	1	7	52,79	/	/	corrodé
5	P.VCh11/5/2/78/7	2011	2	78 (écroulement MG = 70 = 80)	La Tène finale	La Tène finale	clou	1	5	51,07	4,57	4,23	corrodé
5	P.VCh11/5/2/78/12	2011	2	78 (écroulement MG = 70 = 80)	La Tène finale	La Tène finale	indéterminé	1	7	/	/	/	corrodé
5	P.VCh10/5/1-2/79/1	2010	1-2	79 (zone de circulation au niveau de la porte)	La Tène finale	La Tène finale	clou	1	/	/	/	/	corrodé
5	P.VCh10/5/1-2/79/2	2010	1-2	79 (zone de circulation au niveau de la porte)	La Tène finale	La Tène finale	clou	1	/	/	/	/	corrodé
5	P.VCh10/5/1-2/79/3	2010	1-2	79 (zone de circulation au niveau de la porte)	La Tène finale	La Tène finale	clou	1	/	/	/	/	corrodé
5	P.VCh10/5/1-2/79/4	2010	1-2	79 (zone de circulation au niveau de la porte)	La Tène finale	La Tène finale	clou	1	/	/	/	/	corrodé
5	P.VCh10/5/1-2/79/5	2010	1-2	79 (zone de circulation au niveau de la porte)	La Tène finale	La Tène finale	clou	1	/	/	/	/	corrodé
5	P.VCh10/5/1-2/79/6	2010	1-2	79 (zone de circulation au niveau de la porte)	La Tène finale	La Tène finale	clou	1	/	/	/	/	corrodé

Zone	N° inventaire	Année de fouille			UF	Datation de la couche	Attribution culturelle	Typologie artéfact	Nbr		Longueur (mm)	Largeur (mm)	Epaisseur (mm)	Etat de conservation
		d'individus	Poids (g)											
5	P.VCh10/5/1-2/79/7	2010	1-2	79 (zone de circulation au niveau de la porte)	La Tène finale	La Tène finale	indéterminé	2	/	/	/	/	corrodé	
5	P.VCh10/5/1-2/79/8	2010	1-2	79 (zone de circulation au niveau de la porte)	La Tène finale	La Tène finale	clou	1	/	/	/	/	corrodé	
5	P.VCh10/5/1-2/79/21	2010	1-2	79 (zone de circulation au niveau de la porte)	La Tène finale	La Tène finale	scorie	18	85	/	/	/	corrodé	
5	P.VCh10/5/1-2/80/1	2010	1-2	80 (écroulement du MG niveau couloir = 70)	La Tène finale	La Tène finale	Fiche MG	1	/	/	/	/	corrodé	
5	P.VCh10/5/1-2/80/2	2010	1-2	80 (écroulement du MG niveau couloir = 70)	La Tène finale	La Tène finale	clou	1	5,5	55	5,68	4,45	restauré	
5	P.VCh10/5/1-2/80/3	2010	1-2	80 (écroulement du MG niveau couloir = 70)	La Tène finale	La Tène finale	clou	1	5,5	51	5,05	4,61	restauré	
5	P.VCh10/5/1-2/80/4	2010	1-2	80 (écroulement du MG niveau couloir = 70)	La Tène finale	La Tène finale	clou	1	/	/	/	/	corrodé	
5	P.VCh10/5/1-2/80/5	2010	1-2	80 (écroulement du MG niveau couloir = 70)	La Tène finale	La Tène finale	Fiche MG	1	/	/	/	/	corrodé	
5	P.VCh10/5/2/80/6	2010	2	80 (écroulement du MG niveau couloir = 70)	La Tène finale	La Tène finale	clou	1	6	41,42	5,08	5,18	restauré	
5	P.VCh10/5/1-2/80/7	2010	1-2	80 (écroulement du MG niveau couloir = 70)	La Tène finale	La Tène finale	clou	1	5	35	4,21	4,43	restauré	
5	P.VCh10/5/1-2/80/8	2010	1-2	80 (écroulement du MG niveau couloir = 70)	La Tène finale	La Tène finale	clou	1	/	/	/	/	corrodé	
5	P.VCh10/5/1-2/80/9	2010	1-2	80 (écroulement du MG niveau couloir = 70)	La Tène finale	La Tène finale	clou	1	/	/	/	/	corrodé	
5	P.VCh10/5/1-2/80/10	2010	1-2	80 (écroulement du MG niveau couloir = 70)	La Tène finale	La Tène finale	clou	1	5	36,79	4,36	5,3	restauré	
5	P.VCh10/5/1-2/80/11	2010	1-2	80 (écroulement du MG niveau couloir = 70)	La Tène finale	La Tène finale	clou	1	/	/	/	/	corrodé	
5	P.VCh10/5/1-2/80/12	2010	1-2	80 (écroulement du MG niveau couloir = 70)	La Tène finale	La Tène finale	clou	1	6	45	4	3,87	restauré	
5	P.VCh10/5/1-2/80/13	2010	1-2	80 (écroulement du MG niveau couloir = 70)	La Tène finale	La Tène finale	clou	1	/	/	/	/	corrodé	
5	P.VCh10/5/1-2/80/14	2010	1-2	80 (écroulement du MG niveau couloir = 70)	La Tène finale	La Tène finale	clou	1	/	/	/	/	corrodé	
5	P.VCh10/5/1-2/80/15	2010	1-2	80 (écroulement du MG niveau couloir = 70)	La Tène finale	La Tène finale	clou	1	/	/	/	/	corrodé	
5	P.VCh10/5/1-2/80/16	2010	1-2	80 (écroulement du MG niveau couloir = 70)	La Tène finale	La Tène finale	clou	1	3,5	40	4,55	5,82	restauré	
5	P.VCh10/5/1-2/80/17	2010	1-2	80 (écroulement du MG niveau couloir = 70)	La Tène finale	La Tène finale	clou	1	/	/	/	/	corrodé	
5	P.VCh10/5/1-2/80/18	2010	1-2	80 (écroulement du MG niveau couloir = 70)	La Tène finale	La Tène finale	clou	1	/	/	/	/	corrodé	
5	P.VCh10/5/1-2/80/19	2010	1-2	80 (écroulement du MG niveau couloir = 70)	La Tène finale	La Tène finale	clou	1	/	/	/	/	corrodé	
5	P.VCh10/5/1-2/80/20	2010	1-2	80 (écroulement du MG niveau couloir = 70)	La Tène finale	La Tène finale	clou	1	3,5	45	4,49	3,05	restauré	
5	P.VCh10/5/1-2/80/21	2010	1-2	80 (écroulement du MG niveau couloir = 70)	La Tène finale	La Tène finale	clou	1	21,5	95	7,38	7,5	restauré	
5	P.VCh10/5/1-2/80/22	2010	1-2	80 (écroulement du MG niveau couloir = 70)	La Tène finale	La Tène finale	clou	1	/	/	/	/	corrodé	
5	P.VCh10/5/1-2/80/23	2010	1-2	80 (écroulement du MG niveau couloir = 70)	La Tène finale	La Tène finale	Fiche MG	1	/	/	/	/	corrodé	
5	P.VCh10/5/1-2/80/24	2010	1-2	80 (écroulement du MG niveau couloir = 70)	La Tène finale	La Tène finale	clou	1	20	82	8,81	6,79	restauré	
5	P.VCh10/5/1-2/80/25	2010	1-2	80 (écroulement du MG niveau couloir = 70)	La Tène finale	La Tène finale	clou	1	25,5	66	9,04	10,14	restauré	
5	P.VCh10/5/1-2/80/26	2010	1-2	80 (écroulement du MG niveau couloir = 70)	La Tène finale	La Tène finale	clou	1	/	/	/	/	corrodé	
5	P.VCh10/5/1-2/80/27	2010	1-2	80 (écroulement du MG niveau couloir = 70)	La Tène finale	La Tène finale	clou	1	4,5	40	5,81	4,81	restauré	
5	P.VCh10/5/1-2/80/28	2010	1-2	80 (écroulement du MG niveau couloir = 70)	La Tène finale	La Tène finale	Fiche MG	1	/	/	/	/	corrodé	
5	P.VCh10/5/1-2/80/29	2010	1-2	80 (écroulement du MG niveau couloir = 70)	La Tène finale	La Tène finale	clou	1	/	52,45	6,46	/	corrodé	
5	P.VCh10/5/1-2/80/30	2010	1-2	80 (écroulement du MG niveau couloir = 70)	La Tène finale	La Tène finale	clou	1	/	/	/	/	corrodé	
5	P.VCh10/5/1-2/80/31	2010	1-2	80 (écroulement du MG niveau couloir = 70)	La Tène finale	La Tène finale	clou	1	5	33,47	4,95	4,89	restauré	
5	P.VCh10/5/1-2/80/32	2010	1-2	80 (écroulement du MG niveau couloir = 70)	La Tène finale	La Tène finale	clou	1	7	38	5,57	6,12	restauré	
5	P.VCh10/5/1-2/80/33	2010	1-2	80 (écroulement du MG niveau couloir = 70)	La Tène finale	La Tène finale	clou	1	/	/	/	/	corrodé	
5	P.VCh10/5/1-2/80/34	2010	1-2	80 (écroulement du MG niveau couloir = 70)	La Tène finale	La Tène finale	clou	1	/	/	/	/	corrodé	
5	P.VCh10/5/1-2/80/35	2010	1-2	80 (écroulement du MG niveau couloir = 70)	La Tène finale	La Tène finale	clou	1	5	51	5,8	4,56	restauré	
5	P.VCh10/5/1-2/80/36	2010	1-2	80 (écroulement du MG niveau couloir = 70)	La Tène finale	La Tène finale	Fiche MG	1	/	/	/	/	corrodé	
5	P.VCh10/5/1-2/80/49	2010	1-2	80 (écroulement du MG niveau couloir = 70)	La Tène finale	La Tène finale	clou	1	9,5	/	/	/	corrodé	
5	P.VCh10/5/1-2/80/50	2010	1-2	80 (écroulement du MG niveau couloir = 70)	La Tène finale	La Tène finale	indéterminé	6	28	/	/	/	corrodé	
5	P.VCh10/5/1-2/81/1	2010	1-2	81	substrat encaissant	La Tène finale	clou	1	/	/	/	/	corrodé	
5	P.VCh10/5/1-2/81/2	2010	1-2	81	substrat encaissant	La Tène finale	clou	1	/	/	/	/	corrodé	
5	P.VCh10/5/1-2/81/15	2010	1-2	81	substrat encaissant	La Tène finale	clou	1	/	/	/	/	corrodé	
5	P.VCh10/5/1-2/81/16	2010	1-2	81	substrat encaissant	La Tène finale	clou	1	/	/	/	/	corrodé	
5	P.VCh10/5/1-2/81/17	2010	1-2	81	substrat encaissant	La Tène finale	indéterminé	1	/	/	/	/	corrodé	
5	P.VCh10/5/1-2/82/1	2010	1-2	82 (mur du couloir de la porte)	La Tène finale	La Tène finale	clou	1	2	/	/	/	corrodé	
5	P.VCh10/5/1-2/83/1	2010	1-2	83	Carolingien	Indéterminé	clou	1	/	/	/	/	corrodé	
5	P.VCh10/5/1-2/84/1	2010	1-2	84 (écroulement rempart caro, au dessus de 80)	Carolingien	La Tène finale	Fiche MG	1	/	/	/	/	corrodé	
5	P.VCh10/5/1-2/84/2	2010	1-2	84 (écroulement rempart caro, au dessus de 80)	Carolingien	La Tène finale	Fiche MG	1	/	/	/	/	corrodé	

Zone	N° inventaire	Année de fouille	Structure	UF	Datation de la couche	Attribution culturelle	Typologie artéfact	Nbr d'individus	Poids (g)	Longueur (mm)	Largeur (mm)	Epaisseur (mm)	Etat de conservation
5	P.VCh10/5/1-2/84/3	2010	1-2	84 (écroulement rempart caro, au dessus de 80)	Carolingien	Carolingien	couteau	1	19,5	135,41	16,86	3,26	restauré
5	P.VCh10/5/1-2/84/4	2010	1-2	84 (écroulement rempart caro, au dessus de 80)	Carolingien	La Tène finale	clou	1	/	/	/	/	corrodé
5	P.VCh10/5/1-2/84/5	2010	1-2	84 (écroulement rempart caro, au dessus de 80)	Carolingien	Indéterminé	clou	1	/	/	/	/	corrodé
5	P.VCh10/5/1-2/84/6	2010	1-2	84 (écroulement rempart caro, au dessus de 80)	Carolingien	Indéterminé	clou	1	/	/	/	/	corrodé
5	P.VCh10/5/1-2/84/7	2010	1-2	84 (écroulement rempart caro, au dessus de 80)	Carolingien	La Tène finale	clou	1	/	/	/	/	corrodé
5	P.VCh10/5/1-2/84/8	2010	1-2	84 (écroulement rempart caro, au dessus de 80)	Carolingien	Indéterminé	clou	1	/	/	/	/	corrodé
5	P.VCh10/5/1-2/84/20	2010	1-2	84 (écroulement rempart caro, au dessus de 80)	Carolingien	Indéterminé	indéterminé	7	33,5	/	/	/	corrodé
5	P.VCh10/5/12/95/1	2010	12 (trou de)	95	La Tène finale	La Tène finale	clou	1	5	38,09	4,56	4,77	bon état
5	P.VCh10/5/12/95/2	2010	12 (trou de)	95	La Tène finale	La Tène finale	indéterminé	1	9,5	?	?	?	corrodé
5	P.VCh10/5/14/100/6	2010	14 (trou de)	100	La Tène finale	La Tène finale	clou	1	?	?	?	?	corrodé
5	P.VCh10/5/2/113/14	2010	2	113	Carolingien	Indéterminé	clou	1	5,5	/	/	/	corrodé
5	P.VCh10/5/2/113/15	2010	2	113	Carolingien	Indéterminé	tôle	1	6,5	/	/	/	corrodé
5	P.VCh10/5/2/113/16	2010	2	113	Carolingien	Indéterminé	tôle	3	18,5	/	/	/	corrodé
5	P.VCh04/5/2/113/25	2004	2	113	Carolingien	Indéterminé	clou	1	16,5	/	/	/	corrodé
5	P.VCh04/5/2/113/26	2004	2	113	Carolingien	Indéterminé	indéterminé	3	14,5	/	/	/	corrodé
5	P.VCh08/5/2/113/30	2008	2	113	Carolingien	Indéterminé	indéterminé	9	64	/	/	/	corrodé
5	P.VCh08/5/2/113/31	2008	2	113	Carolingien	Indéterminé	clou	1	3,5	41	3,8	5,73	restauré
5	P.VCh08/5/2/113/32	2008	2	113	Carolingien	Indéterminé	clou	1	1	/	/	/	corrodé
8	P.VCh11/8//56/27	2011	/	56	Humus moderne	La Tène finale	Fiche MG	1	7	23,43	7,34	7,41	corrodé (cassé)
8	P.VCh11/8//56/34	2011	/	56	Humus moderne	La Tène finale (incertain)	Fiche MG (ou sorte de crampon)	1	136	210	9,76	9,55	restauré
8	P.VCh11/8/1/166/1 OU 1	2011	1	166 OU 57 (cœur et écroulement rempart caro)	Carolingien	La Tène finale	Fiche MG	1	31,7	136,29	7,89	7,61	corrodé (entier)
8	P.VCh11/8/1/127/11	2011	1	127 (cœur et rampe arrière MG)	La Tène finale	La Tène finale	Fiche MG	1	46,8	196	7,61	7,72	restauré
9	P.VCh11/9//125/35	2011	/	125	Humus moderne	indéterminé	clou	1	7,2	49,78	5,23	5,08	corrodé
9	P.VCh11/9//125/36	2011	/	125	Humus moderne	indéterminé	clou	1	5,2	30,8	6,5	6,03	corrodé
9	P.VCh11/9//125/37	2011	/	125	Humus moderne	indéterminé	clou	1	4,3	34,81	4,85	4,74	corrodé
9	P.VCh11/9//125/38	2011	/	125	Humus moderne	indéterminé	clou	1	8,2	51,11	6,44	5,78	corrodé
9	P.VCh11/9//125/39	2011	/	125	Humus moderne	indéterminé	clou	1	2,1	43,53	4,43	3,3	corrodé
9	P.VCh11/9//125/40	2011	/	125	Humus moderne	indéterminé	clou	1	2,5	39,54	5,25	3,9	corrodé
9	P.VCh11/9//125/41	2011	/	125	Humus moderne	indéterminé	clou	1	2,7	21,38	/	/	corrodé
9	P.VCh11/9//125/42	2011	/	125	Humus moderne	indéterminé	clou	1	5,4	/	/	/	corrodé
9	P.VCh11/9//125/43	2011	/	125 (terre végétal sur ensemble de la zone)	Humus moderne	La Tène finale	fiche MG	1	28,1	93,23	/	/	corrodé
9	P.VCh11/9//125/44	2011	/	125	Humus moderne	indéterminé	indéterminé	1	4,2	/	/	/	corrodé
9	P.VCh11/9//125/45	2011	/	125	Humus moderne	indéterminé	indéterminé	1	5,9	/	/	/	corrodé
9	P.VCh11/9//125/46	2011	/	125	Humus moderne	indéterminé	anneau	1	5,9	32,67	20,08	5,36	corrodé
9	P.VCh11/9//125/47	2011	/	125	Humus moderne	indéterminé	tôle	1	1,7	/	/	/	corrodé
9	P.VCh11/9//125/48	2011	/	125	Humus moderne	indéterminé	scorie	12	482,6	/	/	/	corrodé
9	P.VCh11/9//125/49	2011	/	125	Humus moderne	Moderne	fourchette	1	4	/	/	/	bon état
10	P.VCh12/10//142/92	2012	/	142	Humus moderne	indéterminé	clou	1	3,8	34,49	4,27	4,21	corrodé
10	P.VCh12/10//142/93	2012	/	142	Humus moderne	indéterminé	clou	1	15,3	54,54	6,08	6,3	corrodé
10	P.VCh12/10//142/94	2012	/	142	Humus moderne	indéterminé	clou	1	5,2	63,73	4,14	4,58	corrodé
10	P.VCh12/10//142/95	2012	/	142	Humus moderne	indéterminé	clou	1	4,9	55,17	4,49	4,54	corrodé
10	P.VCh12/10//142/96	2012	/	142	Humus moderne	indéterminé	clou	1	1	33,39	3,7	3,42	corrodé
10	P.VCh12/10//142/97	2012	/	142	Humus moderne	indéterminé	clou	1	3,1	41,48	4,53	4	corrodé
10	P.VCh12/10//142/98	2012	/	142	Humus moderne	indéterminé	clou	1	10,6	22,13	6,94	7,79	corrodé
10	P.VCh12/10//142/99	2012	/	142	Humus moderne	indéterminé	clou	1	4	35,4	4,29	5,37	corrodé
10	P.VCh12/10//142/100	2012	/	142	Humus moderne	indéterminé	clou	1	7,3	41,82	5,39	4,61	corrodé
10	P.VCh12/10//142/101	2012	/	142	Humus moderne	indéterminé	clou	1	5,7	44,54	/	/	corrodé

Zone	N° inventaire	Année de fouille		UF	Datation de la couche	Attribution culturelle	Typologie artéfact	Nbr d'individus	Poids (g)	Longueur (mm)	Largeur (mm)	Epaisseur (mm)	Etat de conservation
		Structure											
10	P.VCh12/10//142/102	2012	/	142	Humus moderne	indéterminé	clou	1	4,9	40,87	5,32	5,4	corrodé
10	P.VCh12/10//142/103	2012	/	142	Humus moderne	indéterminé	clou	1	6,8	42,36	5,72	5,06	corrodé
10	P.VCh12/10//142/104	2012	/	142	Humus moderne	indéterminé	clou	1	6,1	41,98	/	/	corrodé
10	P.VCh12/10//142/105	2012	/	142	Humus moderne	indéterminé	crampon	1	3,8	/	10,9	1,43	rouille
10	P.VCh12/10//142/106	2012	/	142	Humus moderne	indéterminé	fiche MG	1	38,6	101,05	9,99	9,94	rouille
10	P.VCh12/10//142/111	2012	/	142	Humus moderne	moderne	anneau	1	29,7	/	/	/	bon état
10	P.VCh12/10//142/112	2012	/	142	Humus moderne	indéterminé	clou	2	3,6	/	/	/	corrodé
10	P.VCh12/10//142/113	2012	/	142	Humus moderne	indéterminé	indéterminé	2	4,4	/	/	/	corrodé
10	P.VCh12/10//142/114	2012	/	142	Humus moderne	indéterminé	scorie	1	84	62,43	45,18	29,23	bon état

Tableau 7 – Inventaire du matériel métallique.

	Fiche	Clou	Couteau	Flèche	Tôle	Scorie	Indéterminés et autres	Demi- produits	TOTAL	
Zone 1-2										
UF néo/LT moy									0	
UF LTf									0	
UF caro									0	
Humus sup./ indéterminé								5	5	
Zone 4/7										
UF néo/LT moy									0	
UF LTf	10	1				4			15	
UF caro	1	1				2	2		6	
Humus sup./ indéterminé						8			8	
Zone 5										
UF néo/LT moy									0	
UF LTf	35	69			1	5	10		120	
UF caro	6	17	1		2	2	11		39	
Humus sup./ indéterminé	4	9		1		7	5		26	
Zone 8										
UF néo/LT moy									0	
UF LTf	1								1	
UF caro	1								1	
Humus sup./ indéterminé	2						1		3	
Zone 9										
UF néo/LT moy									0	
UF LTf									0	
UF caro									0	
Humus sup./ indéterminé	1	8			1	1	4		15	
Zone 10										
UF néo/LT moy									0	
UF LTf		2			1	3			6	
UF caro						5			5	
Humus sup./ indéterminé	1	14				71	3		89	
Zone 11										
UF néo/LT moy									0	
UF LTf	1 ?								0	
UF caro									0	
Humus sup./ indéterminé		2				19	2		23	
Zone 13										
UF néo/LT moy									0	
UF LTf									0	
UF caro									0	
Humus sup./ indéterminé	1	1				8	1		11	
Zone 14										
UF néo/LT moy									0	
UF LTf									0	
UF caro									0	
Humus sup./ indéterminé	2								2	
Zone inconnue										
UF inconnue	85							5	7	97
Totaux										
	150	124	1	1	5	135	49	7	472	

Tableau 8 – Tableau récapitulatif du matériel métallique.



Fig. 3 - Carte des sites ayant livré des fiches de murus gallicus selon Source de la carte : Buchsenschutz et Ralston, 2014, Cahiers d'archéologie romande, Nouvelles remarques sur les muri gallici.

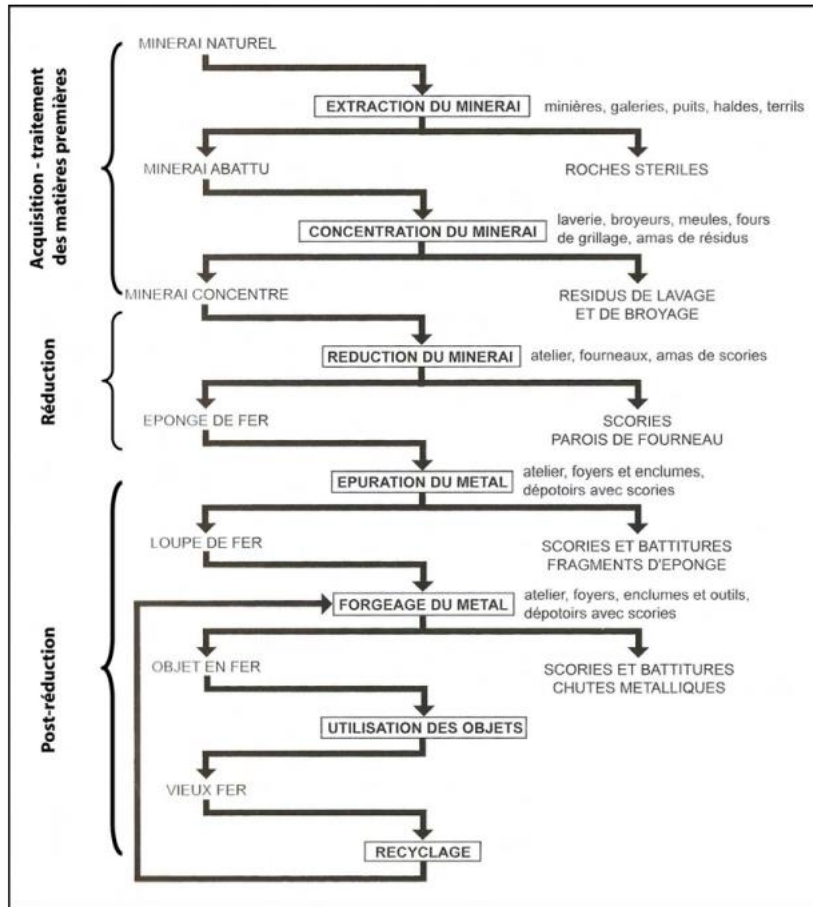


Fig. 4 – Chaîne opératoire de la sidérurgie directe du fer.

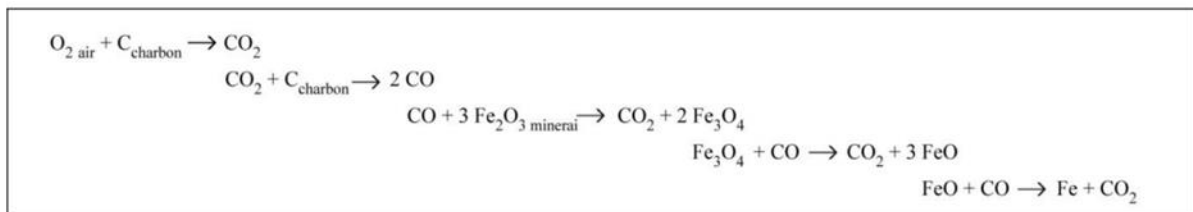
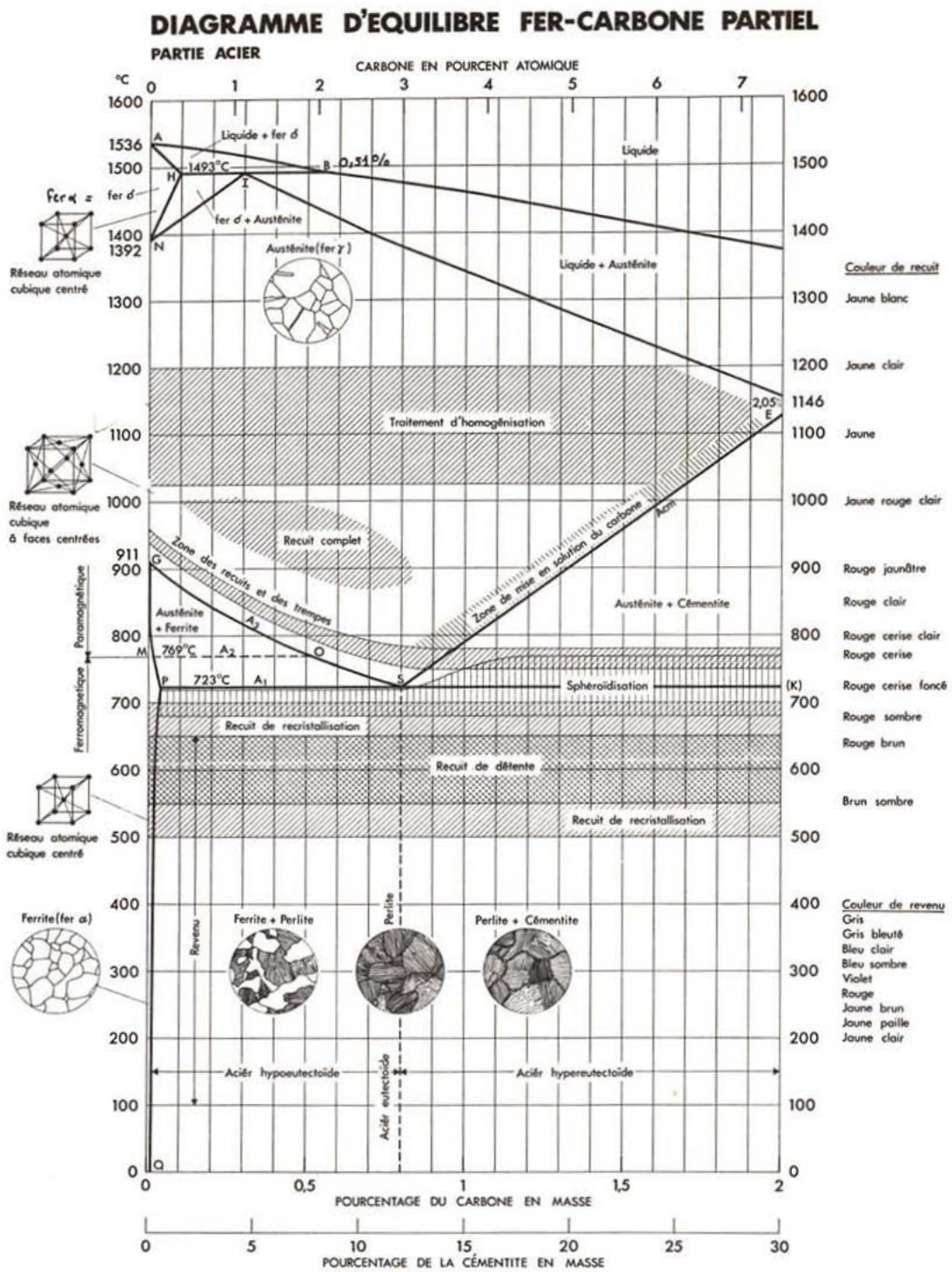


Fig. 5 – Réaction chimique de la réduction des oxydes de fer.



COMPILED BY S. ENDELL-NIELSEN
Met. Eng. Technological Institute, Copenhagen

Fig. 6 - Diagramme d'équilibre fer-carbone, en fonction de la température (en ordonnée) et de la teneur en carbone(en abscisse).

Teneur en carbone	0 %	0,85 %	1,7 %	4,3 %	6,67 %
Classification	ACIERS		FONTES		
	hypo eutectoides	hyper eutectoides	hypo eutectiques	hyper eutectiques	

Fig. 7 - Classification des aciers et des fontes en fonction de leur teneur en carbone.

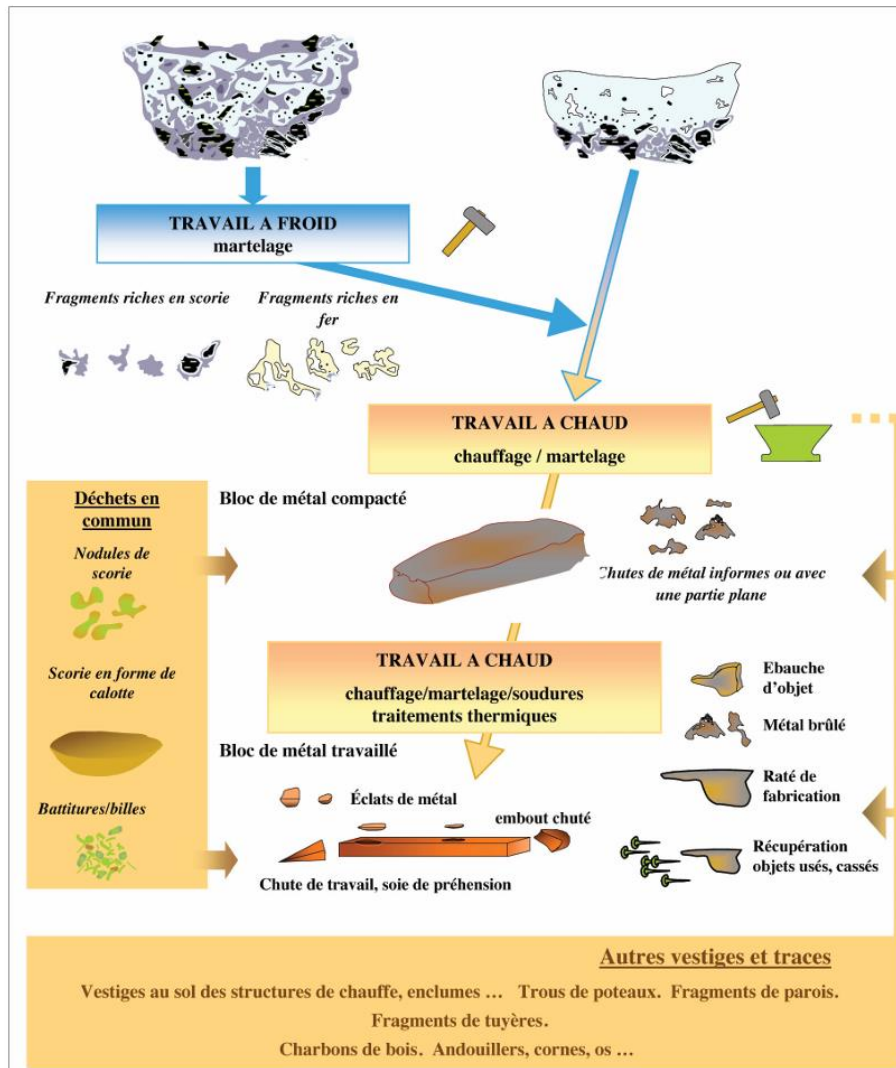


Fig. 8 - Schéma de la chaîne opératoire de post-réduction et déchets qui y sont associés.

ESSAI DE TYPOLOGIE DES PRATIQUES D'ÉPURATION

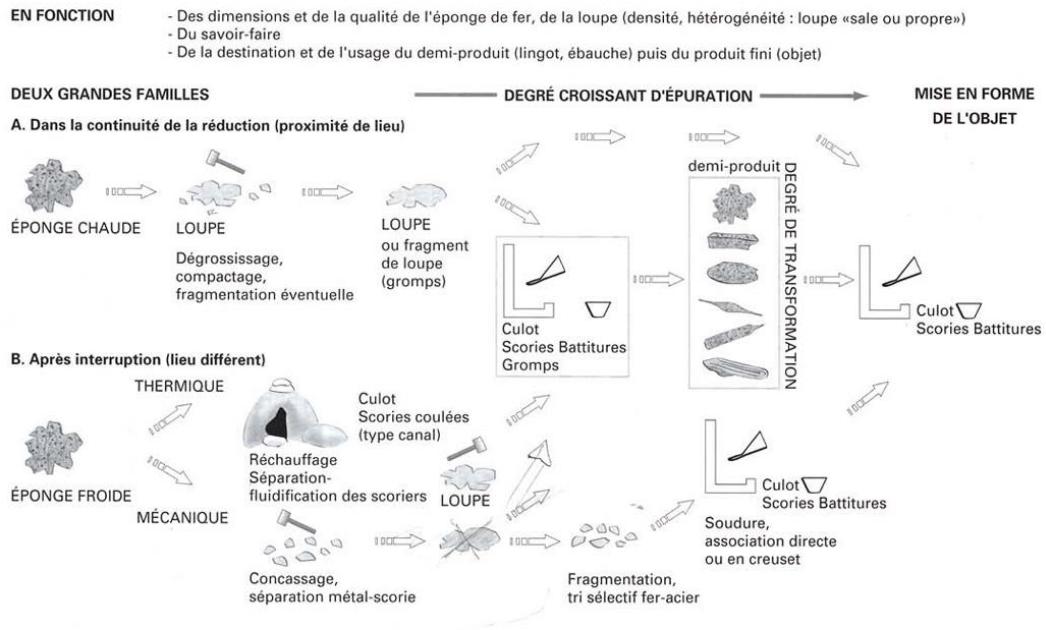


Fig. 9 - La chaîne opératoire du fer : l'épuration.

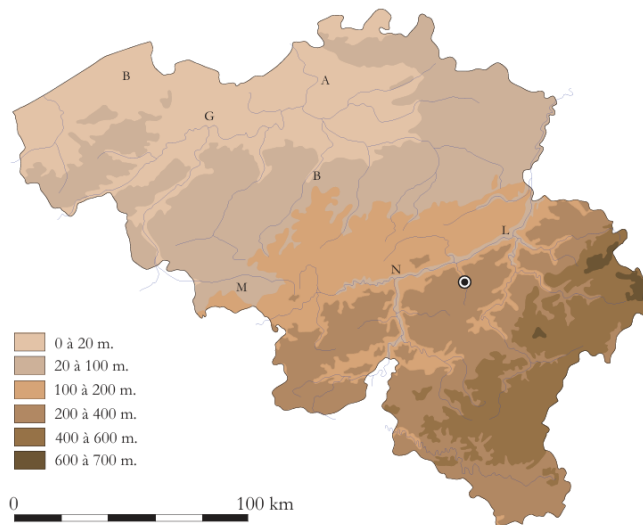


Fig. 10 - Localisation géographique du site « Rocher du Vieux-Château » en Belgique.

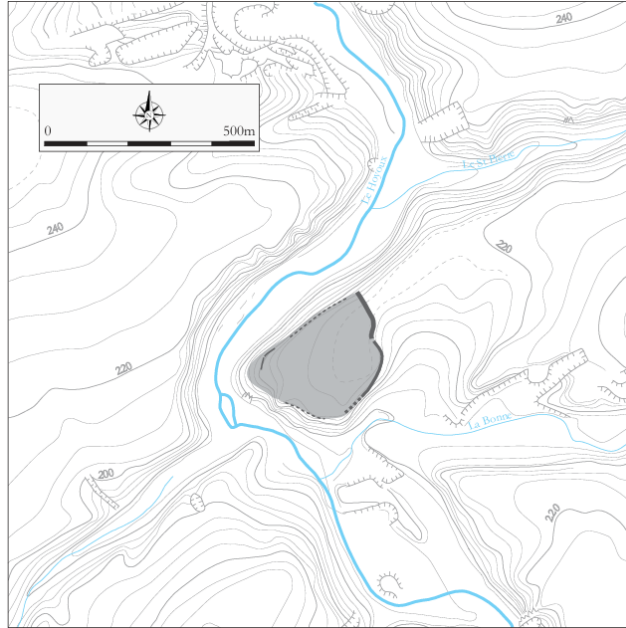


Fig. 11 - Topographie du site « Rocher du Vieux-Château » à Modave. Le tracé du rempart est indiqué en gris foncé (traits pleins : rempart visible, traits discontinus : rempart supposé).

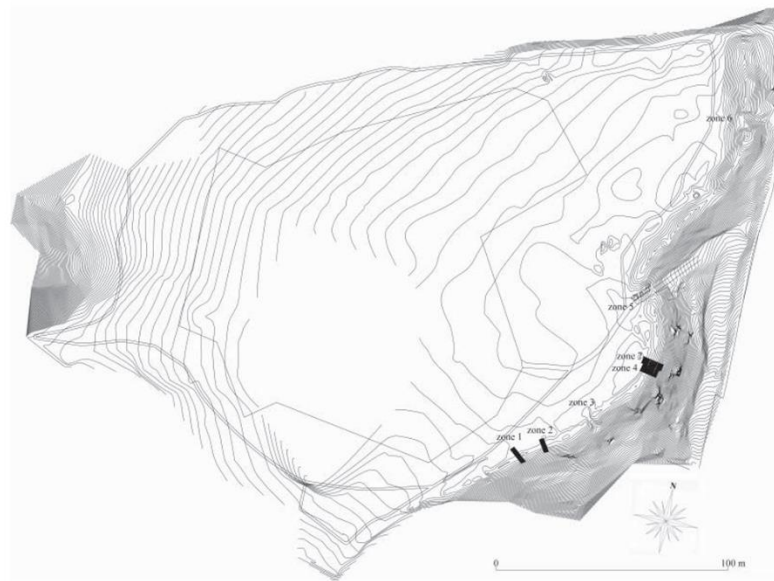


Fig. 12 - Plan topographique du site.

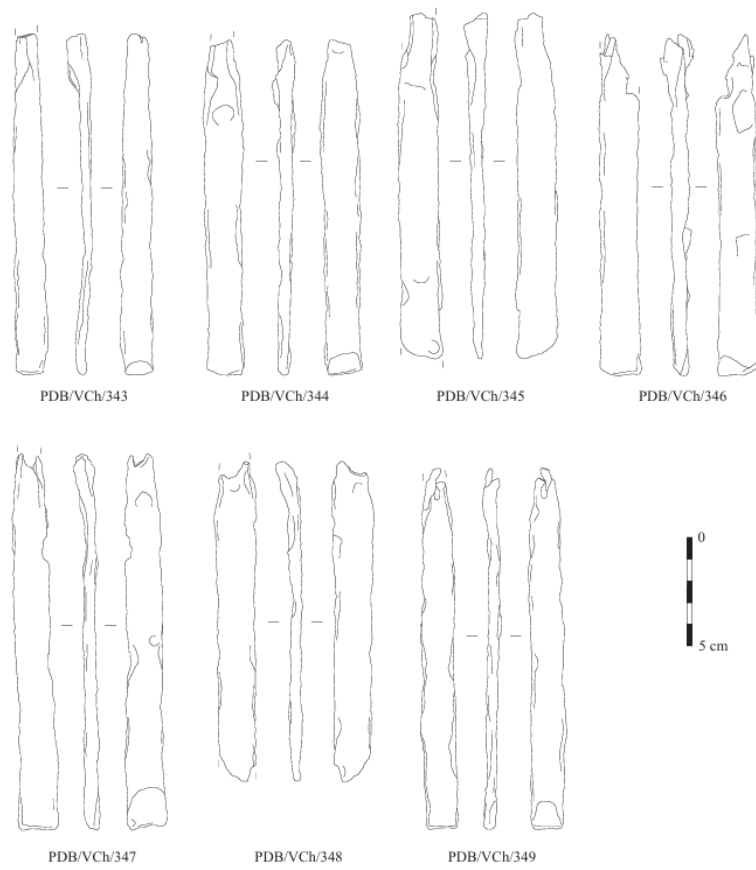


Fig. 13 - Demi-produits de type barre à douille découverts sur le site du « Rocher du Vieux-Château » de Pont-de-Bonne.

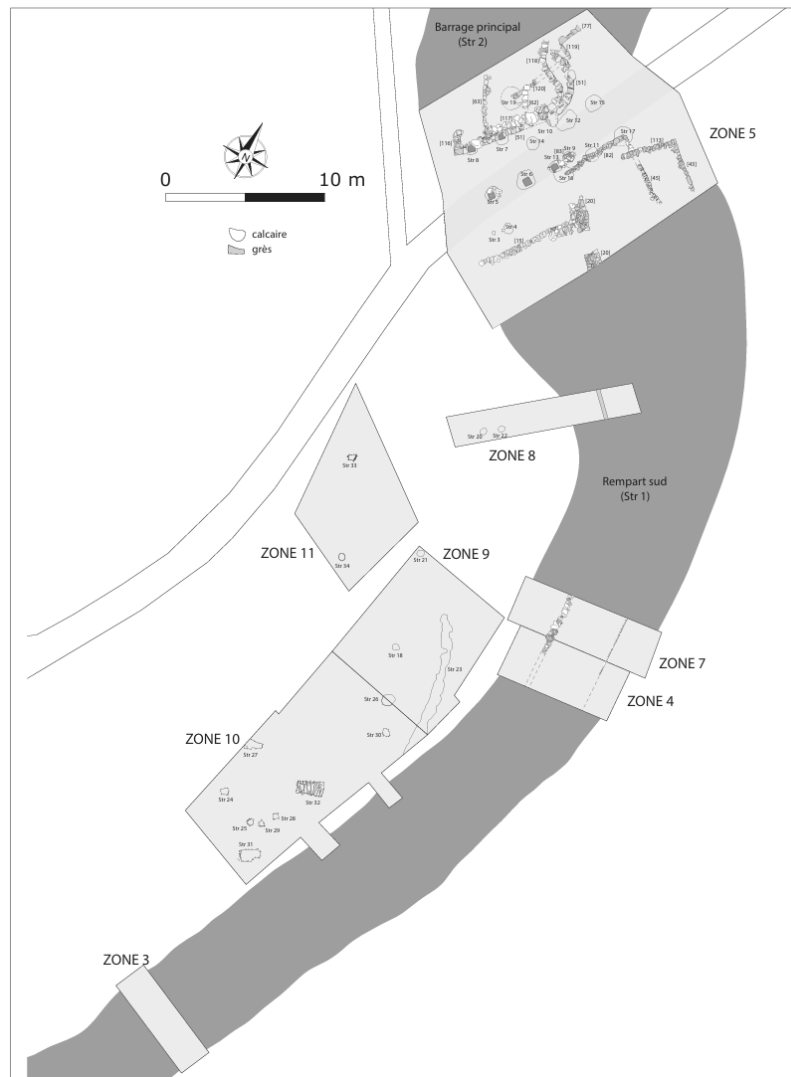


Fig. 14 - Plan des structures et zones de fouille sur le site du « Rocher du Vieux-Château » de Pont-de-Bonne.

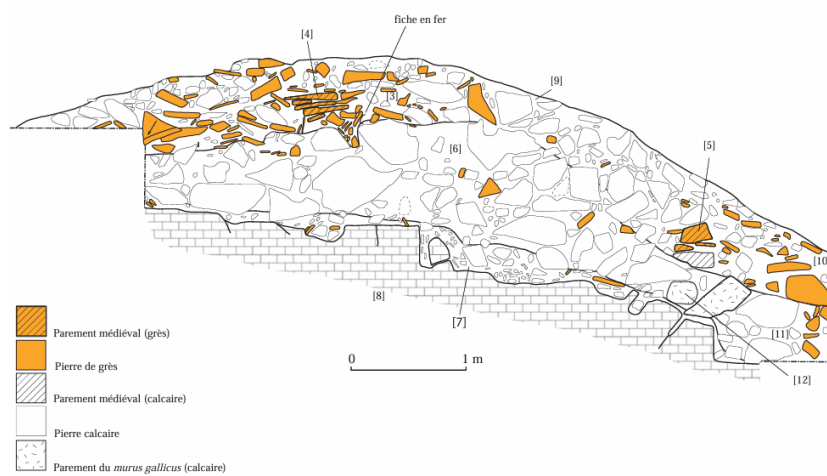


Fig. 15 - Zone 4, coupe du rempart. [3] rempart médiéval ; [4] et [5] parement médiéval ; [6] murus gallicus ; [7] couche La Tène finale ; [8] socle calcaire ; [9] humus actuel ; [10]

éboulements du parement médiéval ; [11] éboulements du parement gaulois ; [12] parement du murus gallicus.

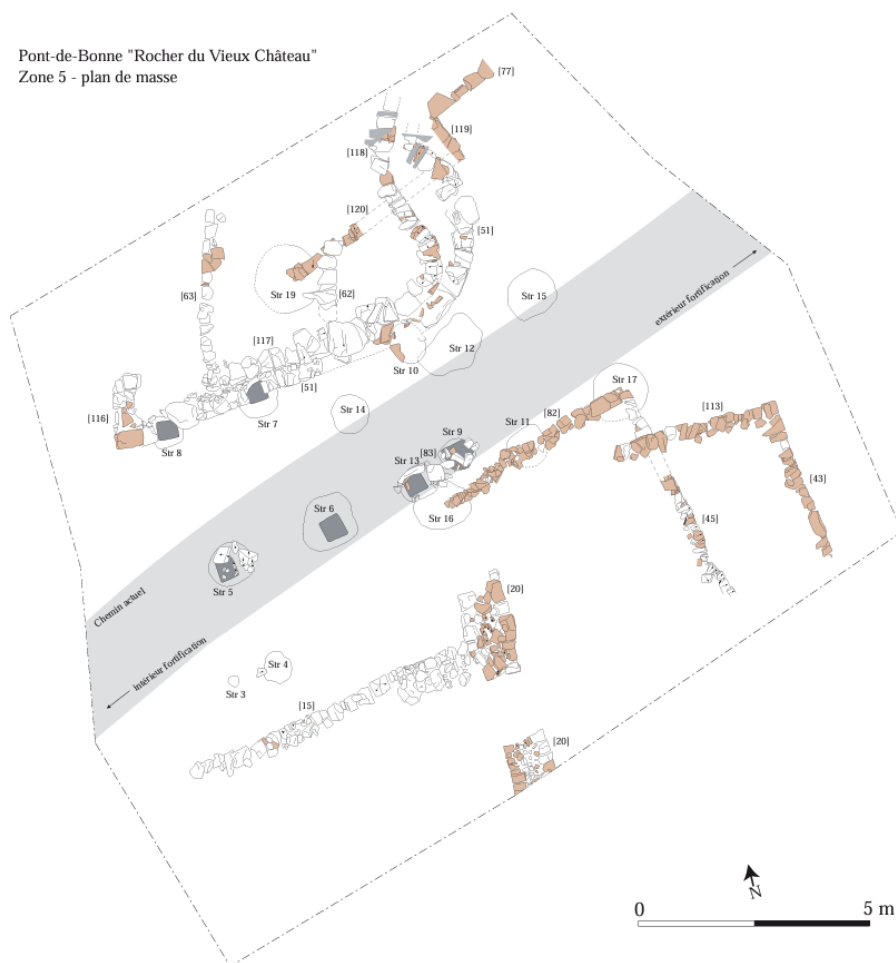


Fig. 16 - Plan de la zone 5.

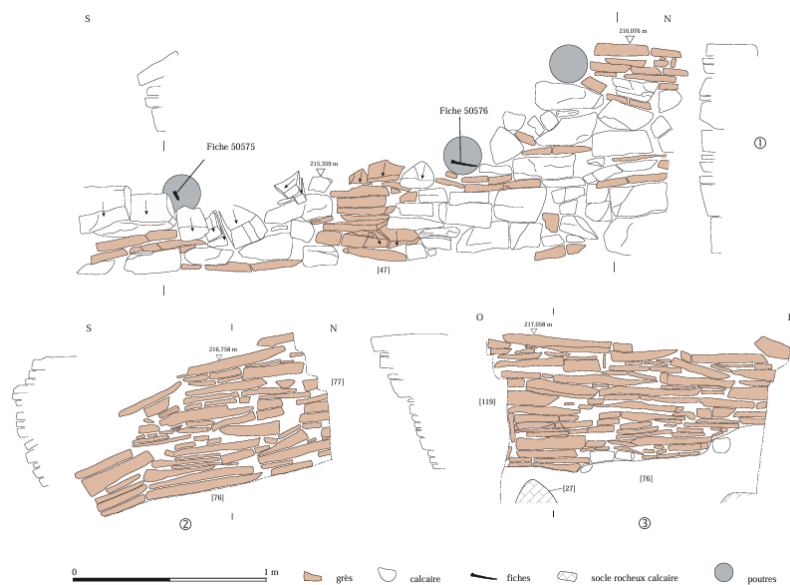


Fig. 17 - Zone 5, coupe du mur de parement externe du murus gallicus.

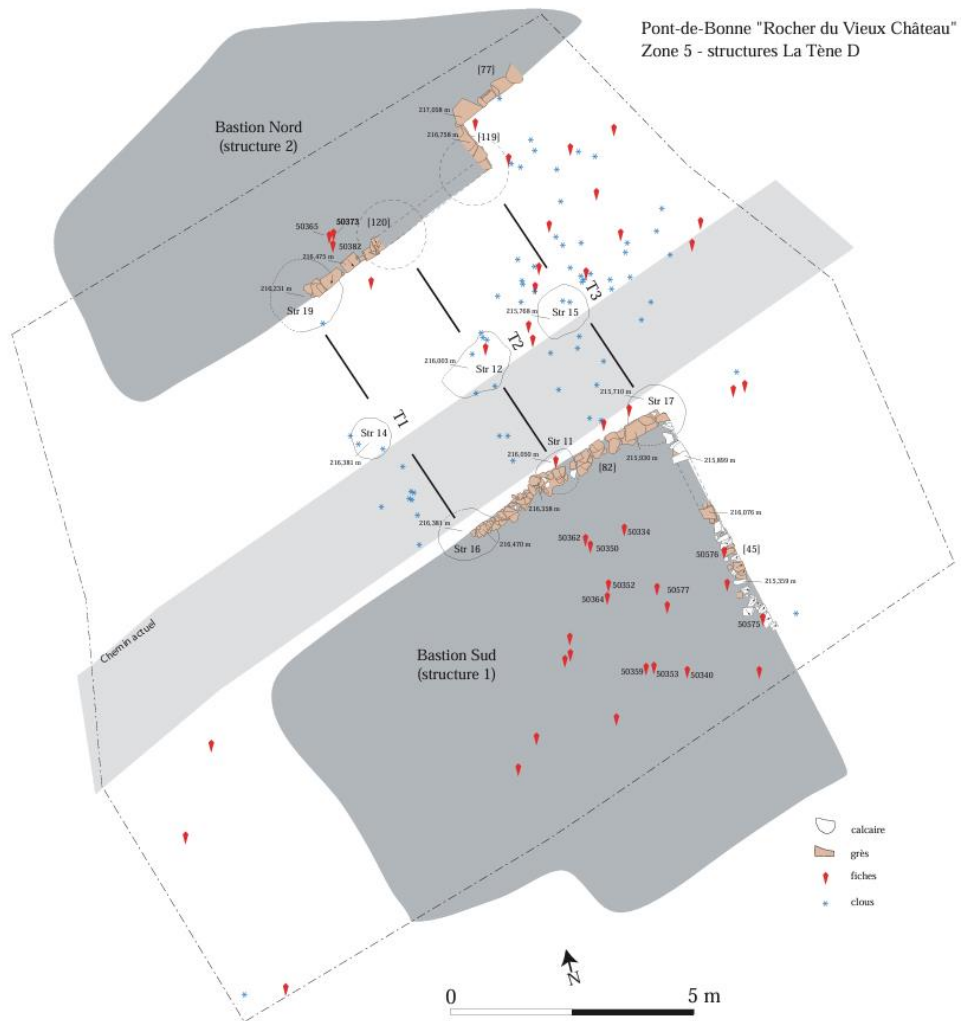


Fig. 18 - Zone 5, structures de La Tène avec emplacement des fiches et des clous.



Fig. 19 - Proposition de reconstitution de la porte laténienne de Pont-d-Bonne (aSEHS studio ; © CAHC).

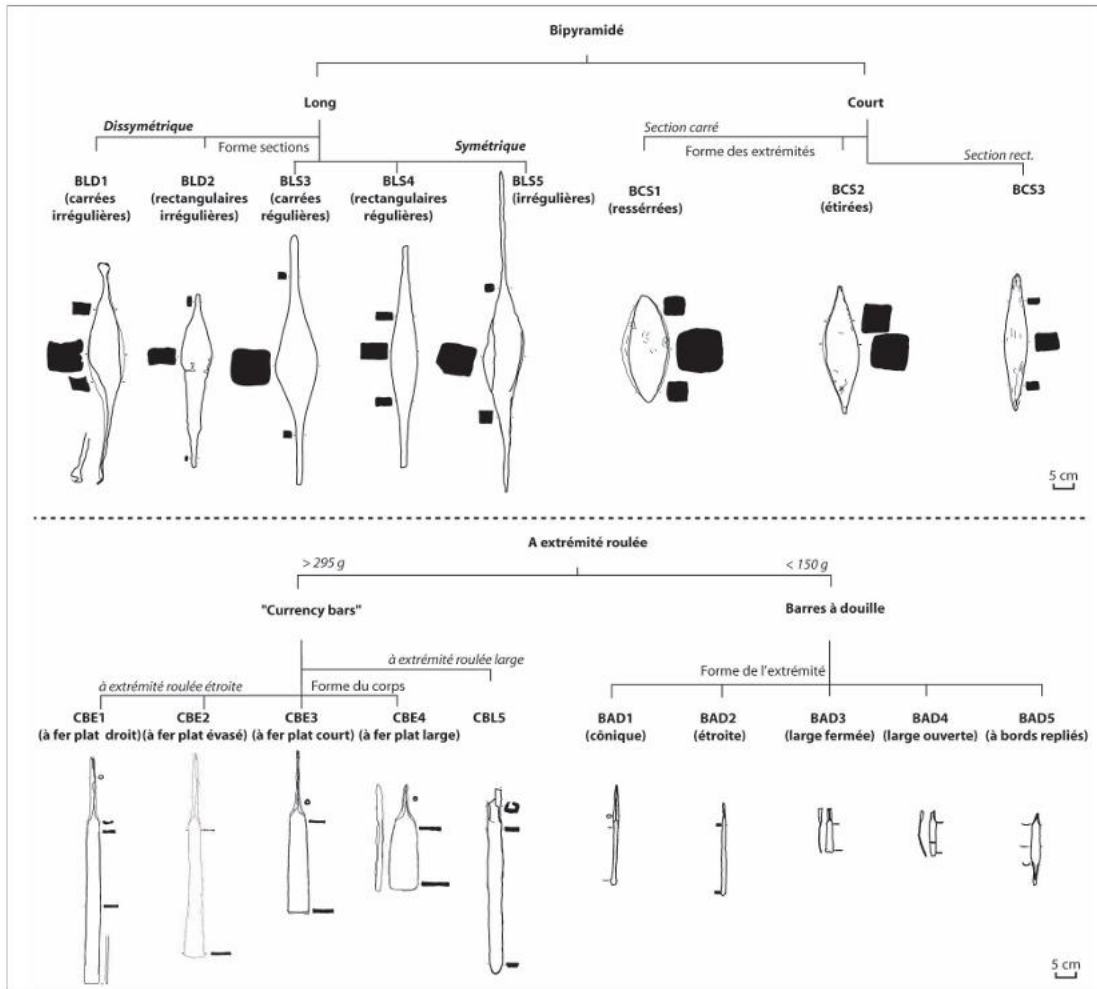


Fig. 20 – Les variantes des demi-produits bipyramidés et à extrémité roulée, selon la typologie établie par Berranger.

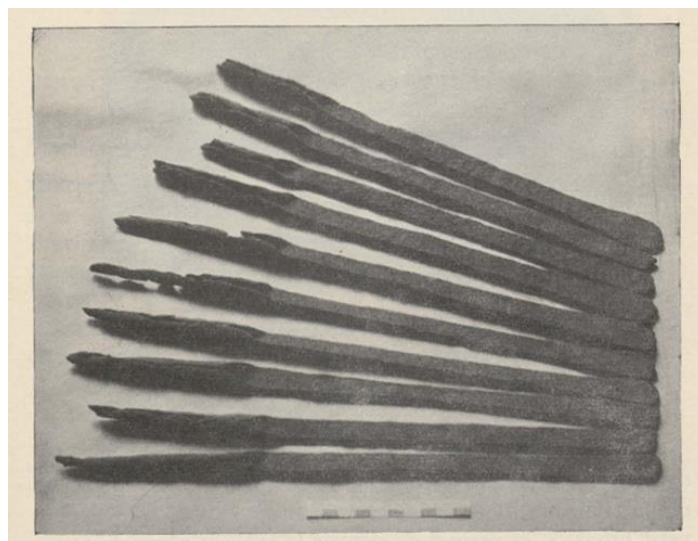


Fig. 21 - Demi-produits issus Tavier, La Terre aux Pierres (province de Namur). Dix éléments en fer. Echelle : 1/4.

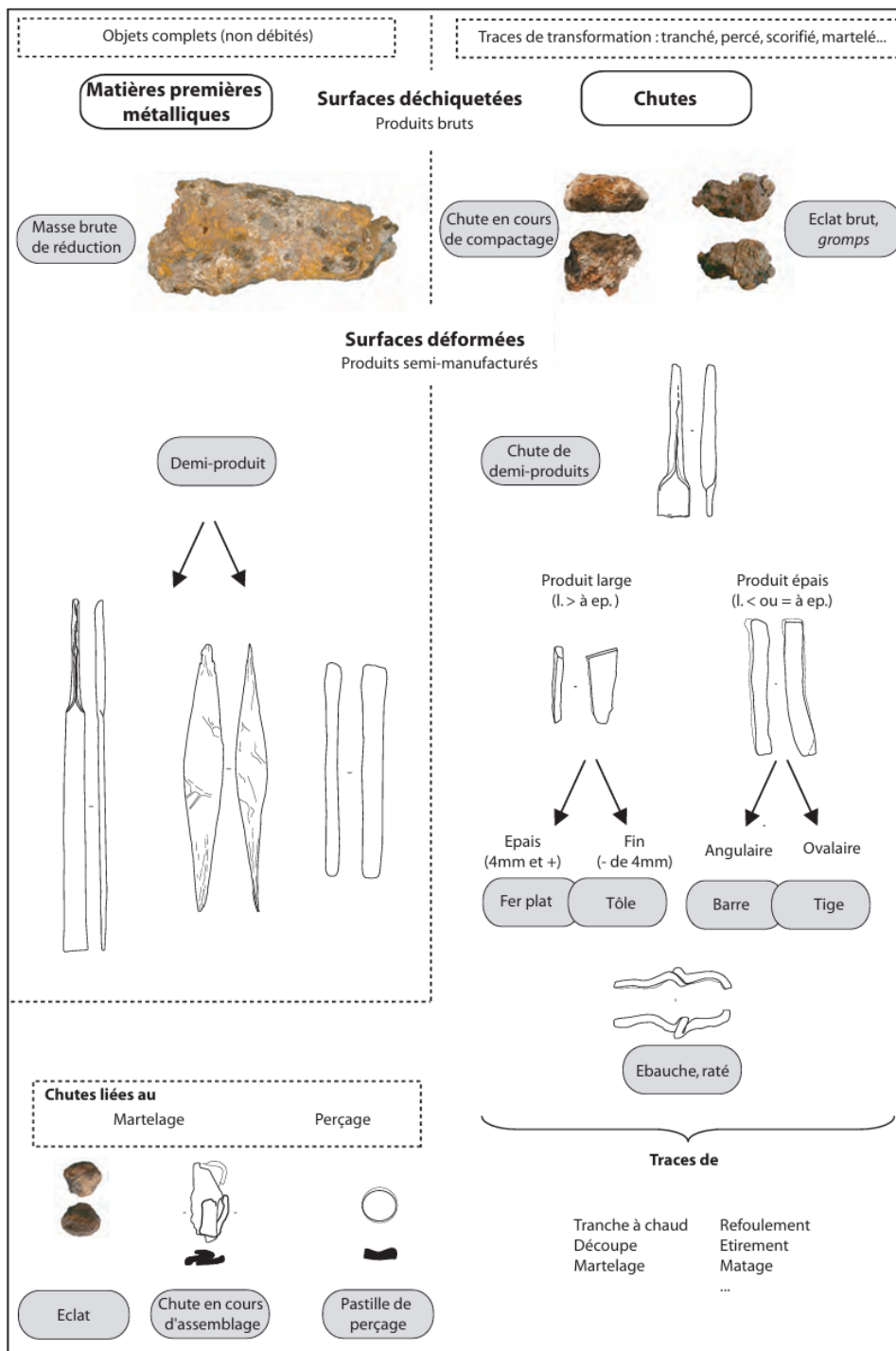


Fig. 22 - Classification générale des produits et déchets métalliques.

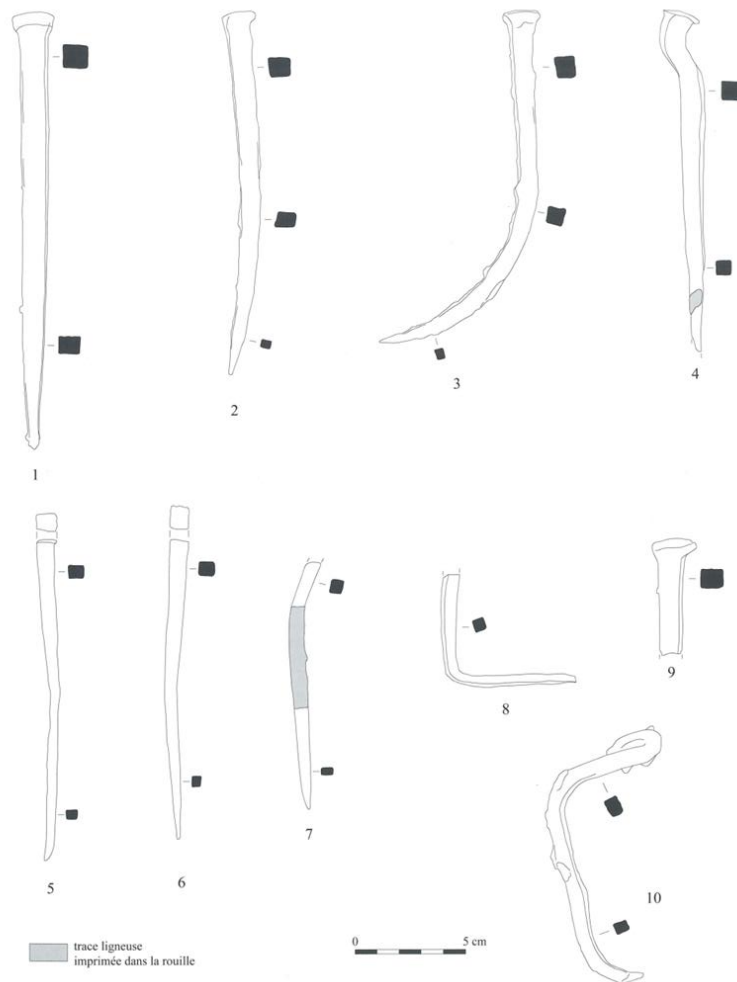


Fig. 23 - Fiches en fer provenant de la zone 4/7 : 1-8, cœur du murus gallicus (UF[6]) ; 9, éboulis du murus gallicus (UF[11]) ; 10, cœur du rempart médiéval (UF[3]).

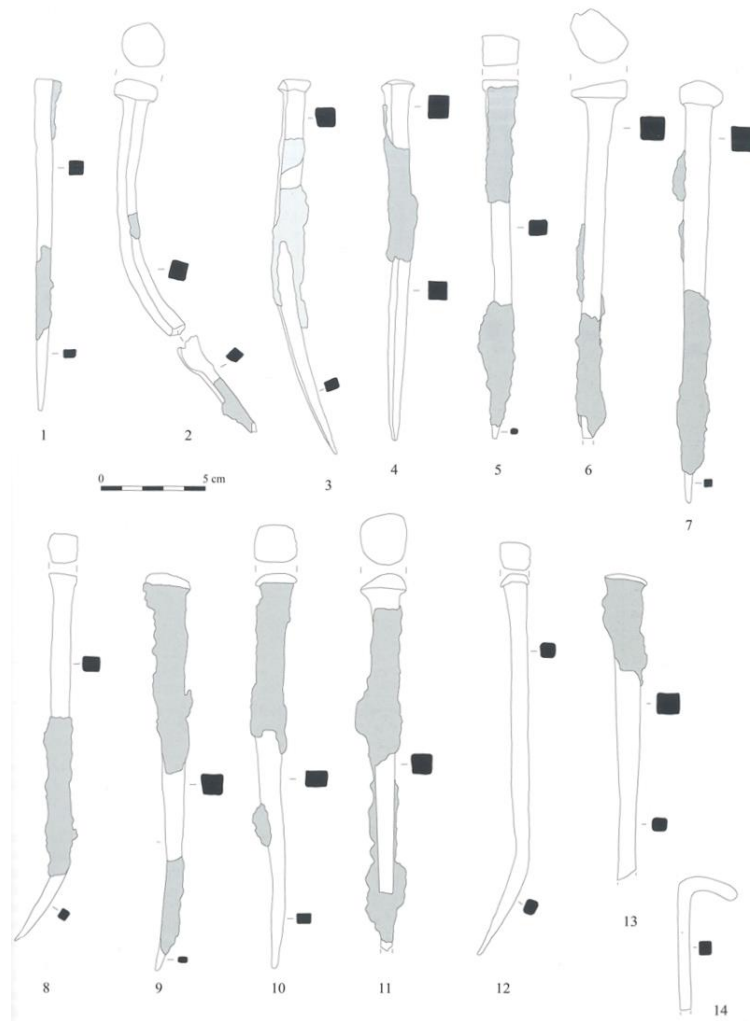


Fig. 24 - Fiches en fer provenant du cœur du murus gallicus, au niveau de l'extrémité du bastion nord (zone 5, structure 1, UF [19]).

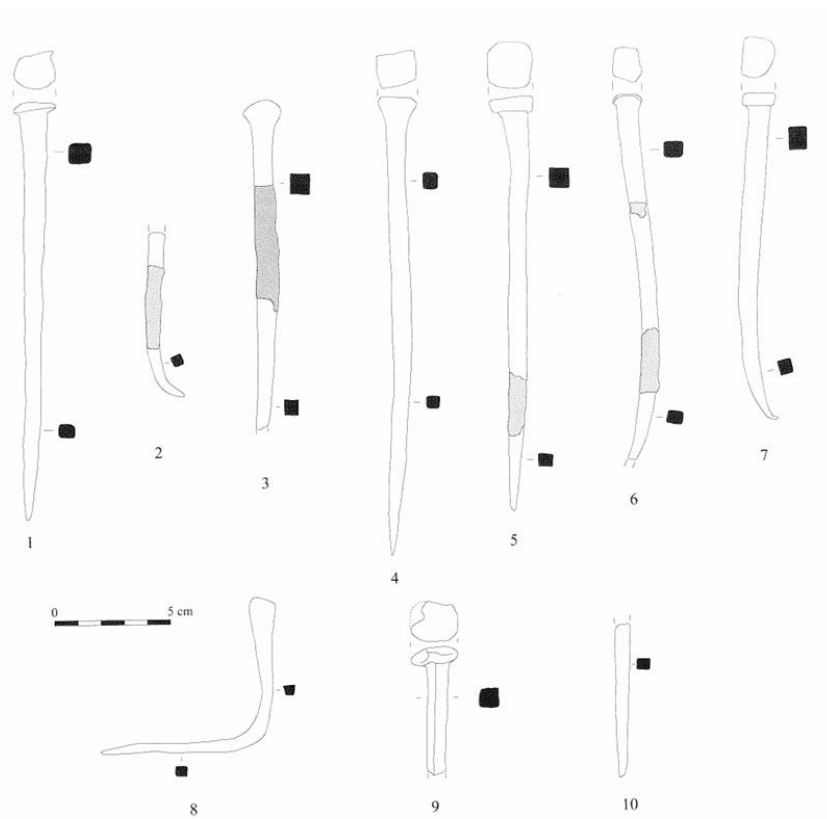


Fig. 25 - Fiche en fer, zone 5 : 1-3, cœur du murus gallicus, bastion sud, structure 2 (UF[66]) ; 4-10, autres unités de fouille.

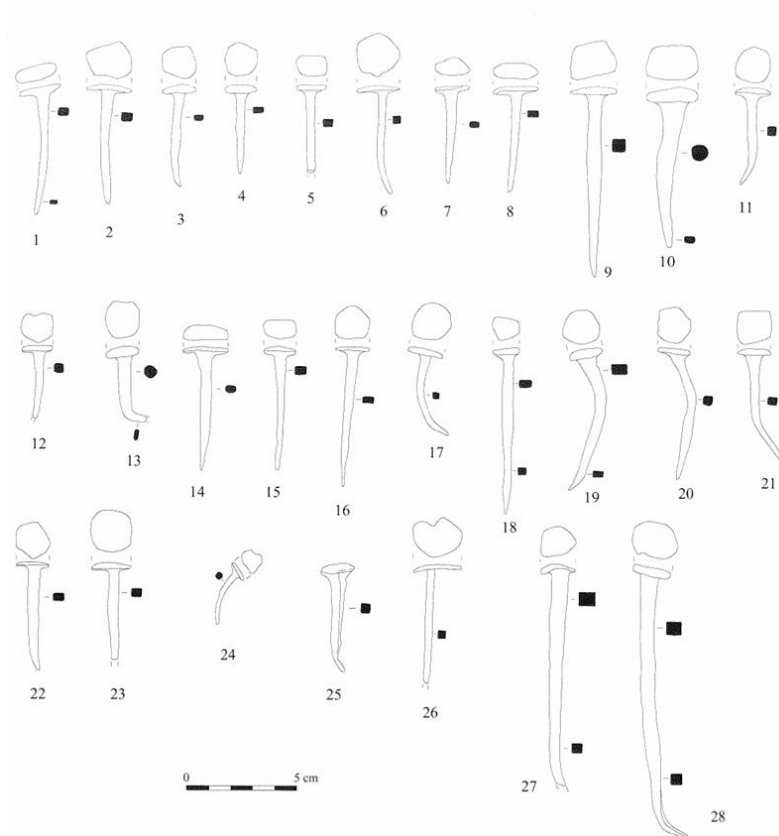


Fig. 26 - Clous de menuiserie en fer du « Rocher du Vieux-Château » de Pont-de-Bonne.

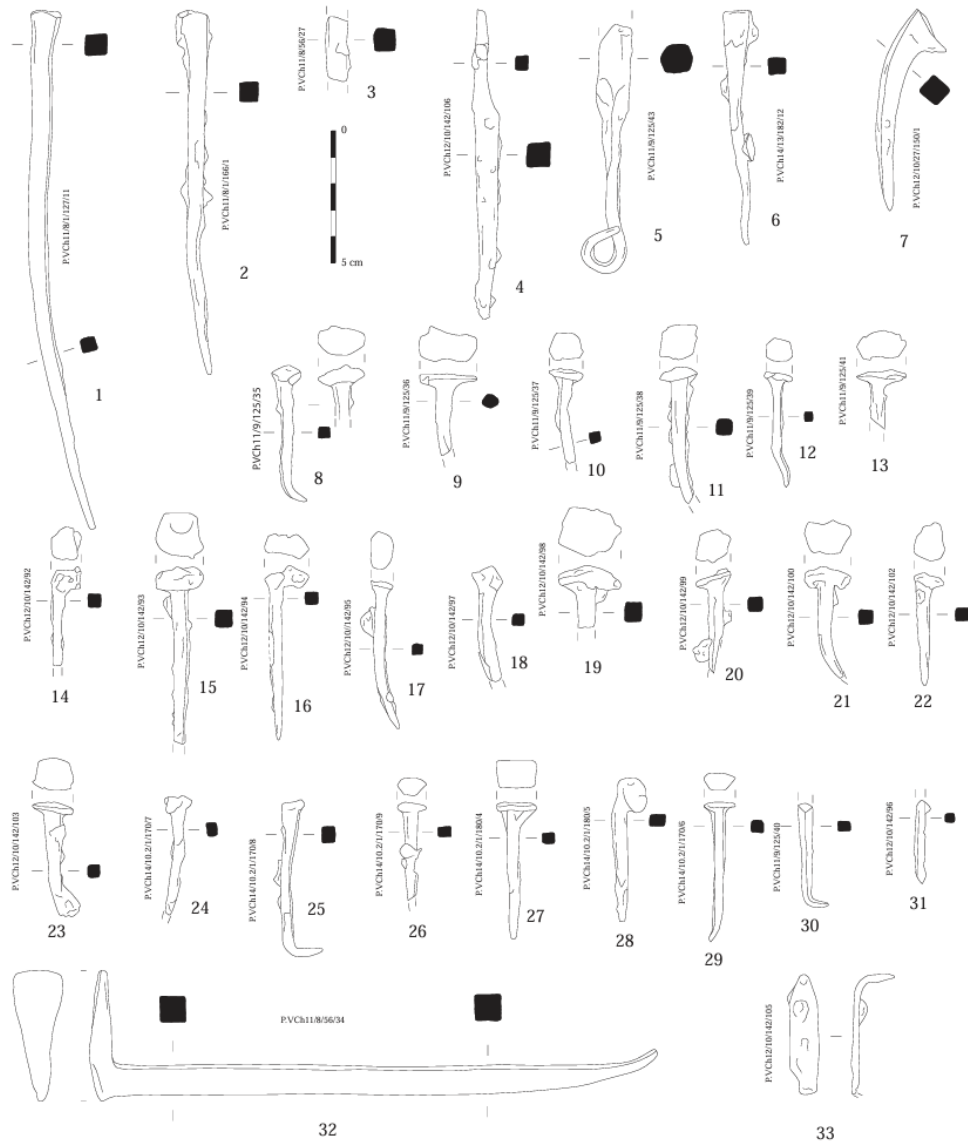


Fig. 27 - Mobilier métallique du « Rocher du Vieux-Château » de Pont-de-Bonne.

Catégories d'objets en fer de Pont-de-Bonne

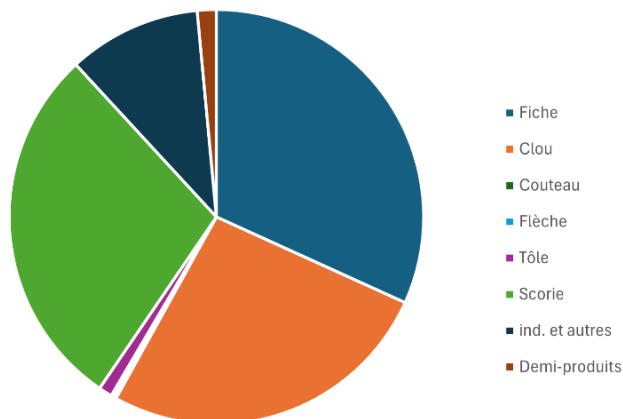


Fig. 28 - Proportions des principales catégories d'objets en fer découverts le site du « Rocher du Vieux-Château » de Pont-de-Bonne.

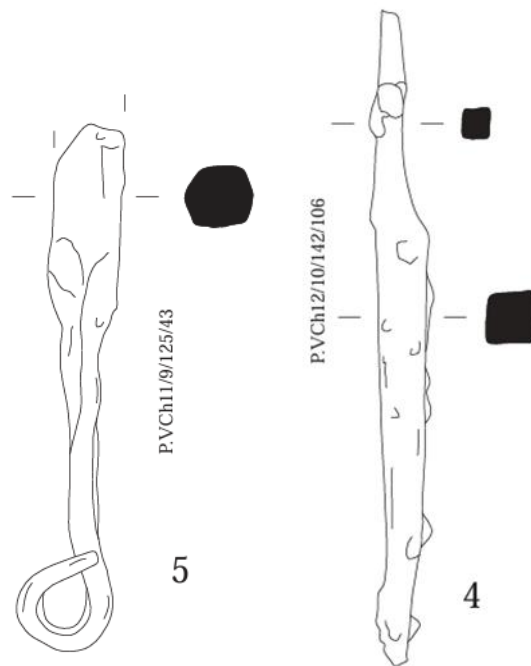


Fig. 29 – Objets en fer interprétations comme des ratés de fabrication (P.VCh12/10//142/106 et P.VCh11/9//125/43).

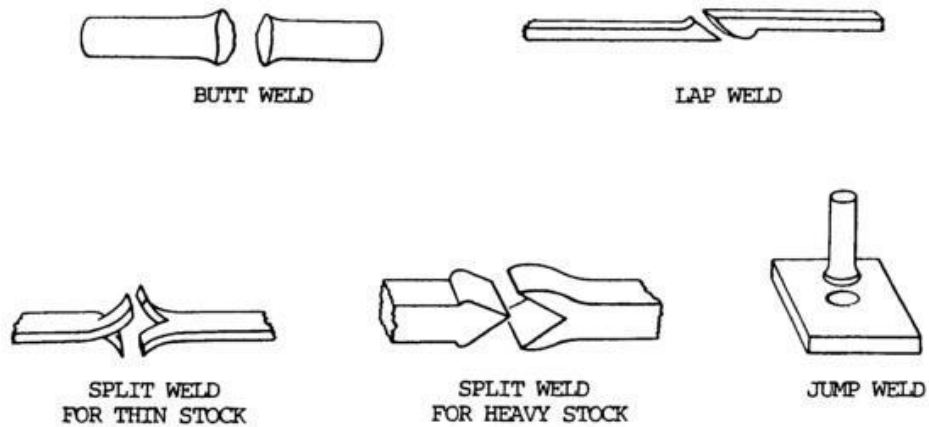


Fig. 30 – Différents procédés de soudure.

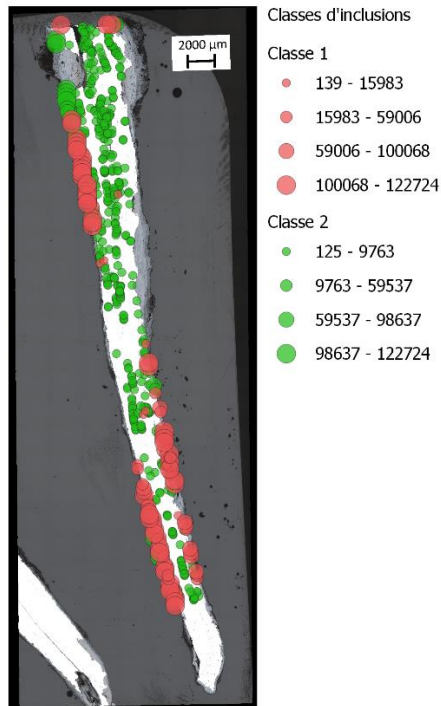


Fig. 31 - Distribution des classes d'inclusions sur la coupe transversale avant attaque de l'échantillon P.VCh11/5/2/78/7.

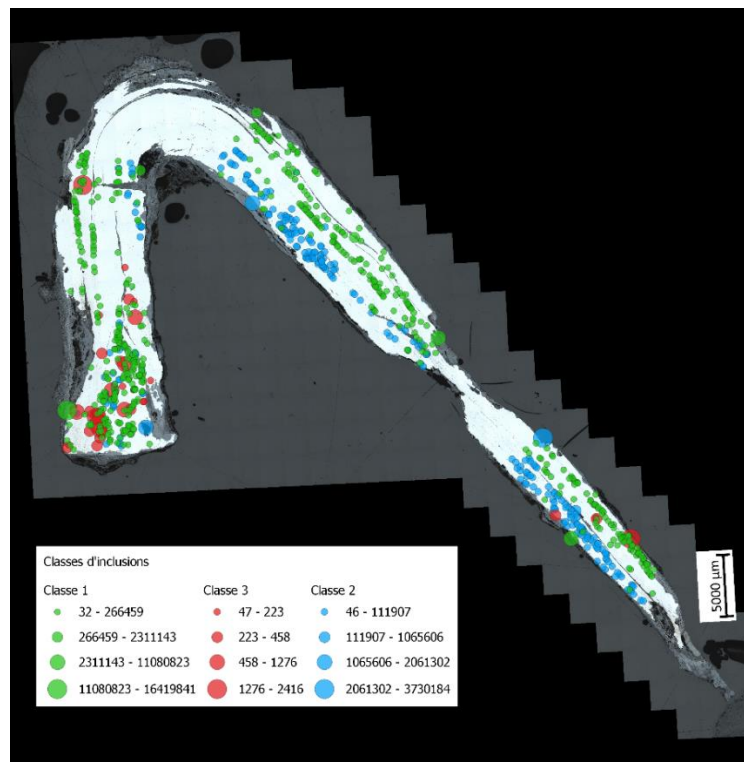


Fig. 32 - Distribution des classes d'inclusions sur la coupe transversale avant attaque de l'échantillon P.VCh10/5/2/70/27.

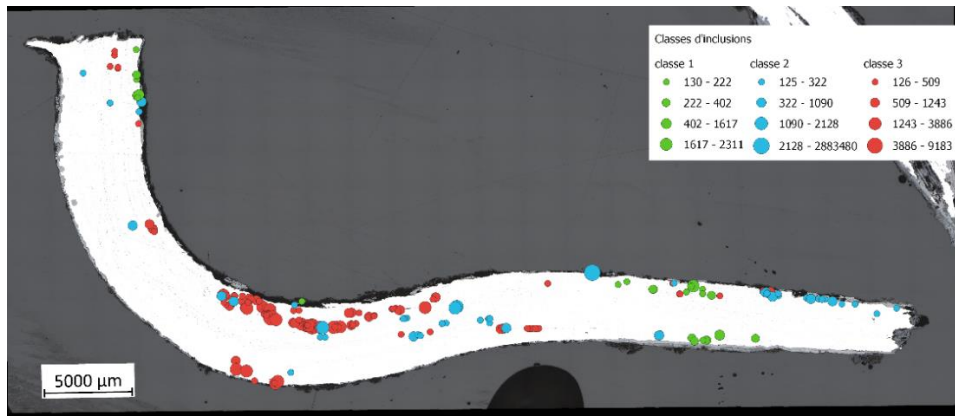


Fig. 33 - Distribution des classes d'inclusions sur la coupe transversale avant attaque de l'échantillon P.VCh10/5/1-2/79/5.

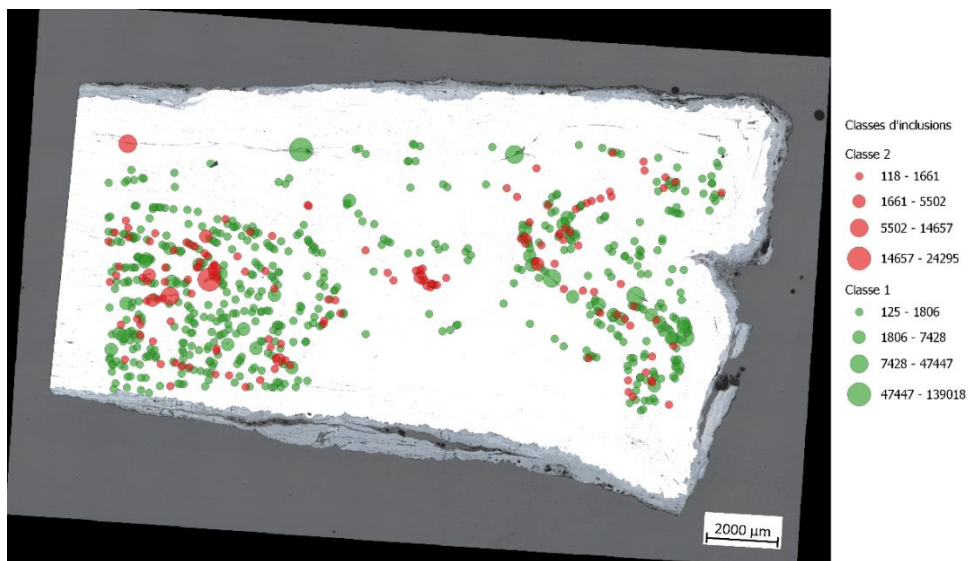


Fig. 34 - Distribution des classes d'inclusions sur la coupe transversale avant attaque de l'échantillon P.VCh10/5/1-2/84/1.

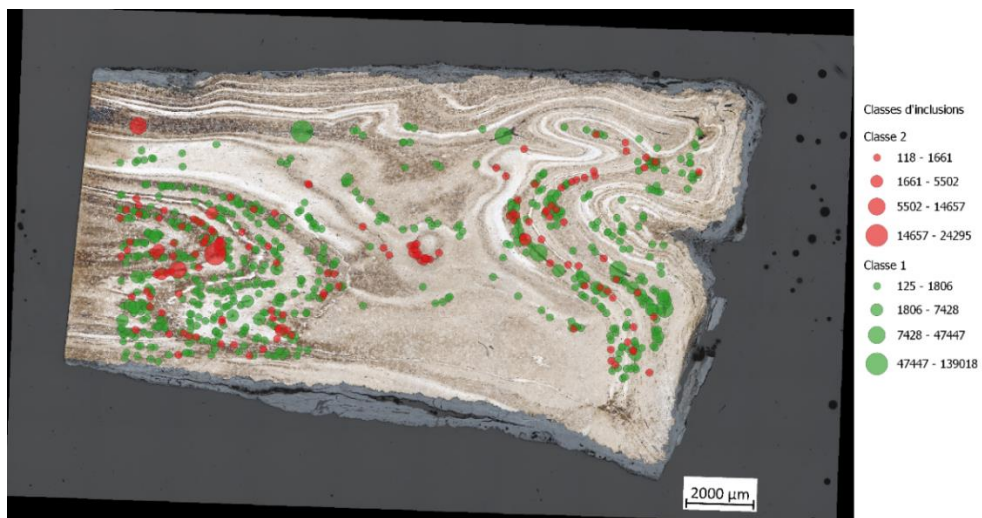


Fig. 35 - Distribution des classes d'inclusions sur la coupe transversale après attaque Oberhofer de l'échantillon P.VCh10/5/1-2/84/1.

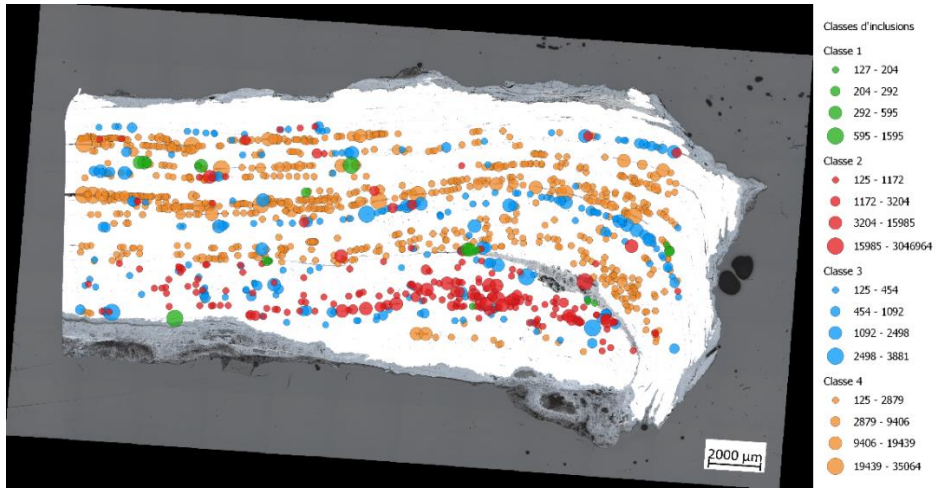


Fig. 36 - Distribution des classes d'inclusions sur la coupe transversale avant attaque de l'échantillon P.VCh10/5/1-2/84/2.

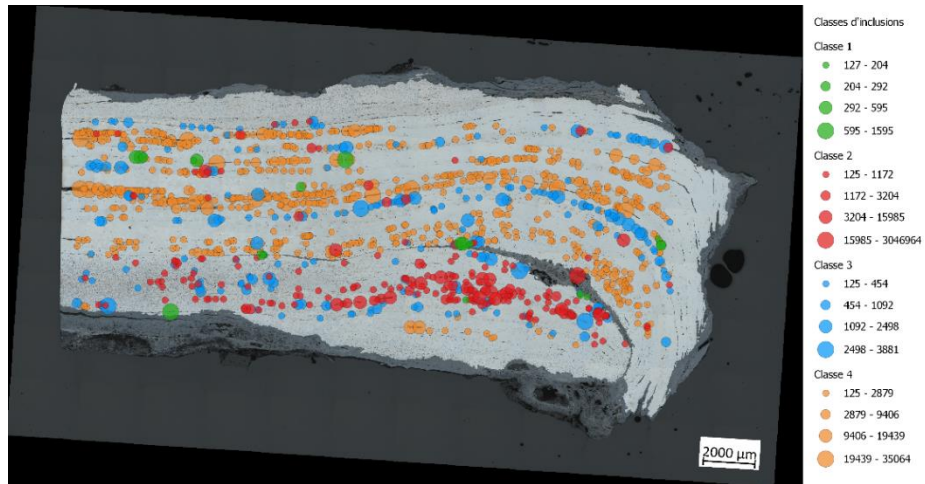


Fig. 37 - Distribution des classes d'inclusions sur la coupe transversale après attaque au Nitral de l'échantillon P.VCh10/5/1-2/84/2.

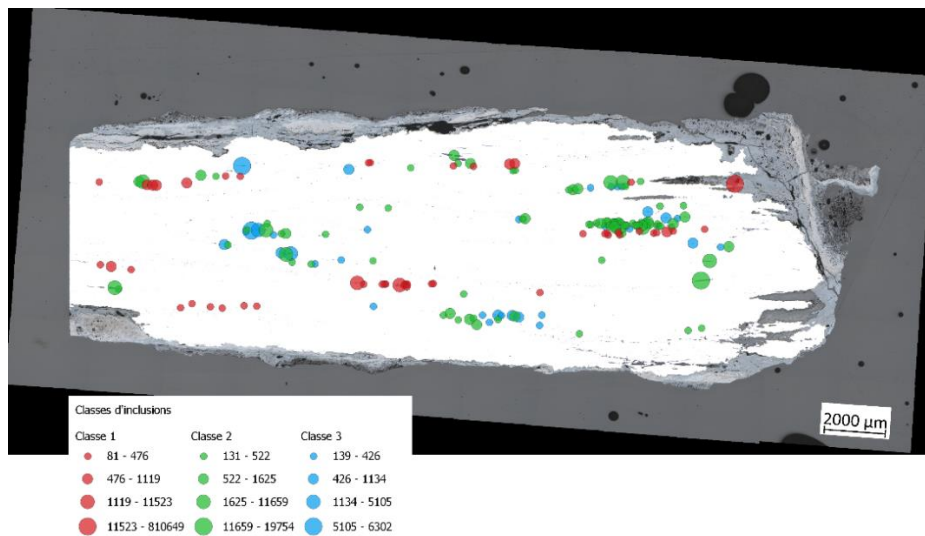


Fig. 38 - Distribution des classes d'inclusions sur la coupe transversale avant attaque de l'échantillon P.VCh11/8/1/57/5.

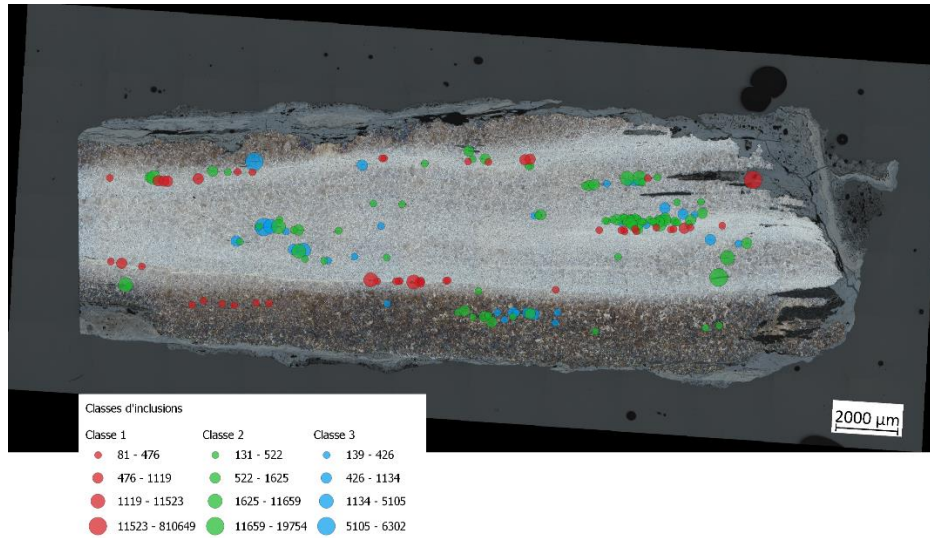


Fig. 39 - Distribution des classes d'inclusions sur la coupe transversale après attaque au Nital de l'échantillon P.VCh11/8/1/57/5.

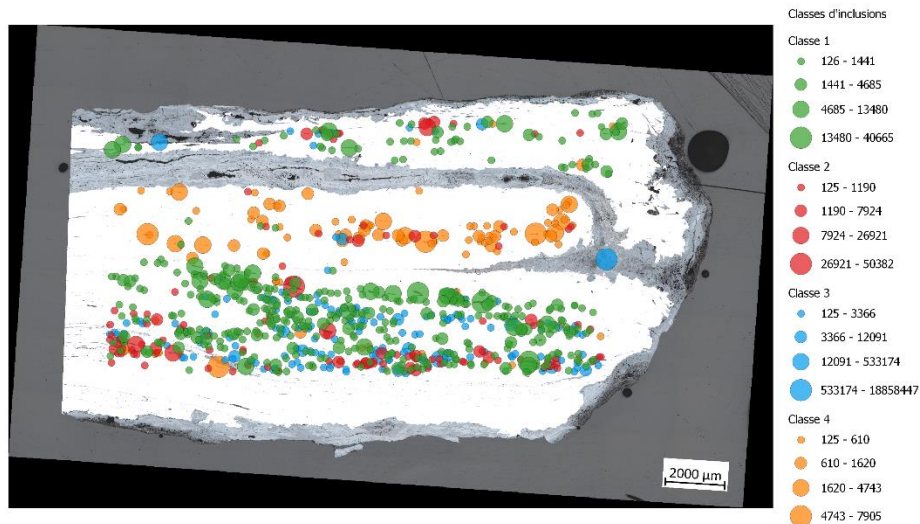


Fig. 40 - Distribution des classes d'inclusions sur la coupe transversale avant attaque de l'échantillon P.VCh11/9//125/43.

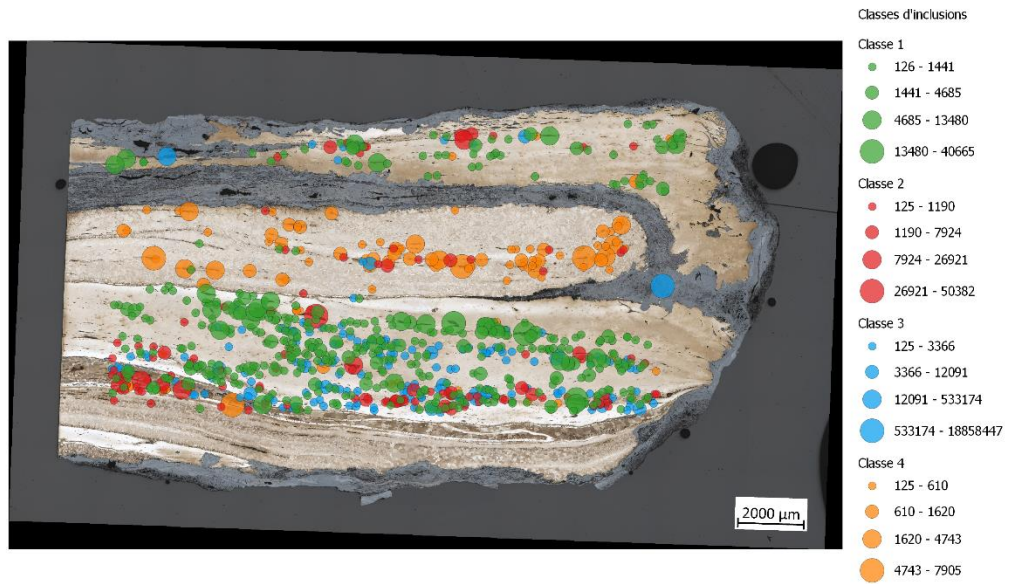


Fig. 41 - Distribution des classes d'inclusions sur la coupe transversale après attaque Oberhofer de l'échantillon P.VCh11/9//125/43.

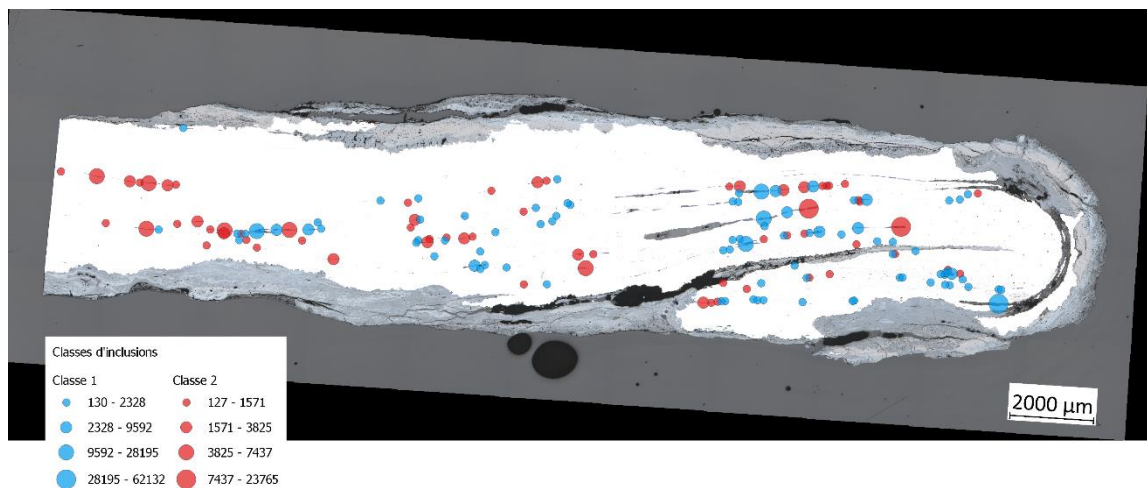


Fig. 42 - Distribution des classes d'inclusions sur la coupe transversale avant attaque de l'échantillon PDB/VCh/347.

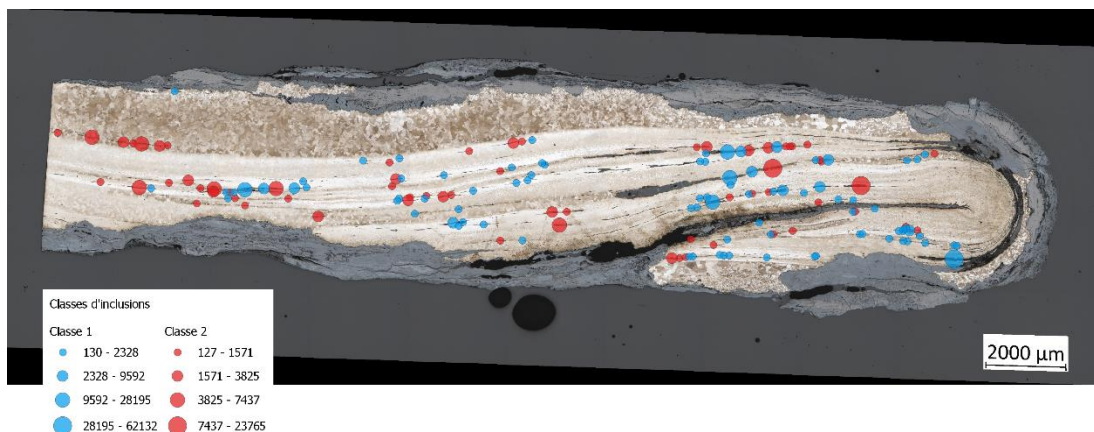


Fig. 43 - Distribution des classes d'inclusions sur la coupe transversale après attaque Oberhofer de l'échantillon PDB/VCh/347.

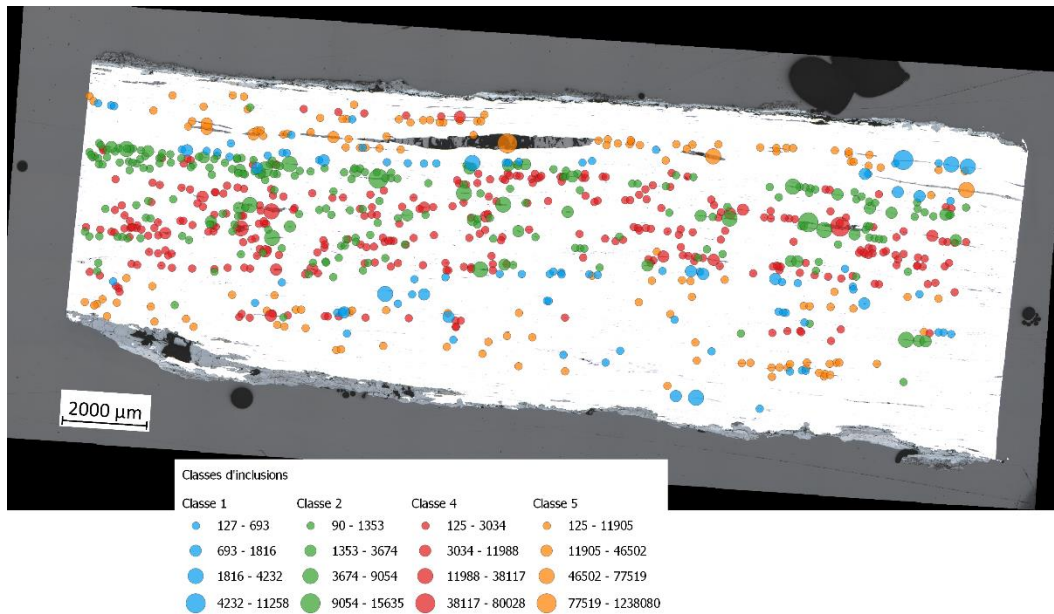


Fig. 44 - Distribution des classes d'inclusions sur la coupe transversale avant attaque de l'échantillon P.VCh12/10//142/106 (section 1).

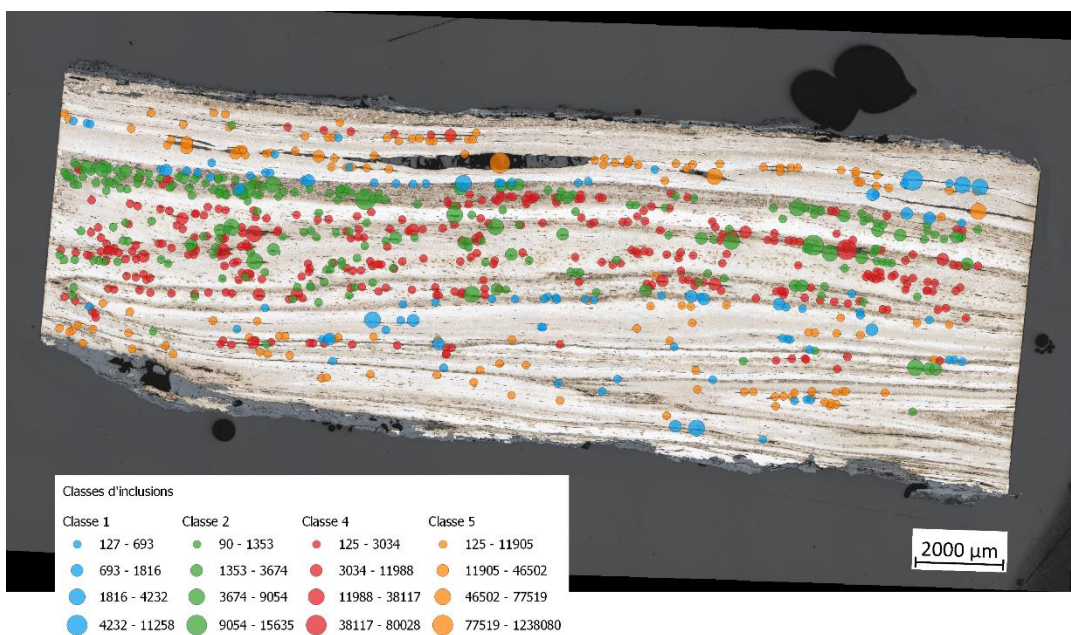


Fig. 45 - Distribution des classes d'inclusions sur la coupe transversale après attaque Oberhofer de l'échantillon P.VCh12/10//142/106 (section 1).

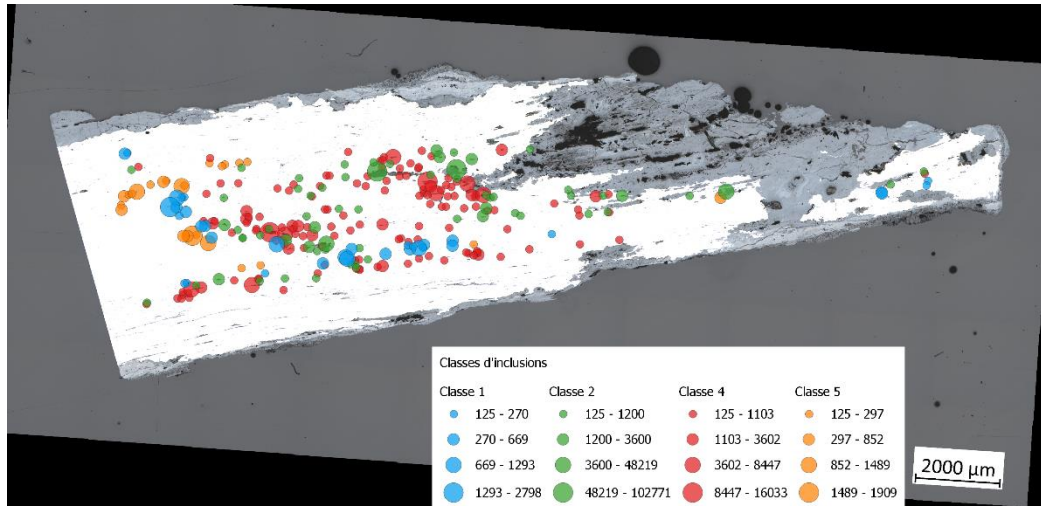


Fig. 46 - Distribution des classes d'inclusions sur la coupe transversale avant attaque de l'échantillon P.VCh12/10//142/106 (section 2).

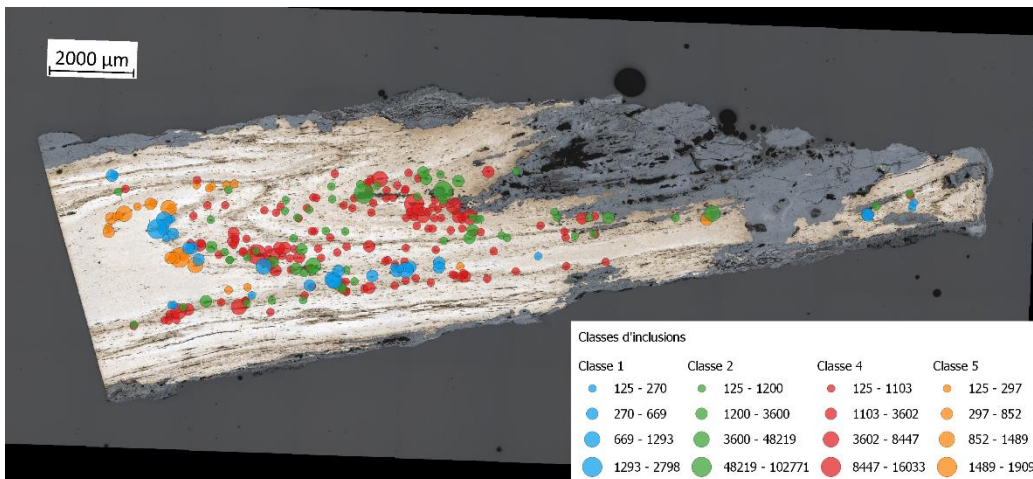


Fig. 47 - Distribution des classes d'inclusions sur la coupe transversale après attaque Oberhofer de l'échantillon P.VCh12/10//142/106 (section 2).

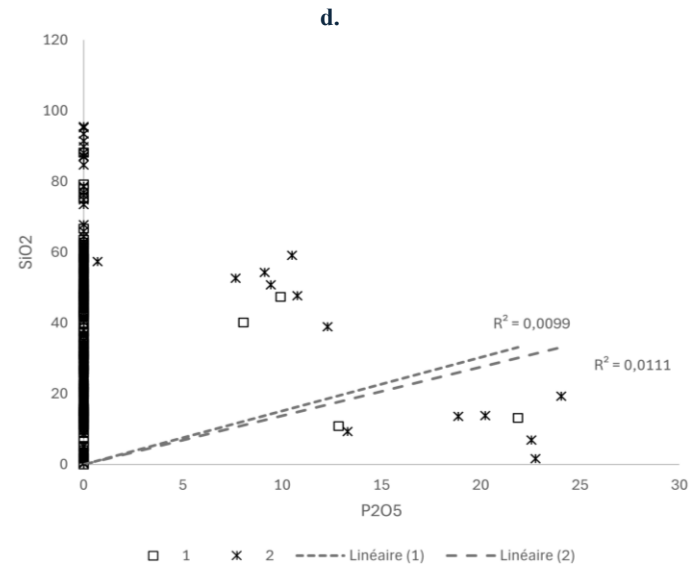
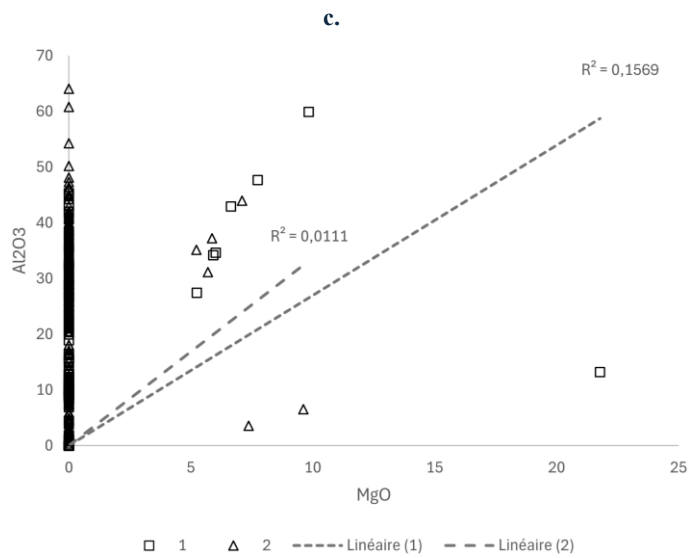
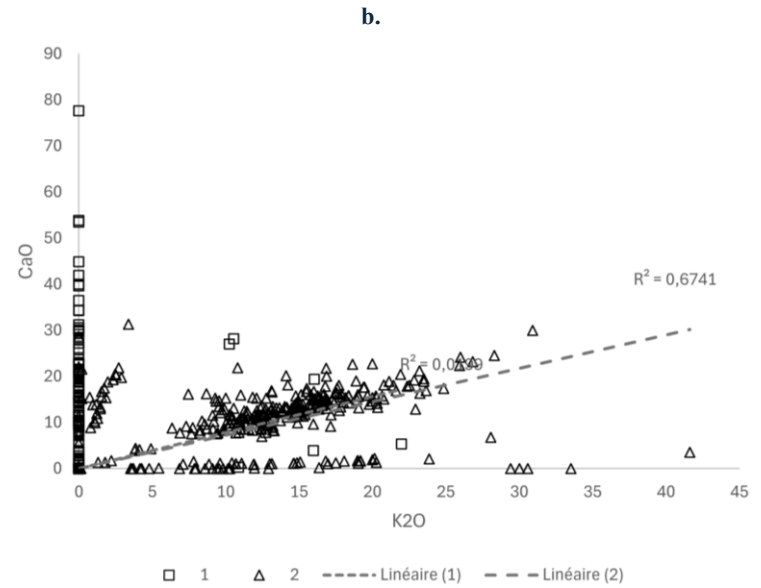
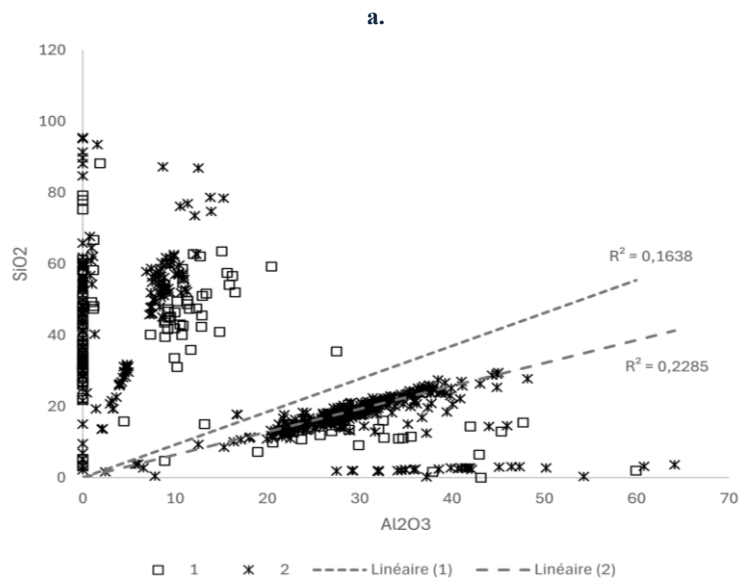


Fig. 48 - Graphiques bivariés de rapports CNR des inclusions de l'échantillon P.VCh11/5/2/78/7.

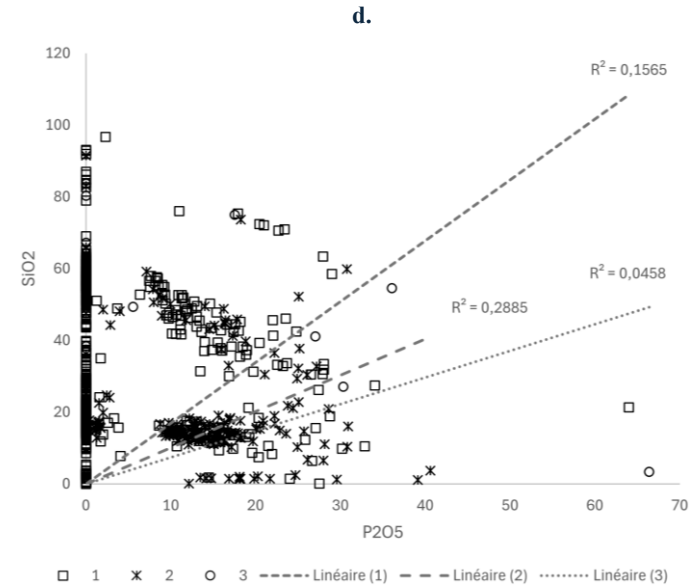
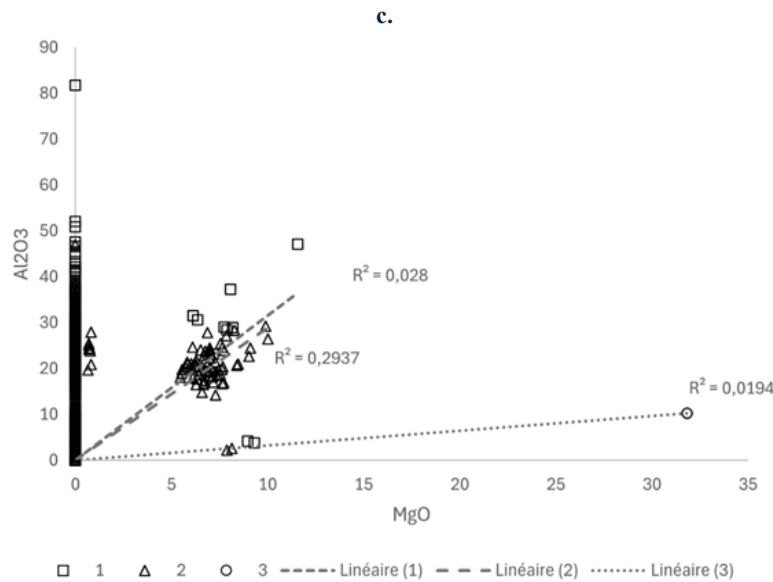
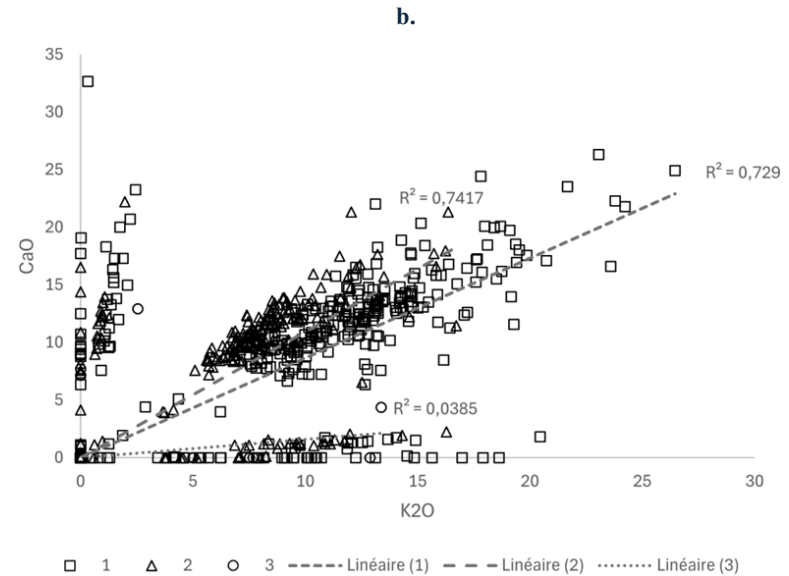
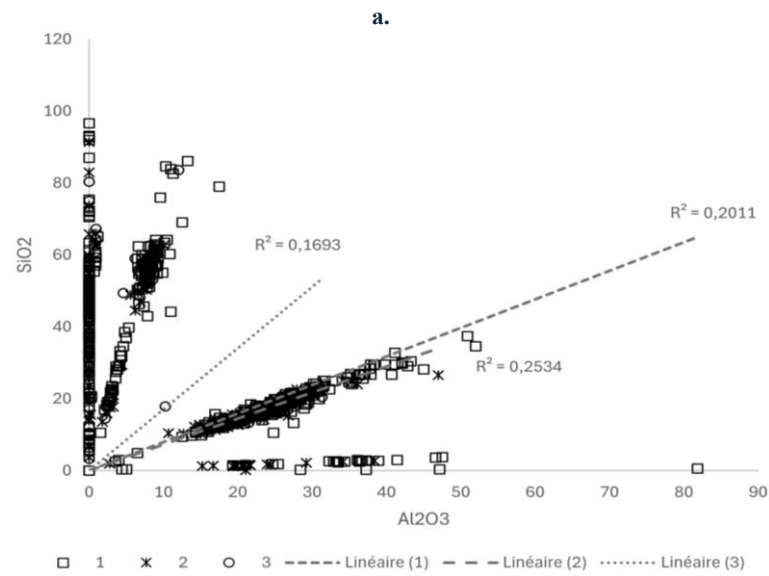


Fig. 49 - Graphiques bivariés de rapports CNR des inclusions de l'échantillon P.VCh10/5/2/70/27.

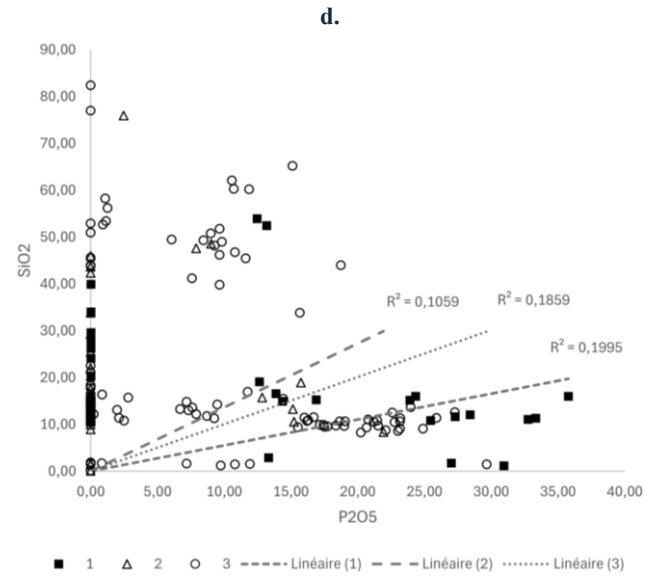
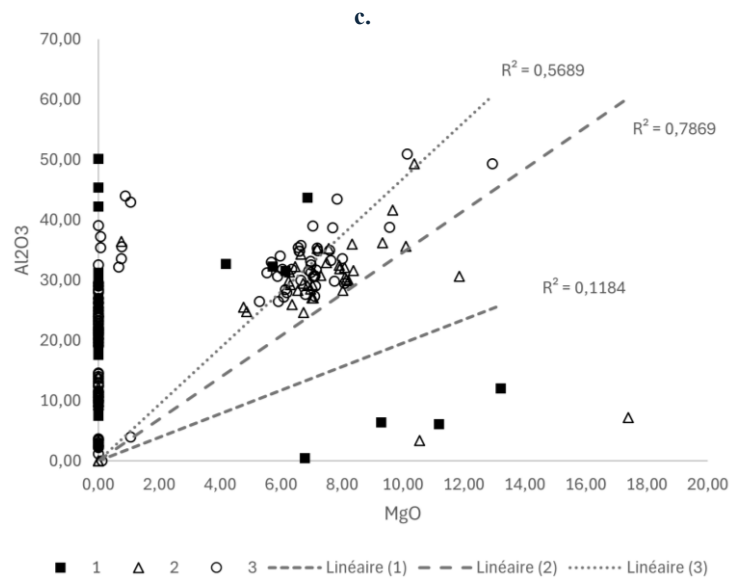
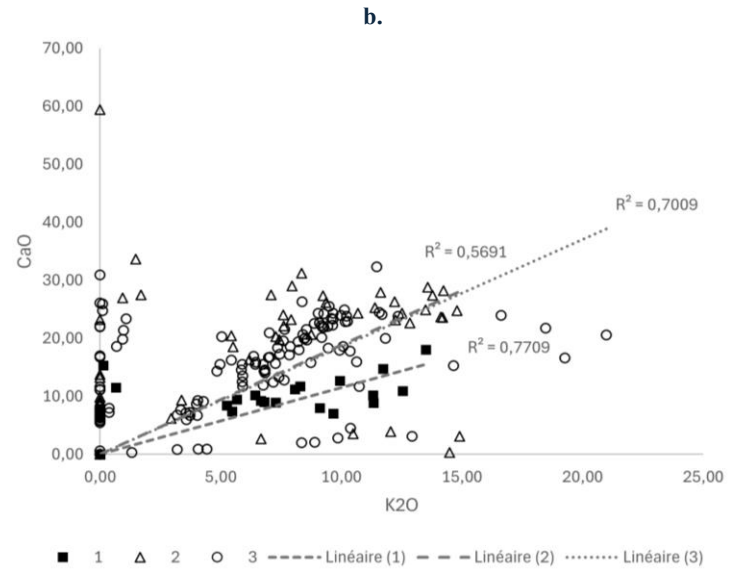
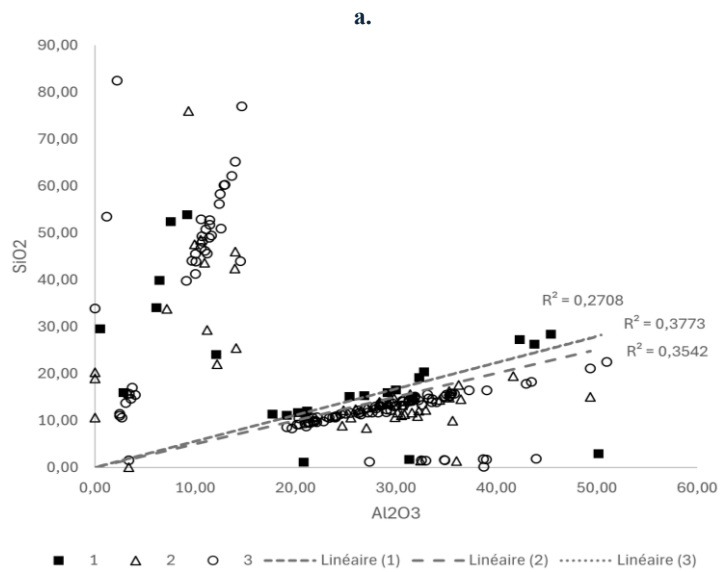


Fig. 50 - Graphiques bivariés de rapports CNR des inclusions de l'échantillon P.VCh10/5/1-2/79/5.

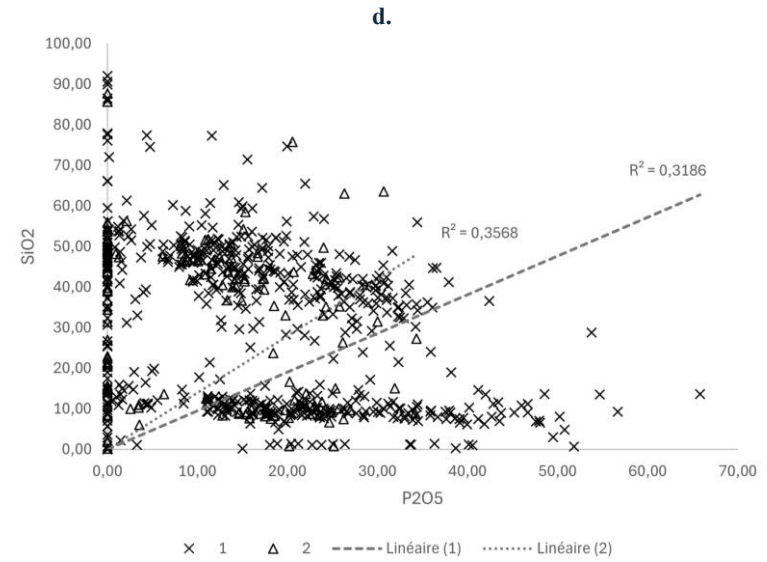
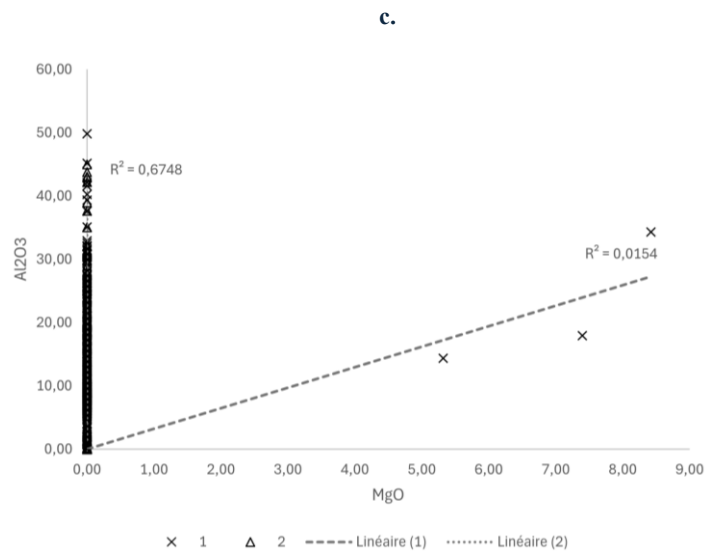
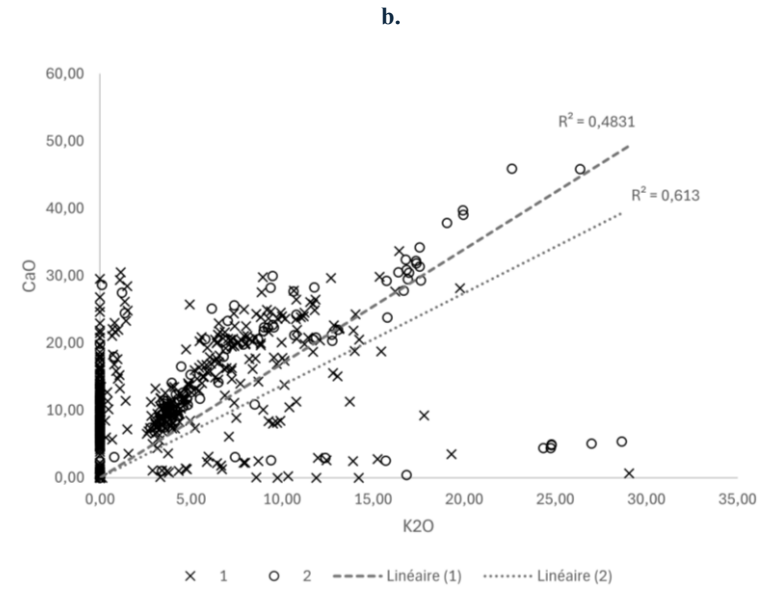
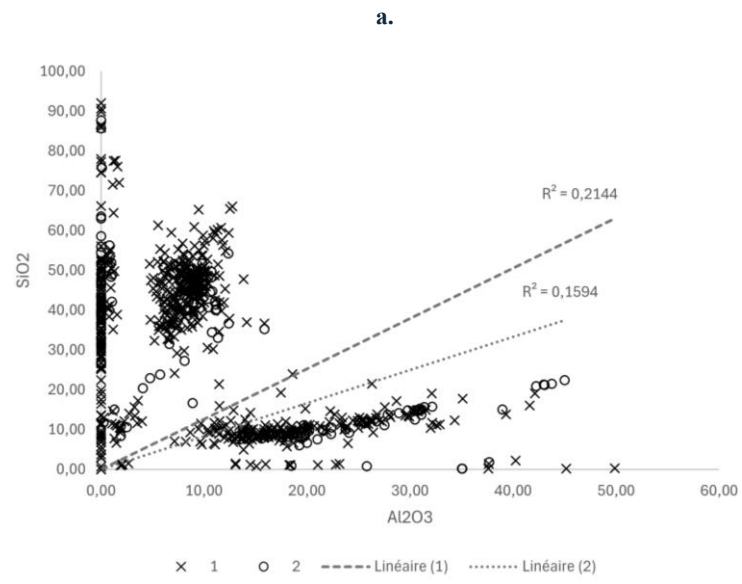


Fig. 51 - Graphiques bivariés de rapports CNR des inclusions de l'échantillon P.VCh10/5/1-2/84/1.

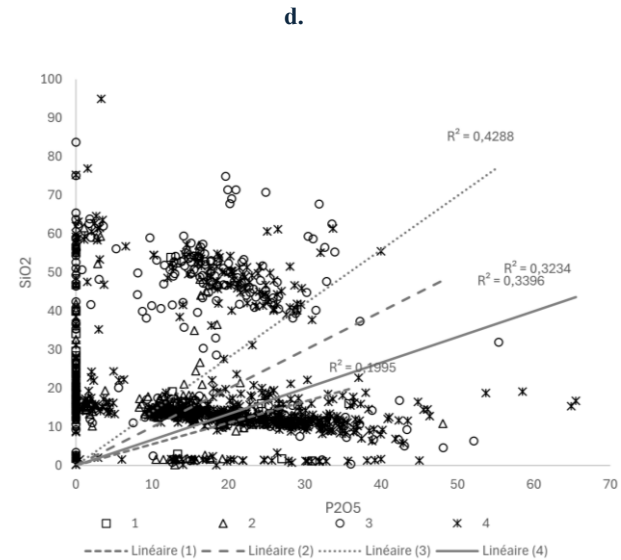
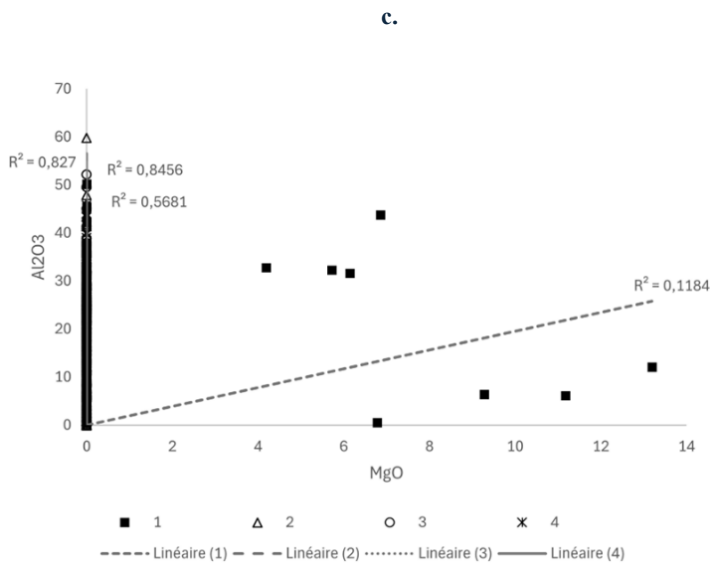
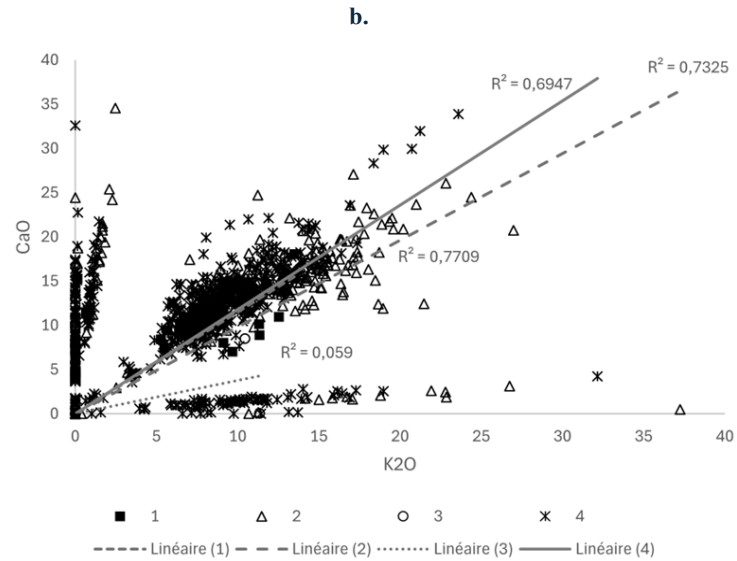
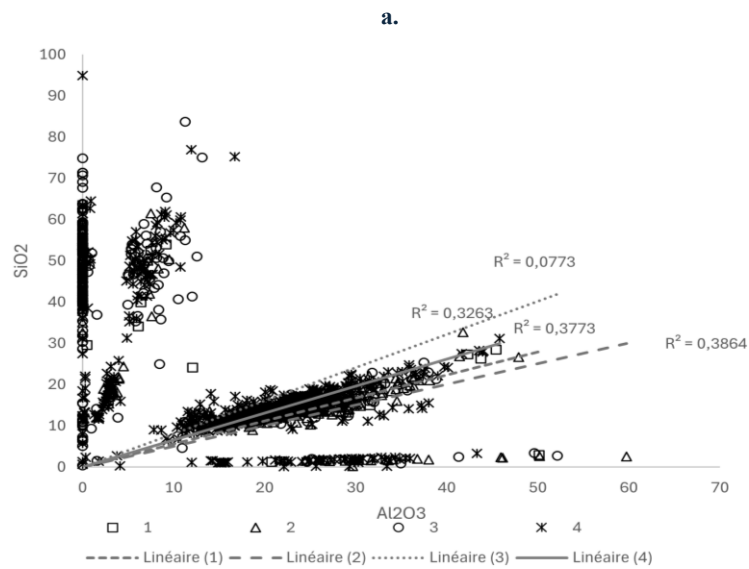


Fig. 52 - Graphiques bivariés de rapports CNR des inclusions de l'échantillon P.VCh10/5/1-2/84/2.

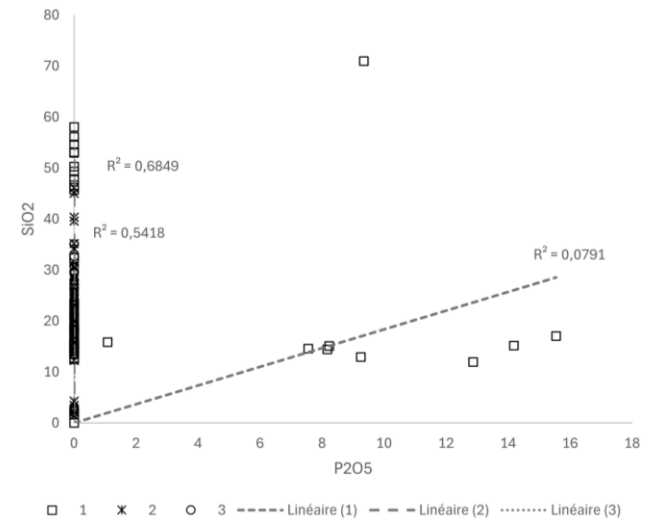
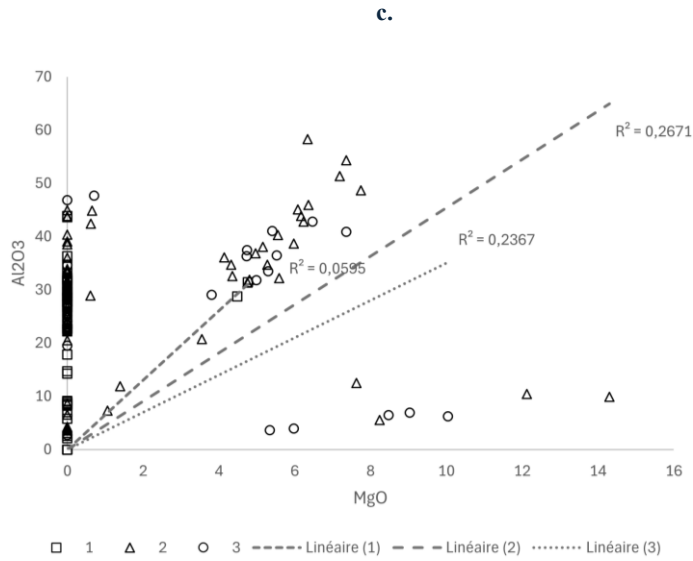
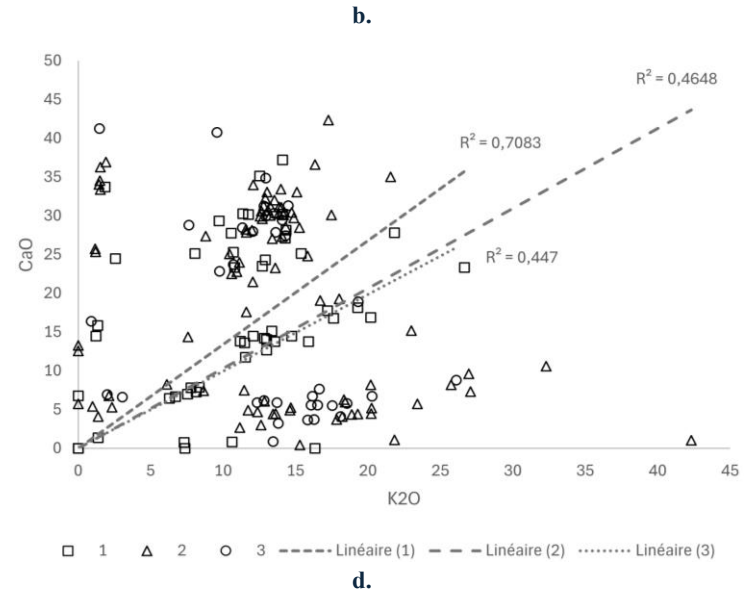
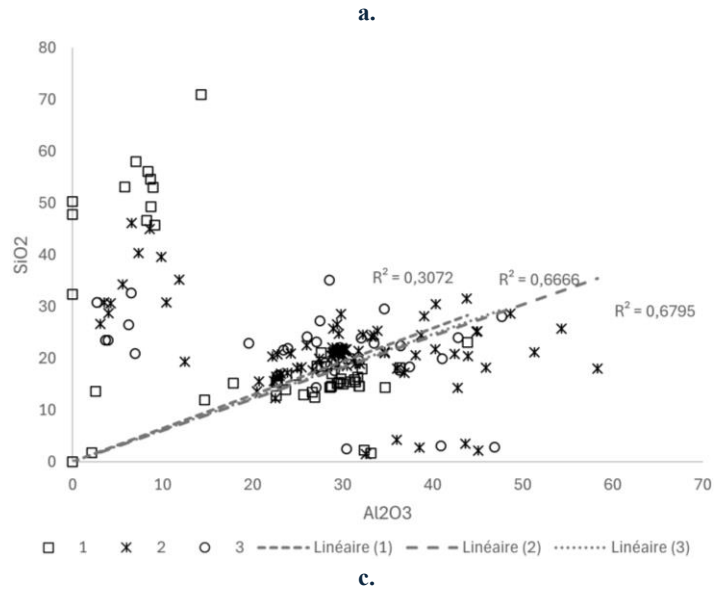


Fig. 53 - Graphiques bivariés de rapports CNR des inclusions de l'échantillon P.VCh11/8/1/57/5.

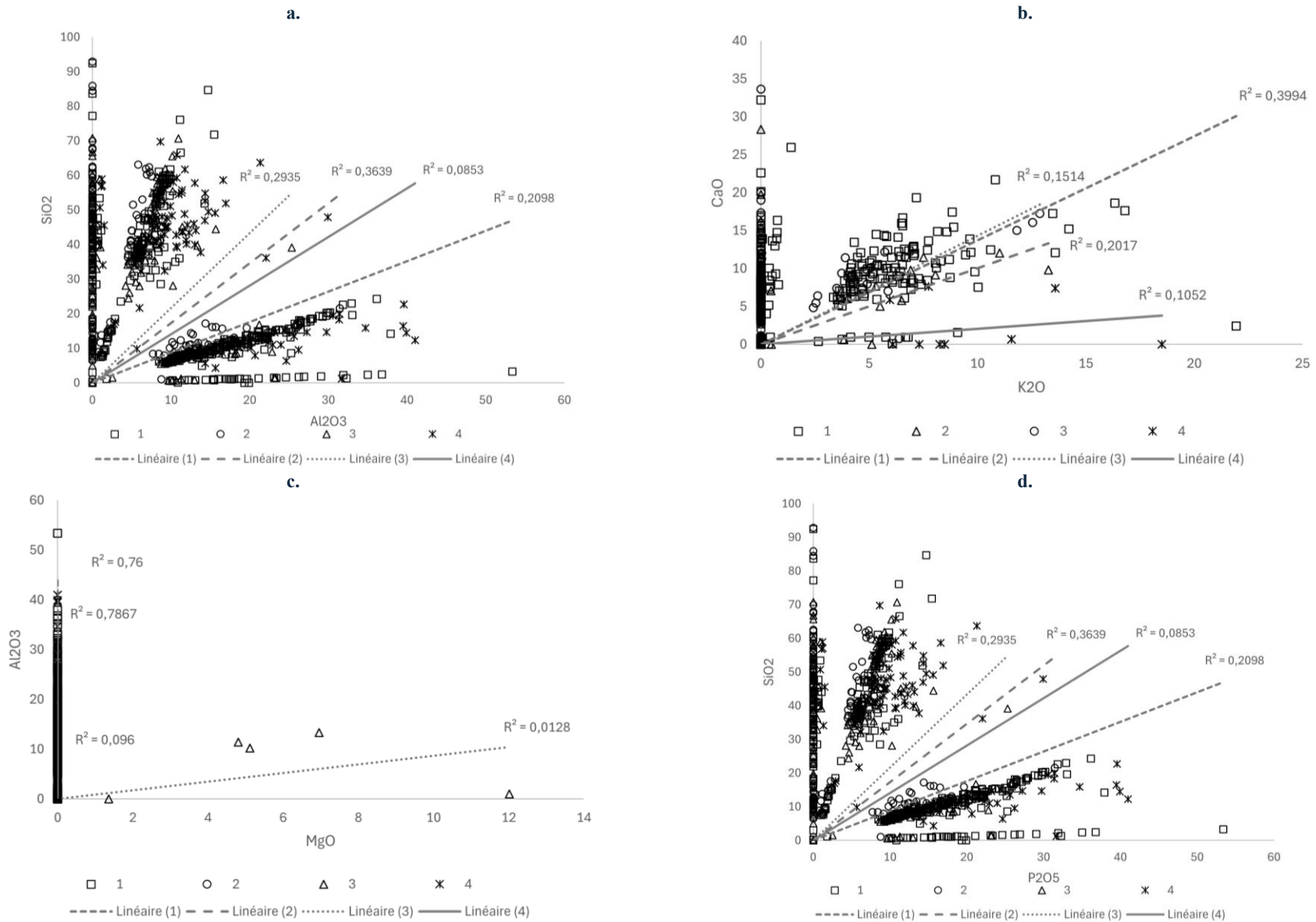


Fig. 54 - Graphiques bivariés de rapports CNR des inclusions de l'échantillon P.VCh11/9//125/43.

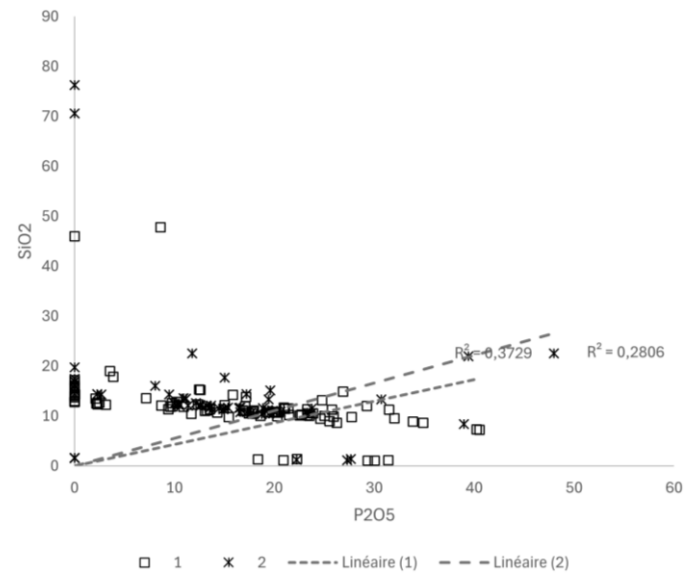
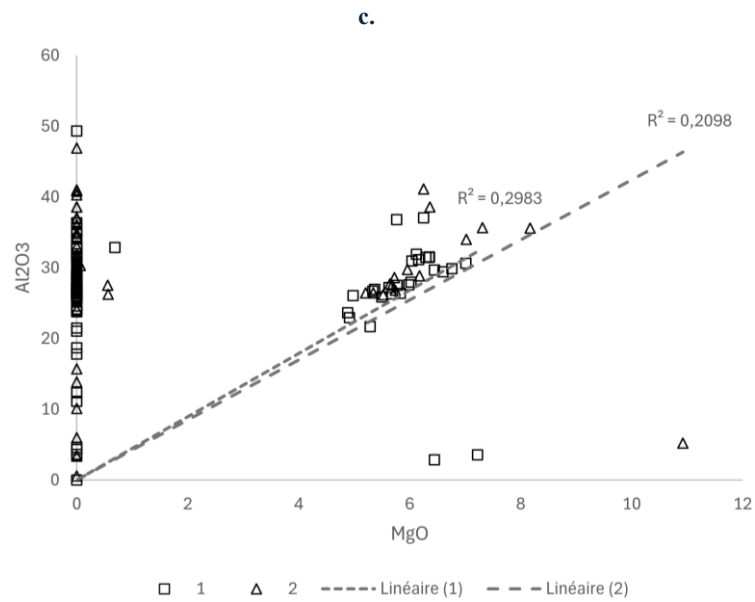
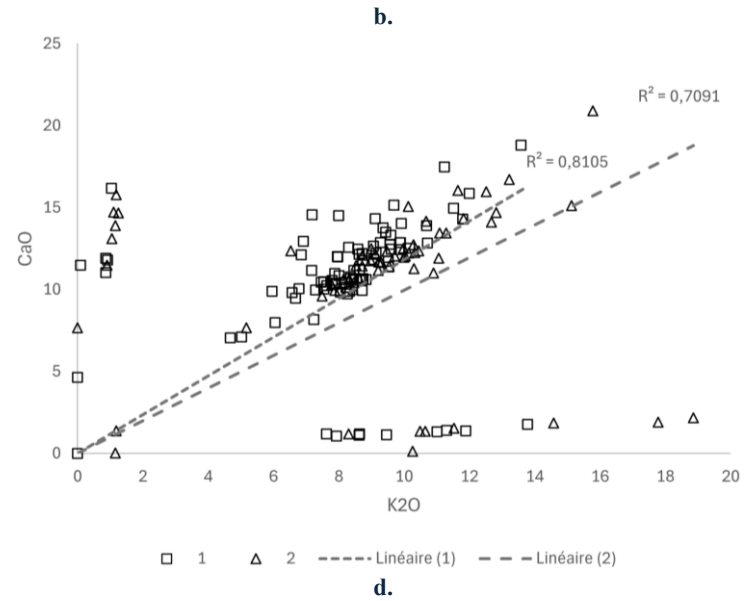
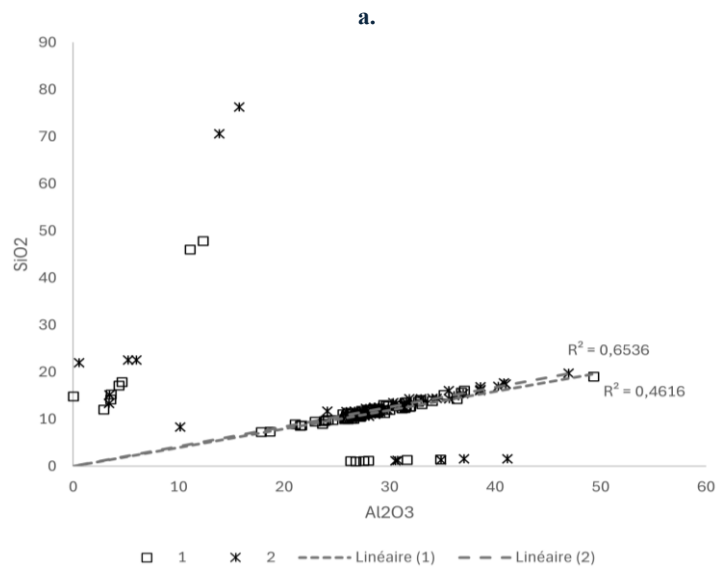


Fig. 55 - Graphiques bivariés de rapports CNR des inclusions de l'échantillon PDB/VCh/347.

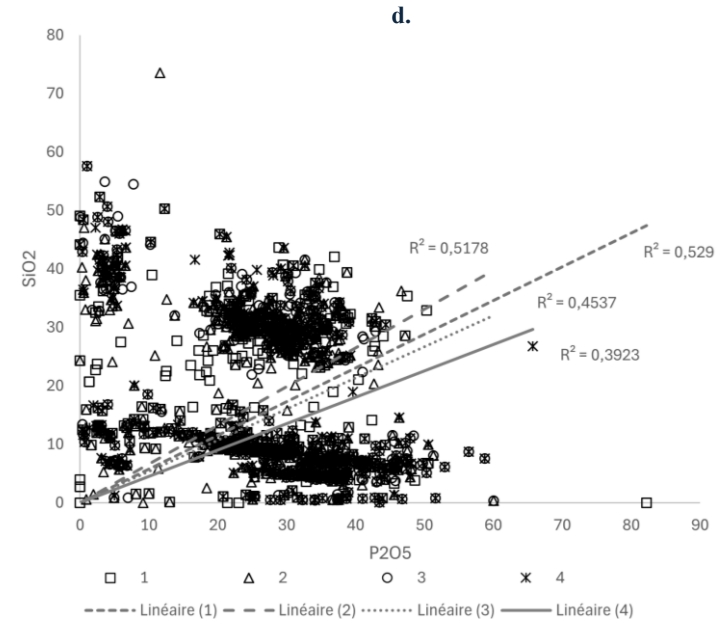
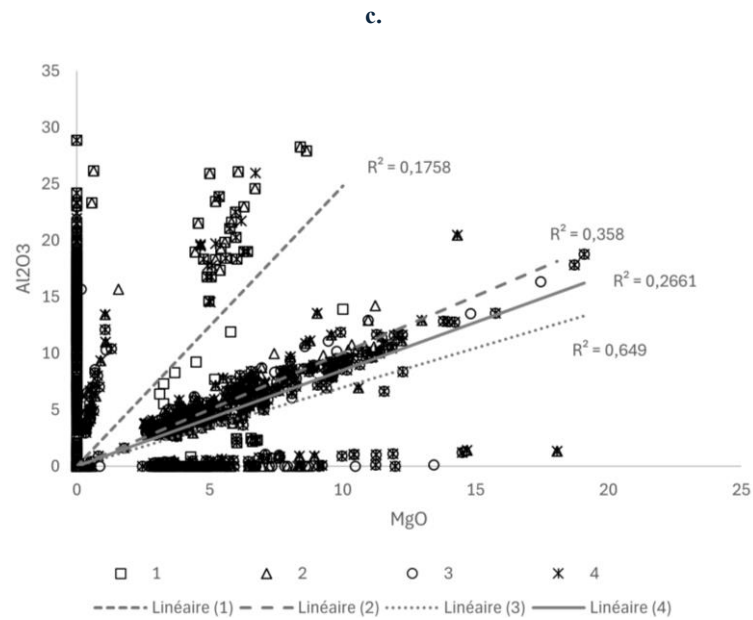
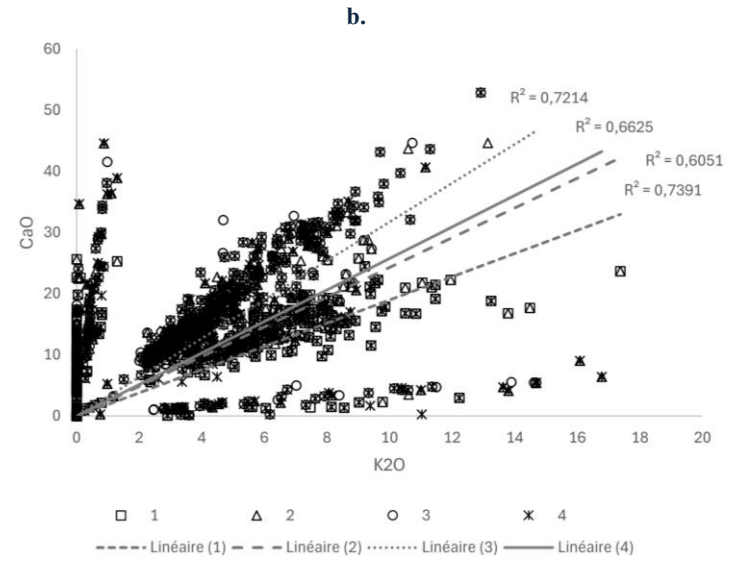
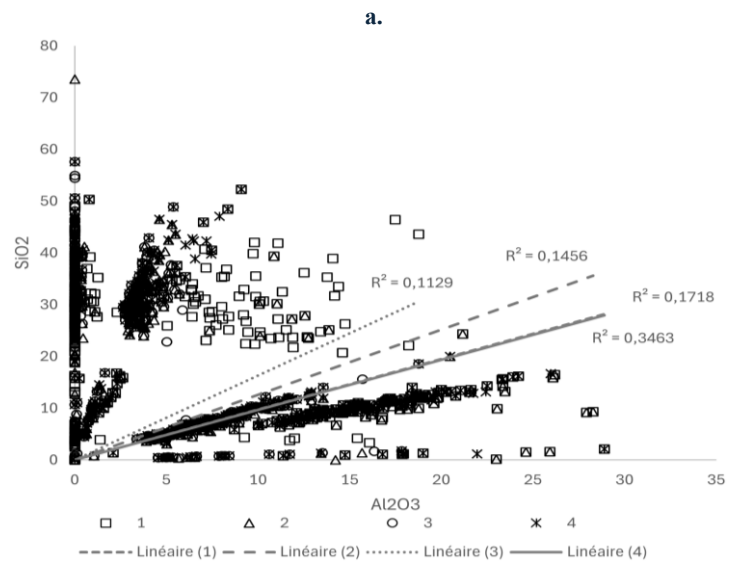


Fig. 56 - Graphiques bivariés de rapports CNR des inclusions de l'échantillon P.VCh12/10//142/106.

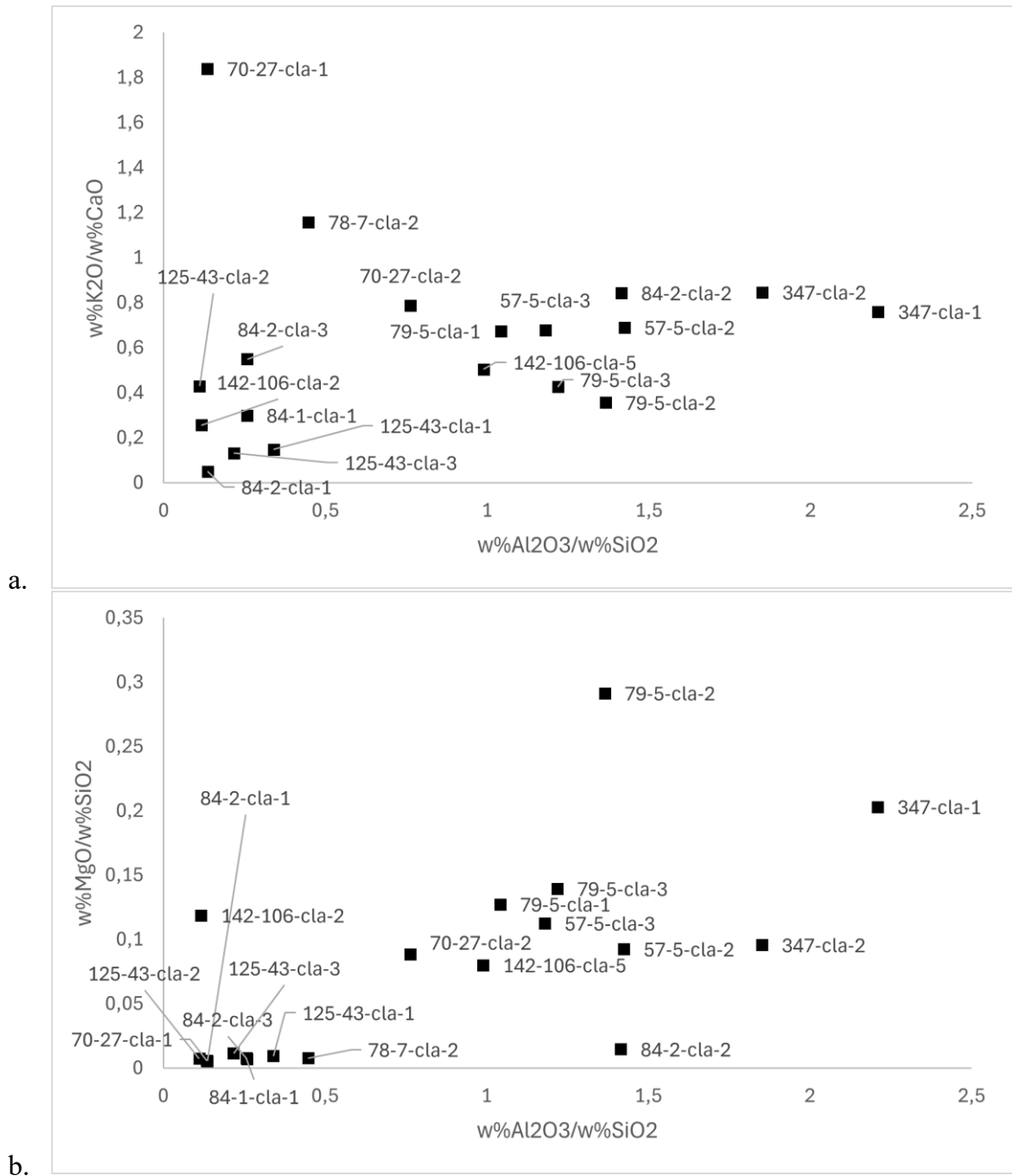


Fig. 57 - Origines différentes dans les approvisionnements en métal du site de Pont-de-Bonne, mise en évidence par la comparaison des rapports CNR.

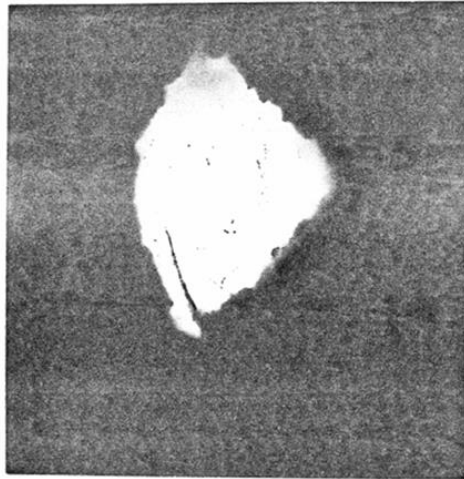


FIG.1. ECHANTILLON DE MODAVE
Coupe macroscopique.
Grossissement 5 x.

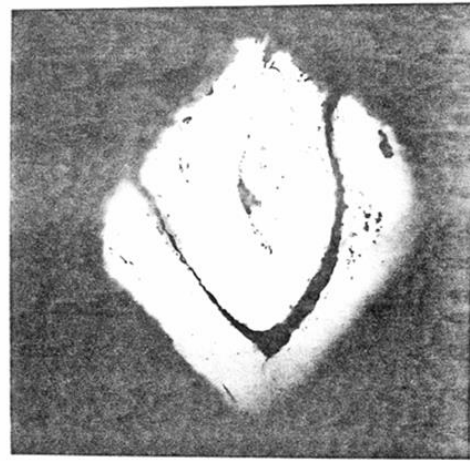


FIG.2. ECHANTILLON D'OLLOY.
Coupe macroscopique
Grossissement 5 x.

Fig. 58 - Coupes transversales après attaque métallographique d'échantillons issus du site de Pont-de-Bonne et d'Olloy-sur-Viroin.

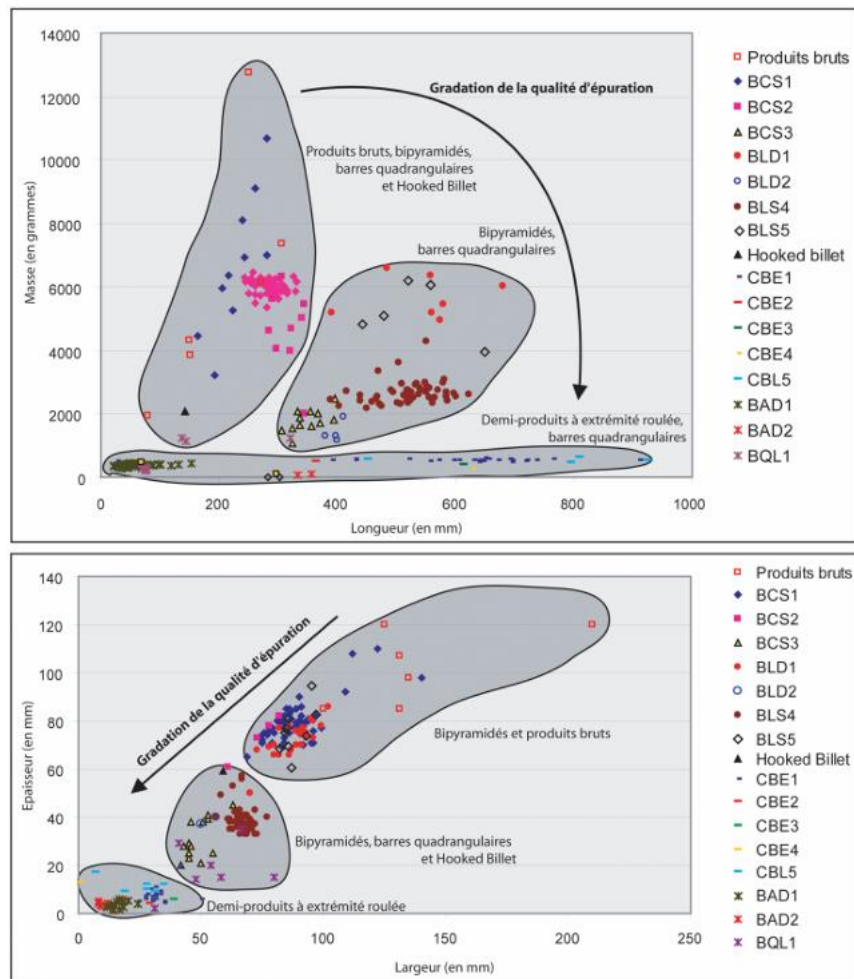


Fig. 59 – Graphiques comparatifs des dimensions et du degré d'épuration des différents types de demi-produits issus de l'étude de Berranger (2014).

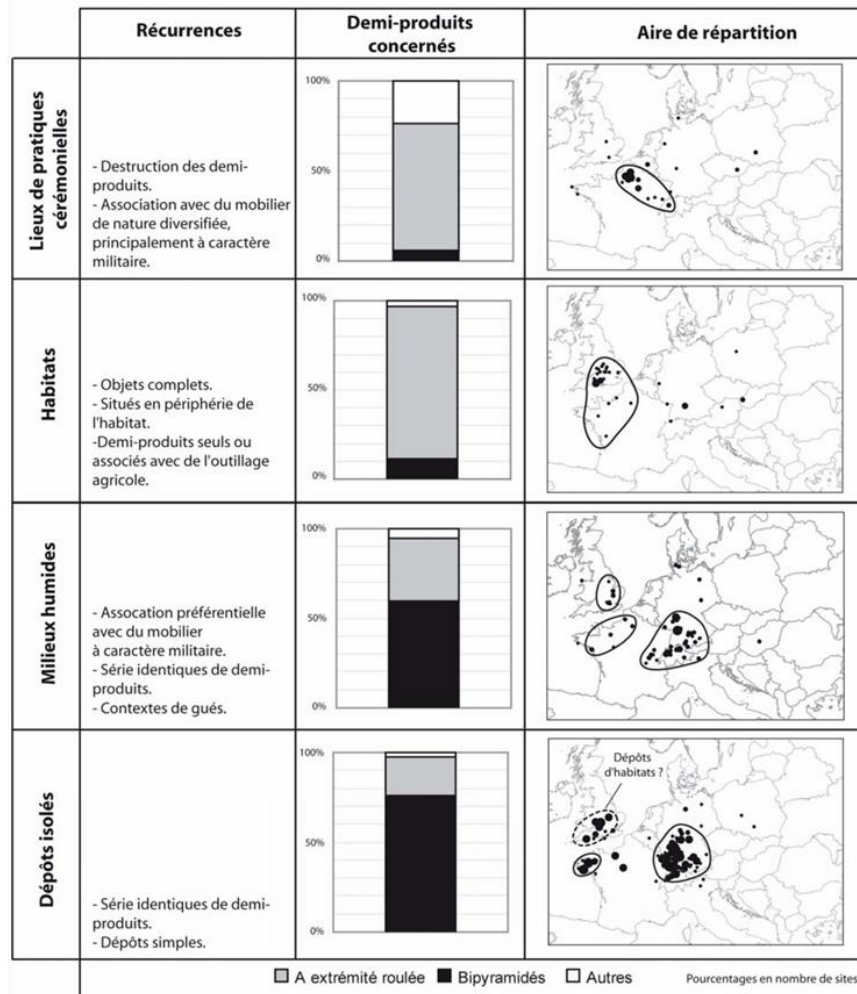


Fig. 60 – Caractéristiques des contextes de dépôts livrant des demi-produits : récurrences, quantités de demi-produits par types et aires de répartition.

TYPE D'ACTIVITÉ		SÉQUENCE DE TRAVAIL	SAVOIR-FAIRE ET APPRENTISSAGE NÉCESSAIRE		PÉRIODICITÉ	
Épuration		De masse brute de fer	Moyenne à élevée	Proportionnel à la qualité d'épuration initiale de la masse. La composition fer/carbone joue également un rôle important	Moyenne	
		De lopin grossièrement compacté	Moyenne à élevée		Moyenne	
		Corroyage par replis successifs	Très élevée		Très régulière	
Élaboration d'objets	Simple	Chauffe et martelage, découpe, polissage, affûtage...	Faible	Le savoir-faire va être fonction de l'épaisseur du métal travaillé, de sa compaction et de l'alliage fer/carbone	Faible	
	Complexe	Chauffe et martelage, soudure, polissage, affûtage...	Moyenne		Moyenne	
		Traitement thermique	Moyenne		Moyenne	
	Experte	Chauffe et martelage, soudure fer/acier, polissage, affûtage...	Élevée à très élevée		Élevée à très élevée	Régulière à très régulière
		Traitement thermochimique				Régulière à très régulière
Entretien et recyclage	Entretien des outils (agricoles et domestiques)	Chauffe et martelage, polissage, affûtage	Faible		Faible	
	Réparation et recyclage sommaire	Chauffe et martelage, découpe, polissage, affûtage	Faible		Faible	
	Réparation complexe	Chauffe et martelage, découpe, soudure, polissage, affûtage	Moyenne à élevée		Moyenne à régulière	
	Recyclage complexe	Agglomération du métal, corroyage en trousse	Élevée	Élevée	Moyenne à régulière	

activité qui réclame de façon intrinsèque une spécialisation
 activité pouvant faire l'objet d'une spécialisation en fonction de l'intensité
 activité de l'ordre du domestique (peut tout de même faire l'objet d'une spécialisation)

Figure 17 – Tableau synthétique des savoir-faire, de l'apprentissage et de la fréquence de travail nécessaires pour chaque activité. Sont également ajoutés les outils et les structures spécialisées *a minima* réclamées et les déchets associés. [© S. Bauvais, CEA/Cnrs]

Les sites ruraux du Second âge du Fer dans le bassin versant du Crould en Val-d'Oise et ses marges, 2018, suppl. RAIF, 5, p. 453-506

Fig. 61 – Tableau synthétique des savoir-faire, de l'apprentissage et de la fréquence de travail nécessaires pour chaque activité liée à la métallurgie du fer.

TABLE DES FIGURES

<i>Fig. 1 - Carte des sites ayant livré des fiches de murus gallicus (Buchenschutz et Ralston, 2014).....</i>	25
<i>Fig. 2 - Localisation des muri gallici de Belgique. 1. Pont-de-Bonne ; 2. Rouveroy ; 3. Lompret (rempart de type Ehrang) ; 4. Olloy-sur-Viroin (Delye et al., 2016).....</i>	25
<i>Fig. 3 – Typologie des produits semi-finis définie par Berranger (Berranger, 2014).....</i>	26
<i>Fig. 4 – Chaîne opératoire de la sidérurgie directe du fer (Berranger, 2014, d’après Mangin et al., 2004 (modifié).....</i>	27
<i>Fig. 5 – Réaction chimique de la réduction des oxydes de fer (Soulignac, 2017).....</i>	27
<i>Fig. 6 - Diagramme d’équilibre fer-carbone, en fonction de la température (en ordonnée) et de la teneur en carbone(en abscisse) (Fluzin, 1983).....</i>	28
<i>Fig. 7 - Classification des aciers et des fontes en fonction de leur teneur en carbone (Fluzin, 1983).....</i>	29
<i>Fig. 8 - Schéma de la chaîne opératoire de post-réduction et déchets qui y sont associés (Cabboi et al., 2007).....</i>	29
<i>Fig. 9 - La chaîne opératoire du fer : l’épuration (Fluzin, 2002 d’après Fluzin, 1999).....</i>	30
<i>Fig. 10 - Localisation géographique du site « Rocher du Vieux-Château » en Belgique (Delye et al., 2018).....</i>	30
<i>Fig. 11 - Topographie du site « Rocher du Vieux-Château » à Modave. Le tracé du rempart est indiqué en gris foncé (traits pleins : rempart visible, traits discontinus : rempart supposé) (Delye et al., 2018).....</i>	31
<i>Fig. 12 - Plan topographique du site (Delye, 2007)</i>	31
<i>Fig. 13 - Demi-produits de type barre à douille découverts sur le site du « Rocher du Vieux-Château » de Pont-de-Bonne (Delye, 2022).....</i>	32
<i>Fig. 14 - Plan des structures et zones de fouille sur le site du « Rocher du Vieux-Château » de Pont-de-Bonne (Delye et al., 2014).....</i>	33
<i>Fig. 15 - Zone 4, coupe du rempart (Delye, 2007).....</i>	33
<i>Fig. 16 - Plan de la zone 5 (Delye et Schaus, 2012).....</i>	34
<i>Fig. 17 - Zone 5, coupe du mur de parement externe du murus gallicus (Delye et Schaus, 2012)</i>	34
<i>Fig. 18 - Zone 5, structures de La Tène avec emplacement des fiches et des clous (Delye et Schaus, 2012).....</i>	35
<i>Fig. 19 - Proposition de reconstitution de la porte laténienne de Pont-de-Bonne (aSEHS studio;© CAHC) (Delye et al., 2016).....</i>	35
<i>Fig. 20 – Les variantes des demi-produits bipyramidés et à extrémité roulée, selon la typologie établie par Berranger (Berranger et Fluzin, 2013).....</i>	36
<i>Fig. 21 - Demi-produits issus Taviers, La Terre aux Pierres (province de Namur). Dix éléments en fer. Echelle : ¼ (Léva, 1957).....</i>	36
<i>Fig. 22 - Classification générale des produits et déchets métalliques (Berranger, 2014).....</i>	37

<i>Fig. 23 - Fiches en fer provenant de la zone 4/7 : 1-8, cœur du murus gallicus (UF[6]) ; 9, éboulis du murus gallicus (UF[11]) ; 10, cœur du rempart médiéval (UF[3])) (Delye et al., 2016).....</i>	38
<i>Fig. 24 - Fiches en fer provenant du cœur du murus gallicus, au niveau de l'extrémité du bastion nord (zone 5, structure 1, UF [19]) (Delye et al., 2016).....</i>	39
<i>Fig. 25 - Fiche en fer, zone 5 : 1-3, cœur du murus gallicus, bastion sud, structure 2 (UF[66]) ; 4-10, autres unités de fouille (Delye et al., 2016).....</i>	40
<i>Fig. 26 - Clous de menuiserie en fer du « Rocher du Vieux-Château » de Pont-de-Bonne (Delye et al., 2016).....</i>	40
<i>Fig. 27 - Mobilier métallique du « Rocher du Vieux-Château » de Pont-de-Bonne (Delye et al., 2016).....</i>	41
<i>Fig. 28 - Proportions des principales catégories d'objets en fer découverts le site du « Rocher du Vieux-Château » de Pont-de-Bonne (réalisation : A. Dewez).....</i>	41
<i>Fig. 29 – Objets en fer interprétations comme des ratés de fabrication (P.VCh12/10//142/106 et P.VCh11/9//125/43) (Delye et al., 2016).....</i>	42
<i>Fig. 30 – Différents procédés de soudure (Arcraft Plasma, 2016).....</i>	42
<i>Fig. 31 - Distribution des classes d'inclusions sur la coupe transversale avant attaque de l'échantillon P.VCh11/5/2/78/7 (réalisation : A. Dewez).....</i>	43
<i>Fig. 32 - Distribution des classes d'inclusions sur la coupe transversale avant attaque de l'échantillon P.VCh10/5/2/70/27 (réalisation : A. Dewez).....</i>	43
<i>Fig. 33 - Distribution des classes d'inclusions sur la coupe transversale avant attaque de l'échantillon P.VCh10/5/1-2/79/5 (réalisation : A. Dewez).....</i>	44
<i>Fig. 34 - Distribution des classes d'inclusions sur la coupe transversale avant attaque de l'échantillon P.VCh10/5/1-2/84/1 (réalisation : A. Dewez).....</i>	44
<i>Fig. 35 - Distribution des classes d'inclusions sur la coupe transversale après attaque Oberhofer de l'échantillon P.VCh10/5/1-2/84/1 (réalisation : A. Dewez).....</i>	44
<i>Fig. 36 - Distribution des classes d'inclusions sur la coupe transversale avant attaque de l'échantillon P.VCh10/5/1-2/84/2 (réalisation : A. Dewez).....</i>	45
<i>Fig. 37 - Distribution des classes d'inclusions sur la coupe transversale après attaque au Nital de l'échantillon P.VCh10/5/1-2/84/2 (réalisation : A. Dewez).....</i>	45
<i>Fig. 38 - Distribution des classes d'inclusions sur la coupe transversale avant attaque de l'échantillon P.VCh11/8/1/57/5 (réalisation : A. Dewez).....</i>	45
<i>Fig. 39 - Distribution des classes d'inclusions sur la coupe transversale après attaque au Nital de l'échantillon P.VCh11/8/1/57/5 (réalisation : A. Dewez).....</i>	46
<i>Fig. 40 - Distribution des classes d'inclusions sur la coupe transversale avant attaque de l'échantillon P.VCh11/9//125/43 (réalisation : A. Dewez).....</i>	46
<i>Fig. 41 - Distribution des classes d'inclusions sur la coupe transversale après attaque Oberhofer de l'échantillon P.VCh11/9//125/43 (réalisation : A. Dewez).....</i>	47
<i>Fig. 42 - Distribution des classes d'inclusions sur la coupe transversale avant attaque de l'échantillon PDB/VCh/347 (réalisation : A. Dewez).....</i>	47
<i>Fig. 43 - Distribution des classes d'inclusions sur la coupe transversale après attaque Oberhofer de l'échantillon PDB/VCh/347 (réalisation : A. Dewez).....</i>	47
<i>Fig. 44 - Distribution des classes d'inclusions sur la coupe transversale avant attaque de l'échantillon P.VCh12/10//142/106 (section 1) (réalisation : A. Dewez).....</i>	48
<i>Fig. 45 - Distribution des classes d'inclusions sur la coupe transversale après attaque Oberhofer de l'échantillon P.VCh12/10//142/106 (section 1) (réalisation : A. Dewez).....</i>	48
<i>Fig. 46 - Distribution des classes d'inclusions sur la coupe transversale avant attaque de l'échantillon P.VCh12/10//142/106 (section 2) (réalisation : A. Dewez).....</i>	49

<i>Fig. 47 - Distribution des classes d'inclusions sur la coupe transversale après attaque Oberhofer de l'échantillon P.VCh12/10//142/106 (section 2) (réalisation : A. Dewez).....</i>	49
<i>Fig. 48 - Graphiques bivariés de rapports CNR des inclusions de l'échantillon P.VCh11/5/2/78/7 (réalisation : A. Dewez).....</i>	50
<i>Fig. 49 - Graphiques bivariés de rapports CNR des inclusions de l'échantillon P.VCh10/5/2/70/27 (réalisation : A. Dewez).....</i>	51
<i>Fig. 50 - Graphiques bivariés de rapports CNR des inclusions de l'échantillon P.VCh10/5/1-2/79/5 (réalisation : A. Dewez).....</i>	52
<i>Fig. 51 - Graphiques bivariés de rapports CNR des inclusions de l'échantillon P.VCh10/5/1-2/84/1 (réalisation : A. Dewez).....</i>	53
<i>Fig. 52 - Graphiques bivariés de rapports CNR des inclusions de l'échantillon P.VCh10/5/1-2/84/2 (réalisation : A. Dewez).....</i>	54
<i>Fig. 53 - Graphiques bivariés de rapports CNR des inclusions de l'échantillon P.VCh11/8/1/57/5 (réalisation : A. Dewez).....</i>	55
<i>Fig. 54 - Graphiques bivariés de rapports CNR des inclusions de l'échantillon P.VCh11/9//125/43 (réalisation : A. Dewez).....</i>	56
<i>Fig. 55 - Graphiques bivariés de rapports CNR des inclusions de l'échantillon PDB/VCh/347 (réalisation : A. Dewez).....</i>	57
<i>Fig. 56 - Graphiques bivariés de rapports CNR des inclusions de l'échantillon P.VCh12/10//142/106 (réalisation : A. Dewez).....</i>	58
<i>Fig. 57 - Origines différentes dans les approvisionnements en métal du site de Pont-de-Bonne, mise en évidence par la comparaison des rapports CNR (réalisation : A. Dewez).....</i>	59
<i>Fig. 58 - Coupes transversales après attaque métallographique d'échantillons issus du site de Pont-de-Bonne et d'Olloy-sur-Viroin (Fontana, 1981).....</i>	60
<i>Fig. 59 – Graphiques comparatifs des dimensions et du degré d'épuration des différents types de demi-produits issus de l'étude de Berranger (2014) (Berranger, 2014).....</i>	60
<i>Fig. 60 – Caractéristiques des contextes de dépôts livrant des demi-produits : récurrences, quantités de demi-produits par types et aires de répartition (Berranger, 2014).....</i>	61
<i>Fig. 61 – Tableau synthétique des savoir-faire, de l'apprentissage et de la fréquence de travail nécessaires pour chaque activité liée à la métallurgie du fer (Bauvais et al., 2018).....</i>	62

ANNEXE D - CATALOGUE ANALYTIQUE

Fiche analyses métallographiques

P.VCh11/5/2/78/7

Informations générales :

Zone	UF	Contexte	Attribution culturelle	
5	78	Eboulis rempart laténien	La Tène finale	
Longueur	Largeur	Epaisseur	Masse	Typologie
51,07 mm	4,57 mm	4,23 mm	4,7 g	Clou



Photographie de l'objet avant découpe

Observations macroscopiques :

Petit clou dont l'extrémité distale est pliée à 90°. Tige de section carrée et légèrement torsadée. E. Delye a interprété que la tête de ce clou était manquante. Corrodé. Une partie de la tige est manquante à cause de la corrosion. Des fragments ou des débris sont accrochés à la tête.

Observations microscopiques :



Mosaïque avant attaque au réactif



Mosaïque après attaque au Nital 4%

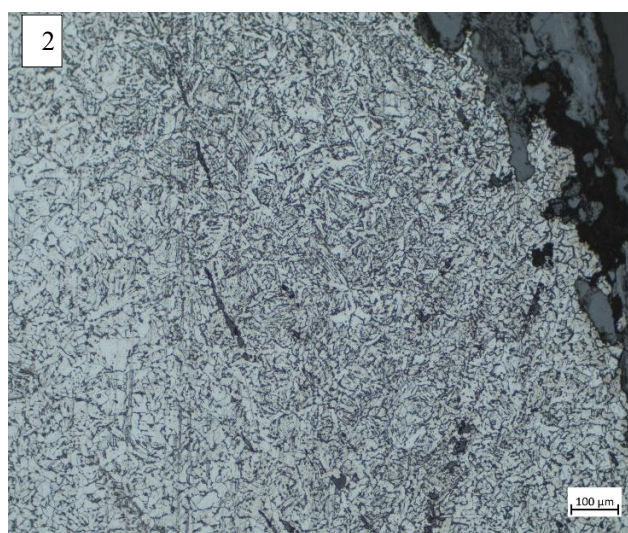


Mosaïque après attaque au Oberhofer

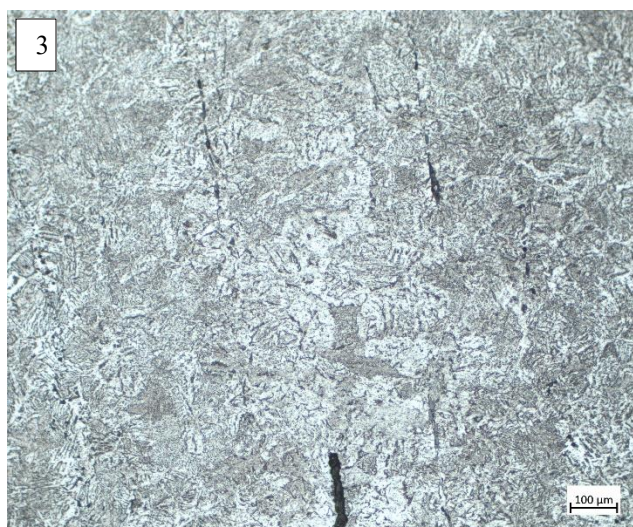
Micrographies



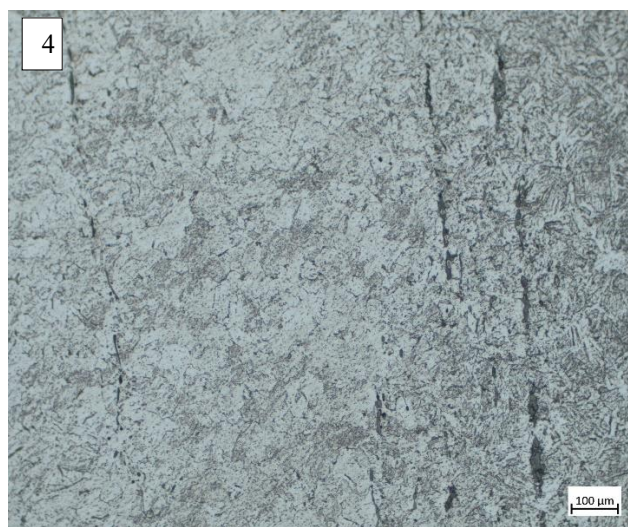
1 : Ferrite à petits et gros grains (gauche), acier à 0,1% de C environ.



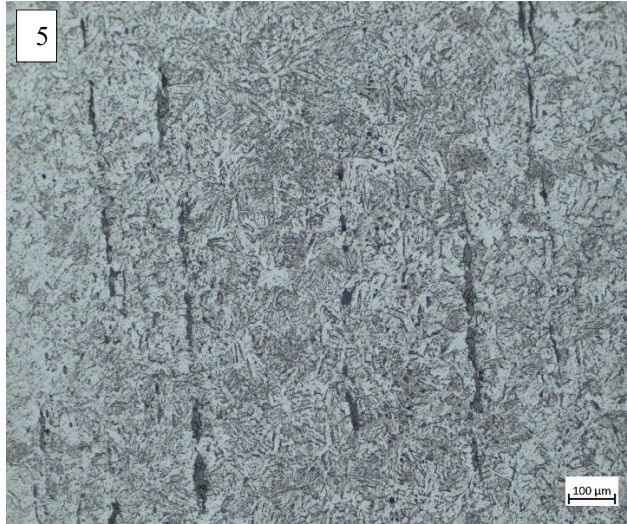
2 : Ferrite aciculaire (0,2%-0,3% de C).



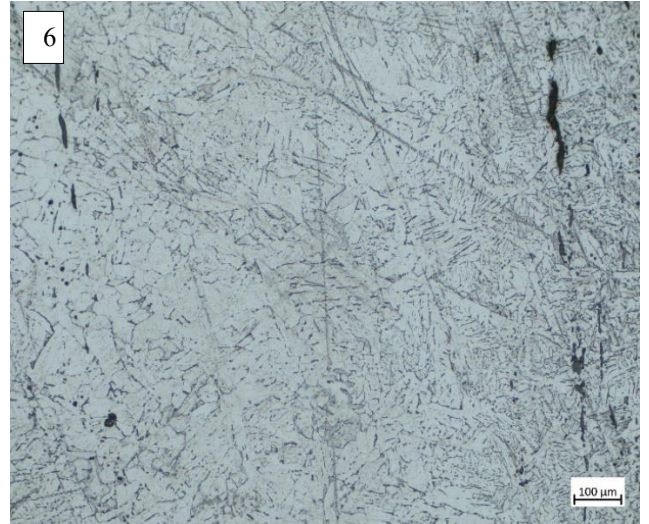
3 : Zone aciérée.



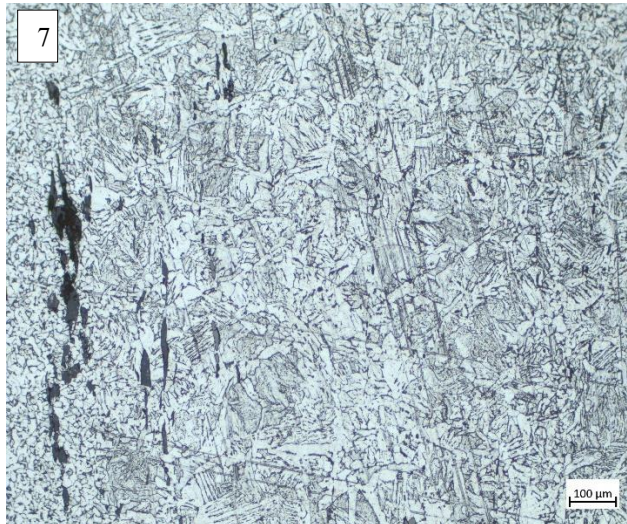
4 : Lignes d'inclusions et matrice aciérée.



5 : Acier à 0,3-0,4% de C environ, avec structures de Widmanstätten et lignes d'inclusions.



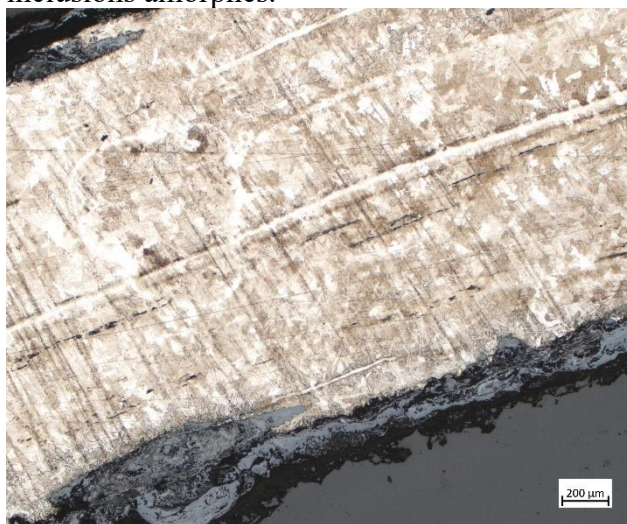
6 : Acier entre 0,2 et 0,3% de C environ.



7 : Acier à 0,3-0,4% de C avec structures de Widmanstätten , perlite sous forme lamellaire et inclusions amorphes.



8 : Potentielles lignes de soudure



9 : Lignes de soudure

Informations générales :

Zone	UF	Contexte	Attribution culturelle	
5	84	Eboulis rempart carolingien	La Tène finale	
Longueur	Largeur	Epaisseur	Masse	Typologie
~ 170 mm	~ 15 mm	~ 15 mm	51,4 g	Fiche

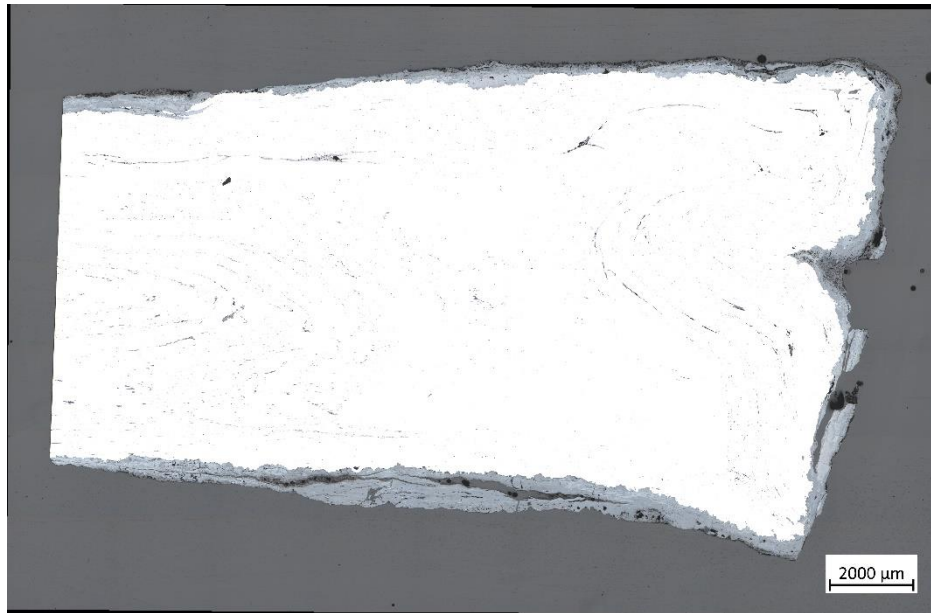


Photographie de l'objet avant découpe

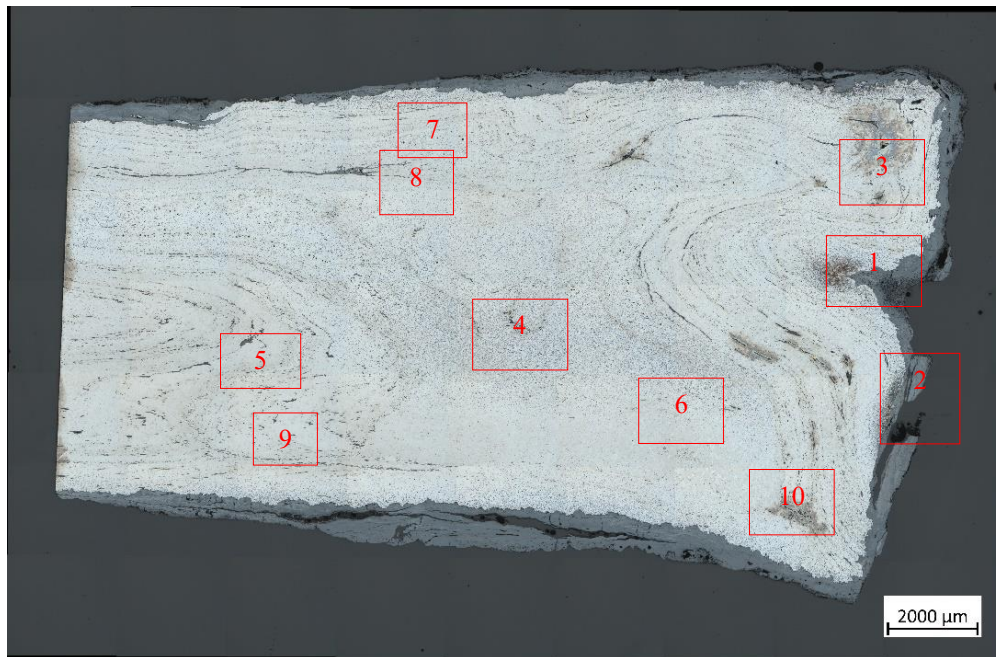
Observations macroscopiques :

Fiche entière, corrodée et légèrement pliée dans sa partie distale. La tête est de section carrée et plate. Sur celle-ci se trouve une anomalie sous forme d'encoche.

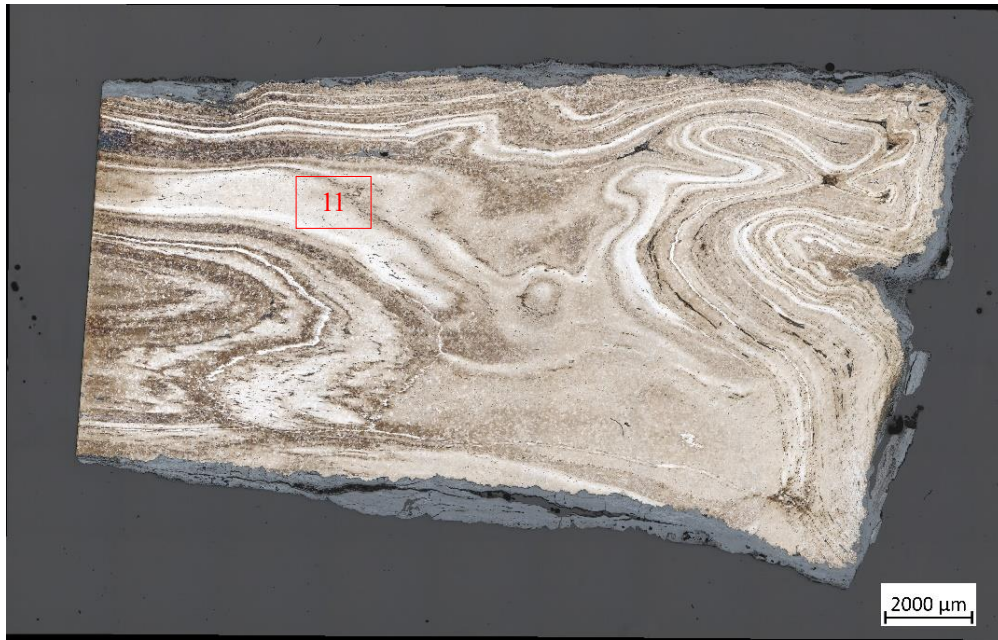
Observations microscopiques :



Mosaïque avant attaque au réactif

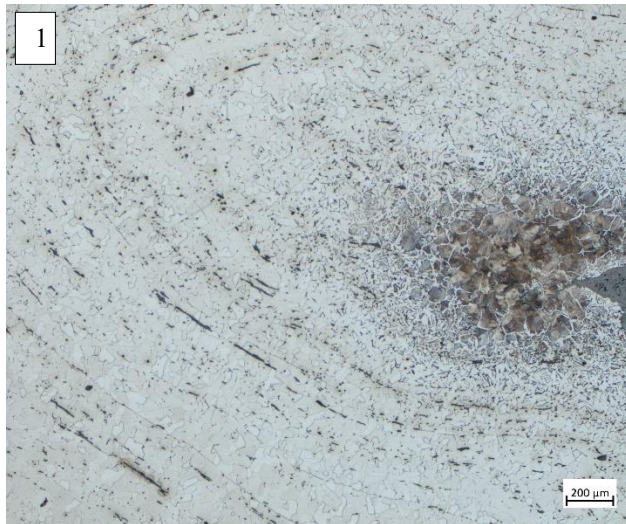


Mosaïque après attaque au réactif Nital 4%



Mosaïque après attaque au réactif Oberhofer

Micrographies



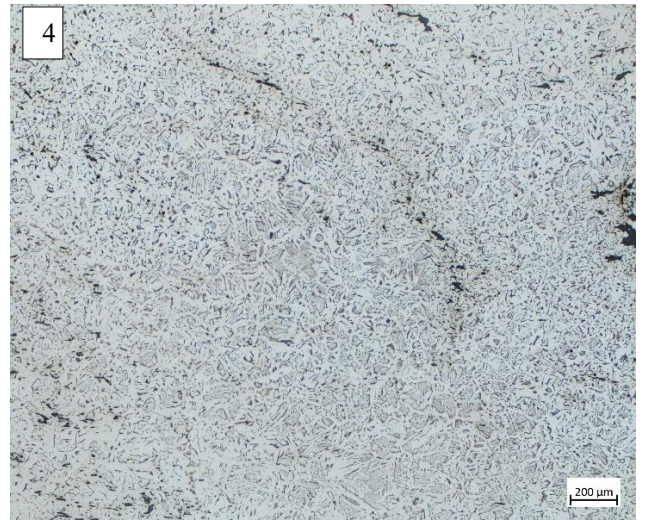
1 : Grains de ferrites entourant une zone d'acier eutectoïde à perlite nodulaire autour de ce qui semble être une soudure de repli (cémentation interne).



2 : Grains de ferrite déformés et écrouis au niveau du bord droit, vers un acier eutectoïde.



3 : Ferrite, lignes d'inclusions.



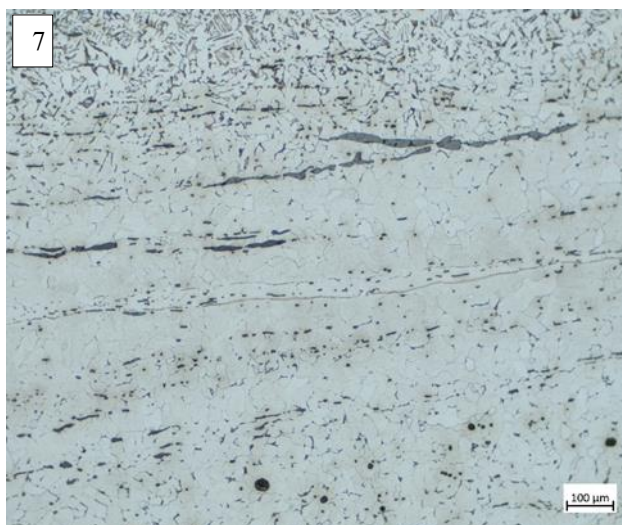
4 : Acier à 0,2-0,3% de C.



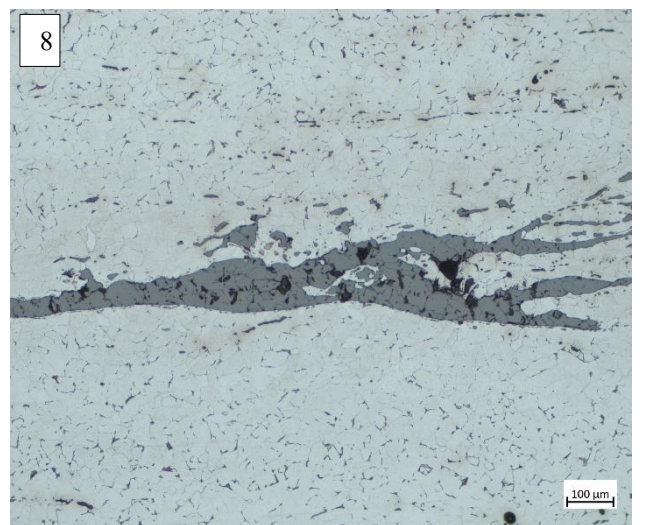
5 : Inclusion de wüstite globulaire dans la matrice métallique.



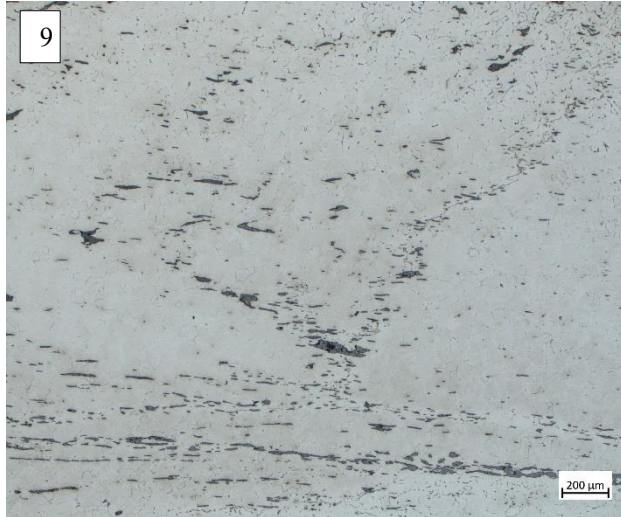
6 : Ferrite.



7 : Lignes d'inclusions, grains de ferrite équiaxe (centre), zone carburée (haut).



8 : Inclusions de scorie peu déformée.



9 : Inclusions de scorie.



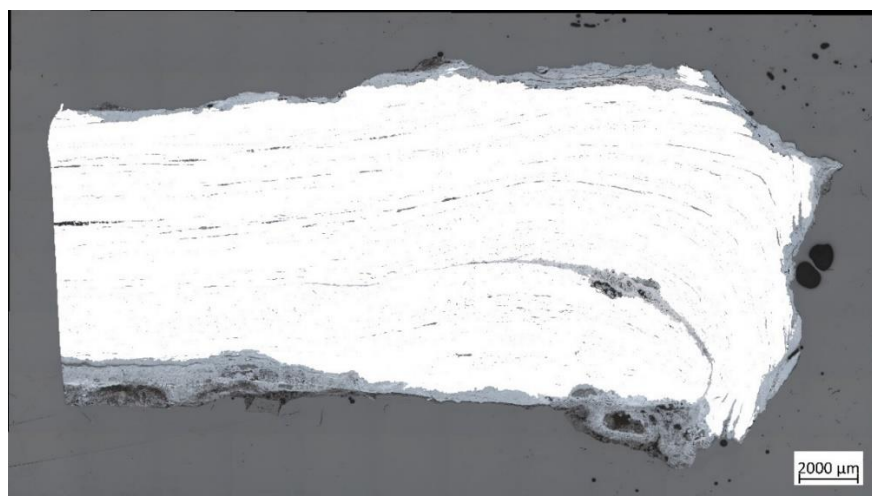
10. Gradation des teneurs en carbone du centre vers la périphérie de l'objet, ferrite (haut) et acier à environ 0,3%C.

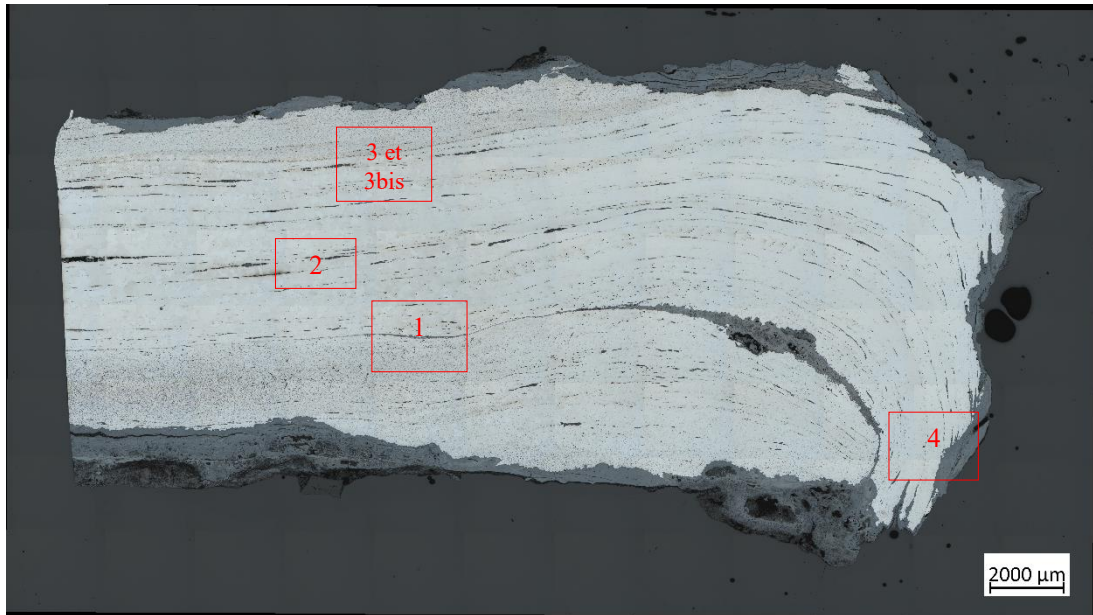
Informations générales :

Zone	UF	Contexte	Attribution culturelle	
5	84	Eboulis rempart carolingien	La Tène finale	
Longueur	Largeur	Epaisseur	Masse	Typologie
~ 180 à 200 mm	~ 15 à 20	~ 15 à 20	74,7 g	Fiche

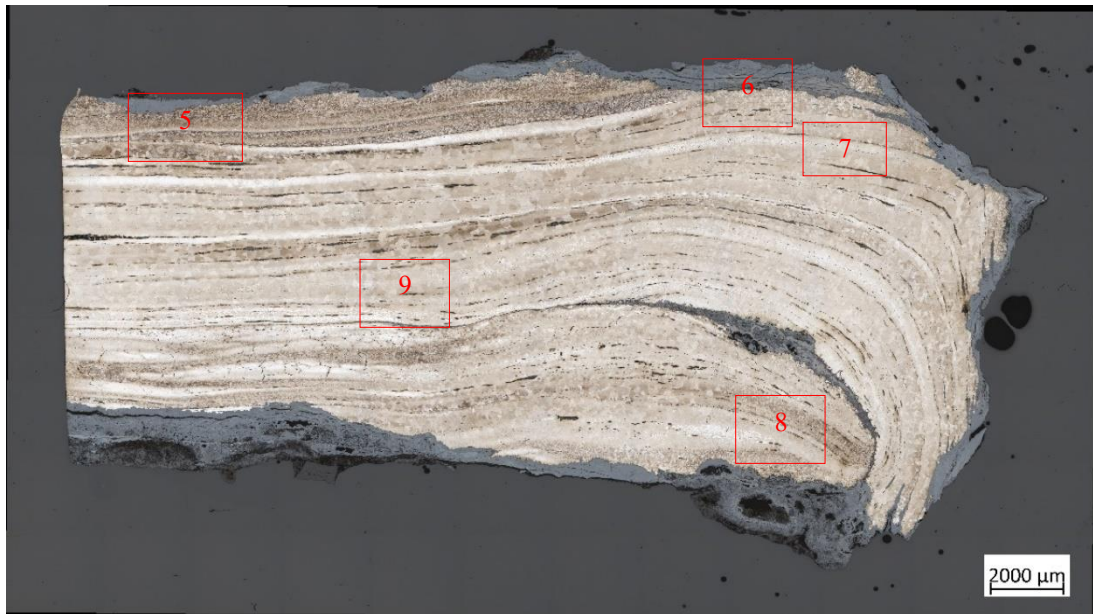
*Photographie de l'objet avant découpe***Observations macroscopiques :**

Cette fiche, conservée dans son intégralité, est très grande et lourde. Elle est cependant fortement pliée dans sa partie centrale et corrodée. Elle est de section carrée et présente une tête plate.

Observations microscopiques :*Mosaïque avant attaque au réactif*

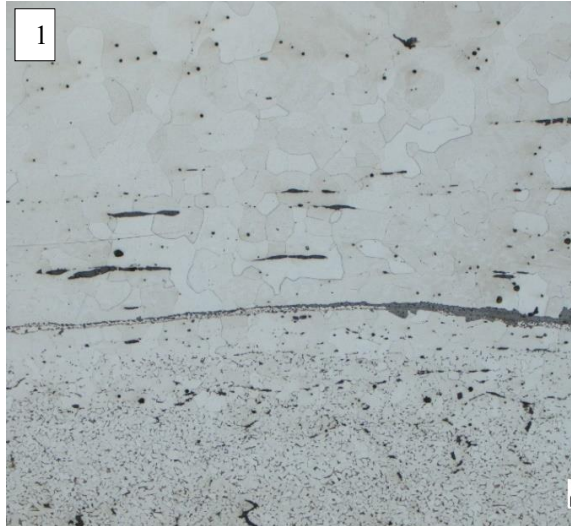


Mosaïque après attaque au réactif Nital 4%

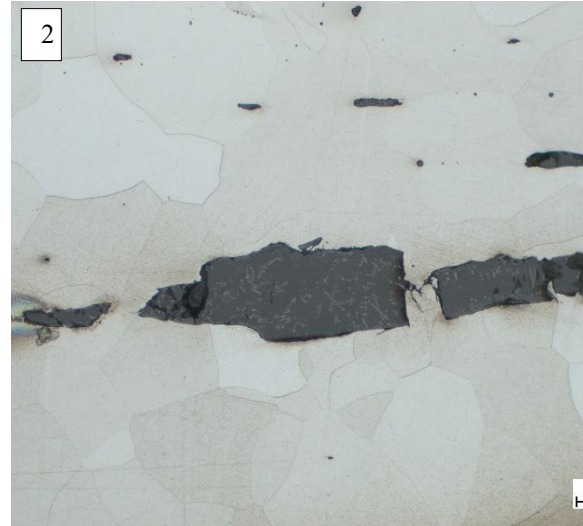


Mosaïque après attaque au réactif Oberhofer

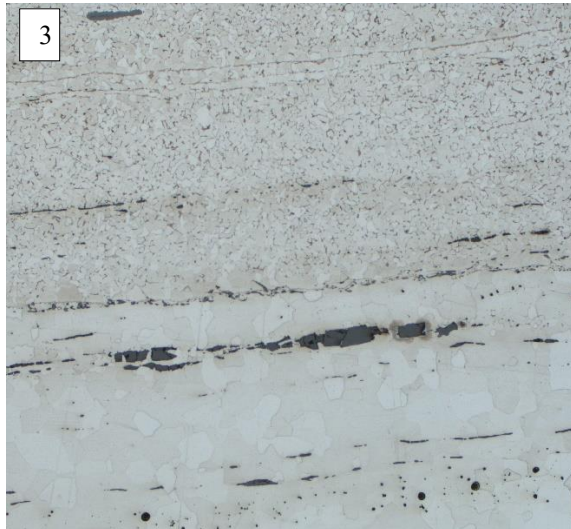
Micrographies



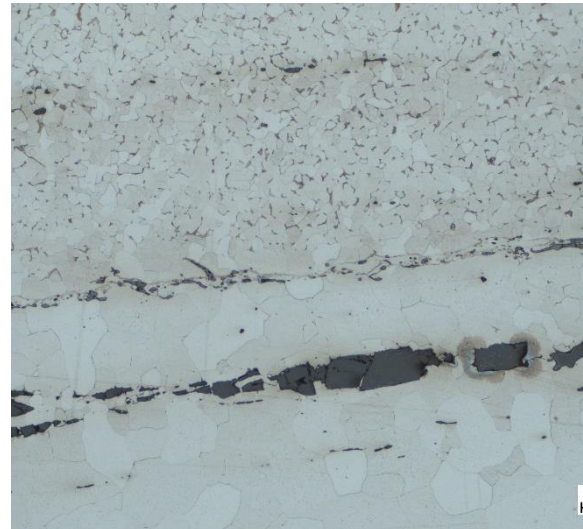
1 : Ferrite équiaxe (haut), ferrite à plus petits grains et aux joints de grains plus prononcés (bas), avec ligne de soudure et corrosion.



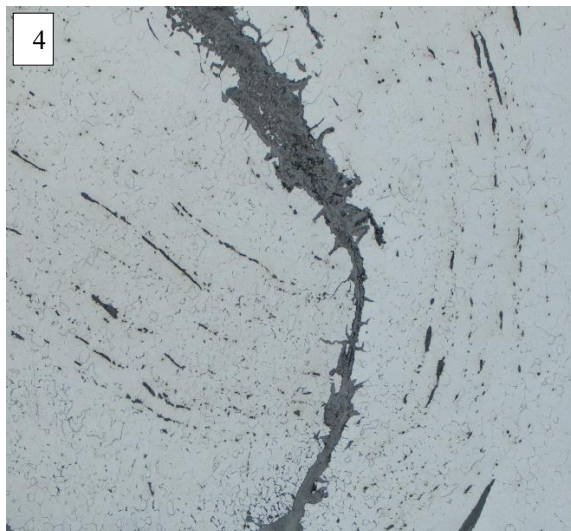
2 : Inclusion de wüstite sous forme dendritique dans une matrice ferritique.



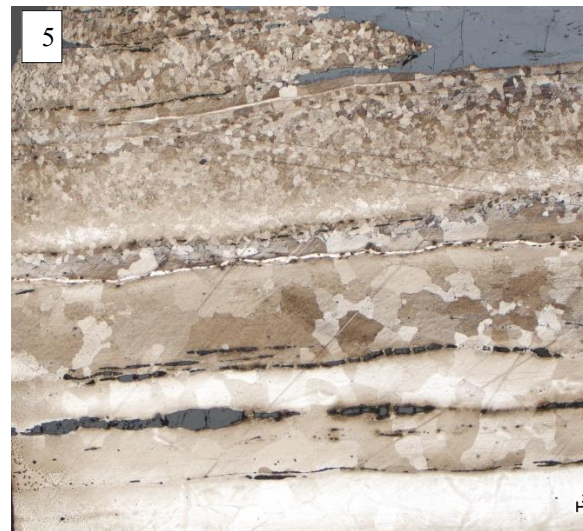
3 : Grains de ferrite de taille variable.



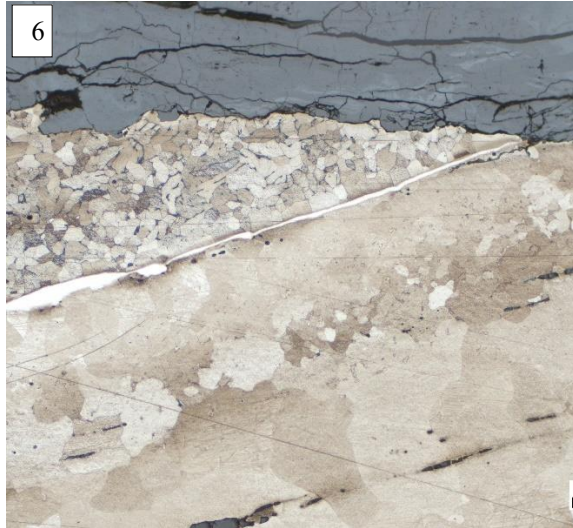
3bis : Ligne de soudure avec inclusions.



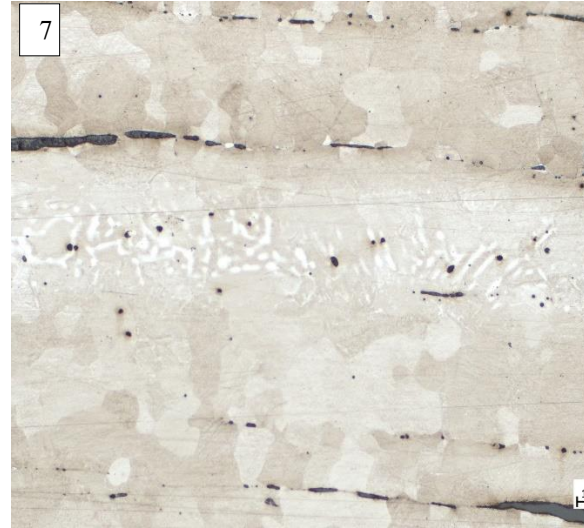
4 : Corrosion dans une soudure ouverte, ferrite légèrement écrouie.



5 : Lignes de soudure avec inclusions de scories.



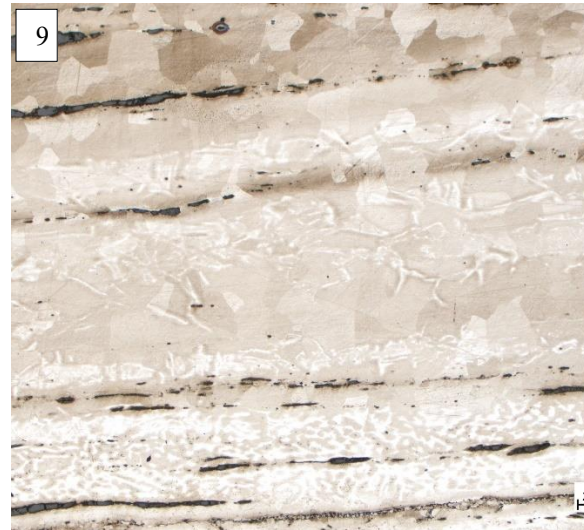
6 : Ligne de soudure.



7 : Structures fantômes observées après attaque au réactif Oberhoffer.



8 : Structures fantômes observées après attaque au réactif Oberhoffer.



9 : Structures fantômes observées après attaque au réactif Oberhoffer.

Informations générales :

Zone	UF	Contexte	Attribution culturelle	
5	70	Eboulis rempart laténien	La Tène finale	
Longueur	Largeur	Epaisseur	Masse	Typologie
~ 90 à 10 mm	~ 5 à 20 mm	~ 5 à 20 mm	25,4 g	Clou

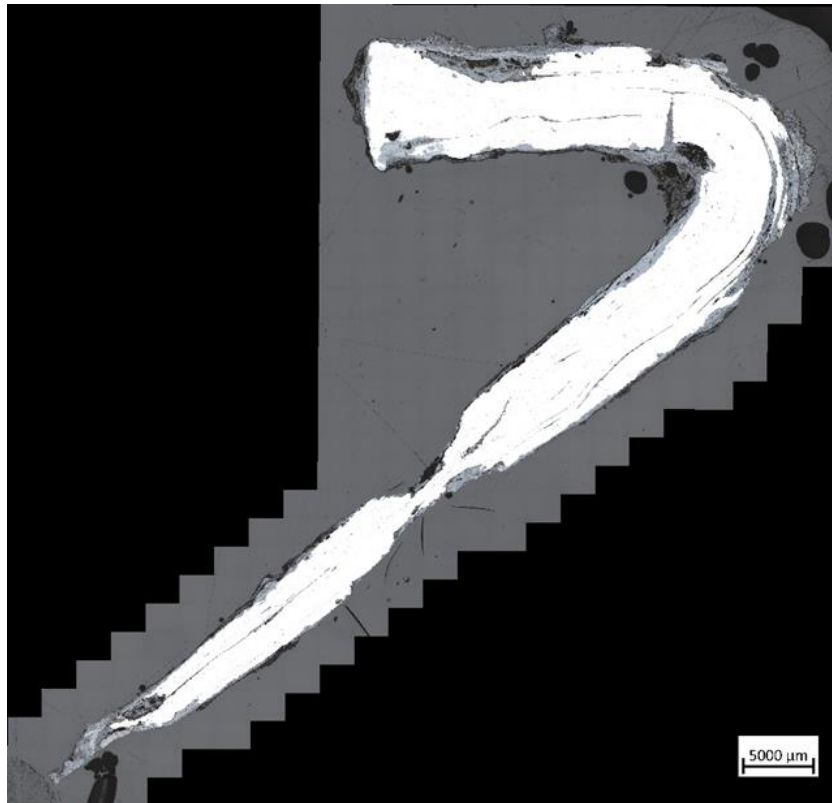


Photographie de l'objet avant découpe

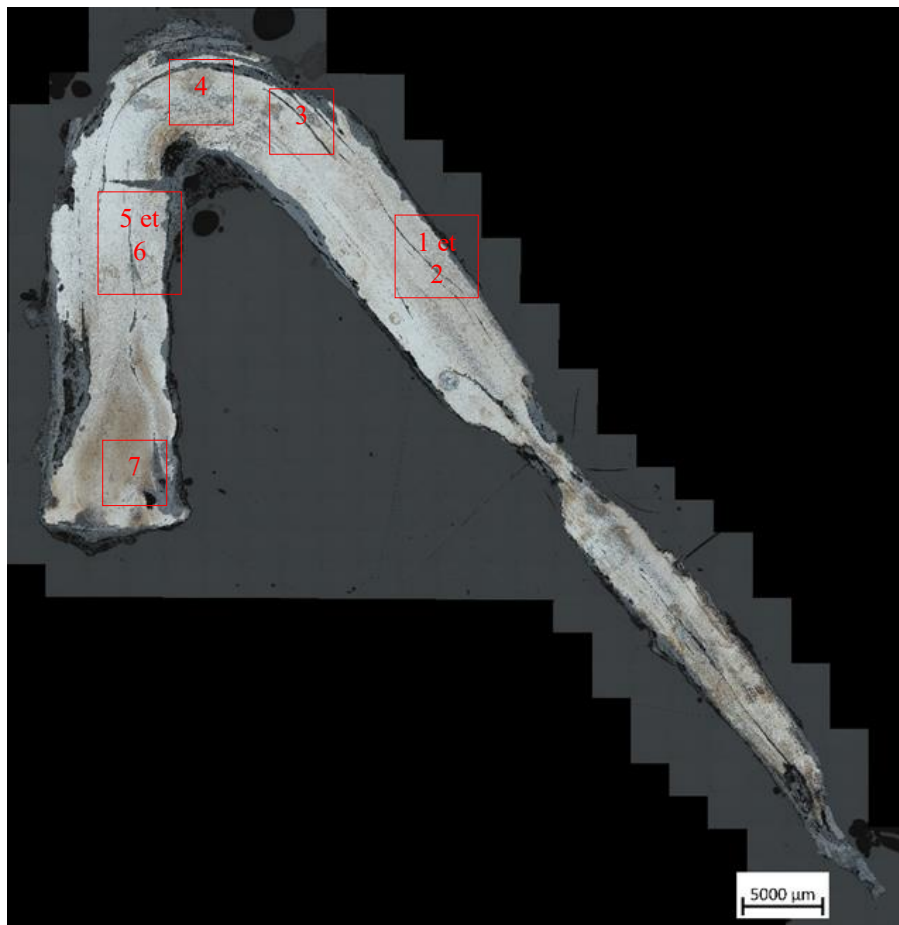
Observations macroscopiques :

Clou conservé dans son entièreté mais très corrodé. Fortement plié sur lui-même dans sa partie supérieure. Tête rectangulaire. Sa section, assez large au niveau de la tête, s'amincit progressivement vers la pointe du clou, avec une partie de sa tige attaquée par la corrosion.

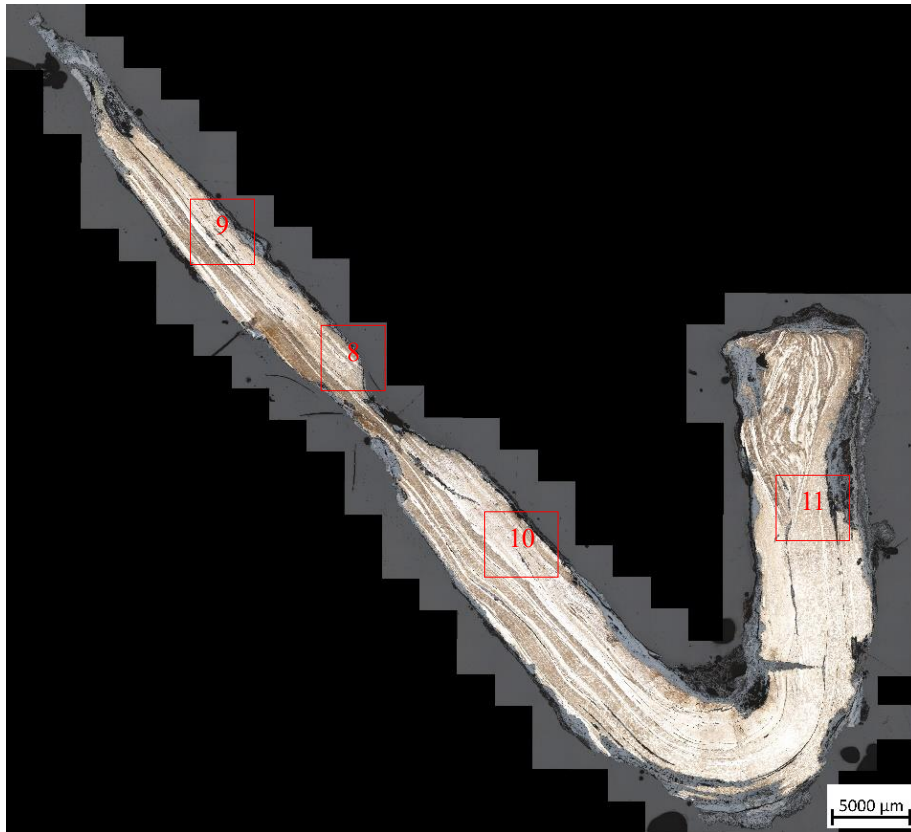
Observations macroscopiques :



Mosaïque avant attaque au réactif

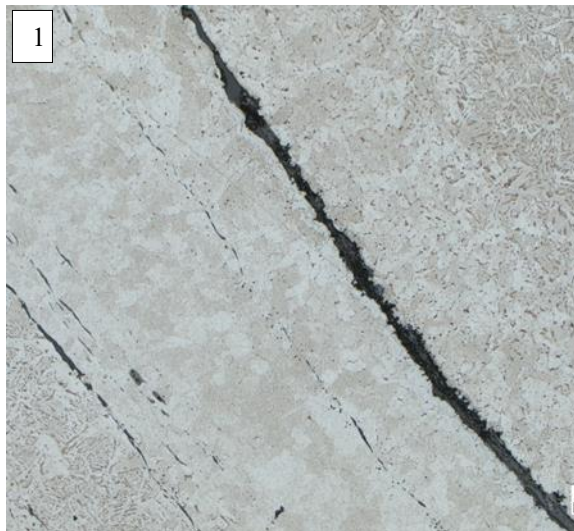


Mosaïque après attaque au réactif Nital 4%

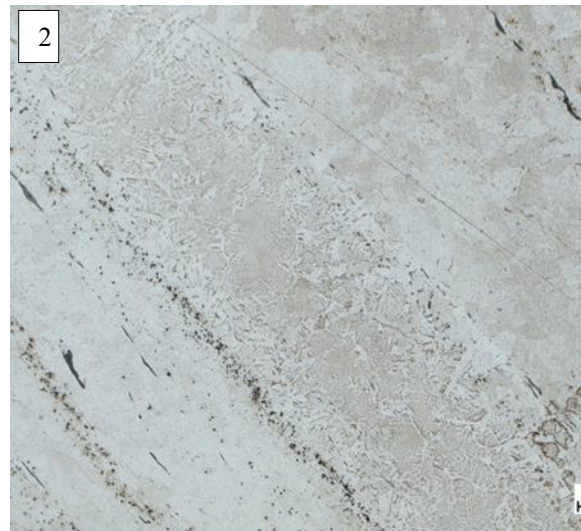


Mosaïque après attaque au réactif Oberhofer

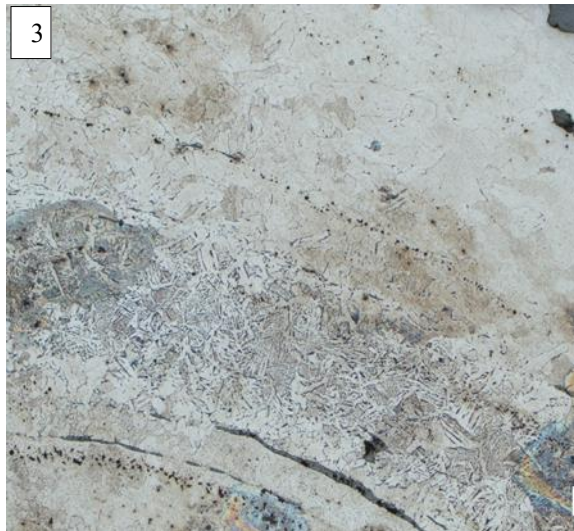
Micrographies



1 : Ligne de soudure corrodée, ferrite et acier à 0,3-0,4% de C.



2 : Ferrite entourant une bande d'acier à 0,3-0,4% de C.



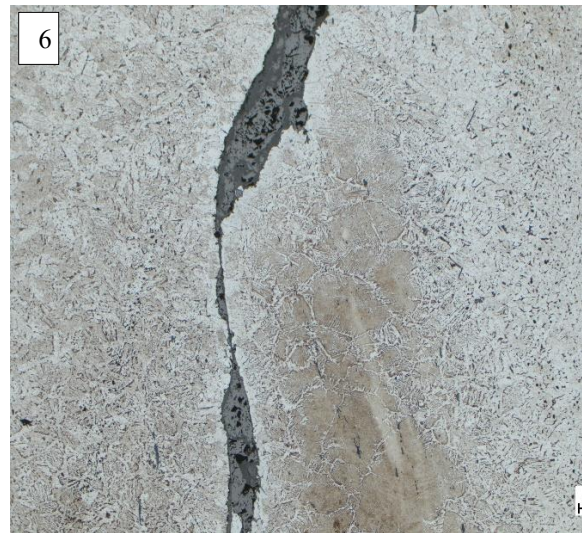
3 : Ferrite et bande d'acier à 0,4 % avec structures de Widmanstätten.



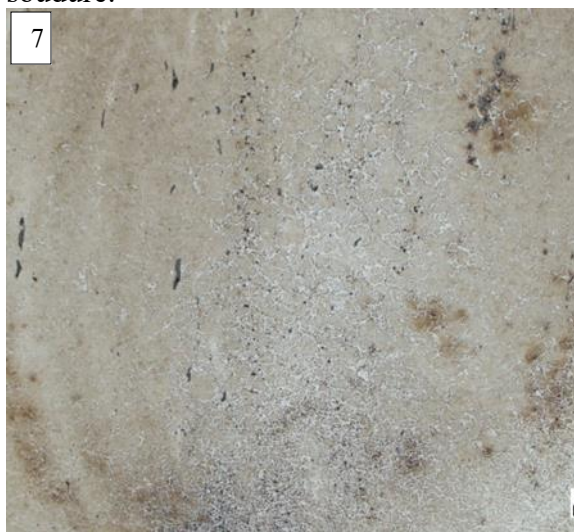
4 : Grains de ferrite et d'acier écrouis.



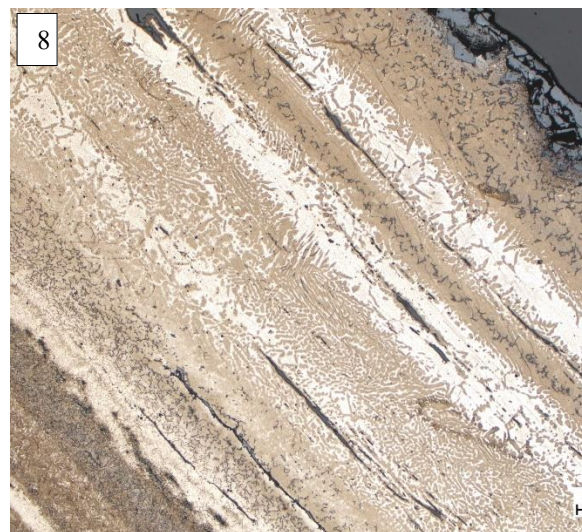
5 : Zone carburée (gauche) et zone ferritique (droite) de part et d'autre d'une soudure.



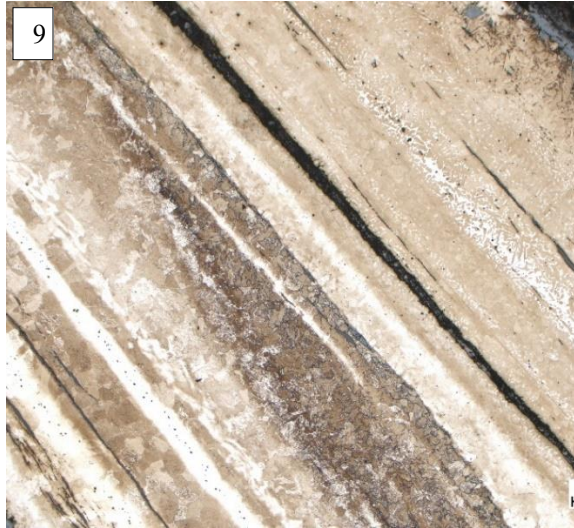
6 : Acier avec gradation de teneurs en carbone, de 0,2 à 0,6% environ.



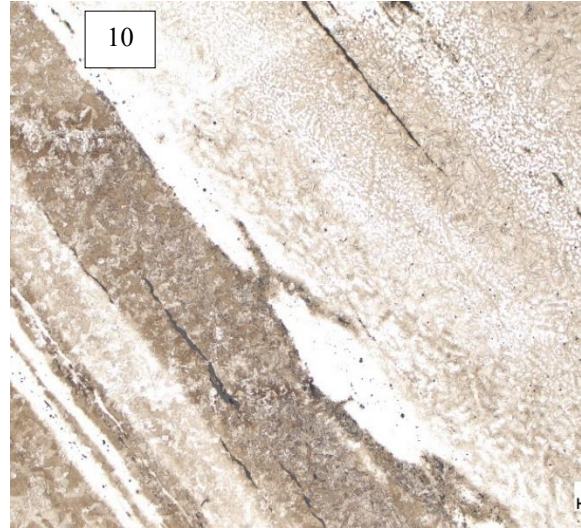
7 : Matrice métallique carburée.



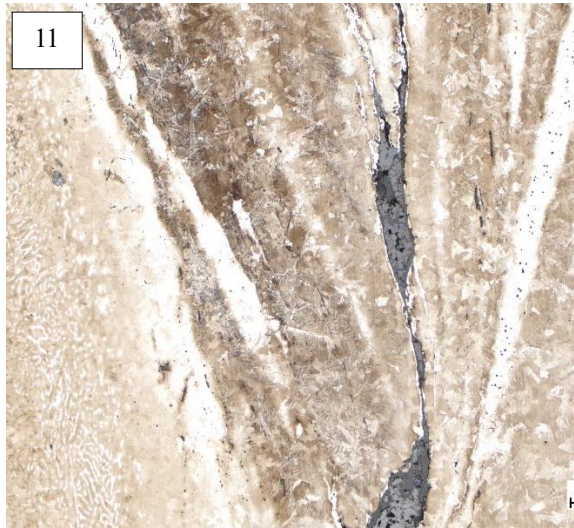
8 : Structures fantômes observées après attaque au réactif Oberhoffer.



9 : Soudures révélées après attaque au réactif Oberhoffer.



10 : Acier carburé (gauche), fer doux phosphoreux (droite).



11 : Soudures entre différentes microstructures : ferrite phosphoreuse (gauche), acier plus fortement carburé (centre), acier moins carburé (droite).

Informations générales :

Zone	UF	Contexte	Attribution culturelle	
5	79	Zone de circulation au niveau de la porte du rempart	La Tène finale	
Longueur	Largeur	Epaisseur	Masse	Typologie
~ 60 mm	~ 5 à 8 mm	~ 5 à 8 mm	7,6 g	Clou

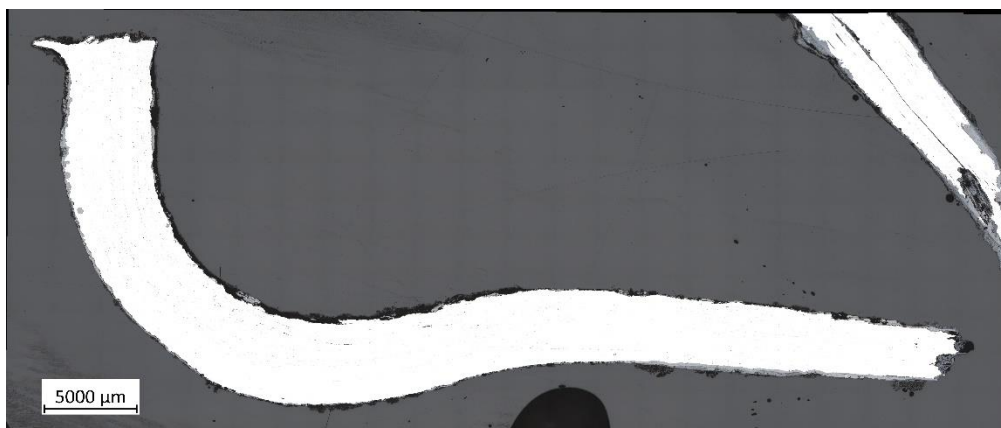


Photographie de l'objet avant découpe

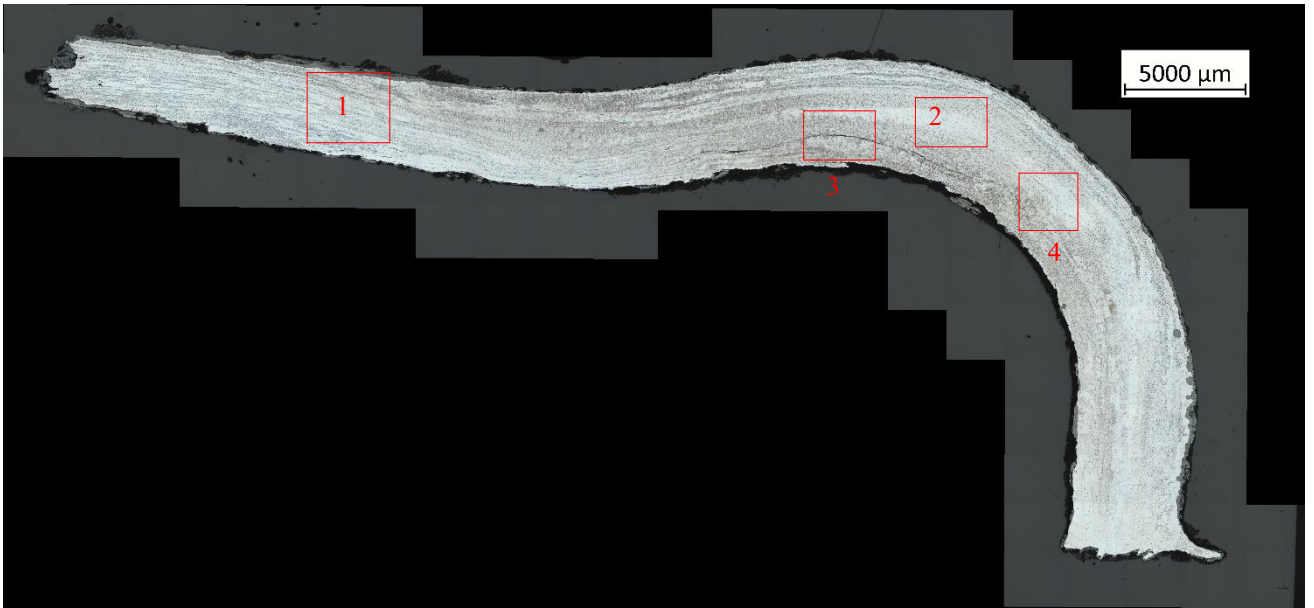
Observations macroscopiques :

Petit clou de section carrée, corrodé principalement au niveau de la tête, qui est manquante, et sur sa longueur. Sa tige est pliée à un angle de 90°.

Observations microscopiques :



Mosaïque avant attaque au réactif

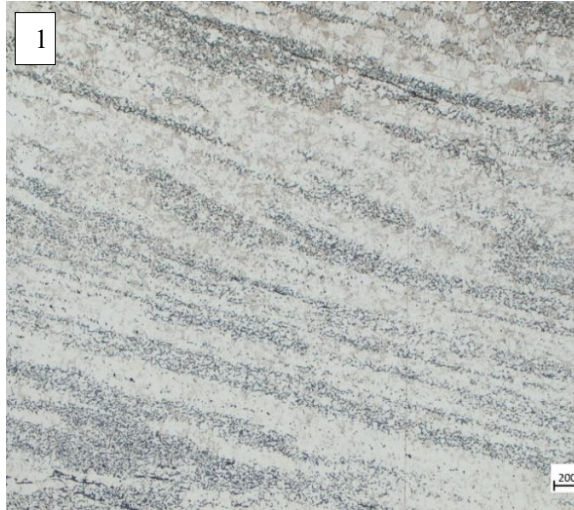


Mosaïque après attaque au réactif Nital 4%

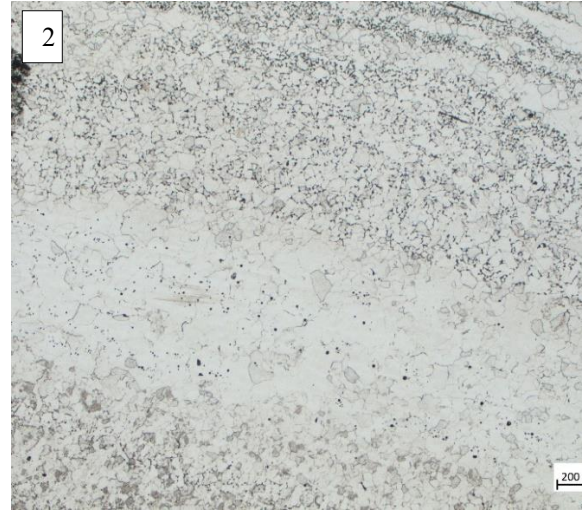


Mosaïque après attaque au réactif Oberhofer

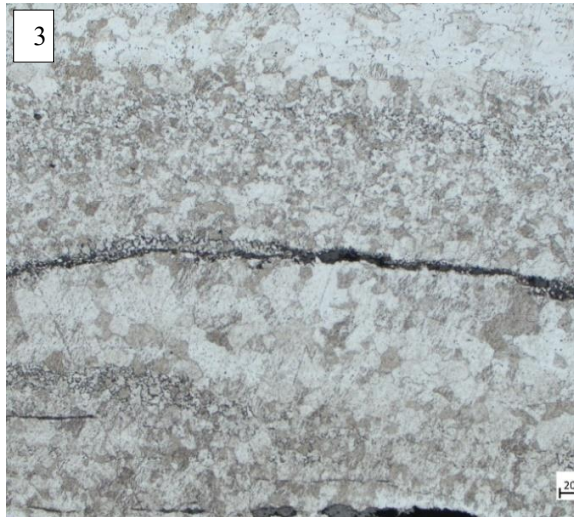
Micrographies



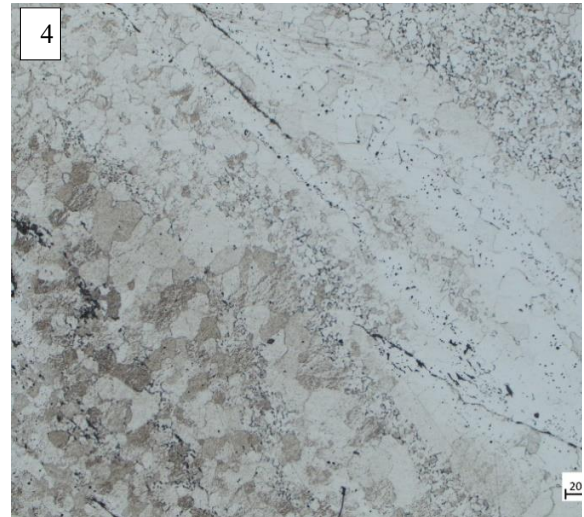
1 : Ferrite et acier de teneur en carbone inférieure à 0,1%.



2 : Grains de ferrite de taille variable.



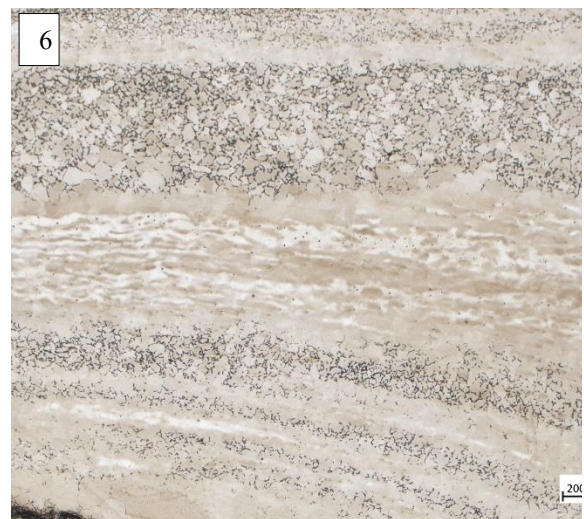
3 : Grains de ferrite équiaxes.



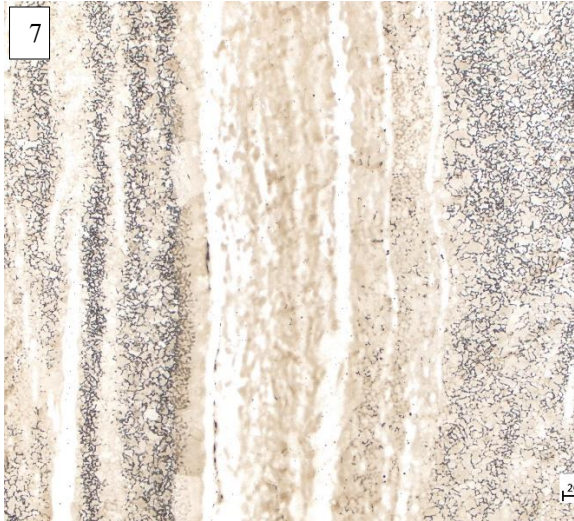
4 : Inclusions de scorie dans une matrice ferritique.



5 : Grains de ferrite de taille variables et soudures observées après attaque au réactif Oberhoffer.



6 : Structures fantômes observées après attaque au réactif Oberhoffer.



7 : Structures fantômes observées après attaque au réactif Oberhoffer.

Informations générales :

Zone	UF	Contexte	Attribution culturelle	
8	57 ou 166	Cœur et éboulis rempart carolingien	La Tène finale	
Longueur	Largeur	Epaisseur	Masse	Typologie
136,29 mm	7,89 mm	7,61 mm	31,7 g	Fiche

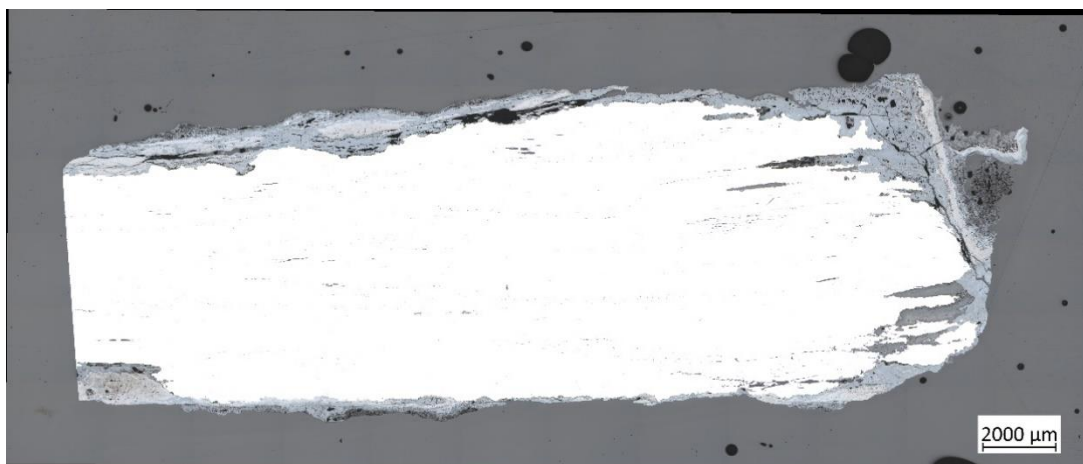


Photographie de l'objet avant découpe

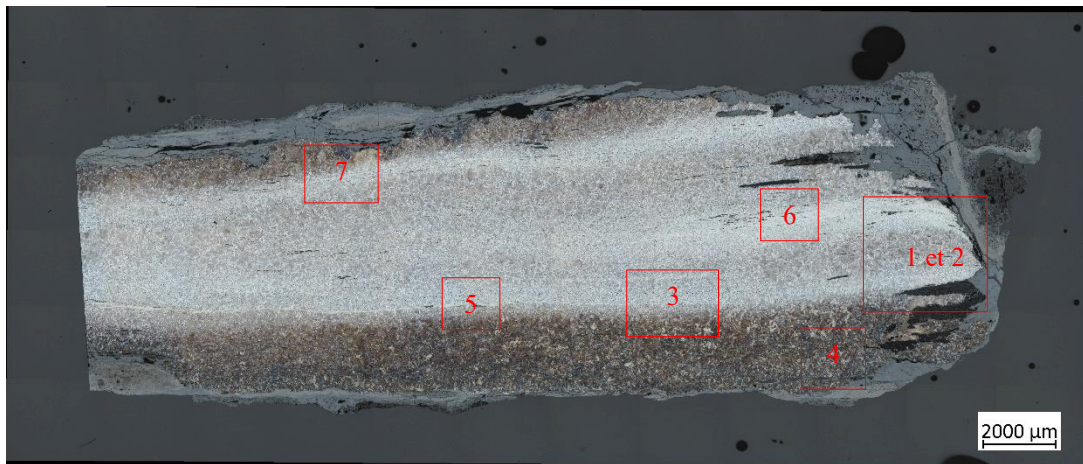
Observations macroscopiques :

Fiche entière de section carrée, corrodée, dont la tige a été fort touchée. Résidus ligneux.

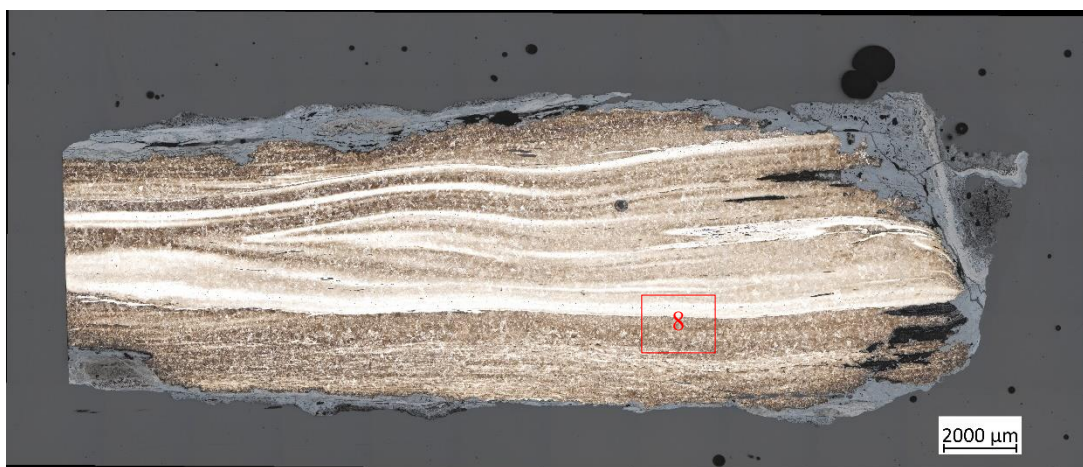
Observations microscopiques :



Mosaïque avant attaque au réactif

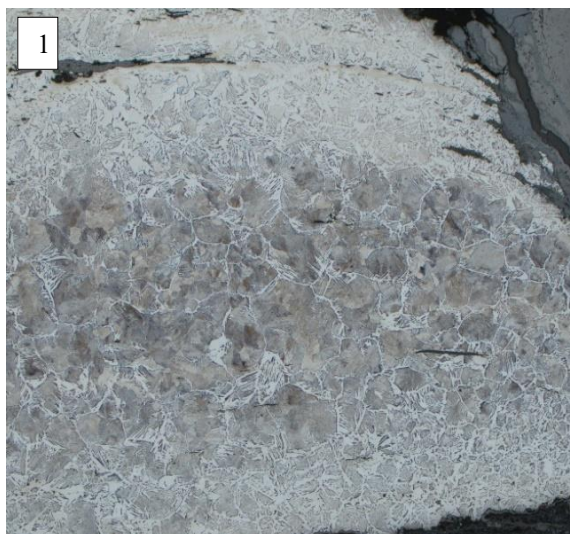


Mosaïque après attaque au réactif Nital 4%

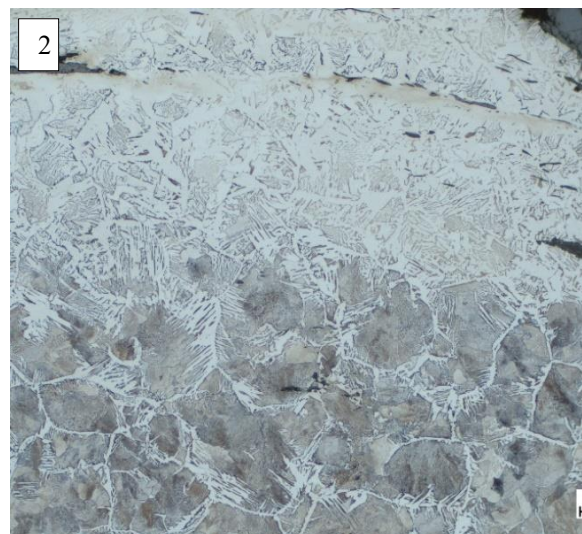


Mosaïque après attaque au réactif Oberhofer

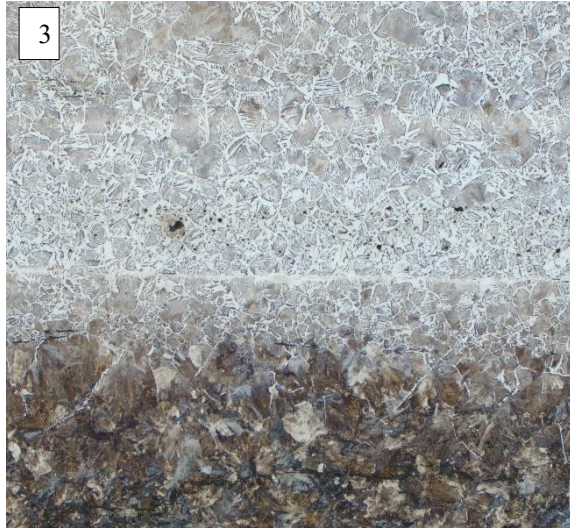
Micrographies



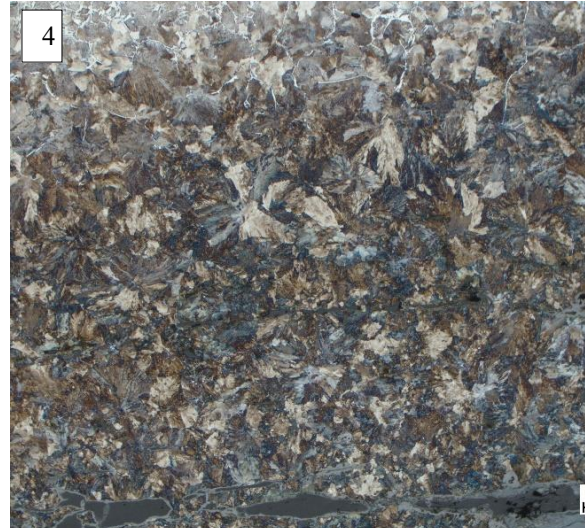
1 : Bande d'acier de 0,5-0,6% de C environ entourée d'acier moins carburé.



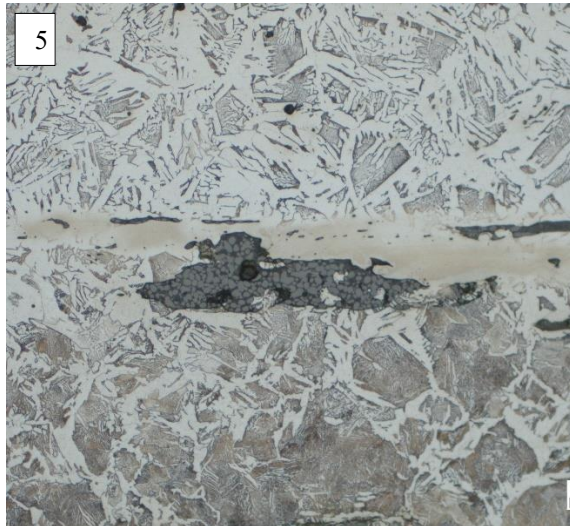
2 : Graduation d'acier à 0,3-0,4% de C vers de l'acier plus carburé (vue détaillée de l'image 1), avec soudure (haut).



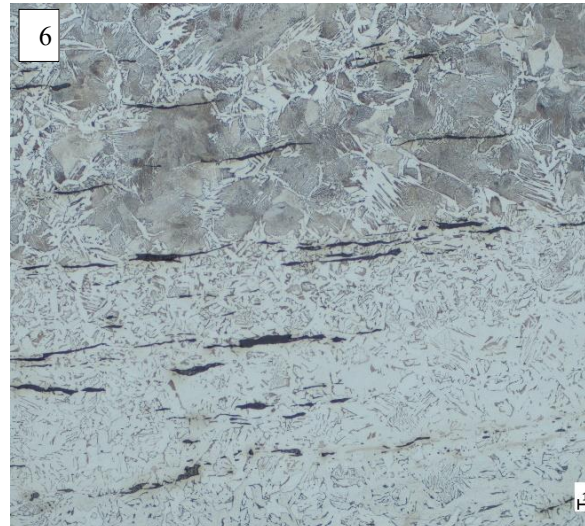
3 : Graduation d'un acier de 0,5% de C (haut) vers un acier eutectoïde à perlite nodulaire (bas). Ligne de soudure entre les deux.



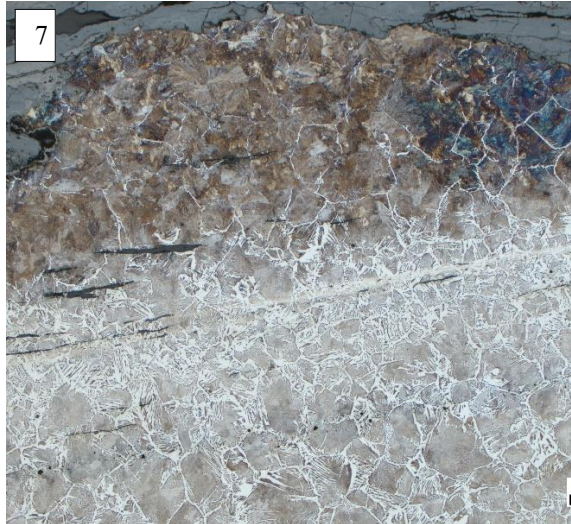
4 : Perlite sous forme nodulaire.



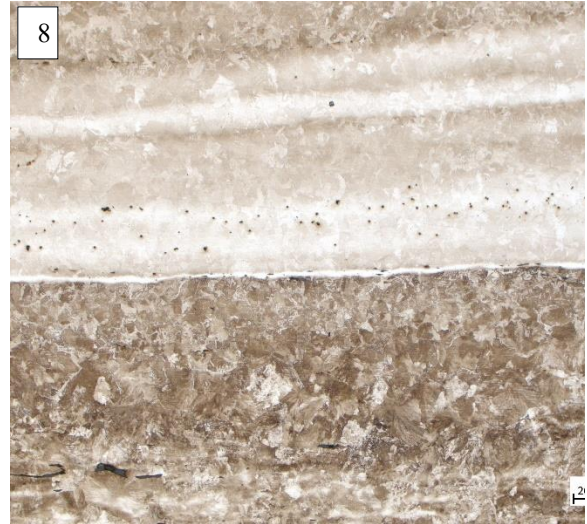
5 : Inclusion amorphe de wüstite globulaire dans une matrice d'acier, présentant des structures de Widmanstätten.



6 : Lignes d'inclusions dans le sens du martelage.



7 : Graduation d'un acier eutectoïde à perlite nodulaire (haut) vers un acier à 0,5-0,6% de C (bas). Ligne de soudure.



8 : Soudure révélée après attaque au réactif Oberhoffer.

Informations générales :

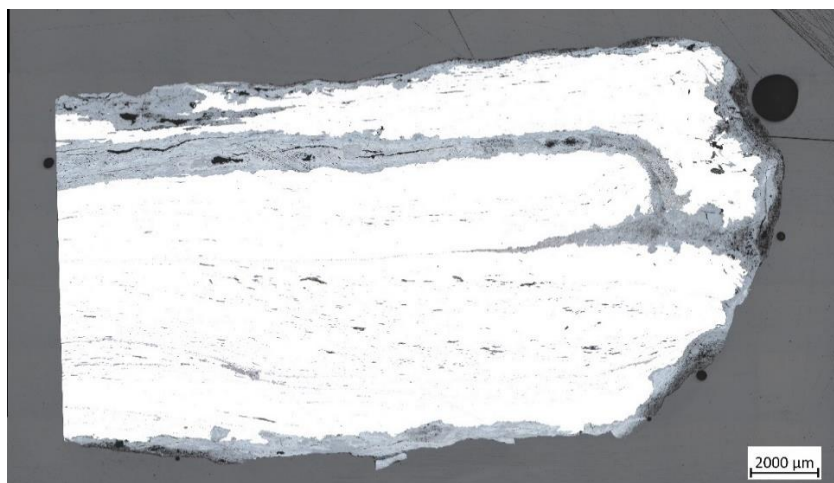
Zone	UF	Contexte	Attribution culturelle	
9	125	Humus moderne	La Tène finale	
Longueur	Largeur	Epaisseur	Masse	Typologie
93,23mm	/	/	28,1g	Fiche



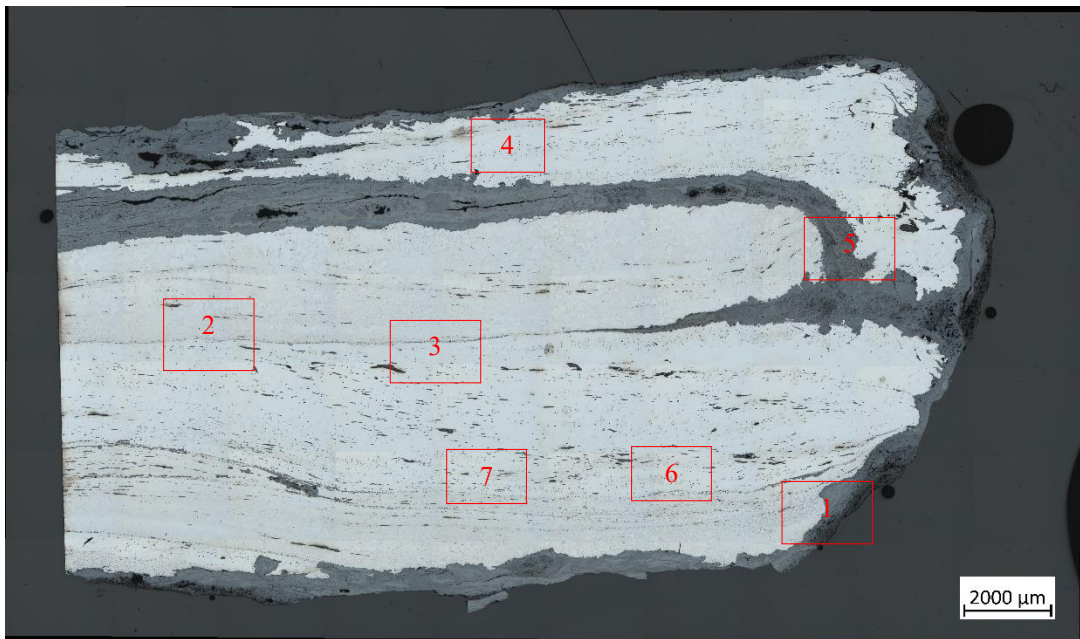
Photographie de l'objet avant découpe

Observations macroscopiques :

Object trop corrodé pour en estimer la section. Présente un profil de fiche au niveau de la tête mais perd en épaisseur dans le reste de la section. L'extrémité est enroulée.

Observations microscopiques :

Mosaïque avant attaque au réactif

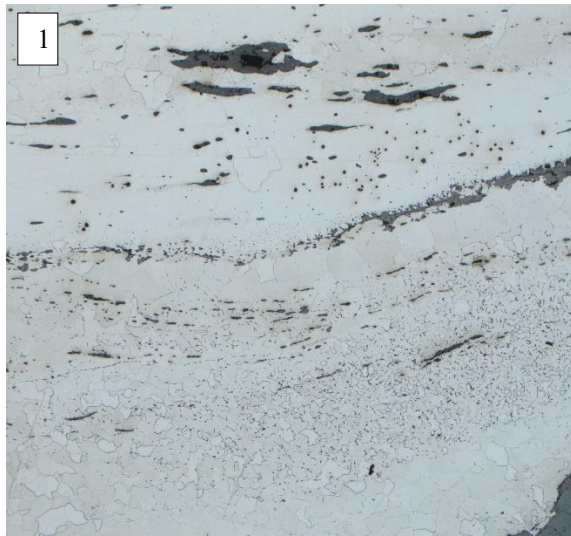


Mosaïque après attaque au réactif Nital 4%

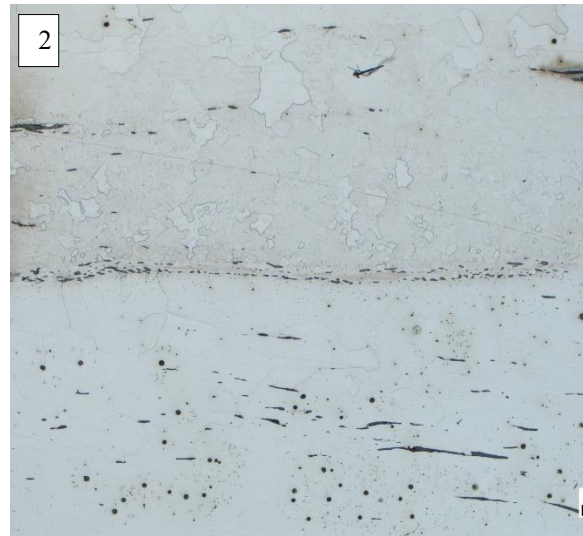


Mosaïque après attaque au réactif Oberhofer

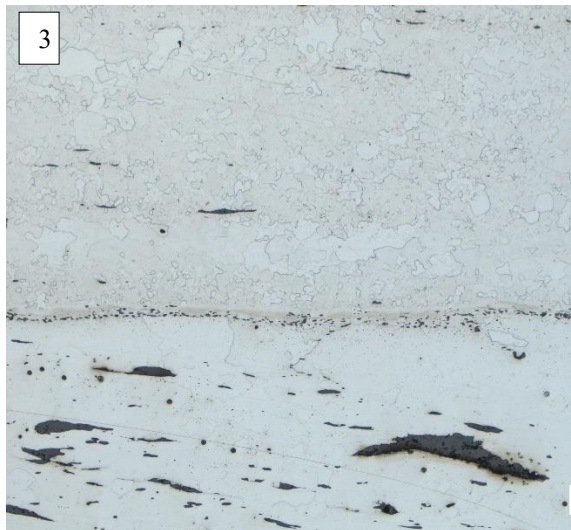
Micrographies



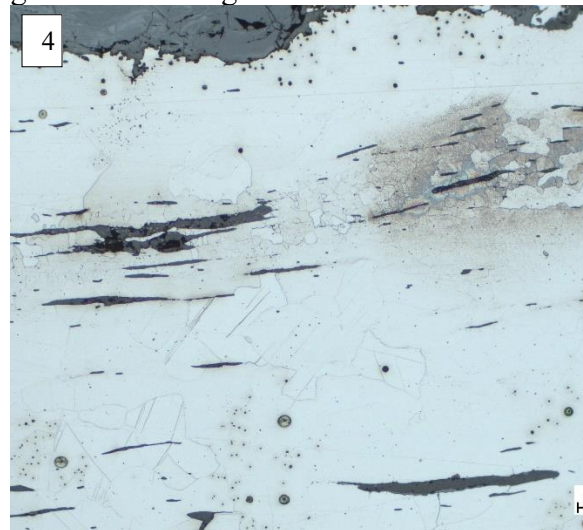
1 : Grains de ferrite de taille variable, acier à 0,1% de C et inclusions de scorie.



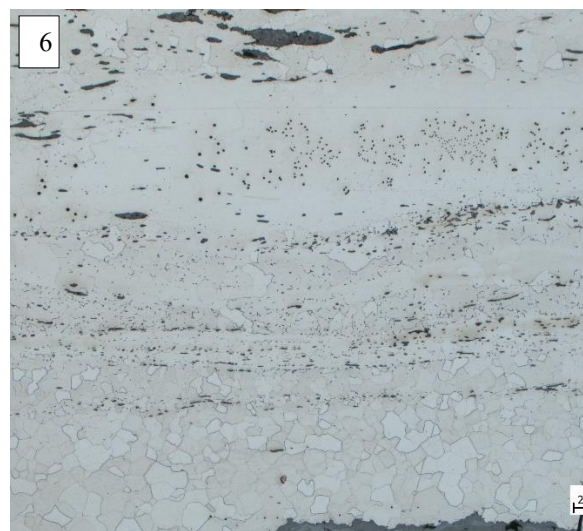
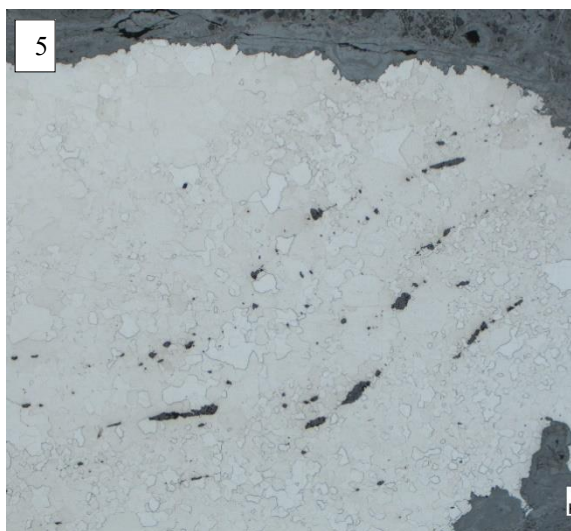
2 : Grains de ferrite de taille et de forme variables. Ligne d'inclusions avec wüstite globulaire le long d'une soudure.



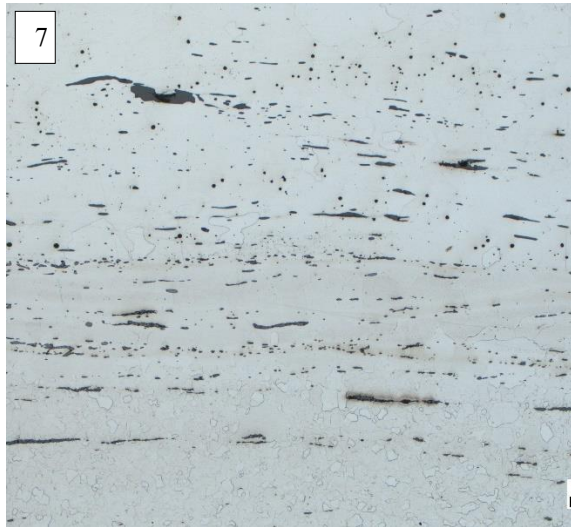
3 : Grains de ferrite de taille et de forme variables. Ligne d'inclusions avec wüstite globulaire le long d'une soudure.



4 : Inclusions de scorie dans une matrice ferritique.



5 : Ferrite.

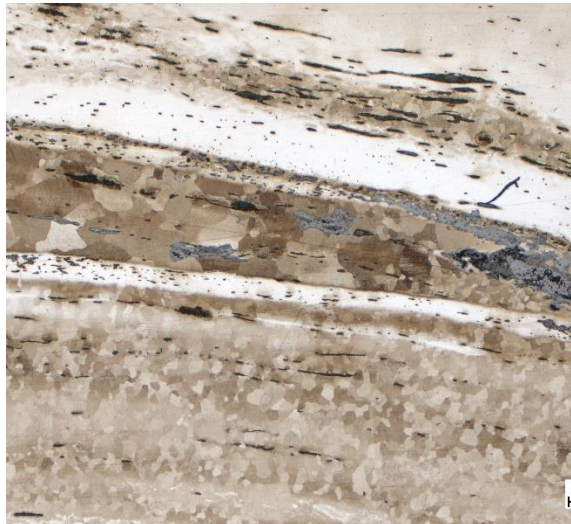


7 : Ferrite, inclusions et potentielles lignes de soudure.

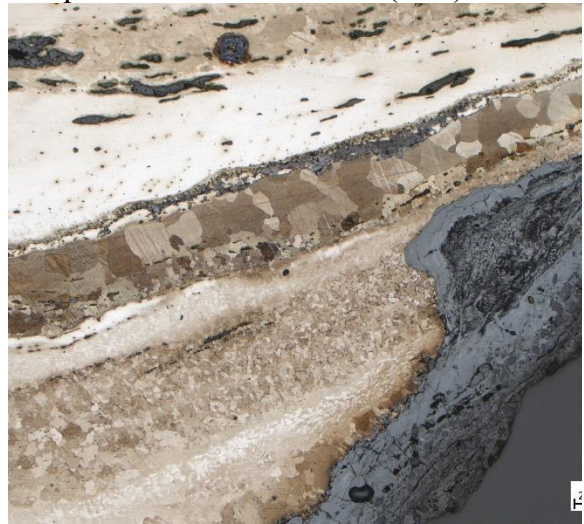
6 : Ferrite et inclusions.



8 : Structures fantômes observées après attaque au réactif Oberhoffer (haut).



9 : Graduation de fer à des taux de carbone variable.



10 : Graduation de fer à des taux de carbone variable, structures fantômes observées après attaque au réactif Oberhoffer (bas).

Informations générales :

Zone	UF	Contexte	Attribution culturelle	
10	142	Humus moderne	Indéterminé	
Longueur	Largeur	Epaisseur	Masse	Typologie
101,05 mm	9,99 mm	9,94 mm	38,6 g	Fiche

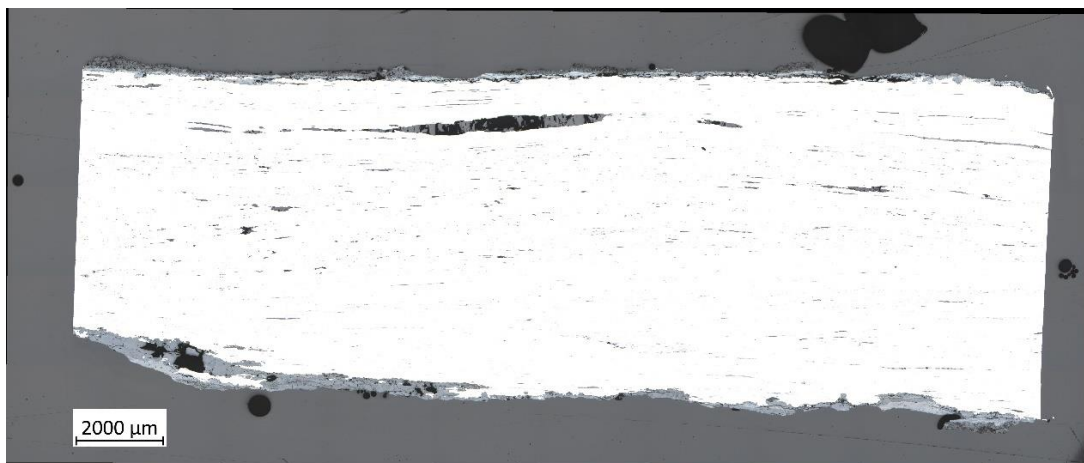


Photographie de l'objet avant découpe

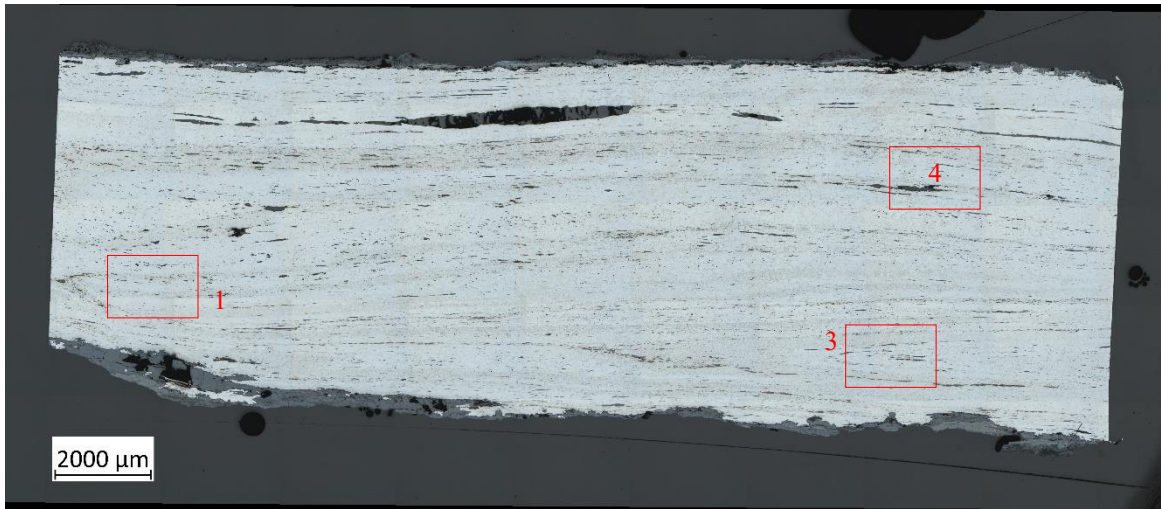
Observations macroscopiques :

Barre de section carrée (10x10mm) dans sa section la plus large et s'amincit vers la pointe (extrémité distale). L'extrémité proximale n'est pas terminée normalement par une tête homme mais par un rétrécissement de la section de l'objet.

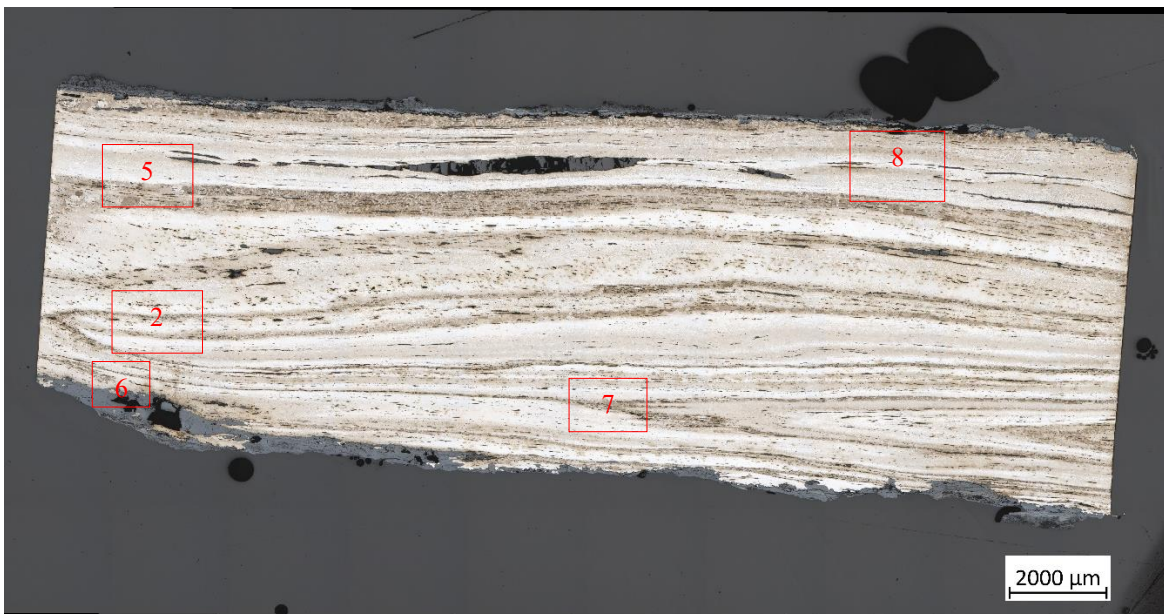
Section 1 : Analyse métallographique



Mosaïque de la première section avant attaque au réactif

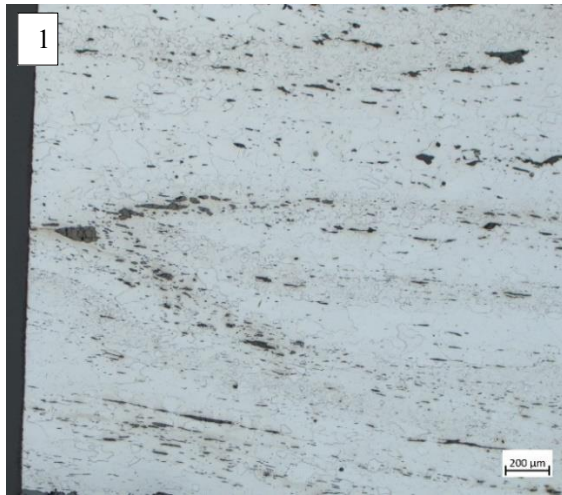


Mosaïque de la première section après attaque au réactif Nital 4%



Mosaïque de la première section après attaque au réactif Oberhofer

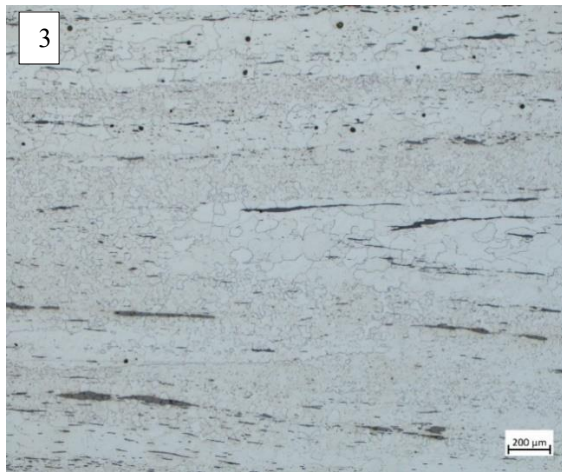
Section 1 : Micrographies



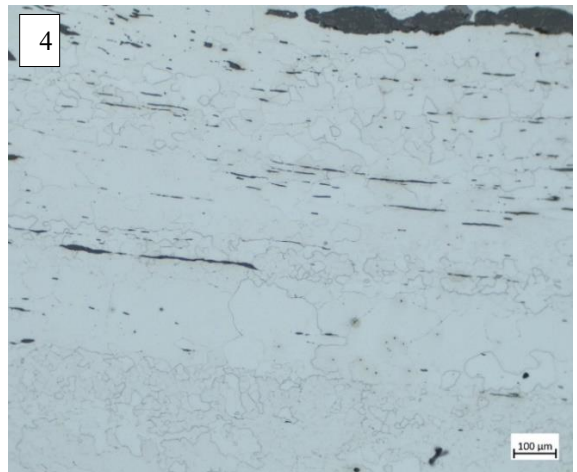
1 : Inclusions de scorie dans une matrice ferritique.



2 : Structures fantômes observées après attaque au réactif Oberhoffer.



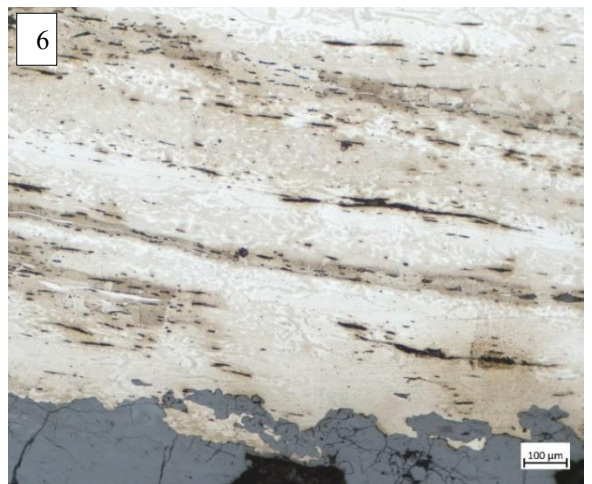
3 : Inclusions de scorie dans une matrice ferritique.



4 : Ferrite.



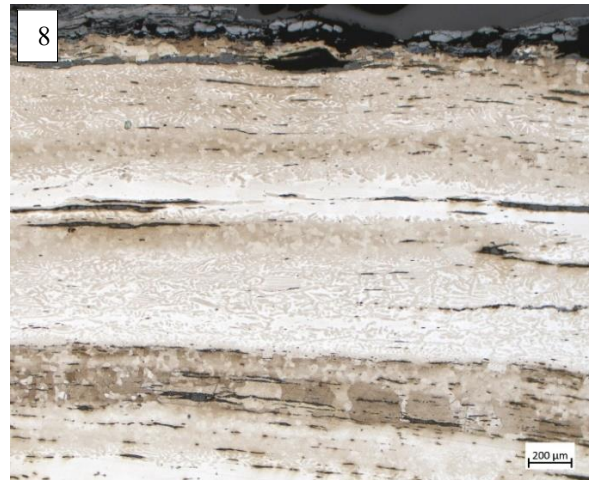
5 : Structures fantômes observées après attaque au réactif Oberhoffer.



6 : Soudure.

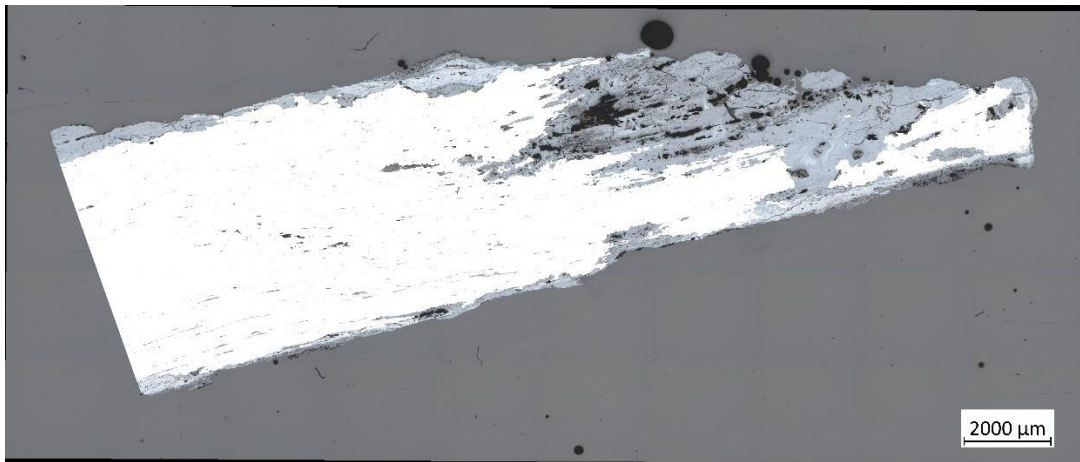


7 : Structures fantômes observées après attaque au réactif Oberhoffer.

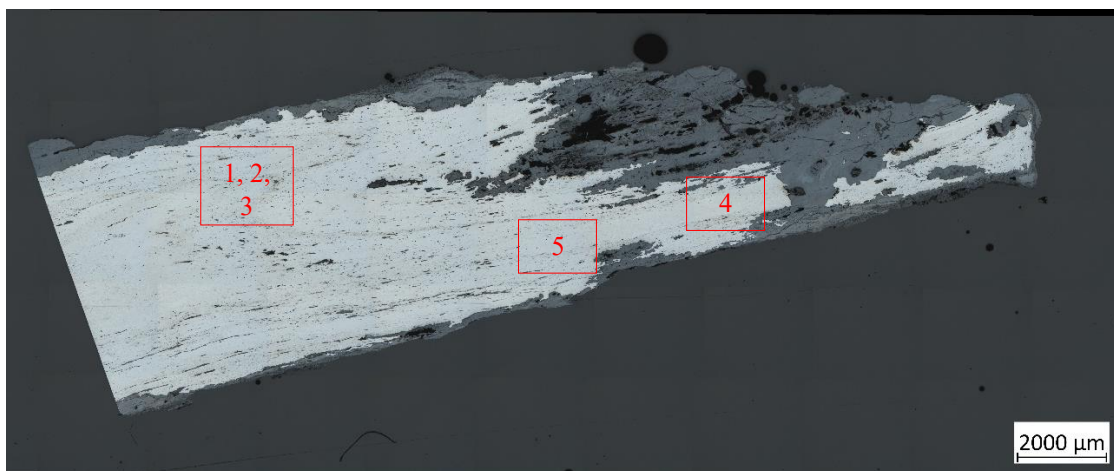


8 : Structures fantômes observées après attaque au réactif Oberhoffer.

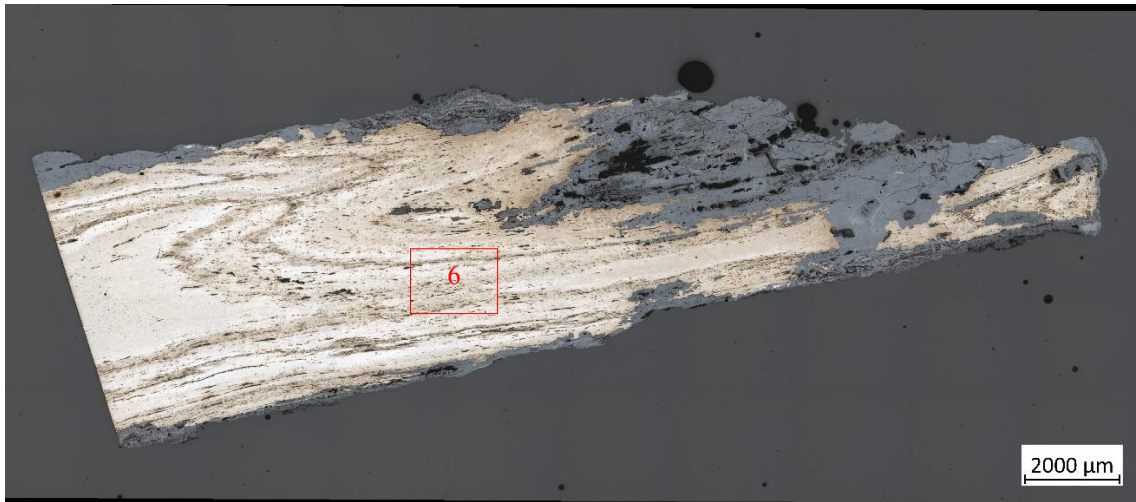
Section 2 : Analyse métallographique



Mosaïque de la seconde section avant attaque au réactif

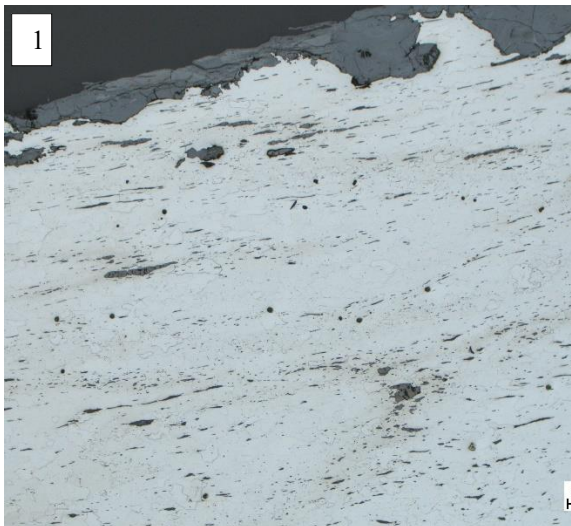


Mosaïque de la seconde section après attaque au réactif Nital 4%

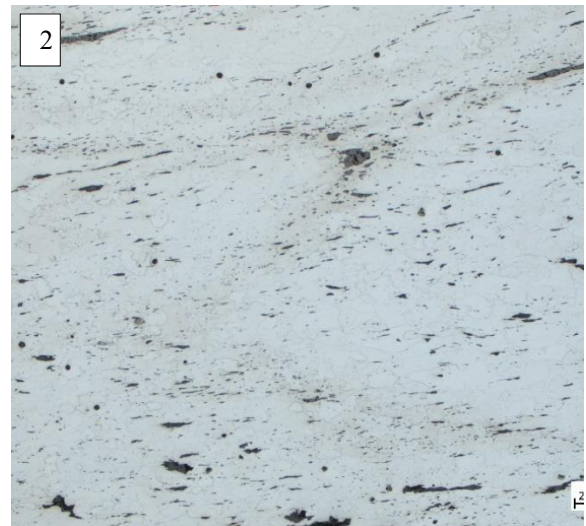


Mosaïque de la seconde section après attaque au réactif Oberhofer

Section 2 : Micrographies



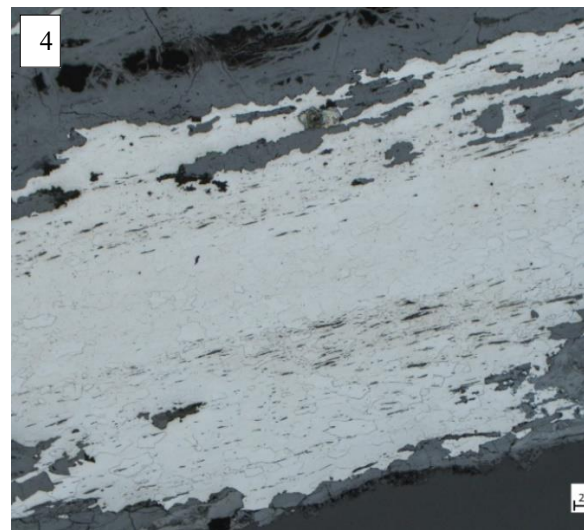
1 : Inclusions de scorie dans une matrice ferritique.



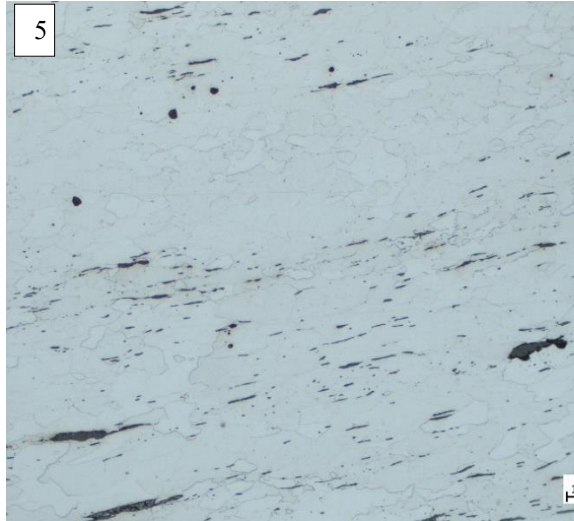
2 : Ferrite.



3 : Inclusion de scorie (aspect) dans matrice ferritique.



4 : Ferrite.



5 : Ferrite à grains légèrement étirés.



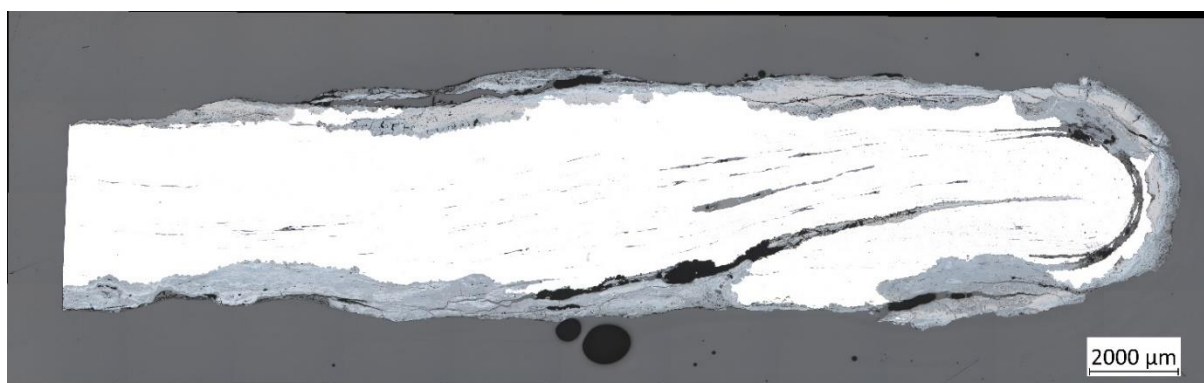
6 : Structures fantômes observées après attaque au réactif Oberhoffer.

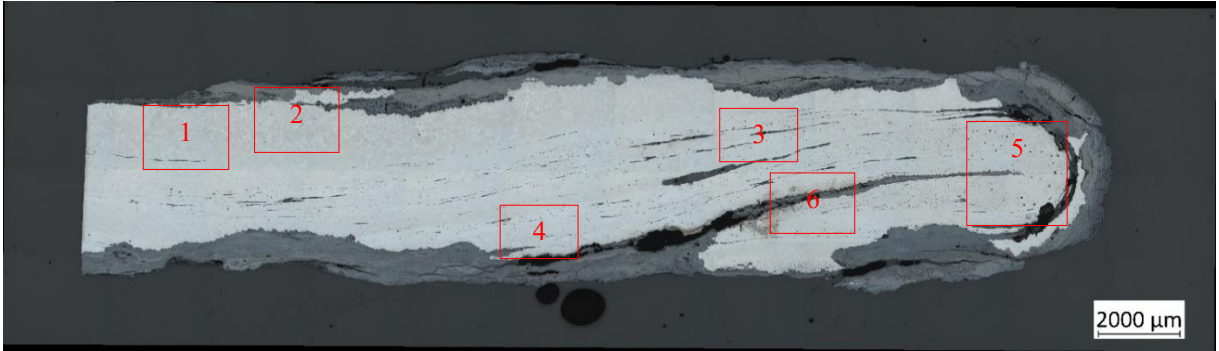
Informations générales :

Zone	UF	Contexte	Attribution culturelle	
Inconnue	Inconnue	Inconnu (dépôt ?)	La Tène finale ?	
Longueur	Largeur	Epaisseur	Masse	Typologie
171,5 mm	16 à 18 mm	4,2 à 5,9 mm	61 g	Barre à douille

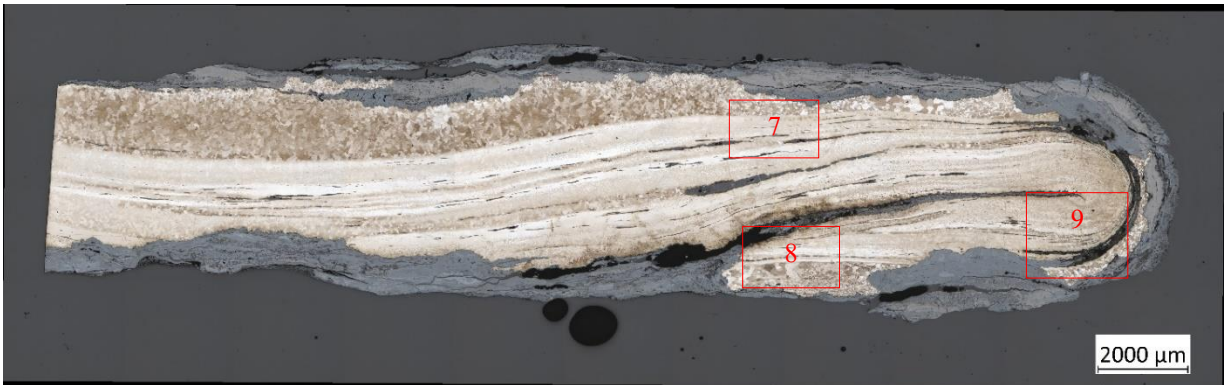
*Photographie de l'objet avant découpe***Observations macroscopiques :**

Barre à douille en bon état (corrodée), assez régulière sur sa largeur, très longue par rapport au commencement de la douille, douille bien formée mais fragmentaire. Repli marqué au niveau de l'extrémité. Les traces de martelage sont encore visibles sur toute la surface.

Observations microscopiques : *Nature et caractéristiques du métal**Mosaïque avant attaque au réactif*



Mosaïque après attaque au réactif Nital 4%

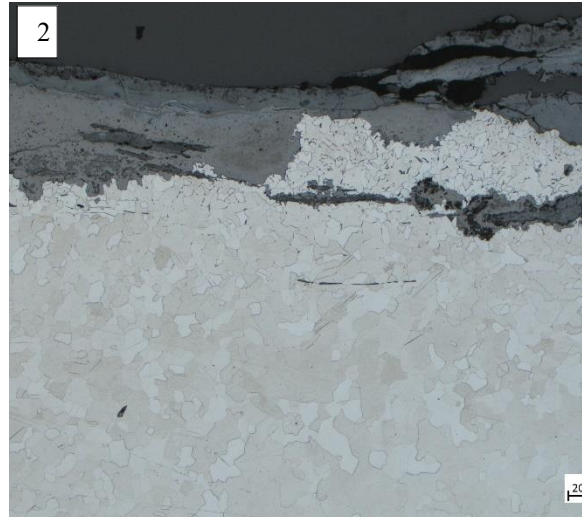


Mosaïque après attaque au réactif Oberhofer

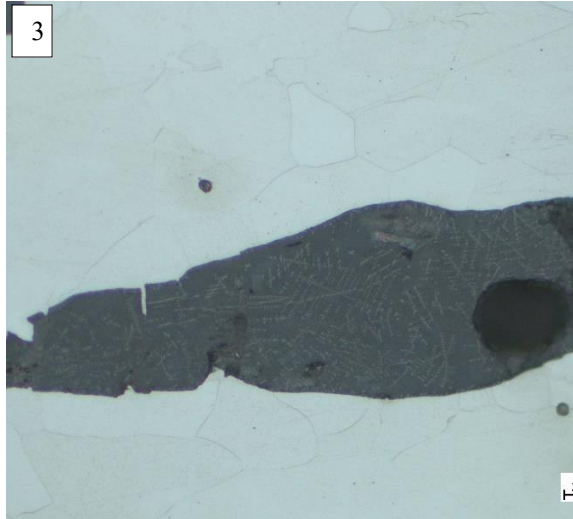
Micrographies



1 : Ferrite.



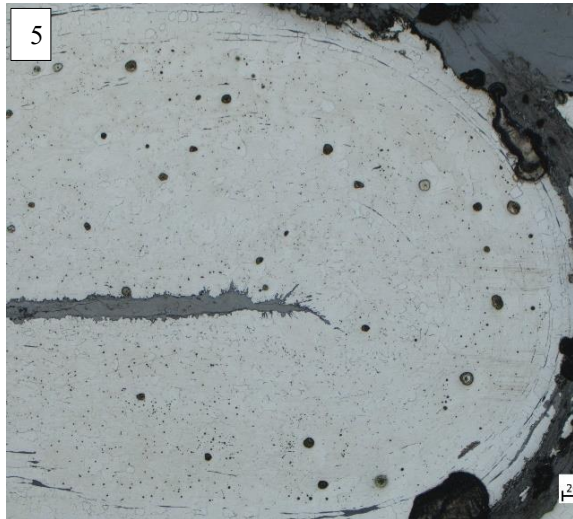
2 : Ferrite et zone plus carburée au-dessus.



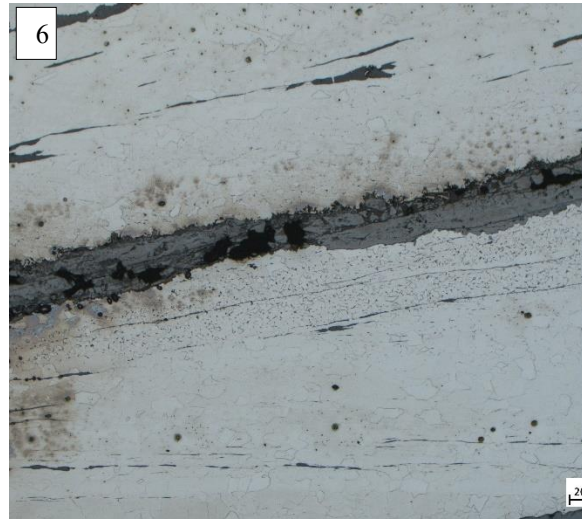
3 : Inclusion de scorie avec dendrites de wüstite.



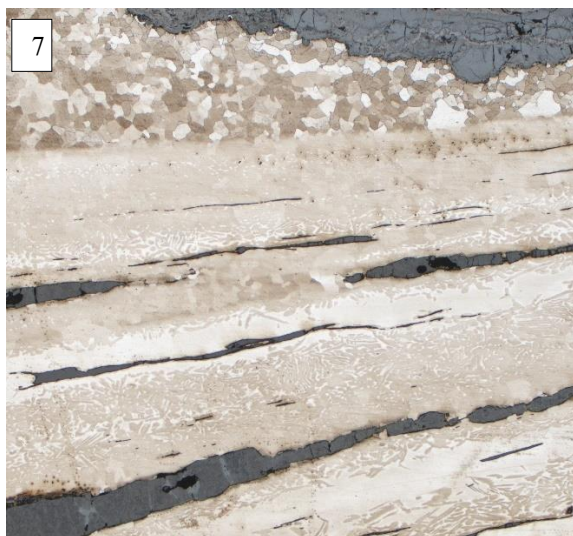
4 : Inclusions de scorie dans une matrice ferritique.



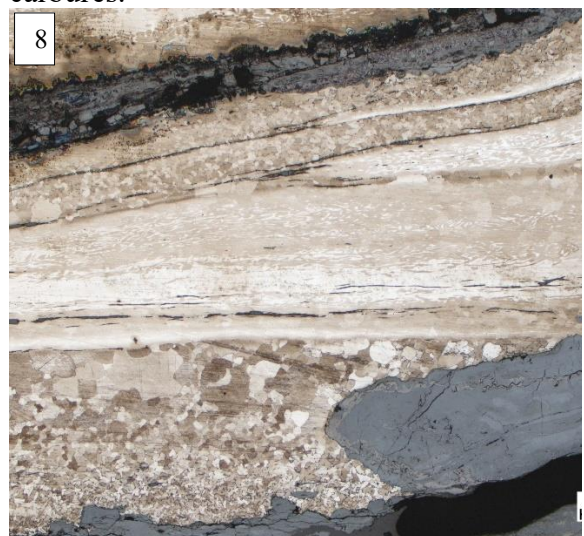
5 : Ferrite.



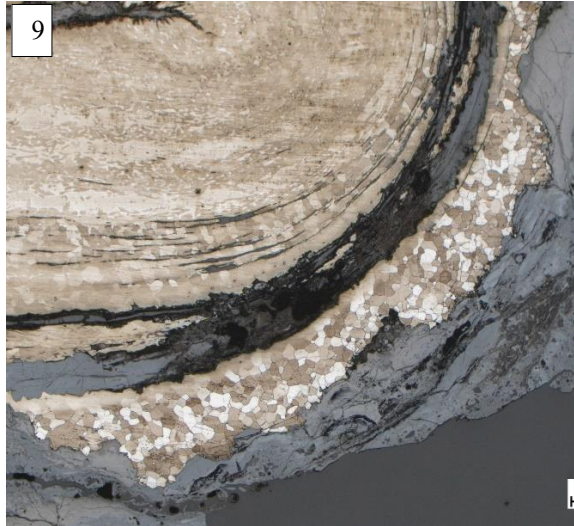
6 : Grains de ferrite localement plus carburés.



7 : Structures fantômes observées après attaque au réactif Oberhoffer.



8 : Structures fantômes observées après attaque au réactif Oberhoffer. Graduation de la teneur en carbone.



9 : Bande aciérée.