

# BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR

## INDUSTRIES CERAMIQUES

*Session 2013*

E5 – Conception des produits, des outillages et définition des processus

### *U53 – Organisation d'une production*

Durée : **3 heures**

Coefficient : **2**

**Les calculatrices de poche sont autorisées conformément à la circulaire n° 99-186 du 16 Novembre 1999.**

**AUCUN DOCUMENT N'EST AUTORISÉ.**

**Ce sujet comprend :**

- **La présentation du sujet**                      **Page 1/2**
  
- **Le travail demandé**                              **Page 2/2**

# DOSSIER TECHNIQUE

*Temps conseillé pour la lecture de ce dossier : 20 minutes maxi.*

**Ce dossier comprend 4 Documents A4 numérotés DT 1/4 à DT 4/4**

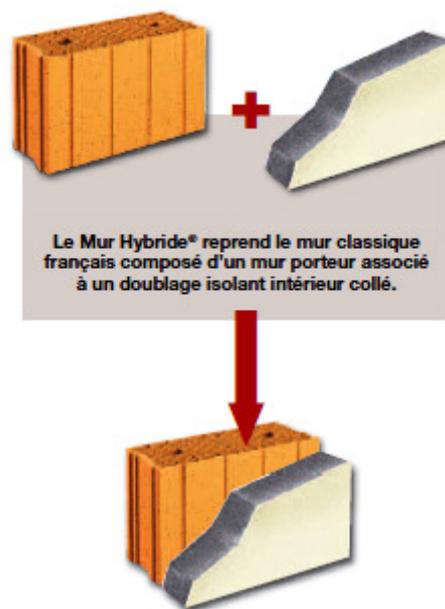
WIERNERBERGER, groupe international présent dans 27 pays, est spécialisé dans la réalisation de produits en terre cuite selon trois activités :

- ☞ tuiles (filiale Ceramic)
- ☞ briques de parement (filiale Terca)
- ☞ briques de structure (filiale (Porotherm)).

La production de briques de structure approche le million de tonnes à l'échelle mondiale. Soucieuse de s'inscrire dans une démarche écologique (de la fabrication à l'utilisation), le groupe développe sur son site d'Hulluch, à proximité de Lens dans le Pas-de-Calais, un produit ayant pour matière première de base le shiste provenant des terrils (résidu de lavage du charbon) et permettant des constructions estampillées BBC (bâtiment basse consommation) à partir de murs hybrides.

*Mur hybride : solution à haute performance énergétique.*

*Le mur hybride est un mur à isolation thermique intérieure qui associe la dernière génération de briques Porotherm (GF R20Th+, R25Th+ et R30Th+) à un isolant rapporté (polystyrène, laine de verre ou de roche,...) répondant aux exigences de la réglementation thermique 2012 pour l'habitat basse consommation.*



Le shiste, donnant un beau rouge après cuisson, utilisé à la place de la traditionnelle argile, contient un taux élevé de particules de carbone (charbon) qui se consomment lors de la cuisson en permettant un gain d'énergie supérieur à 50 %.

***Dernièrement recruté(e), vous êtes chargé(e) de participer au développement et à l'industrialisation de ce nouveau produit (voir extrait du catalogue DT4 /4 ).***

## Données Entreprise (site de Hulluch) :

- Personnel : 43 personnes dont
- ★ 36 en production-maintenance
  - ★ 5 caristes
  - ★ 2 au service administratif et logistique

➤ Fonctionnement :

Production postée en 3 x 8 heures (4h-12h ; 12h-20h ; 20h-4h) 5 jours sur 7 avec arrêt sur le dernier poste (20h le vendredi) et reprise sur premier poste (4h du matin le lundi).

Cuisson et séchage 7 jours sur 7.

Exploitation du terril de shiste interdite de nuit et les week-ends.

➤ Matière d'œuvre :

Caractéristiques matière d'œuvre :

- ↳ Perte au feu (shiste + charbon) : 20% par rapport à la matière sèche
- ↳ Retrait de vert à cuit : 5,5%.
- ↳ Humidité sur sec : 15%.

➤ Process de fabrication :

### **Phase 1 : Traitement de la matière première**

- ↳ Criblage du shiste pur éliminer les déchets (fragments d'étais en bois, fils métalliques, ...) et faire un tri granulométrique (< à 100mm).
- ↳ Broyage grossier par **deux** broyeurs à barres amenant la granulométrie à 2mm.
- ↳ Homogénéisation en fosse (capacité 12 000 tonnes) permettant de régulariser l'humidité du shiste ( $\cong 10\%$ ).
- ↳ Stockage en trémie tampon (autonomie d'une heure environ) pour alimenter la ligne de production.

**Rq :** lors de cette 1<sup>ère</sup> phase, un déferrage est réalisé pour éviter d'endommager les machines.

### **Phase 2 : préparation de la matière d'œuvre et mise en forme**

- ↳ Broyage final par un laminoir-finisser réglé à 1,2mm.
- ↳ Mise en copeaux par un râpeur (capacité 60 T/h).
- ↳ Humidification et homogénéisation par mouilleur-malaxeur double arbre pour obtenir une humidité de 15% par rapport à la masse sèche.
- ↳ Extrusion sous vide à la vapeur à une pression variant entre 20 et 25 bars ; débit maxi 1200 T/jour
- ↳ Découpe du pain de pâte par un coupeur couplé à un robot (voir photo ci-dessous) disposant les briques « semi finies » par 24 à plat sur des claies « produits crus » disposées sur un châssis de 1,5m de long par 2,2m de large (contenance de 12 claies pour 8,65 T maxi chargées).

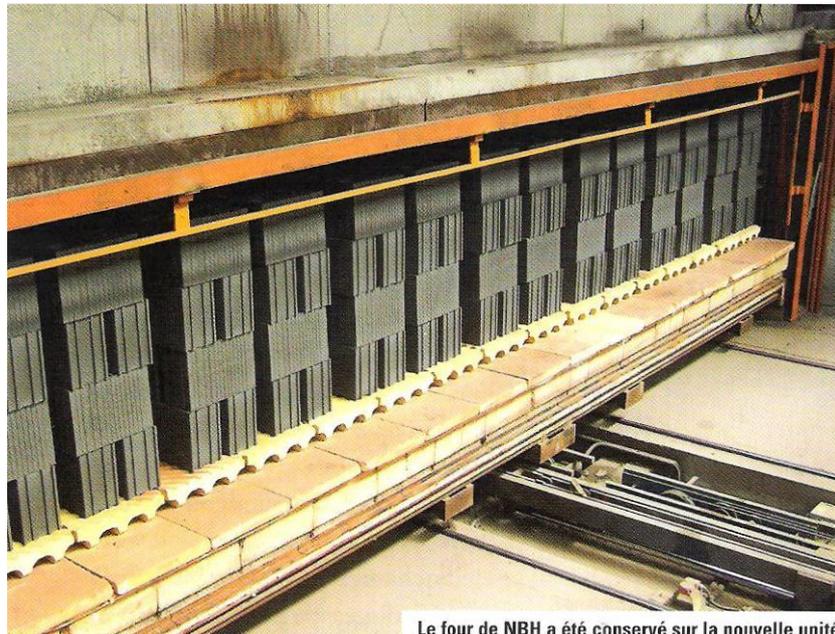


### Phase 3 : Séchage

- ↳ Le séchoir est composé de deux tunnels, contenant chacun 34 châssis, exploités en parallèle et alimenter en alternance châssis par châssis.
- ↳ Le séchage, par ventilation régulée en température et humidité, dure 5h pour une température de 120°C.
- ↳ A la sortie du séchoir, les briques sont enlevées des claies par un robot et transférées au poste d'empilage pour la cuisson.

### Phase 4 : Cuisson

- ↳ Deux robots empileurs chargent les briques sur les wagons après qu'un retourneur les a mises sur champ, alvéoles à la verticale.
- ↳ La ligne de cuisson, four et pré four en ligne, mesure 246 mètres.
- ↳ Le four Casing, haut de 1,25 mètre pour 9 mètres de large, mesure 175 mètres de long.
- ↳ Le cycle dure 36 heures pour une température de 1020°C.
- ↳ Les wagons mesurent 3 mètres de long pour 9 mètres de large.
- ↳ Pour éviter l'auto-combustion du shiste trop tôt, un système de brassage-refroidissement a été installé dans la zone d'avant-feu du four.
- ↳ A la sortie du four, les briques sont dépilées par deux robots et envoyées au poste de rectification pour une mise à dimension de la hauteur avec une tolérance de  $\pm 0,5\text{mm}$ .



Le four de NBH a été conservé sur la nouvelle unité

## Extrait catalogue produits Porotherm GF R20Th+:

Caractéristiques produits :

### POROTHERM GF R20 Th + Briques et accessoires

Dimensions : Longueur x largeur x hauteur  
R : maçonnerie roulée  
T : maçonnerie à la truelle



**Brique de Base GF R20 Th+**  
R 500 x 200 x 299 mm - 20 kg  
50 pièces/palette - 6,6 pièces/m<sup>2</sup>



**Linteau-Chainage GF R20**  
R 500 x 200 x 299 mm - 18,6 kg  
réserve 125 x 180 mm  
50 pièces/palette - 2 pièces/ml



**Poteau GF R20**  
R 450 x 200 x 299 mm - 19,7 kg  
réserve Ø 150 mm  
50 pièces/palette - 3,3 pièces/ml



**Tableau-Feuilleure GF R20**  
R 500 x 200 x 299 mm - 19,8 kg  
Tableau 200 mm ou Tableau 120 mm  
avec Feuilleure 80 x 70 mm  
50 pièces/palette - 3,3 pièces/ml



**Poteau Multi-Angles® GF R20**  
R 515 x 200 x 299 mm - 19,3 kg  
réserve Ø 140 mm  
50 pièces/palette - 3,3 pièces/ml

### Spécifications du broyeur à barres

Type	Spécifications de la coquille (mm)		Vitesse de rotation de la coquille (r/min)	Poids de la barre (t)	Granularité d'alimentation (mm)	Granularité de sortie (mm)	Sortie (t/h)	Puissance (kw)	Dimensions globales LxWxH (mm)	Poids (kg)
	Diamètre	Longueur								
MB0918	900	1800	29.0-31.3	2.3	<25	0.16-5	1.6-6	22	5900 × 2365 × 2015	4200
MB0924	900	2400	29.0-35.4	3.1	<25	0.16-5	2.9-10	30	5250 × 2480 × 2127	5300
MB1224	1200	2400	27.0-34.0	6.5	<25	0.16-5	5.0-13	37	5829 × 2867 × 2540	11800
MB1530	1500	3000	26.5-29.5	11.5	<25	0.16-5	6.0-25	90	7635 × 3329 × 2749	18170
MB1830	1800	3000	21.6-22.8	17.5	<25	0.16-5	4.8-28	155	8007 × 3873 × 3023	35000
MB2130	2100	3000	19.0-21.0	23.5	<25	0.16-5	12.6-30	210	9000 × 2800 × 3800	43000
MB2136	2100	3600	19.0-21.0	23.2	<25	0.16-5	15.1-45	245	9600 × 2800 × 3800	48000
MB2736	2700	3600	17.2-18.5	47.0	<25	0.16-5	25.0-75	400	10870 × 6100 × 4950	71500
MB2740	2700	4000	17.2-18.5	51.0	<25	0.16-5	27.7-90	430	11500 × 6100 × 4950	73600

# DOSSIER : QUESTIONS/REponses

## PREMIERE PARTIE : Technologie générale (20 points)

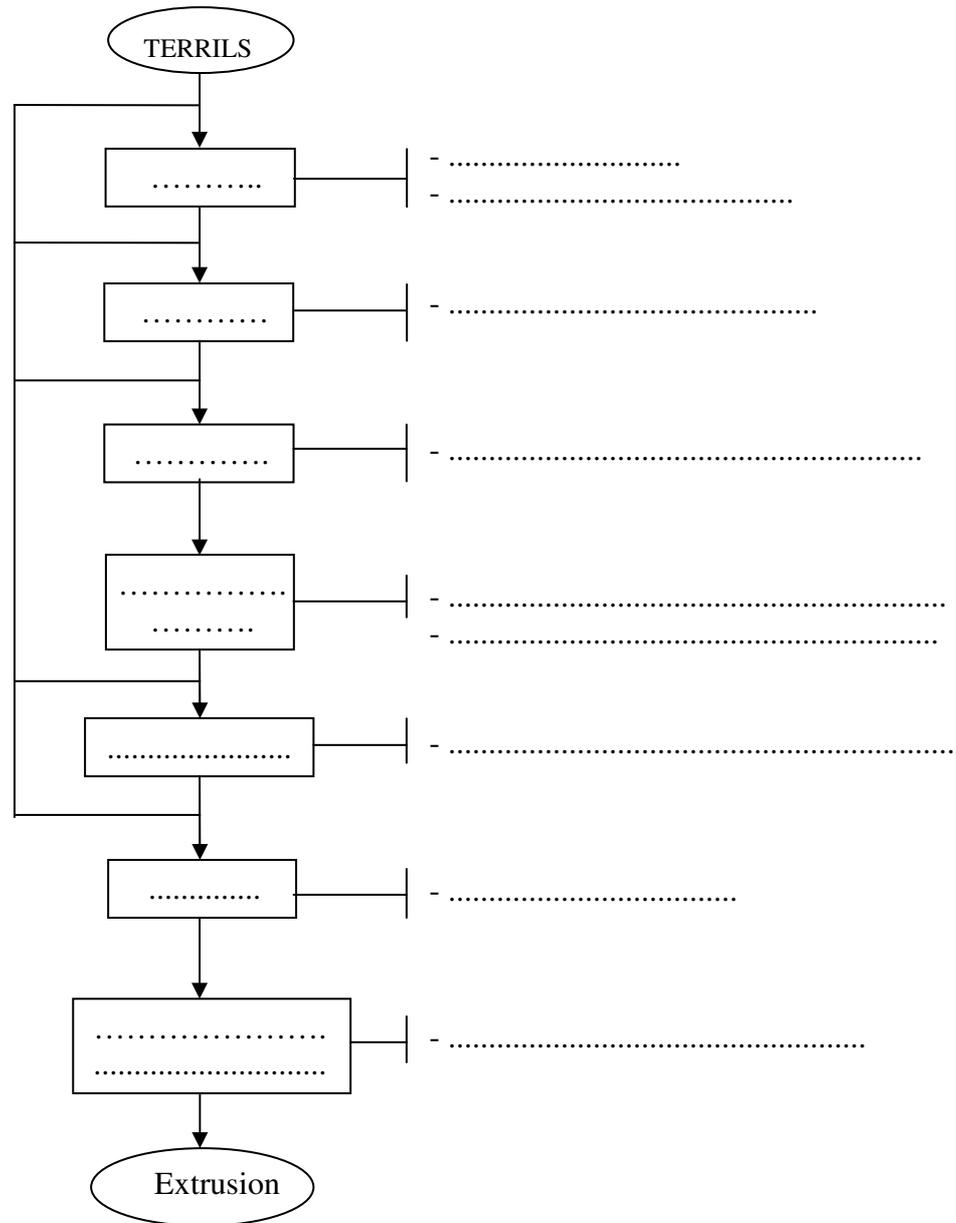
*Vous répondez directement sur les documents du dossier questions/réponses contenant le questionnaire de technologie (DR Tech 1/4 à DR Tech 4/4).*

*Temps conseillé : 1 h 20 min.*

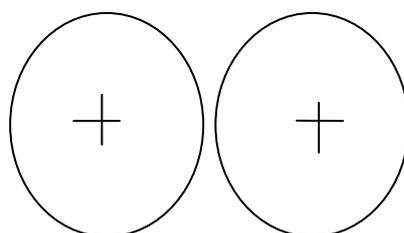
### **Remarques importantes :**

- **Tous** les documents réponses (DR Tech 1/4 à DR Tech 4/4) sont à joindre, même non renseignés, à la copie de composition.
- **Les dossiers questionnaire et réponses** de technologie générale (1<sup>ère</sup> partie) et d'organisation d'une production (2<sup>ème</sup> partie) **sont indépendants** et peuvent être traités dans l'ordre choisi par le candidat.

1-1	<b>Préparation de la matière destinée à l'extrusion.</b>	5pts
	A partir des données du dossier technique, compléter l'organigramme de préparation de la matière d'œuvre destinée à l'extrusion. Préciser actions réalisées à chaque étape du process.	



1-2	<b>Broyage.</b>	1pt
	Pour éviter d'être endommagés par des corps durs, certains broyeurs disposent d'une sécurité permettant leur écartement si nécessaire. Schématiser ci-dessous un de ces systèmes.	



1-3	<b>Extrusion.</b>	2pts
	Quel est l'intérêt de réaliser l'extrusion sous vide à la vapeur ?	

.....  
 .....

1-4	<b>Séchage.</b>	
-----	-----------------	--

1-4-1	Dans le tableau ci-dessous, préciser et justifier les caractéristiques de l'air utilisé en séchage et les conséquences pour le produit (pas de valeur numérique).	3pts
-------	---	------

Zone du séchoir		Variation de la température de l'air	Variation de l'humidité de l'air	Conséquences pour le produit	Conséquences pour le séchage du produit
Zone d'entrée		☒ Augmente	Nulle (saturation)	. Elévation de la température du produit	Pas de séchage
Zone de séchage	Début	.....	.....	..... ..... .....	..... ..... .....
	Fin	.....	.....	..... ..... .....	..... ..... .....
Zone de sortie des produits		.....	.....	..... .....	.....

1-4-2	Quel est l'intérêt de connaître les mases de produits verts entrant dans le séchoir ?	0,5pt
-------	---	-------

.....

1-4-3	Enoncer les caractéristiques de la matière d'œuvre et du produit qui influent sur la vitesse de séchage.	1,5pt
-------	--	-------

Caractéristiques de la matière d'œuvre	Caractéristiques du produit
✍ - ..... - ..... - .....	- ..... - ..... - ..... - .....

1-5	<b>Cuisson.</b>	
-----	-----------------	--

1-5-1	Expliquer comment s'effectuent les échanges de chaleur entre l'air ou les fumées et le produit à partir de leur sens de circulation dans le four.	2pts
-------	---	------

✍ .....

.....

.....

.....

.....

1-5-2	La cuisson est réalisée en four Casing. Citer trois avantages de cette technologie par rapport à un four traditionnel maçonné.	1,5pts
-------	---	--------

✍ ★ .....

★ .....

★ .....

1-5-3	Dans le cas d'une étanchéité réalisée à joint d'eau entre le tablier du wagon et les parois du four, comment appelle t-on ce type de four ?	0,5pt
-------	---	-------

✍ .....

1-5-4	<p>Les différentes zones traversées par le produit dans le four sont celles d'un four tunnel classique.</p> <p>Nommer ces zones et préciser pour chacune d'elles le rôle rempli ainsi que son équipement spécifique (pas de valeur numérique)</p>	3pts
-------	---	------

	Nom de la zone	Rôle	Equipements spécifiques
Zone 1	 Pré four	Permet de chauffer rapidement la pièce au voisinage de 100°C afin d'éliminer l'humidité résiduelle.	Sas à l'entrée du pré four pour éviter toute perturbation dans la circulation de l'air et des fumées.
Zone 2	<p>.....</p> <p>.....</p>	<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>	<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
Zone 3	<p>.....</p> <p>.....</p>	<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>	<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
Zone 4	<p>.....</p> <p>.....</p>	<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>	<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>

# DOSSIER : QUESTIONS/REPONSES

## DEUXIEME PARTIE : Organisation d'une production (20 points)

*Vous répondrez directement sur les documents du dossier questions/réponses contenant le questionnaire d'organisation de production (DR OdP 1/3 à DR OdP 3/3).*

*Temps conseillé : 1 h 20 min.*

### Remarques importantes :

- **Tous** les documents réponses (DR OdP 1/3 à DR OdP 3/3) sont à joindre, même non renseignés, à la copie de composition.
- **Les dossiers questionnaire et réponses** de technologie générale (1<sup>ère</sup> partie) et d'organisation d'une production (2<sup>ème</sup> partie) **sont indépendants** et peuvent être traités dans l'ordre choisi par le candidat.

IQE50P

IQE50P

2-1	<b>Calcul de la masse sèche et verte d'une brique GFR R20 Th+</b>	<b>/ 2 pts</b>
	A l'aide du document DT2/4, et du tableau ci-dessous, calculez les masses sèche et verte des pièces GFR R20 Th+. Complétez le tableau ci-dessous (les calculs doivent apparaître).	

Code produit	Masse cuite	Masse sèche	Masse verte sortie de filière
GFR R20 Th +	20 kg		

.....

.....

.....

.....

.....

2-2	<b>Masse de produits verts mis au séchage</b>	<b>/ 2 pts</b>
	La teneur en humidité de la matière d'œuvre varie dans une certaine limite. A partir des documents DT2/4, DT3/4 et en prenant 29,5 kg comme masse verte moyenne d'une brique GFR R20 Th+, vérifiez et justifiez si la masse à sécher sur un châssis est compatible avec celle annoncée.	

Compatible (rayez la mention inutile)	OUI	NON
---------------------------------------	-----	-----

.....

.....

.....

.....

.....

2-3	<b>Débit du râpeur</b>	<b>/ 2 pts</b>
	Pour optimiser la quantité de matière nécessaire à l'extrusion en débit maxi, vous devez modifier le débit du râpeur (DT3/4 et DT4/4). Donnez la valeur du débit que vous préconisez (justification par calculs).	

.....

.....

.....

.....

<b>2-4</b>	<b>Vitesse de déplacement d'un châssis de séchage</b>	<b>/ 2 pts</b>
	Calculez en m/min la vitesse de déplacement d'un châssis pour traverser un tunnel de séchage (voir DT3/4 et DT4/4).	

.....

.....

.....

.....

.....

.....

<b>2-5</b>	<b>Temps de fonctionnement de l'extrudeuse par jour</b>	<b>/ 2 pts</b>
	Les séchoirs étant alimentés en continu, déterminez le temps de fonctionnement maxi par jour de l'extrudeuse si on ne veut pas d'excédents de produits verts à sécher (arrondir à la minute entière supérieure). Prendre la charge maxi d'une claie ; Voir DT3/4 et DT4/4.	

.....

.....

.....

.....

<b>2-6</b>	<b>Choix des broyeurs à barres</b>	<b>/ 4 pts</b>
	La fosse de stockage est remplie et vidée par moitié pour optimiser la qualité de la « terre » en extrusion. En vous aidant des documents DT2/4, DT3 /4 et DT4/4, déterminez la référence des broyeurs à barres que vous choisissez pour remplir cette condition. Votre réponse est justifiée par des calculs.	

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2-7	<b>Four de cuisson.</b>	<b>/ 3 pts</b>
	<p>L'entrée et la sortie d'un wagon dans les sas se fait à la vitesse moyenne de 0,6 m/min.</p> <p>La vitesse moyenne d'avancement des wagons dans le four lors de la cuisson est de 0,12m/min.</p> <p>En vous aidant des documents DT2/4, DT3 /4 et DT4/4, calculez :</p> <p>a) le temps nécessaire à un wagon pour franchir le sas d'entrée.</p> <p>b) le temps (appelé « poussée ») entre chaque nouvelle entrée de wagon.</p>	

.....

.....

.....

.....

.....

2-8	<b>Stock tampon.</b>	<b>/ 3 pts</b>
	<p>A partir du DT 1 / 4 ; préciser :</p> <p>a ) jour et heure de fin d'extrusion</p> <p>b ) jour et heure de reprise du dépilage des produits cuits</p> <p>c ) En déduire la durée de cuisson sans dépilage</p> <p>d ) En prenant une périodicité de poussée de 25 minutes, calculez le nombre de wagons qui sont en attente de dépilage (arrondir au wagon supérieur).</p>	-

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....