



DIRECTION
DES RECHERCHES
ÉTUDES ET TECHNIQUES

ÉTABLISSEMENT
TECHNIQUE CENTRAL
DE L'ARMEMENT

CENTRE DE RECHERCHES
ET D'ÉTUDES D'ARCUEIL

1990-3-07163

Procès Verbal N°2171/90 CREA/PS

13 FEV. 1991



N° 2171/90 CREA/PS

ARCUEIL, le 28 janvier 1991

**DIRECTION
DES RECHERCHES
ÉTUDES ET TECHNIQUES**

ÉTABLISSEMENT
TECHNIQUE CENTRAL
DE L'ARMEMENT
CENTRE DE RECHERCHES
ET D'ÉTUDES D'ARCUEIL

P R O C E S - V E R B A L

Département Physique des Surfaces

Personne concernée : M. [REDACTED]

Poste : [REDACTED]

DESTINATAIRE : Centre Spatial de TOULOUSE
18, avenue Edouard Belin
31055 TOULOUSE CEDEX

V/Réf : Lettre du 7/11/1990.

Objet : Expertise de débris métalliques du cratère
de Bernay.

L'Ingénieur Civil M. [REDACTED]
Chef du Département Physique des Surfaces

Document comprenant : 35 pages

Diffusion : Ste CNES

Procès-Verbal N° 2171/90 CREA/PS

Objet : Expertise métallurgique d'éclats métalliques.

1- INTRODUCTION

A la demande du Centre National d'Etudes Spatiales (C.N.E.S) Centre Spatial de Toulouse : Service d'Expertise des Phénomènes de Rentrée Atmosphérique (SEPRA), le Centre de Recherche et d'Etudes d'Arcueil (CREA) a réalisé une expertise métallurgique de plusieurs éclats métalliques.

Ces éclats, d'origine inconnue, ont été récupérés en France, le 7 juillet 1990 dans la localité de

Les détails de la récupération sont indiqués en annexe n°1.

Le but de ce travail est de tenter de déterminer l'origine de ces éclats en tentant une reconstitution, au moins partielle (tous les fragments ne sont peut-être pas en notre possession), de l'objet d'origine :

- forme et dimensions,
- composition chimique,
- structure métallographique.

Les examens et analyses sont réalisés sur 25 éclats en tôle épaisse et 3 éclats en tôle fine remis par le SEPRA.

Compte tenu des premiers résultats obtenus sur les fragments métalliques, aucune analyse chimique particulière n'a été décidée sur les silex brisés, les morceaux de calcaire noircis ou la terre remis également au CREA. A la demande du SEPRA, des investigations complémentaires pourront être pratiquées ultérieurement si cela s'avèrait nécessaire.

2- Contrôle de non contamination

Avant de procéder au nettoyage des éclats et aux prélèvements, l'ensemble de la fourniture a fait l'objet d'un contrôle préliminaire pour détecter une éventuelle contamination.

Aucune trace de contamination radioactive significative pour les radioactivités alpha, bêta ou gamma n'a été mise en évidence ; toutes les mesures effectuées sont restées du niveau du mouvement propre des appareils de détection utilisés (cf. annexe n° 2).

Procès-Verbal N° 2171/90 CREA/PS

3- Caractéristiques structurelles et géométriques des éclats

3-1 Description macrographique globale

Chaque éclat a fait l'objet d'une prise de vue en couleur (2 faces) afin de montrer son aspect d'origine, avant tout nettoyage. Des photographies d'ensemble sont présentées sur les planches n°s 1 et 2. Les macrographies supplémentaires restent à la disposition du SEPRA.

Tous les échantillons présentent un aspect qui ne laisse aucun doute quant à un séjour prolongé dans le sol : - oxydation très prononcée, dépôt de terre très adhérent- On notera en outre que l'une des faces de certains éclats (face interne) comporte des traces noires apparentées à des produits de combustion (cf. figure n° 2b).

Dans l'ensemble, les éclats comportent des parties extrêmement cisailées et des bords tranchants. Le cisaillement présente toujours le même caractère très typique dénotant une rupture franche et brutale de la matière (cf. figure n°4). Il faut également noter la tendance marquée des échantillons à présenter une forme plutôt allongée.

Chaque fragment est caractérisé par une face convexe et concave, désignées par la suite : face interne et externe, les traces noires de combustion n'apparaissant que sur la face interne.

Ces observations laissent, d'ores et déjà, présumer une explosion souterraine d'un engin de forme allongée et plutôt cylindrique (cf. schéma n°1).

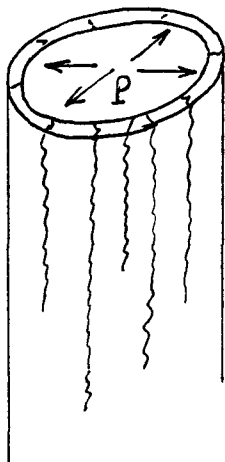


Schéma N° 1

Les figures n°s 3a et 3b présentent les fragments de tôle fine dans leur ensemble.

PLANCHE N° 1

Macrographies - Aspect d'origine et formes particulières des éclats en tôle épaisse.



face
- externe



face
- interne

Figures n° 1a et 1b



face
- externe



face
- interne
(traces de combustion)

Figures n° 2a et 2b

Faces internes et externes de fragments :

Aspects caractéristiques : oxydation, dépôt de terre, formes cisailées et traces de produits de combustion.

Procès-verbal N° 2171/90 CREA/PS

PLANCHE N° 2

Fragments de tôle fine

Aspect général



Figures n° 3a et 3b

- débris déformés et fortement oxydés

PLANCHE N° 3



Figure n° 4

Eclat n° 11

Aspect du cisaillement au niveau d'un
crochet de fixation (cf. figure n° 5)

Procès-Verbal N° 2171/90 CREA/PS

3-2- Reconstitution et approche forme/dimension du corps de l'engin.

Après nettoyage, certains éclats ont pu être assemblés (cf. planches n°^s 4 à 9). Le plus grand assemblage est présenté en figure n° 10. Celui-ci mesure environ 600 mm de long sur 320 mm de large.

Cette reconstitution permet de constater la présence d'une paire de crochets soudés sur la face externe d'un éclat, et présentant un entraxe d'environ 360 mm (2).

Nous observons, en outre, des traces assez nettes d'une peinture de couleur verte, toujours sur la face externe de certains éclats (1). Les parties soudées des éclats (1) et (4) révèlent l'existence d'une pièce rapportée ayant été cisailée lors de l'explosion. La forme générale des soudures peut indiquer la présence à cet endroit d'un anneau soudé (anneau de largage probablement).

Parmi les autres fragments, 6 d'entre-eux présentent une portion interne de filetage sur 25 mm de long (cf. figure n° 12). Ces fragments sont les plus épais (\approx 10 mm). Cet usinage, et les caractères spécifiques révélés ci-avant permettent à nouveau de réaliser une reconstitution partielle de l'engin. On peut ainsi évaluer son diamètre intérieur : 200 à 250 mm.

Les planches n°^s 8 et 9 présentent ces éclats réunis, avec le détail du filetage interne.

Réconstitution partielle



Figure n° 5 : - 2 assemblages de 2 éclats
- Présence d'une paire d'anneaux sur l'ensemble 2.2
+ traces de peinture de couleur verte.

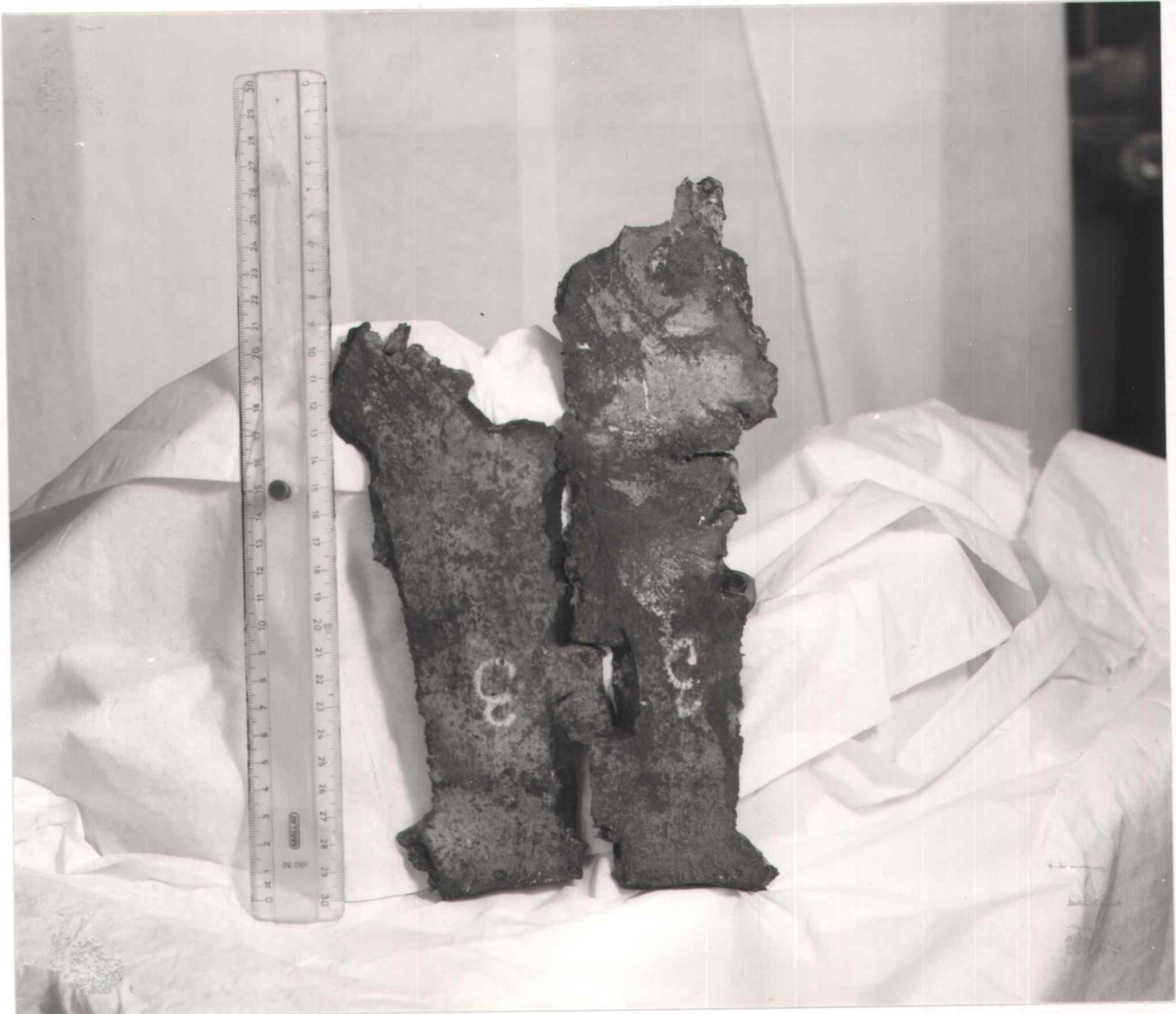
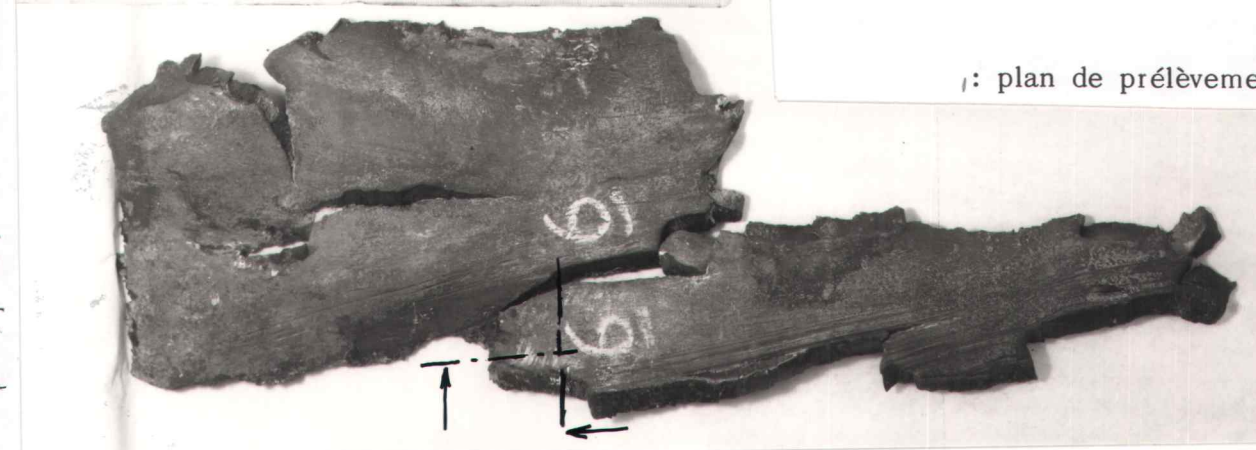
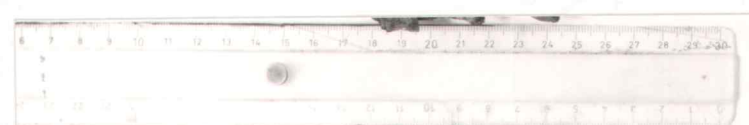
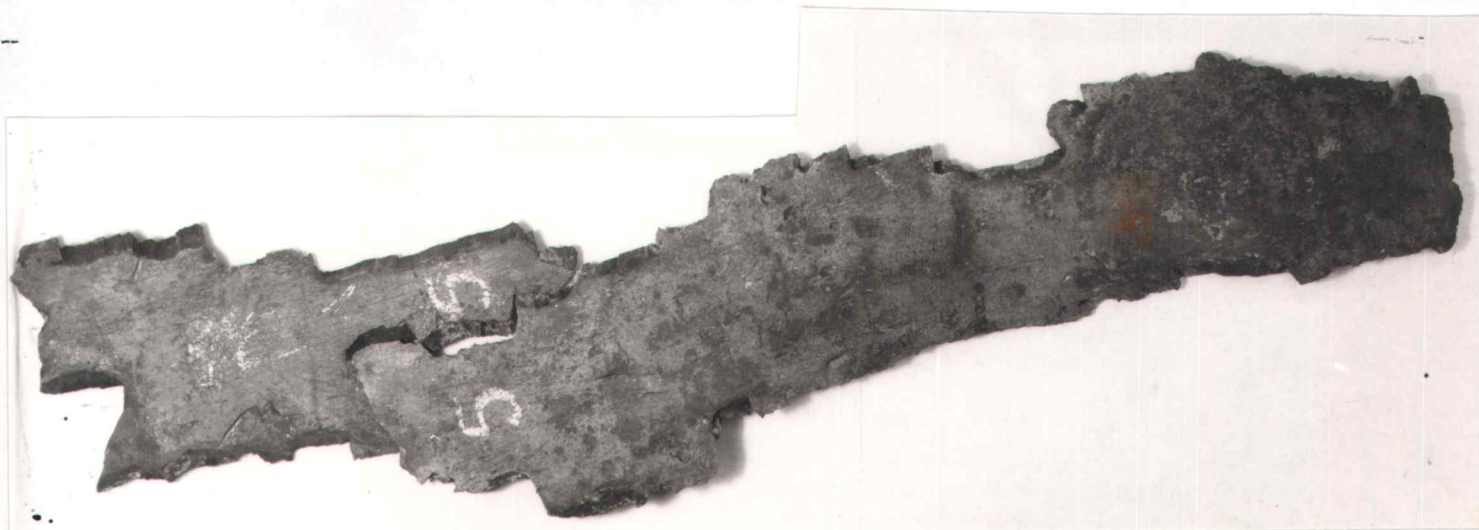
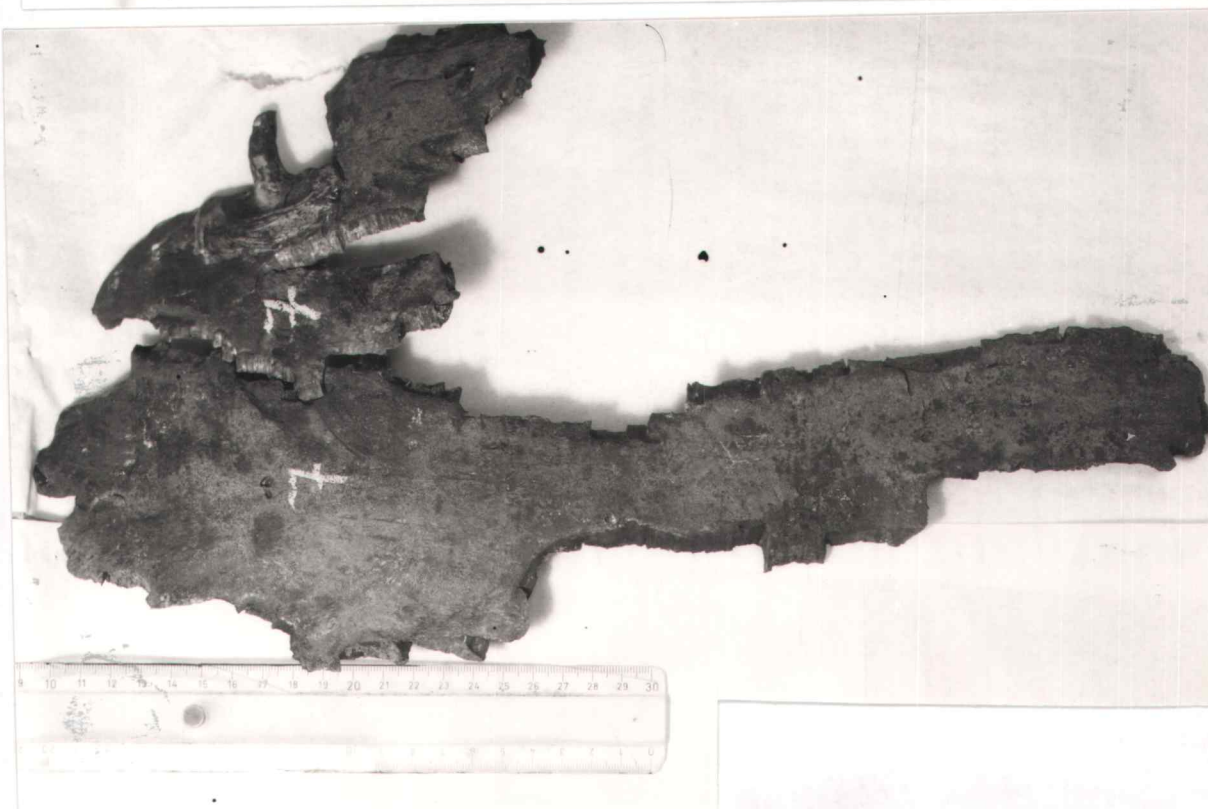


Figure n° 6 : Un assemblage de 2 éclats, après nettoyage

PLANCHE N° 6



: plan de prélèvement d'un échantillon



Figures n° 7 à 9 : 3 assemblages distincts de 2 éclats

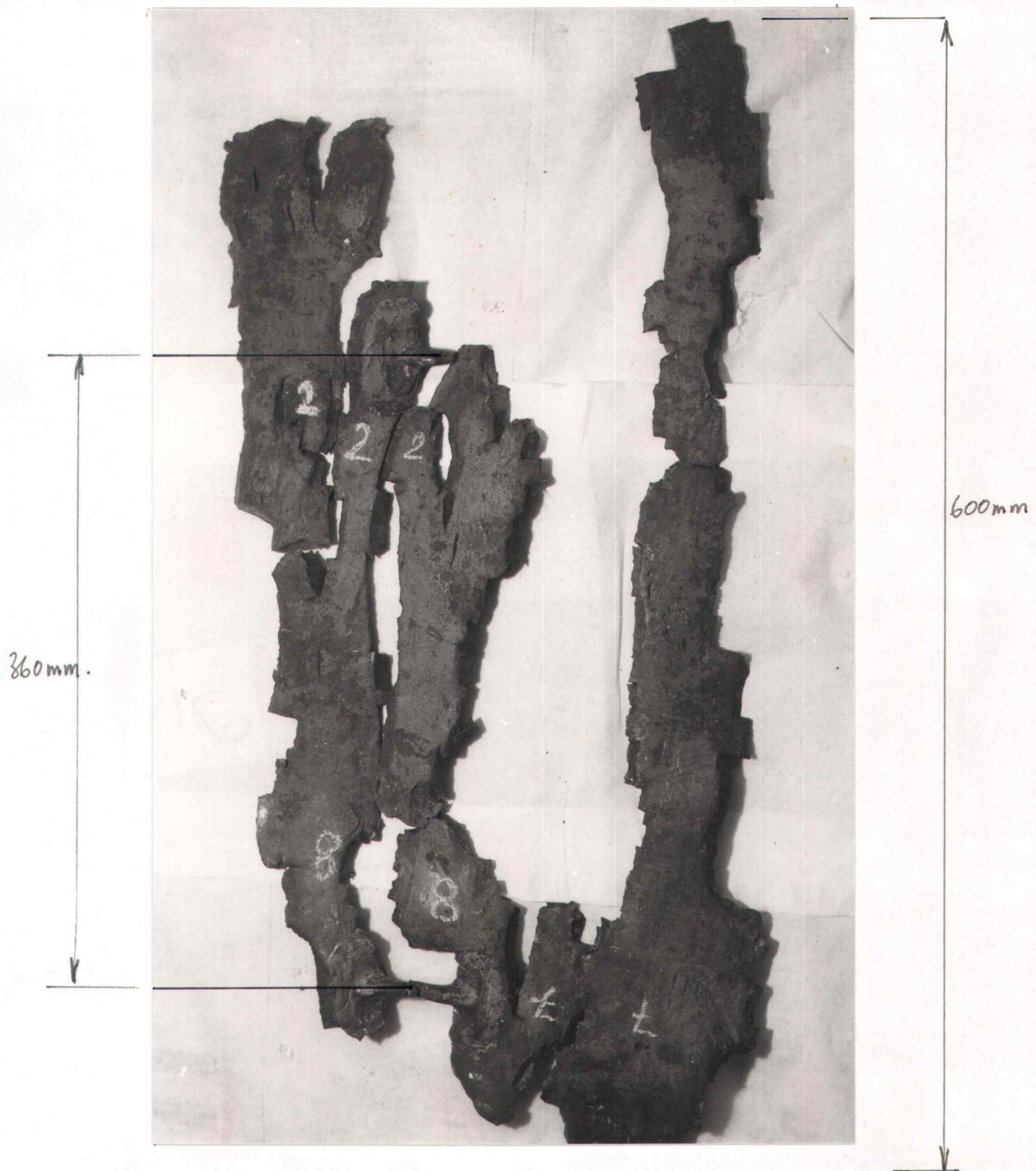


Figure n° 10 : Assemblage de 6 éclats

PLANCHE N° 8

Eclats après nettoyage



Figure n° 11 : Face externe

- 6 éclats provenant d'une même région circonférentielle

Procès-verbal N° 2171/90 CREA/PS

PLANCHE N° 9

Eclats après nettoyage



Figure n° 12 : Face interne avec détail du filetage

Procès-verbal N° 2171/90 CREA/PS

PLANCHE N° 10

Tôle mince après nettoyage



Figure n° 13 : Morceaux de tôle mince, dans leur ensemble

Procès-Verbal N° 2171/90 CREA/PS

4- Analyse macrographique détaillée4-1 Inscriptions

L'un des éclats filetés porte des inscriptions sur sa face externe (cf. figure n° 14 a). Une préparation particulière, consistant en un léger décapage chimique superficiel au moyen d'un réactif acide (HCl 6N + 2g/l d'hexaméthylène - tétramine), a permis en atténuant les zones oxydées, de mieux révéler la gravure de surface.

Les figures n°^s 14 b et c présentent des détails du marquage, reproduit ci-dessous. Une incertitude demeure cependant sur les première et quatrième lettres; un micro cisaillement de la tôle venant les masquer partiellement.

G. P. 250 LB • AN-M

P. S. T LOT 22947-

4-42

g

Les indications gravées sur cet éclat permettent de formuler une première hypothèse quant à la nature et à l'origine de l'engin.

Il pourrait s'agir d'une bombe incendiaire datant de la dernière guerre mondiale. (signe g)

Son poids pouvait être de 250 livres (250 LB).

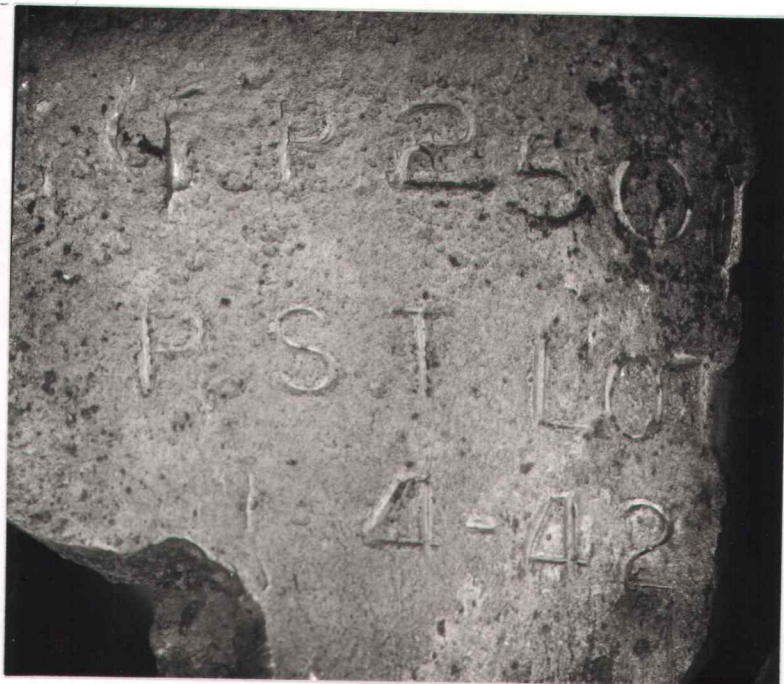
Les indications AN-M pourraient signifier :

"Ammunition National Manufactory", donc indiquer avec une forte probabilité une origine britannique ou peut-être américaine.

Cette bombe comporte un numéro de lot ou de fabrication (PST LOT 22947). Elle a vraisemblablement été fabriquée dans le mois d'avril 1942 (4-42).



Figure n° 14a : Vue d'ensemble de l'éclat portant des inscriptions gravées sur la face externe.



Figures n° 14b et 14c : Détail des inscriptions

Procès-Verbal N° 2171/90 CREA/PS

4-2 Zones soudées

Plusieurs éclats comportent une structure soudée ayant la forme d'un crochet (cf. figures n^{os} 5 et 10).

La planche N° 12 présente des détails macrographiques de cette structure. La figure n° 15a montre un crochet dont la soudure est restée intacte ; la figure n° 15b concerne un crochet du même type dont la soudure a été cisailée lors de l'explosion.

La reconstitution des éclats présentée sur la planche n° 7 semble montrer en fait que cette structure soudée avait à l'origine la forme d'un anneau. La paroi extérieure comporte ainsi au moins 2 anneaux soudés et distants d'environ 360 mm. Ces anneaux servaient probablement au maintien de la bombe avant son largage. (cf. schéma n°2).

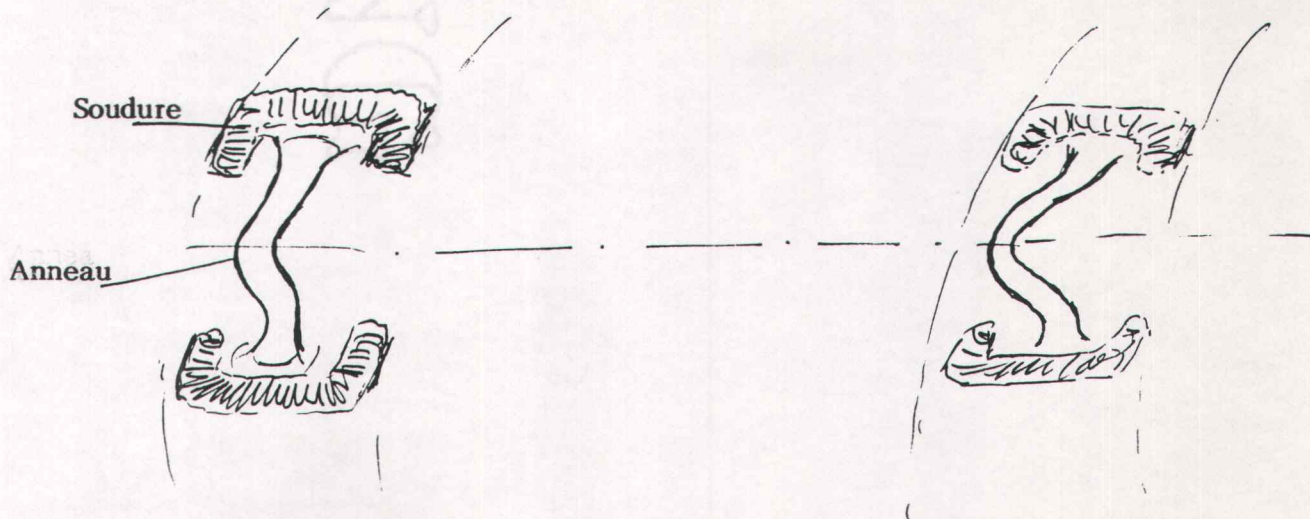


Schéma n° 2

Hypothèse : anneaux de largage.

Procès-verbal N° 2171/90 CREA/PS

PLANCHE N° 12

Détail de la structure soudée



Figure n° 15a : Structure soudée - crochet



Figure n° 15b : Structure soudée cisailée

Procès-Verbal N° 2171/90 CREA/PS

5- Analyse métallographique sur coupe

L'analyse métallographique a volontairement été limitée à un éclat provenant de la tôle épaisse (les autres provenant de la même structure) et à une partie de la tôle fine.

5-1 Tôle épaisse : (épaisseur 6 à 10 mm selon l'éclat)

Le plan de prélèvement sur l'éclat 6-6 est présenté en figure n° 8 planche n° 6.

Après préparation métallographique classique, une attaque chimique au moyen du réactif nital à 4% (acide nitrique 4% en solution alcoolique) permet de révéler la microstructure du métal. Il s'agit d'une structure ferrito-perlitique caractéristique de celle d'un acier hypoeutectoïde (% carbone < 0,85). On peut constater un gradient de texture particulier de la face interne vers la face externe de l'éclat (cf. planches n°s 13 et 14).

La première région (2 à 2,5 mm de profondeur pour cette zone analysée), correspond à l'épaisseur de matière qui a été fortement sollicitée en compression mais surtout en cisaillement lors de l'explosion. A cet endroit se sont formées des structures typiques en bandes, caractéristiques de cisaillements adiabatiques (bandes blanches très fines).

La présence de ces bandes témoigne des très fortes contraintes de cisaillement dont a été l'objet la matière avant la rupture. Ces structures indiquent une importante élévation de température dans l'acier (proche du solidus : $\approx 1450^{\circ}\text{C}$) et presque uniquement due à la sollicitation mécanique (cf. figures n°s 16 a-b-c).

Des détails de ces structures sont présentés en figures n°s 17 a et b. On observe un grain ferrito-perlitique écroui près de la face interne, dont la dureté est voisine de 400 HV_{0,1}.

Dans l'ensemble, la structure micrographique est du type "Widmanstätten", où la ferrite libre (en blanc) est localisée en joint de grain.

Procès-Verbal N° 2171/90 CREA/PS

Cette structure, réputée fragilisante, est probablement d'origine, ceci afin de favoriser la fragmentation du corps de la bombe. La dureté à coeur est de l'ordre de 300 $HV_{0,1}$, ce qui correspondrait en toute première approximation à une charge à la rupture R_m faible, de l'ordre de 800 MPa. Un prélèvement selon le sens longitudinal de la bombe laisse apparaître de nombreux alignements inclusionnaires (cf. figure n° 18).

5-2 Tôle fine (épaisseur \approx 0,8 mm).

La structure micrographique de la tôle fine est typique de celle d'un acier très peu chargé en carbone.

Elle comporte aussi de nombreux alignements inclusionnaires du type MnS (cf figure n° 19).

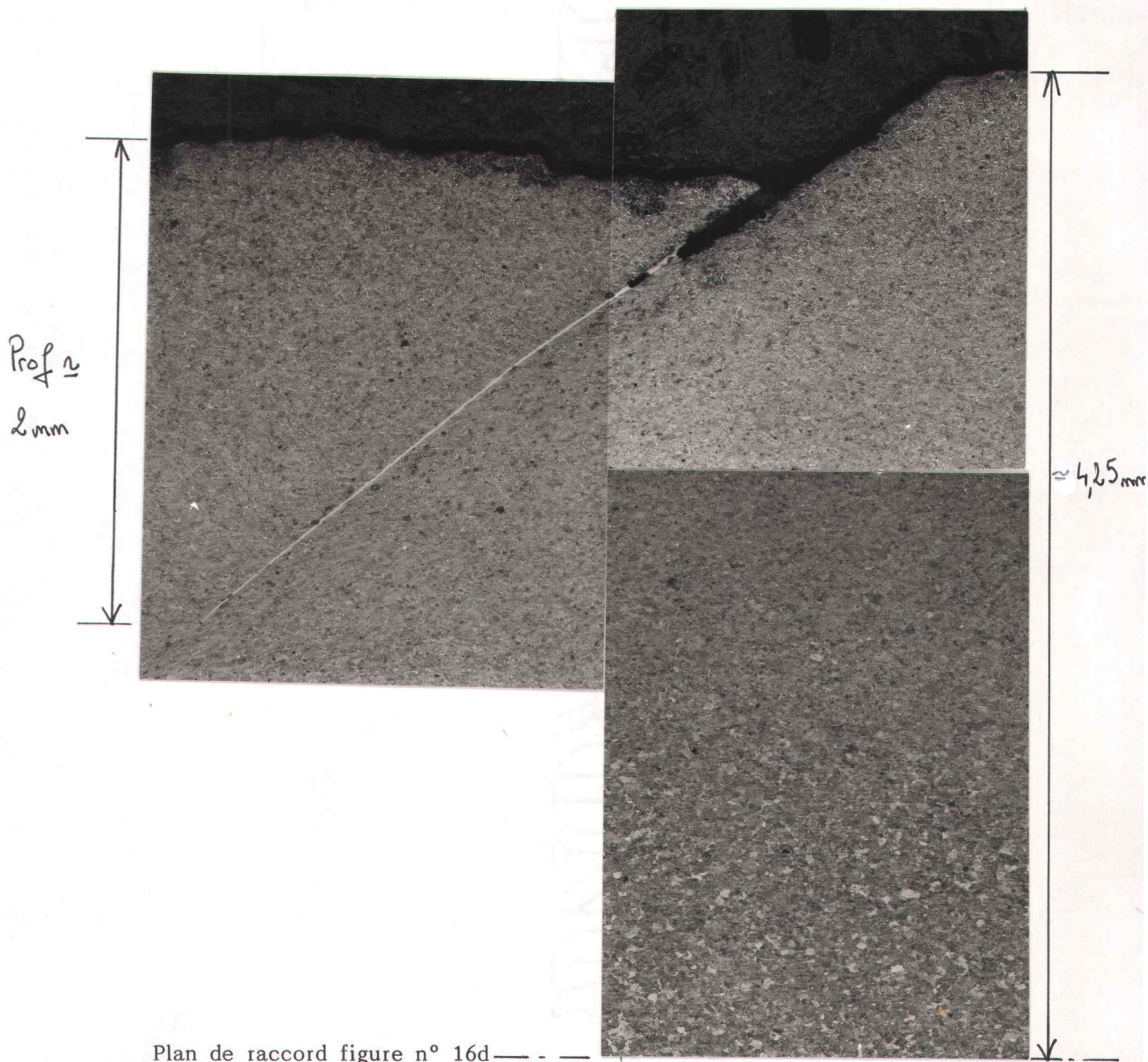
La dureté de cet acier doux est de l'ordre de 140 $HV_{0,1}$ soit, approximativement, une charge à la rupture très basse de l'ordre de 350 MPa.

Procès-verbal N° 2171/90 CREA/PS

PLANCHE N° 13

Micrographies sur coupe, après attaque nital

Face interne d'un éclat



- Figures n° 16 a-b-c** - Gradient structural à partir de la face interne,
 X 40 - acier hypoeutectoïde,
 - bande de cisaillement adiabatique inclinée à 45°
 (liseré clair),
 - profondeur \approx 2 mm.

Procès-verbal N° 2171/90 CREA/PS

PLANCHE N° 14

Micrographie sur coupe, après attaque nital
Surface externe d'un éclat

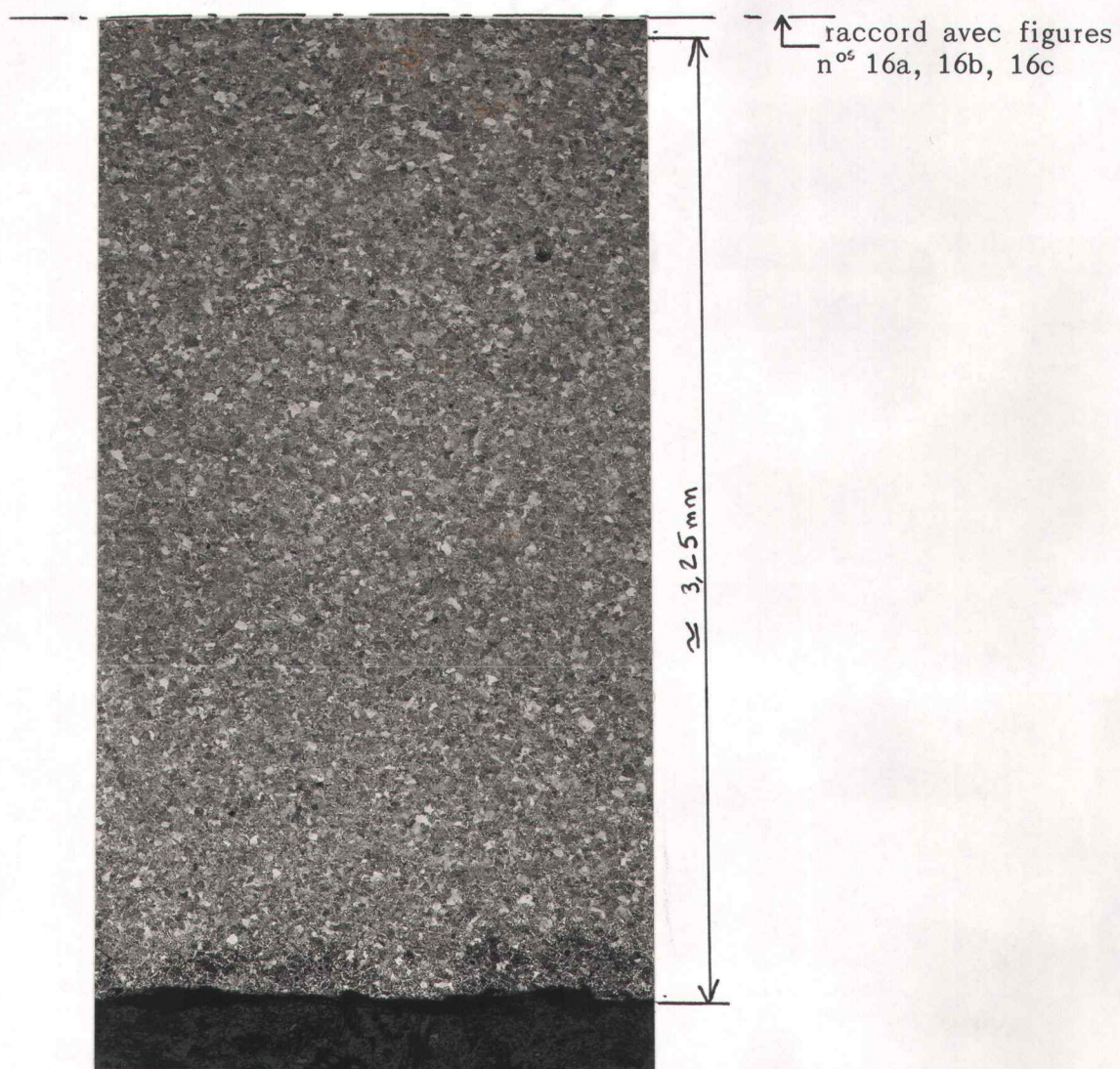


Figure n° 16d :

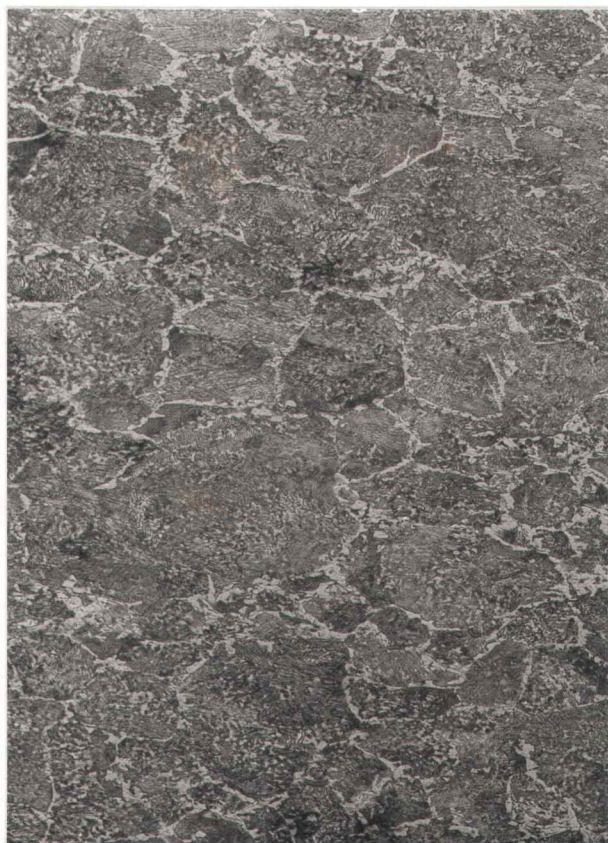
X 40

Structure micrographique d'un acier hypoeutectoïde.

Epaisseur total éclat ~ 7,5 mm

PLANCHE N° 15

Microstructure sur coupe perpendiculaire
après attaque nital - Détail.

Figure n° 17a

X 400

- près de la surface interne,
- structure ferrito - perlitique à grains légèrement allongés,
- ferrite libre en joints de grains.

Figure n° 17b

X 400

- près de la surface externe,
- même structure, mais le grain plus équiaxe n'a pas subi de déformation.



Figure n° 18 : Prélèvement selon le sens long,
nombreux alignements inclusionnaires
de sulfures de manganèse (Mn S)

X 130

Procès-verbal N° 2171/90 CREA/PS

PLANCHE N° 16

Micrographie sur coupe après attaque nital

Tôle fine



Figure n° 19

X 400

- structure granulaire d'un acier doux,
- alignements de sulfures de manganèse dans la direction du laminage,
- grains ferritiques, cémentite (Fe_3C) en globules.

Procès-Verbal N° 2171/90 CREA/PS

6- Analyse chimique

Une analyse chimique quantitative a été réalisée par spectrographie d'émission sur un éclat et sur la tôle fine.

Les résultats de cette analyse sont consignés dans le tableau n° 1.

Les teneurs trouvées pour les différents éléments confirment bien les observations structurales.

Les éclats sont constitués d'un acier contenant 0,42% de carbone et 1,6% de manganèse. Il pourrait s'agir d'un acier au carbone du type XC42 enrichi en manganèse ou d'un acier au manganèse du type 40M5.

La tôle fine correspond à un acier doux du type XC10, contenant environ 0,06% de carbone.

	Eclat %	Tôle mince %
C	≈ 0,42	≈ 0,06
Si	≈ 0,27	< 0,08
Mn	≈ 1,60	≈ 0,30
S	≈ 0,025	≈ 0,030
P	≈ 0,015	≈ 0,015
Cr	< 0,08	< 0,08
Ni	≈ 0,02	≈ 0,02
Cu	≈ 0,02	≈ 0,015
Mo	≈ 0,01	≈ 0,01
V	≈ 0,01	≈ 0,01

Tableau N° 1

Analyse chimique par spectrographie d'émission.

Procès-Verbal N° 2171/90 CREA/PS

7- Analyses de surface au moyen du microscope électronique à balayage.

Deux échantillons ont été prélevés sur un éclat de tôle épaisse. Les analyses ont été réalisées sur la paroi interne de l'engin, dans une région mate caractéristique susceptible de contenir des résidus de produits de combustion, et dans une région plus brillante.

7-1 Conditions opératoires

Le but de la microanalyse X à sélection d'énergie est, d'une part, de détecter d'éventuelles traces de produits de combustion restés en surface, et, d'autre part, de tenter d'expliquer les différences de coloration entre les deux zones observées.

Cependant, le moyen d'analyse employé : détecteur Si-Li avec sa fenêtre en beryllium ne permet pas de détecter les éléments dont le numéro atomique est inférieur à 11, (tels que : H,C,N,O par exemple).

Les échantillons ont été placés directement sur la platine du M.E.B. Les conditions expérimentales étaient les suivantes:

- tension accélératrice 25 KV
- courant absorbé : $\approx 3.10^{-9}$ A
- grossissement $G \approx 50$ X (soit une surface analysée dans chaque cas, de l'ordre de 4 mm^2 environ).

Les analyses ont été réalisées en 2 temps.

1- Première série d'analyses menées avec le logiciel SQ

(analyse quantitative avec standard interne).

Les analyses quantitatives effectuées sur des surfaces polluées sont délicates. Il a donc semblé préférable de procéder uniquement par comparaison de valeurs d'intégrales de pics.

2- Deuxième série d'analyses

Pour chaque élément identifié, une "fenêtre" encadrant la valeur de sa raie élémentaire de 100eV a été ouverte et 5 analyses ont été effectuées sur chaque échantillon.

On a ensuite calculé la moyenne et l'écart type correspondant, puis connaissant I (intensité), c'est à dire la valeur de l'intégrale de chaque pic (lue dans la fenêtre), on a calculé $I \pm \sqrt{I}$ (I erreur d'accumulation admise) pour chaque élément, et l'on a vérifié si les fourchettes $I \pm \sqrt{I}$ des éléments correspondants dans chaque échantillon se recoupaient.

Procès-Verbal N° 2171/90 CREA/PS

7-2 Résultat :

Première série d'analyses.

On constate que si la surface sombre présente un aspect relativement homogène, il n'en n'est pas de même pour la surface brillante qui comporte à fort grossissement des alternances de plages lisses et granuleuses. Une analyse à plus fort grossissement a donc été réalisée sur chacune de ces plages.

L'ensemble des résultats est consigné dans les tableaux n^{os} 2a et b.

Cette première série d'analyse recoupe bien les résultats déjà obtenus, à savoir la présence dans l'acier d'éléments tels que le manganèse et le silicium. Mais on relève cependant une teneur superficielle beaucoup plus forte en Si.

D'autre part, la présence de soufre et calcium en teneurs relativement élevées indique une pollution superficielle pouvant être attribuée à des résidus de combustion de composants explosifs contenus initialement dans l'enveloppe expertisée.

Les chiffres montrent également que la teneur en éléments de pollution, c'est à dire : Si, S et Ca est légèrement plus élevée sur la surface mate.

Valeurs en Wt% - programme SQ						
	Face sombre		Face brillante			
Wt%	Spectre 1 x100	Spectre 2 x100	Spectre 5 x100	Spectre 6 x100	Spectre 7 Zone lisse	Spectre 8 Zone granuleuse
Fe	100	100	100	100	100	100
Mn	1,94	1,92	1,93	1,98	2,15	1,92
Si	1,67	1,45	1,04	0,95	0,55	1,48
S	0,78	0,68	0,31	0,51	0,26	0,88
Ca	0,59	0,66	0,32	0,29	0,17	0,33

Valeurs intégrales ramenées à 10.000 sur Fe (bruit de fond inclus)							
	Face sombre		Face brillante				
	Spectre 1 x100	Spectre 2 x100	Spectre 5 x100	Spectre 6 x100	Spectre 7 Zone lisse	Spectres 7 et 8 \bar{M}	Spectre 8 Zone granuleu.
Fe	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000
Mn	483,5	410	364,5	374	385	376	3
Si	603	538	380	384	305	388	471
S	543	418	332	342	266	337	408
Ca	408	420	305	309	272	302	332

Tableaux n° 2a et 2b : Première série d'analyse

Procès-Verbal N° 2171/90 CREA/PS

Deuxième série d'analyses :

Deux fois 5 spectres ont été effectués sur chacun des échantillons analysés.

Les résultats de la 2ème série d'analyses sont consignés dans les tableaux n°^s 3a et b.

On constate que d'un échantillon à l'autre, les valeurs des intégrales $I \pm \sqrt{I}$ ne se recouvrent pas. Ceci permet de considérer que les différences trouvées entre les zones brillantes et mates sont significatives.

En conclusion, l'analyse de surface a permis de confirmer les résultats de l'analyse chimique globale ; il s'agit d'un acier au manganèse.

La paroi interne de l'engin comporte des produits de pollution : Si, S et Ca pouvant provenir de composés issus d'un explosif. Les régions mates semblent plus riches en éléments de pollution.

Zone brillante						
	Intégrales	\sqrt{I}	$\sqrt{I_n}$	$\sqrt{I_{n-1}}$	$I + \sqrt{I}$	$I - \sqrt{I}$
Fe	100945 38965	317 197	331 503	370 563	101262 39162	100628 38768
Mn	3889 747	62 27	99 65	110 73	3951 774	3827 720
Si	5647 1705	75 41	1894 1012	2117 1132	5722 1746	5572 1664
S	3612 330	60 18	251 173	281 194	3672 348	3552 312
Ca	3588 240	60 15	152 80	170 89	3648 255	3528 225

Zone mate						
	Intégrales	$\sqrt{I_n}$	$\sqrt{I_{n-1}}$	\sqrt{I}	$I + \sqrt{I}$	$I - \sqrt{I}$
Fe	100791 39651	389 595	435 665	317 199	101108 39850	100474 39452
Mn	4142 892	89 189	100 211	64 30	4206 922	4078 862
Si	6220 1765	1125 336	1258 376	79 42	6299 1807	6141 1723
S	4437 453	384 171	429 191	66 21	4503 474	4371 432
Ca	4689 659	576 318	644 356	68 25	4757 684	4621 634

Chaque élément comporte deux valeurs d'intégrales :

- la valeur supérieure inclut le bruit de fond,
- la valeur inférieure le déduit.

Tableaux n° 3a et 3b : seconde série d'analyse

Procès-Verbal N° 2171/90 CREA/PS

8- Synthèse

Les examens réalisés sur les éclats métalliques récupérés par le CNES/SEPRA le 7 juillet 1990, en Normandie, permettent de conclure à l'explosion souterraine d'une bombe datant de la seconde guerre mondiale.

Certaines observations ont permis de préciser le type et l'origine de cet engin.

C'est ainsi que la présence d'anneaux caractéristiques soudés sur certains éclats indique vraisemblablement une bombe larguée à partir d'un bombardier.

Les inscriptions découvertes sur un éclat indiquent qu'il s'agit d'une bombe incendiaire de 250 livres, fabriquée dans le mois d'avril 1942, et d'origine probable britannique ou américaine.

Les éclats qui comportent un filetage peuvent provenir de la coiffe avant de la bombe protégeant le détonateur.

Quant aux débris de tôle plus fine, ils pourraient provenir de la partie stabilisatrice de l'engin (ailettes et aileron).

La reconstitution partielle qui a pu être réalisée permet d'estimer son diamètre : (200 à 250 mm), et sa longueur : (850 mm à 1 mètre).

Les figures présentées en annexe n° 3 sont issues de la collection "La 2ème guerre mondiale" : fascicule n° 21 (Hachette).

Elles permettent d'illustrer un type de bombe de 250 livres de fabrication britannique voisin de celui expertisé.

Compte tenu de la profondeur à laquelle ont été retrouvés les éclats, plusieurs hypothèses peuvent être formulées pour donner une explication à l'explosion retardée d'un tel engin, sous la terre.

1- Une amorce ou un détonateur défectueux initialement non percuté, et actionné à la suite d'un micro mouvement de terrain très localisé.

2- Le vieillissement et (ou) l'évolution chimique des composants explosifs et des parties métalliques du détonateur (corrosion - humidité).

3- Une altération de la stabilité des composants du détonateur favorisée par des résidus d'engrais chimiques.

Les hypothèses 1 et 2, combinées ou non, paraissent les plus probables.

ANNEXE I

EO/SC/SEBRA

Le 16 Juillet 1990

ENQUETE ET MINI ENQUETE

" LE CRATERE NORMAND "

Généralités

Lieu:

Résumé des faits

Le 7 juillet au matin un éleveur découvre dans un champ de maïs situé à moins de 200 mètres de la ferme, un endroit où la terre est complètement bouleversée sur plusieurs dizaines de mètres. La veille encore, rien d'anormal n'était constaté dans ce champ. Se rapprochant, il aperçoit un cratère de grande dimension.

Enquête

Gendarmerie de

La brigade de gendarmerie est alertée le jour même, commence les investigations sur place et ne trouve aucune explication immédiate répondant à cette trace peu commune.

La gendarmerie exclut le cannular ou les actes de malveillance.

Le SEPRA après une première analyse des faits et vérification des caractéristiques de la trace, décide une intervention sur place accompagnée d'experts du museum d'histoire naturelle (cas hypothèse météorite).

L'intervention du SEPRA

Equipe et moyens

Le responsable JJ VELASCO et une collaboratrice
Matériel d'intervention (moyens de relevés topographiques photographiques, vidéo ..
Matériel de prélèvement d'échantillons.

* Le SEPRA a fait appel à la sécurité civile et à la gendarmerie pour la préservation du site, l'intervention sécurité, détection par magnétométrie et les fouilles.

La première analyse

Dimension de la trace .

- 14m de diamètre
- couronne 2.50m de terre effondrée
- chapeau central de 4.50m de diamètre sur une hauteur de 1.50m

La première observation visuelle montre sur le tumulus central

- une remontée de sol profond (argile/calcaire) gros blocs
- la présence de fractures profondes
- deux sortes de cheminées
- des silex brisés et fracturés en de nombreux endroits
- des calcaires noirçis .

à ce stade deux hypothèse demeurent

- la chute d'une très grosse météorite fer/nickel
- l'explosion en sous-sol .

Les premiers indices

à 1.50m environ nous découvrons, grace au magnétomètre, la présence deux morceaux métalliques appartenant de toute évidence à un engin ayant séjourné longtemps dans le sol .

La confirmation

A chaque étape successives de nombreux autres morceaux sont détectés et découverts : au total une trentaine .
-des silex étaient trouvés à chaque fois plus nombreux complètement brisés et recouverts pour certains d'une trace noire .
-il y avait donc une forte probabilité que ce soit l'explosion d'un engin à l'origine de ce cratère .
-Le trou ainsi dégagé faisait 6 mètres de profondeur .
-à 4.50 mètres des traces étaient visibles sous forme d'une bande de 50 centimètres de largeur .

* Le scénario probable

On ignore pourquoi l'explosion de l'engin a eu lieu .. Le laboratoire de l'1 nous l'indiquera probablement . Mais nous sommes en présence d'une bombe qui n'a pas éclaté à la dernière guerre mondiale ; et cela nous a été confirmé par un témoin du village qui avait participé à reboucher des trous de bombe et remettre les terres en état .

La terre est très meuble. L'explosion a généré une onde de choc qui s'est réfléchi sur la couche dur de calcaire à 6 mètres qui a ensuite renvoyé vers la surface à peu près 30 mètres cubes de terre provoquant à la fois le cratère et le tumulus central .

Conclusion

Le SEPRA est intervenu dans cette opération pour analyser et expertiser un phénomène relativement exceptionnel sur demande de la gendarmerie . La méthodologie et l'expérience du SEPRA ont permis de conclure à la présence et l'explosion d'un engin probablement datant de la dernière guerre mondiale et enfouie dans le sol . Il est à noter la très grande part prise par les médias dans cette affaire et qu'il est extrêmement difficile de contrôler et de maîtriser cet aspect du problème .

Le responsable du SEPRA

J.J VELASCO



ÉTABLISSEMENT TECHNIQUE CENTRAL DE L'ARMEMENT

PERSONNE COMPÉTENTE EN RADIOPROTECTION

Arcueil, le 18 Juillet 1990

Réf: N°90 - 36/ETCA-PCR

Objet: Contrôle surfacique de matériaux

PROCES - VERBAL DE NON CONTAMINATION

A la demande du laboratoire CREA/PS/13 (Mr) il a été procédé au contrôle surfacique de pièces métalliques déchetées, de terre, et d'éclats de silex reçus par ce laboratoire pour analyse. Aucune trace de contamination radioactive significative pour les radioactivités alpha, bêta ou gamma n'a été mise en évidence; toutes les mesures effectuées sont restées du niveau du mouvement propre des appareils de détection utilisés.

CONCLUSION : Absence de contamination.

L'ISC

Personne Compétente en Radioprotection

Destinataire:

CREA/PS - CREA/PS/13 (Mr)

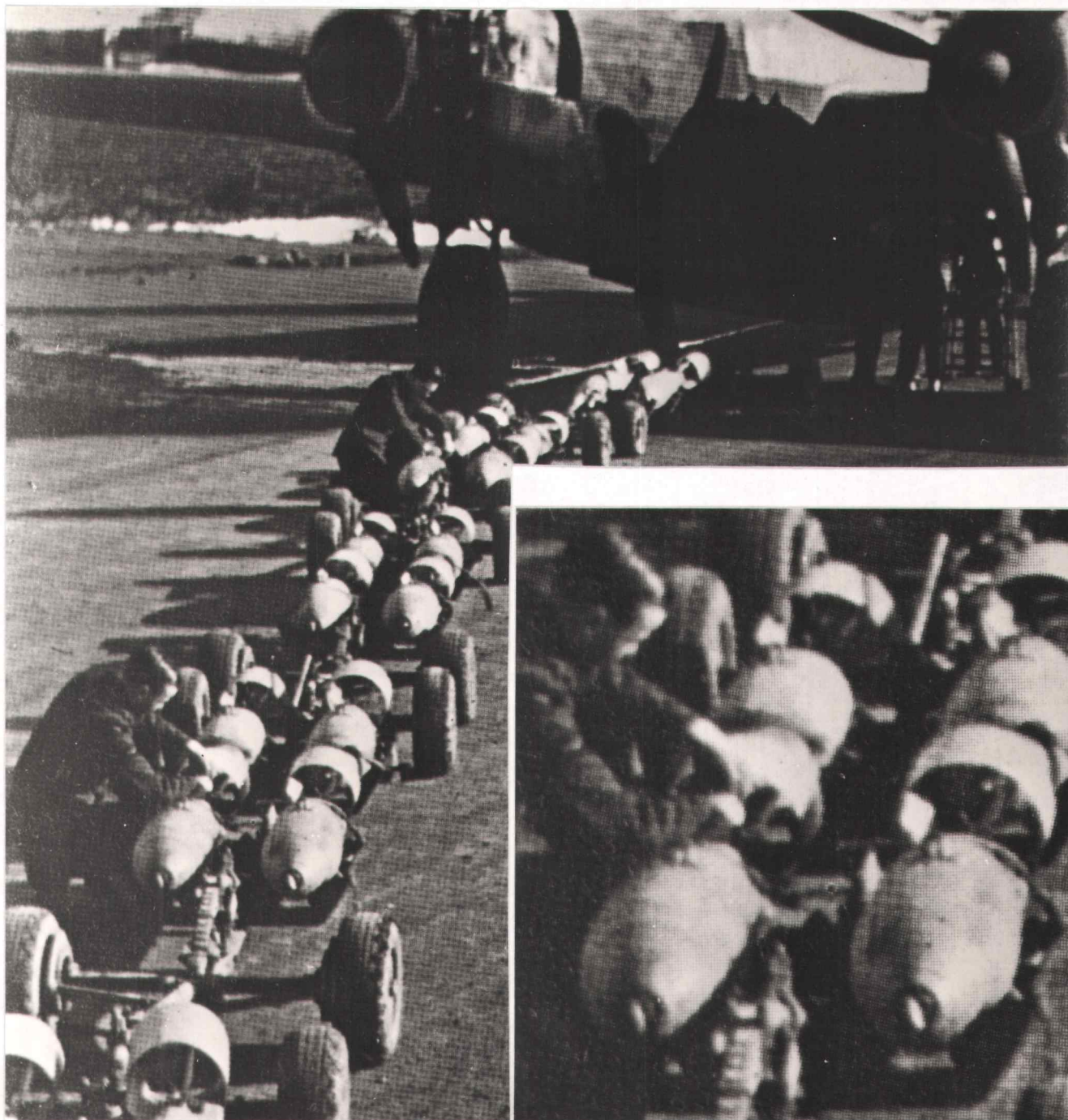
Copie:

D - DPN - DPN/MS - CHS

PCR

18/07/90
L'Ingénieur Général de 2° Cl. de l'Armement
Chef du Département Détection Protection Nucléaire

ANNEXE III



Vickers Wellington, bombardier bimoteur britannique. Chargement de ce même appareil. Il pouvait emporter 2 250 kg de bombes à la vitesse de 375 km/h. C'était l'appareil à tout faire de la R.F.A.

*Références bibliographiques : Collection "La 2è guerre mondiale" n° 21
Editeur : Tallandier Hachette du 4è semestre 1980*