

## GRAPHITES SPECIAUX

par

Pierre LEVEQUE

Avec la collaboration de MM. P. BLUM, L. BOCHIROL,  
F.M. LANG et J. RAPPENEAU  
du Commissariat à l'Energie Atomique,  
et MM. P. CORNUAULT et A. GALY  
de la Société Péchiney.

**Rapport CEA - R 2666**

Genève 1964, A Conf. 28/P/ 68

CEA-R 2666 - LEVEQUE Pierre, BLUM P., BOCHIROL L., LANG F.M.,  
RAPPENEAU J., CORNUAULT P., GALY A.

## GRAPHITES SPECIAUX.

### Sommaire. -

Améliorer les propriétés du graphite nucléaire pour empilements et ouvrir de nouveaux domaines d'application au graphite constituent une part importante de l'effort entrepris en commun par le Commissariat à l'Energie Atomique (C. E. A.) et la compagnie PECHINEY. Des procédés nouveaux de fabrication de carbones et graphites spéciaux ont été mis au point : graphite forgé, pyrocarbone, graphite de haute densité, agglomération de poudres de graphite par craquage de gaz naturel, graphites imperméables. Les propriétés physiques de ces produits ainsi que leur réaction avec différents gaz oxydants sont décrites. Les premiers résultats d'irradiation sont aussi donnés.

1964 - Commissariat à l'Energie Atomique - France

20 p.

CEA-R 2666 - LEVEQUE Pierre, BLUM P., BOCHIROL L., LANG F.M.,  
RAPPENEAU J., CORNUAULT P., GALY A.

## SPECIAL GRAPHITES.

### Summary. -

A large fraction of the work undertaken jointly by the Commissariat à l'Energie Atomique (C. E. A.) and the Pechiney Company has been the improvement of the properties of nuclear pile graphite and the opening up of new fields of graphite application. New processes for the manufacture of carbons and special graphites have been developed : forged graphite, pyrocarbons, high density graphite agglomeration of graphite powders by cracking of natural gas, impervious graphites. The physical properties of these products and their reaction with various oxidising gases are described. The first irradiation results are also given.

1964 - Commissariat à l'Energie Atomique - France

20 p.

*Les rapports du COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE sont, à partir du n° 2200, en vente à la Documentation Française, Secrétariat Général du Gouvernement, Direction de la Documentation, 16, rue Lord Byron, PARIS VIIIème.*

*The C.E.A. reports starting with n° 2200 are available at the Documentation Française, Secrétariat Général du Gouvernement, Direction de la Documentation, 16, rue Lord Byron, PARIS VIIIème.*

## GRAPHITES SPECIAUX

par

Pierre LEVEQUE

Commissariat à l'Energie Atomique <sup>1)</sup>

La préparation du graphite nucléaire pour les empilements est bien connue. Deux caractéristiques essentielles sont exigées pour ce produit : la densité (voisine de 1,7) et la pureté exprimée sous forme de section efficace (de 3,75 à 4 mb suivant la place du produit dans le réacteur). De bonnes propriétés mécaniques sont parfois exigées si le réacteur est installé dans des pays soumis à des tremblements de terre.

Si l'on envisage l'emploi du graphite comme gainage d'éléments combustibles il faut alors s'attacher à produire des graphites qui sont imperméables ou susceptibles d'être imperméabilisés par des traitements divers : craquage gazeux ou traitement par des résines thermodurcissables. Ces traitements ne peuvent être appliqués avec succès que si le graphite a un spectre bien déterminé de pores. Cette dernière caractéristique a aussi son importance dans les phénomènes de corrosion radiolytique par le gaz carbonique et pour certaines utilisations du graphite dans des réacteurs nouveaux : sels fondus, caloporteurs organiques (le graphite est alors une matière de remplissage des canaux). Nous décrirons quelques produits préparés en collaboration par le Commissariat à l'Energie Atomique et la Société Péchiney pour répondre à ces impératifs <sup>2)</sup>.

---

1) Avec la collaboration de : MM. BLUM P., BOCHIROU L., LANG F.M., RAPPENEAU J. - Commissariat à l'Energie Atomique.  
CORNUAULT P., GALY A. - Société Péchiney.

2) A titre de comparaison les résultats de corrosion thermique seront donnés pour un graphite forgé préparé par la Société Carbone Lorraine.

## 1° - DESCRIPTION DES PRODUITS

Le PZ 47 est un matériau graphité obtenu à partir d'un mélange de graphite et de noir liés de façon classique avec du brai. Ce produit a ensuite été soumis à une imprégnation au brai avant d'être finalement graphité. Il s'agissait avant tout de rechercher un produit ayant un spectre de pores très étroit et dont la porosité principale se situe dans le domaine des pores fins.

Le PZ 54 est un matériau graphité où la matière de corps est constituée par un mélange de graphite et de noir liés avec une résine thermodurcissable ; après cuisson, ce matériau est directement graphité. On recherche, dans ce cas-là, un graphite ayant une faible perméabilité.

Le PZ 65 est un matériau plus classique en ce que le matériau de base est constitué par du coke. Le liant est encore une résine, mais dont le rendement de cokéfaction est excessivement faible. Après cuisson, on passe directement à la graphitation. On voulait mettre au point un matériau de faible densité, ne présentant pas de porosité fine.

Le PCI est un matériau ayant subi un traitement après graphitation. Ce traitement se fait à une température supérieure à 3 000 °C, la pièce en graphite étant soumise à des efforts de pression continus. L'objectif était la mise au point d'un graphite de densité élevée, présentant un minimum de porosité ouverte.

Le PYROCARBONE BR a déjà été décrit [1] [5]. Il a été mis au point par le Battelle Memorial Institute de GENEVE sous contrat C.E.A. Il est obtenu par décomposition thermique d'acétylène à des pressions partielles de 0,02 à 0,1 atm sur des parois chauffées entre 1 550 et 1 650 °C. Il se caractérise par une densité faible (1,35) et par une orientation préférentielle peu marquée des cristallites.

Cette dernière propriété se traduit par une absence de feuillette du dépôt et par sa bonne compatibilité avec un substrat de graphite artificiel.

Le BB 5 est préparé à partir de poussières carbonées (coke de pétrole, graphite, etc...). La mise en forme est faite à froid par moulage, pressage ou filage sur un mélange de ces poussières avec un liant dispersable dans l'eau de type polysaccharide par exemple. Les pièces obtenues ont après séchage une densité apparente peu élevée (de l'ordre de 1 g/cm<sup>3</sup>), un spectre de pores adapté au traitement ultérieur, et une tenue mécanique suffisante pour permettre leur manipulation. Le traitement de densification est effectué dans des fours à moufle de

type classique à une température comprise entre 850 à 950 ° C. On établit autour des pièces à traiter une circulation de gaz naturel <sup>3)</sup> sous pression normale avec une vitesse linéaire de passage au voisinage de la surface des pièces de l'ordre de quelques cm s<sup>-1</sup>. Des précautions doivent être prises lorsque les pièces sont d'une longueur importante pour assurer une constance au moins approximative de la composition de la phase gazeuse. La durée du traitement dépend de divers paramètres (température, vitesse de circulation des gaz, importance des masses à traiter), mais on peut dire par exemple que la densification de tubes de quelques centimètres d'épaisseur de paroi est achevée en 350 heures environ, durée comparable à celle d'une cuisson d'un cycle traditionnel de fabrication des produits carbonés. La densité atteinte varie alors de 1,75 à 1,90. Le principe du traitement est analogue à celui décrit dans des travaux antérieurs utilisant le craquage de benzène [2][3] ou de méthane [4]. Les techniques mises au point pour les produits BB 5 ont pour caractère essentiel de permettre l'utilisation de gaz naturel, dont le bon marché et l'abondance en France rendent possible un développement industriel de ce mode de fabrication.

Si la matière de corps est du coke, on procède à un traitement classique de graphitisation. Par contre, avec du graphite on peut se dispenser de cette opération, les produits obtenus étant usinables <sup>4)</sup>.

## 2° - PROPRIETES PHYSIQUES

Les principales propriétés physiques de ces produits sont rassemblées dans le tableau I.

Il faut remarquer que pour les produits PZ 47, 54, 65 et le graphite nucléaire les signes // et ⊥ ont leur signification habituelle de // et ⊥ au filage. Pour le PCI il s'agit des sens // et ⊥ à la force de compression. Pour le produit Battelle BR les directions // et ⊥ sont équivalentes aux directions a et c indiquées sur la figure 1. L'isotropie des propriétés des produits BB 5 rend inutile la distinction // et ⊥. On notera qu'ils sont constitués, en proportions sensiblement équivalentes, de la matière de corps choisie (coke ou graphite) et de pyrocarbone ; ce dernier, remarquablement organisé malgré sa température de

---

3) Composition typique : méthane : 95-96 % - éthane : 3 à 3,5 % - propane : ~ 0,5%

4) Un rapport complet sur ce nouveau produit peut être retiré au stand français de l'exposition.

dépôt peu élevée (figure 6), constitue un véritable réseau dans lequel sont enchassés les grains de la matière de corps.

Ces produits carbonés sont généralement peu anisotropes ; ceux possédant les meilleures résistances à la compression comportent des constituants incomplètement graphités, ce qui se traduit par des résistivités électriques élevées. Pour ces mêmes produits la conductibilité thermique augmente ou demeure constante en fonction de la température, tandis qu'elle décroît pour les produits bien graphités (figure 2A). On remarquera que les produits carbonés possédant une conductibilité thermique qui varie peu avec la température présentent un certain intérêt pour des applications nucléaires particulières.

### 3° - POROSITE

C'est la caractéristique la plus intéressante et celle qui était le but principal de ces recherches. Le tableau II résume les principales caractéristiques et la figure 2 donne quelques spectres de pores.

Pour le produit BR il n'est pas possible d'avoir un spectre de pores, car le produit est totalement imperméable. Le produit PZ 47 a un spectre étroit de pores compris entre 0,1 et 0,5  $\mu$ . La porosité du PZ 54 se situe autour de 0,15 $\mu$  et la moitié de sa porosité est fermée. Le PZ 65 très poreux présente un spectre étroit allant de 3 à 7,5  $\mu$ . Par contre, le PCI3 a une porosité très répartie.

### 4° - ETUDES DE LA CINETIQUE D'OXYDATION

PYROCARBONE BR - Ce pyrocarbone a peu d'impuretés (cendres 10 ppm V < 0,6 ppm - Na = 4,5 ppm). L'autoradiographie indique que le sodium est surtout localisé sur la périphérie des échantillons.

#### a) Oxydation à l'air à 620° C

I - Oxydation à l'air sec. ( $H_2O > 5$  ppm). Après dégazage sous vide ( $10^{-4}$  cm de Hg à 900° C) l'oxydation a l'allure indiquée par les courbes de la figure 3. Les surfaces suivant l'axe a (Sa) et suivant l'axe c (Sc) sont respectivement de 1 000 et 225 mm<sup>2</sup>. Après plusieurs dégazages et oxydations la vitesse se maintient à peu près constante (figure 4). Signalons de plus que le B J H de ces échantillons est nul.

II - Action de l'humidité - ( $H_2O > 100$  ppm). L'introduction d'humidité dans l'air de combustion augmente la vitesse d'oxydation (figure 4). La géométrie de l'échantillon a une grosse influence sur son comportement à l'oxydation. Le pyro-carbone garde sa forme géométrique et reste très imperméable dans la direction c même après une forte usure ; il se corrode superficiellement sur les faces a. Le tableau III montre bien qu'il y a peu de corrosion sur les faces c puisque le rapport des vitesses d'oxydation en air sec de deux échantillons très différents en géométrie est voisin du rapport des surfaces  $S_a$ . Ce comportement est inverse de celui des pyrographites.

Les vitesses spécifiques d'oxydation à  $620^\circ C$  en air sec sont un peu plus faibles que les vitesses spécifiques obtenues pour des carbones propres s'oxydant en régime chimique. L'oxydation doit donc se faire en partie dans des pores étroits et en régime de diffusion.

III - Energies d'activation - En air sec nous trouvons 35 Kcal/mole entre  $510$  à  $620^\circ C$ . Rappelons qu'en régime chimique cette énergie est de 60 Kcal/mole.

En air humide nous trouvons 22 Kcal/mole. L'humidité augmentant la vitesse apparente d'oxydation, il y a engorgement des petits pores par les gaz provenant de la réaction.

#### b) Oxydation par le $CO_2$ à $900^\circ C$ .

I -  $CO_2$  sec (tableau IV) - L'oxydation semble aussi se faire superficiellement sur les faces a par de nombreux petits pores. Trois échantillons différents A, B, C montrent un comportement très différent, ce que nous avons déjà observé dans le cas de l'oxydation par l'air. Les échantillons A plus minces sont ceux qui se corrodent les plus rapidement.

II -  $CO_2$  humide . Le dégazage a peu d'action mais des traces d'humidité diminuent la vitesse instantanée de corrosion d'un facteur voisin de 3.

III - Energie d'activation - L'énergie d'activation pour le  $CO_2$  sec est de 70 Kcal/mole pour un échantillon et de 90 Kcal/mole pour un ature entre  $800$  et  $900^\circ$ . Ceci confirme les observations précédentes quant à l'hétérogénéité des échantillons.

#### GRAPHITE PCI (Péchiney)

Ces produits ont été fabriqués à partir de graphite nucléaire (cendres  $100$  ppm - V = 4 ppm - Na = 5 ppm). Les autoradiographies montrent que ces impuretés plus ou moins localisées avant corroyage semblent se répartir uni-

formément dans toute la masse après corroyage.

a) Oxydation à l'air humide (figure 5)

Avant corroyage la vitesse instantanée ( $V_i$ ) d'oxydation varie en sens inverse du poids, ce qui montre bien que l'oxydation est hétérogène et se fait en surface.

Après corroyage l'augmentation de  $V_i$  et l'inversion des courbes montrent que les impuretés jouent un rôle capital, mais il n'est pas possible d'interpréter logiquement ces phénomènes.

b) CO<sub>2</sub> sec.

Le tableau V montre l'influence des impuretés. Il faut noter que l'inhibition apparente par l'humidité semble un phénomène identique à celui observé pour le graphite nucléaire avant purification.

GRAPHITE CORROYE (Carbone Lorraine)

A titre de comparaison il a semblé intéressant d'essayer un produit corroyé de plus grande pureté préparé par la Société Carbone Lorraine. Ce produit même après corroyage ne contient que quelques ppm d'impuretés ( $V = 0,1$  ppm -  $Na = 0,07$  ppm).

a) Oxydation à l'air humide - (tableau VI)

L'examen du tableau VI montre que pour deux échantillons de taille différente la vitesse instantanée d'oxydation est identique, ce qui indique une oxydation se produisant dans toute la masse.

Le corroyage n'a fait que diminuer les gros pores sans rien changer aux pores plus petits qui gouvernent la cinétique de la corrosion.

b) Oxydation par le CO<sub>2</sub> sec (tableau VII)

Les mêmes conclusions peuvent être tirées de ces essais. Il faut remarquer de plus que l'influence de l'humidité est la même avant et après corroyage.

GRAPHITES PZ 47, 54 et 65

Ces graphites ont un taux de cendres voisin de 60 ppm et le vanadium est une des principales impuretés.

a) Oxydation à l'air humide

Des expériences préliminaires faites sur des échantillons de dimensions très différentes nous ont montré qu'il était impossible de déterminer si l'oxydation était homogène ou non. Une comparaison sommaire a été faite entre des échantillons de même dimension. On peut dire que le PZ 65 s'oxyde moins vite que les PZ 47 et 54.

## b) Oxydation par le CO<sub>2</sub> sec.

Le classement des produits est le même. Il faut signaler de plus que la vitesse instantanée de corrosion du PZ 47 est plus faible dans le CO<sub>2</sub> que dans l'air humide.

En conclusion :

- il semble que les impuretés encore en quantité importante peuvent perturber le phénomène de corrosion;

- alors que la porosité (déterminée au porosimètre à mercure) ne paraît jouer aucun rôle, la porosité fine serait un des facteurs déterminants de la variation de vitesse d'oxydation (comparaison du PZ 54 et PZ 65);

- il est possible que les différences de grosseur des pores de ces trois graphites aient un rôle important en oxydation dans les gaz humides (Communication à la Conférence sur le Carbone - TOKYO - juin 1964). Le travail est à reprendre avec des graphites purifiés et avec des gaz secs et humides.

## 5° - UTILISATIONS DE CES GRAPHITES

Le PZ 47 et le PZ 54 sont des matériaux susceptibles d'intéresser les constructeurs de réacteurs à sels fondus, leur répartition de pores les rendant aptes à cet emploi. On peut également envisager leur emploi comme matière de remplissage des canaux d'un réacteur du type ORGEL. Il faut ajouter dans ce cas que le PZ 54 permet de filer directement des formes compliquées et que sur le produit obtenu après graphitisation le granulé de remplissage ne colle pas.

Le PZ 65 peut servir de matière première pour la construction de filtres fonctionnant à haute température.

Le Battelle BR est surtout utilisable en tant que revêtement pour constituer des gaines imperméables pour des combustibles fonctionnant à haute température. De plus on peut envisager son emploi pour la fabrication de creusets pour la fusion de matériaux de prix élevé et pour le revêtement de filières utilisées dans le procédé dit "de coulée continue".

Enfin, les produits BB 5, outre un faible coefficient de perméabilité, une porosité ouverte aux gaz très basse et de bonnes résistances à la compression et à la traction, présentent l'avantage d'une technique d'élaboration simple. De plus le produit BB 5, à base de graphite, permet d'éviter la graphitisation de produits creux

dont le prix de revient est conditionné par la place qu'ils occupent dans un four de graphitisation. Ces nouveaux matériaux ont des applications possibles comme éléments de gainage, pour la fabrication de tubes, chemises pièces de formes, etc... dans tous les cas où les propriétés précitées peuvent être appréciées.

- BIBLIOGRAPHIE -

- [1] RAPPENEAU J., BOCQUET M., YVARS M., DAVID C., AURIOL A.  
Déposition et propriétés d'un carbone pyrolytique peu orienté.  
6ème Conférence sur le carbone - Pittsburg (U.S.A.) - juin 1963.
- [2] BICKERDIKE R.L., BROWN A.R.G.  
"Nuclear graphite" Dragon project symposium (1959) p. 109 -  
O.E.E.C. - European Nuclear Agency 1961.
- [3] BICKERDIKE R.L., and al  
"Nuclear graphite" Dragon project symposium (1959) p. 91 -  
O.E.E.C. - Européan Nuclear Agency 1961.
- [4] BLANCHARD R., BOCHIROL L., MOREAU C., PHILIPPOT J.  
C.R. 252, p. 3989-91 - juin 1961.
- [5] DAVID C., SUBLET P., AURIOL A., RAPPENEAU J.  
Propriétés structurales des carbones pyrolitiques déposés entre 1 100  
et 1 800 °C. 6ème Conférence sur le carbone - Pittsburg (USA)- juin 1963.

TABIEAU I

Désignation	Coefficient de dilatation $\alpha$		Conductibilité thermique		Résistivité		PROPRIETES MECANQUES								
	$10^{-6}$	$^{\circ}\text{C}^{-1}$	$\text{cal cm}^{-1} \text{s}^{-1} \text{^{\circ}\text{C}^{-1}}$	$\text{^{\circ}\text{C}^{-1}}$	en $\mu \Omega \text{cm}$		traction en	Compression	Module d'Young		$\frac{C}{2}$	A	$L_0$	A	
	//	$\perp$	//	$\perp$	//	$\perp$	$\text{Kg cm}^{-2}$	$\perp$	//	$\perp$	$10^{10} \text{Dynes cm}^{-2}$	$\perp$			
PZ 47	2,63	5,10	0,17	0,12	2165	3526			10,3	9,1					
PZ 54	2,73	4,34	0,29	0,21	1.633	2.585		557	509	9,9	6,9				
PZ 65	2,76	4,66	0,16	0,11	2.616	3.600				1,3	0,5				
PCI	2,61	6,99	0,5	0,39	592	983				10,6	4,4				
Battelle BR	3,1 à 3,5	4,6 à 5,3	$1,2 \cdot 10^{-2}$	$1,1 \cdot 10^{-3}$	4.000 à 5.000	16.000 à 20.000	330		2.450	2.150	17 à 19,6	11,8	3,42	22	
Graphite nucléaire	2,2 à 3,3	3,3 à 4,4	0,3 à 0,45	0,25 à 0,3	600 à 1.000	800 à 1.200	115	95	450	400	8 à 10	7 à 8,5	3,35	600	
EB 5 (coke)	3 à 4		0,11 à 0,16		2.500 à 2.800				700 à 1.000						
EB 5 (graphite)	4 à 4,5		0,13 à 0,16		2.200 à 2.500				1.500 à 2.000						

TABIEAU II

Désignation	Porosité totale	Porosité ouverte	Porosité fermée	Perméabilité en $\text{cm}^2 \text{s}^{-1}$	Densité	Caractéristiques de la porosité : pores compris entre
PZ 47	20%	16%	4%		1,8	0,1 et 1 $\mu$
PZ 54	15,5%	7,1%	8,4%	$10^{-1}$	1,9	0 à 0,1 $\mu$
PZ 65	46,7%	45%	1,7%		1,2	pas de porosité fine.
PCI	13,7%	11,6%	2,1%		1,9	
Battelle BR				$< 10^{-13}$	1,3	
EB 5 (coke)		} 1 à 10% (porosité à l'hélium)		$10^{-6}$	} 1,75 à 1,90	
EB 5 (graphite)				$< 10^{-8}$		

TABLEAU III

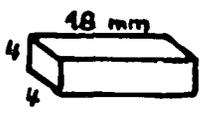
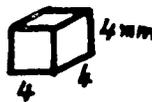
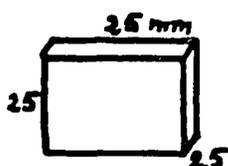
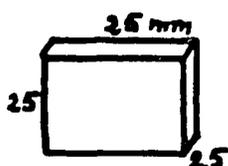
PYROLYTIQUE BATTELLE									
Echantillon	P g.	S <sub>a</sub> m <sup>2</sup> 10 <sup>-5</sup>	S <sub>C</sub> m <sup>2</sup> 10 <sup>-5</sup>	S <sub>géo</sub> m <sup>2</sup> 10 <sup>-5</sup>	S <sub>BET</sub> m <sup>2</sup>	R	U <sub>sur.</sub> %	V <sub>i</sub> g.h <sup>-1</sup> 10 <sup>-3</sup>	V <sub>s</sub> g.h <sup>-1</sup> m <sup>-2</sup> 10 <sup>-3</sup>
 AVANT OXYDATION	0,4	14	17	31	0,11	350			
 OXYDÉ AIR SEC 620°C	0,1	3,2	6,4	9,6	0,25	2600	16	0,5	2.
 (X) →	15	40	4	15	40			30	
	1,5	125	25	150	10	6600	23	15	1,5
 OXYDÉ AIR HUMIDE 620°C	0,1	3,2	6,4	9,6	0,25	2600	8,5	1,4	5,7
 OXYDÉ CO <sub>2</sub> SEC 900°C	0,4	14	17	31	0,72	2400	9,5	0,13	0,18

TABLEAU IV  
PYROLYTIQUE BATTELLE  
OXYDATION par CO<sub>2</sub> à 900°C

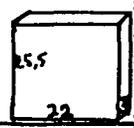
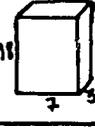
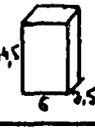
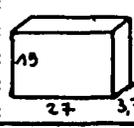
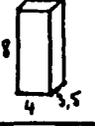
	A			B			C
Dimensions géométriques en mm.							
Poids en g.	2,05	0,46	0,33	2,30	0,40	0,57	0,78
V <sub>i</sub> 10 <sup>-4</sup> g h <sup>-1</sup>	46,9	12,5	6,9	4,43	1,34	1,23	4,28
V <sub>i</sub> 10 <sup>-4</sup> gg <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup>	24	28,4	22,7	2,03	3,5	2,2	5,7
V <sub>i</sub> / S <sub>a</sub> 10 <sup>-4</sup> g cm <sup>-2</sup> h <sup>-1</sup>	4,17	4,96	3,95	0,44	0,93	0,61	2,25
V <sub>i</sub> / S <sub>C</sub> 10 <sup>-4</sup> g cm <sup>-2</sup> h <sup>-1</sup>	16,5	8,35	10,4	1,3	0,87	0,75	1,62
V <sub>i</sub> / S <sub>géo</sub> 10 <sup>-4</sup> g cm <sup>-2</sup> h <sup>-1</sup>	3,33	3,12	2,86	0,32	0,45	0,34	0,94

TABLEAU V

GRAPHITE PECHINEY CORROYE PCI

OXYDATION PAR CO<sub>2</sub> A 900°C

Comparaison avec graphite EDF (échantillon 6 x 6 x 30 mm)

	PCI	EDF	EDF purifié
V <sub>i</sub> 10 <sup>-4</sup> gg <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup> à 10% d'usure	24	7,3	~ 1,5
H <sub>2</sub> O ~ 500 upm			
V <sub>i</sub> sec	6	2	0,5
V <sub>i</sub> humide			

TABLEAU VI

CARBONE LORRAINE CORROYE

OXYDE AIR HUMIDE 620°C

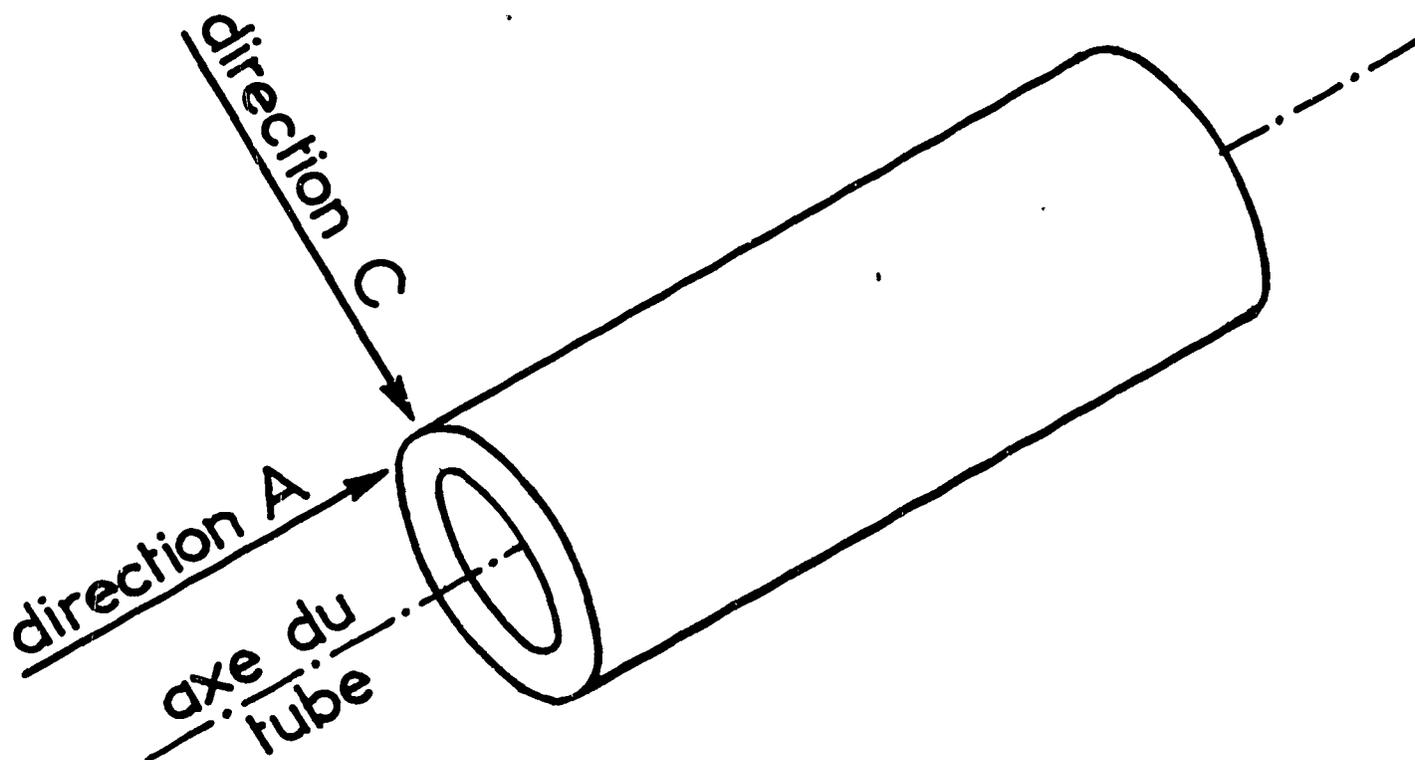
	POIDS g.	USURE %	DIMENSIONS mm	V <sub>i</sub> 10 <sup>-3</sup> gg <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup>	BET m <sup>2</sup> g <sup>-1</sup>	V <sub>s</sub> gm <sup>-2</sup> h <sup>-1</sup>
Avant	0,89 (a)	16	30 x 4 x 3	11,8	3,8	3
corroyage	6,14 (b)	16	30 x 10 x 10	11		
Après	0,7 (a')	11,6	30 x 3 x 3	13	3,9	3,3
corroyage	6,00 (b')	12,5	30 x 10 x 10	10	5,7	1,75

TABLEAU VII

CARBONE LORRAINE CORROYE

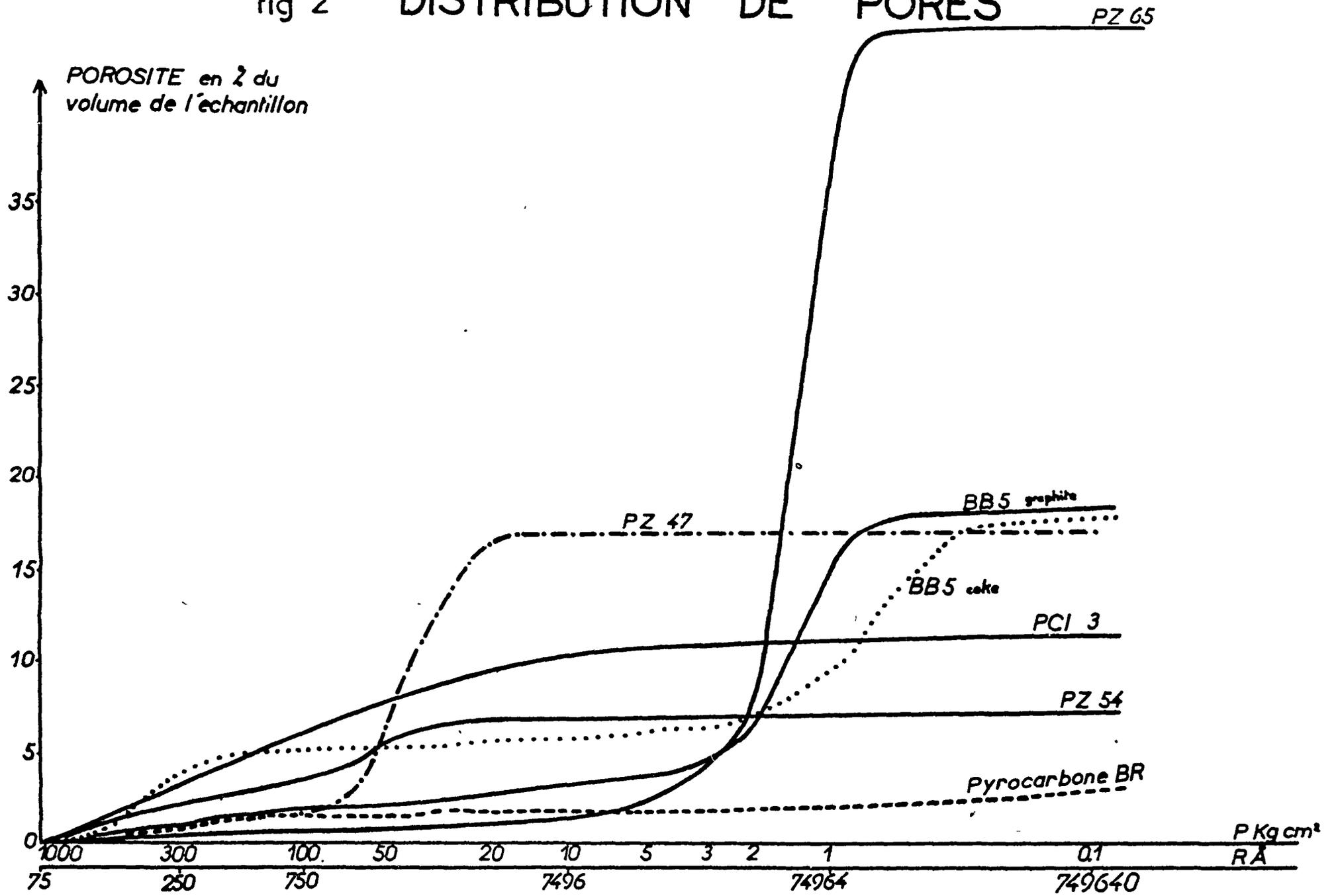
OXYDATION par CO<sub>2</sub> à 900°C

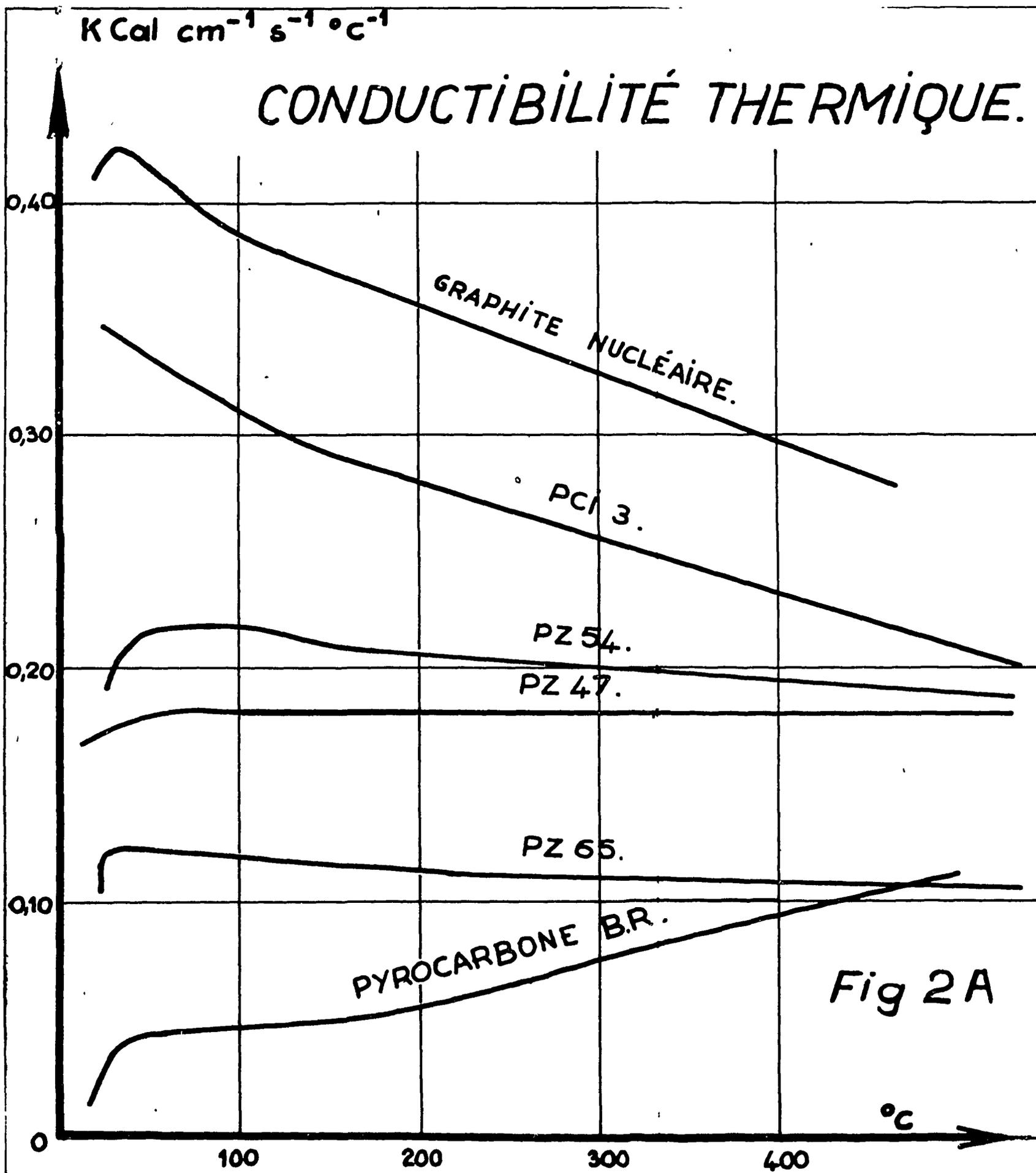
	avant corroyage		après corroyage	
Dimensions géométriques en mm.	10 x 10 x 30	3 x 3 x 30	1,6 x 6,5 x 14,5	6 x 8 x 30
Poids en gr.	6,21	0,85	0,44	3,20
V <sub>i</sub> 10 <sup>-4</sup> gg <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup> à 10% d'usure	23	27	26	25,2
Influence de H <sub>2</sub> O ~ 500 upm	V <sub>i</sub> sec 4	4	6,5	V <sub>i</sub> humide 5,1

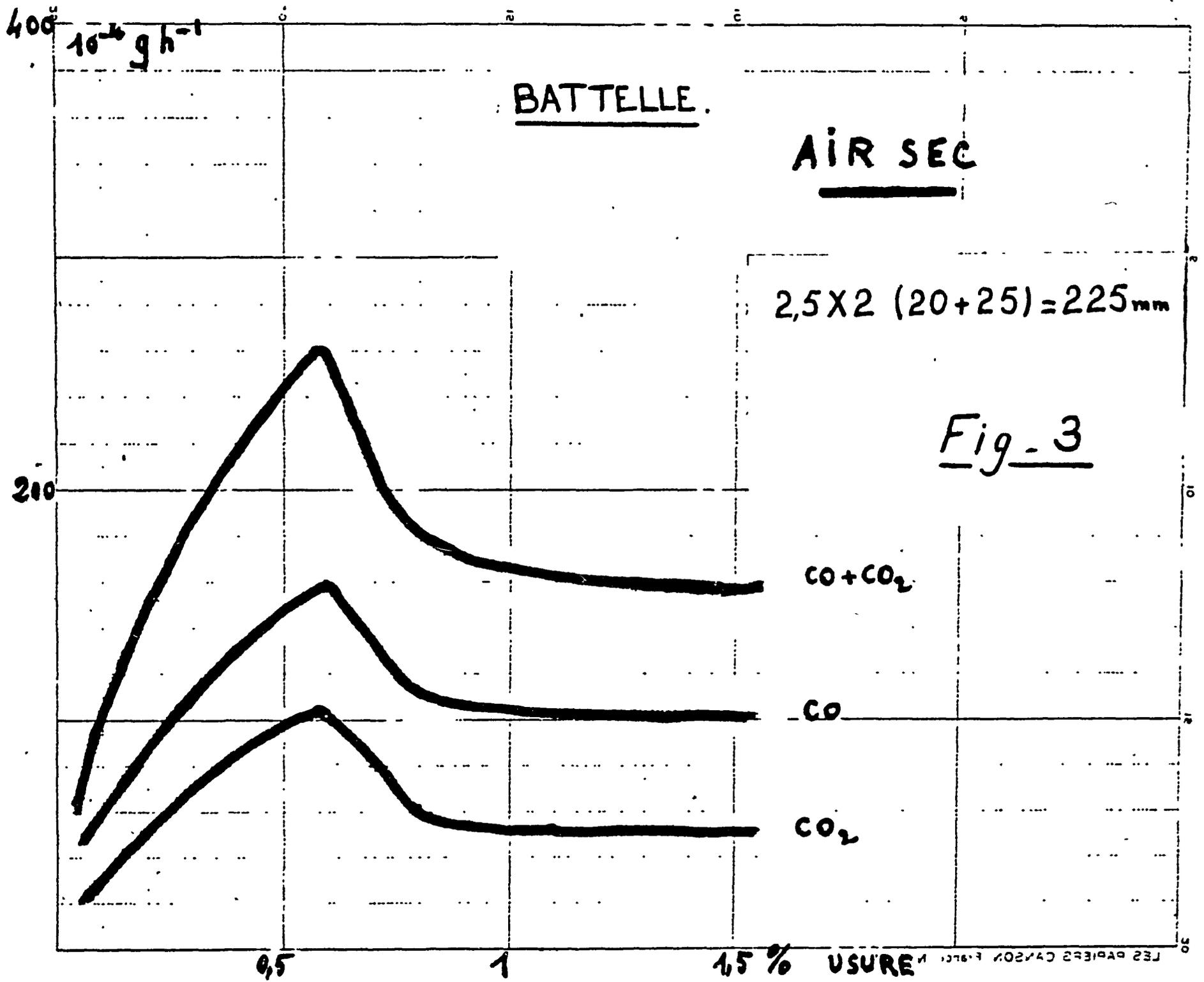


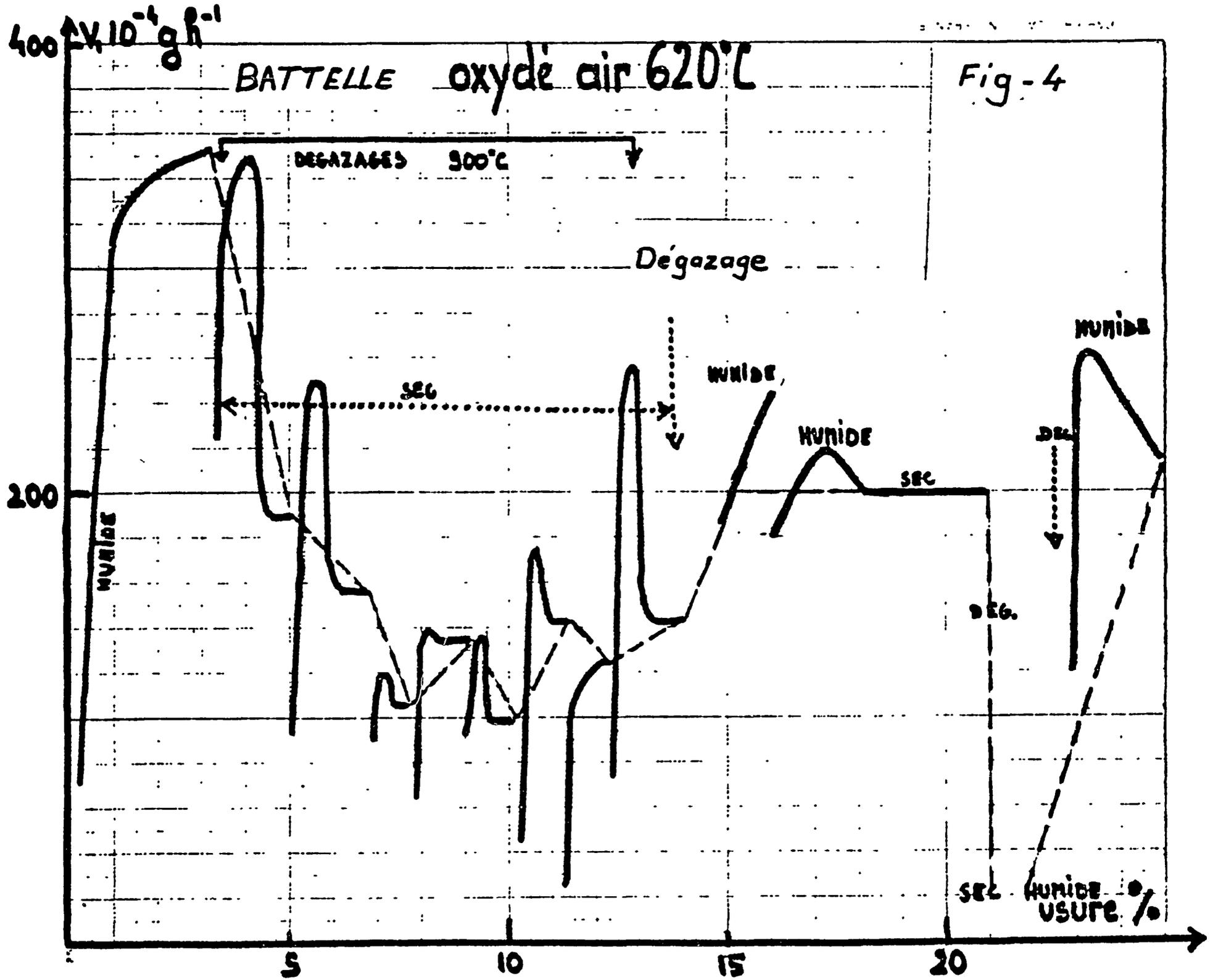
**Fig\_1 - TUBE DE PYROCARBONE**  
**direction des prélèvements**

fig 2 DISTRIBUTION DE PORES









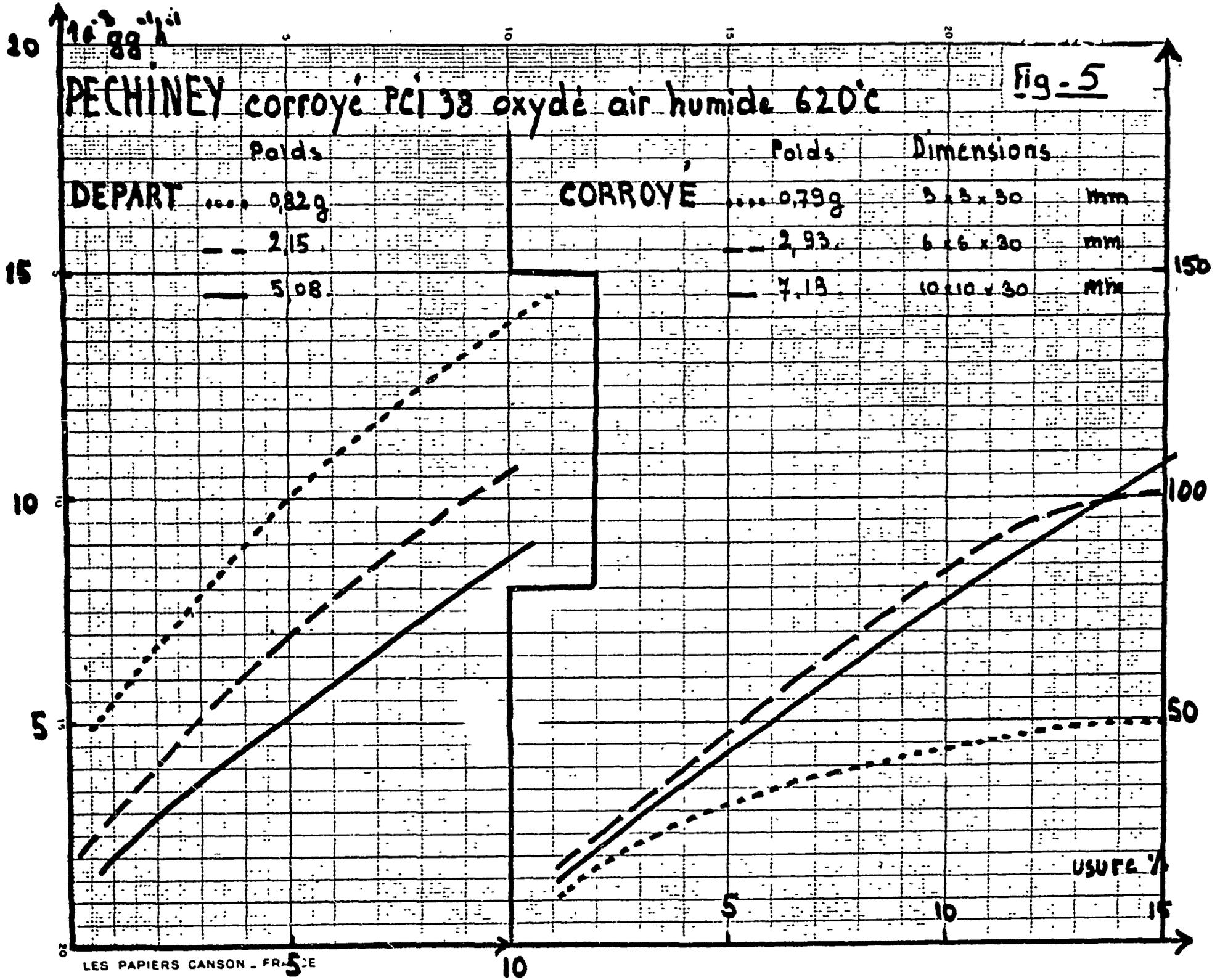




FIG. 6 - Micrographie grossissement 200  
d'un matériau fabriqué à base de coke de  
pétrole, granulométrie 10/20 Tyler  
(lumière polarisée)

**FIN**