

Avis Technique 16/04-465

Mur de façade

Caractéristiques environnementales
et sanitaires examinées par le
Comité Environnement et Santé de
l'Avis Technique (CESAT)

Ne peuvent se prévaloir du présent
Avis Technique que les productions
certifiées, marque CSTBat, dont la
liste à jour est consultable sur Inter-
net à l'adresse :

www.cstb.fr

rubrique :

Produits de la Construction
Certification

Briques spéciales pour la maçonnerie

Porotherm R

Titulaire : WIENERBERGER SAS
8 rue du Canal
Achenheim
F-67087 STRASBOURG CEDEX 2
Tél. : 03 90 64 64 64
Fax : 03 90 64 64 61
Internet : www.porotherm.fr

Commission chargée de formuler des Avis Techniques
(arrêté du 2 décembre 1969)

Groupe Spécialisé n° 16

Produits et procédés spéciaux pour la maçonnerie

Vu pour enregistrement le 25 janvier 2005



Secrétariat de la commission des Avis Techniques CSTB, 4, avenue du Recteur-Poincaré, F-75782 Paris Cedex 16
Tél. : 01 40 50 28 28 - Fax : 01 45 25 61 51 - Internet : www.cstb.fr

Le Groupe Spécialisé n° 16 de la Commission chargée de formuler les Avis Techniques a examiné le 26 janvier 2004, le procédé de mur de maçonnerie en briques perforées POROTHERM R présenté par la Société WIENERBERGER. Il a formulé, sur ce procédé, l'Avis Technique ci-après. Cet Avis a été formulé pour les utilisations en France Européenne. Cet Avis ne vaut que pour les fabrications bénéficiant d'un Certificat de qualification CSTBat délivré par le CSTB et attaché à cet Avis.

1. Définition succincte

1.1 Description succincte

Procédé de réalisation de murs en maçonnerie en blocs de terre cuite allégée montés à joints minces de mortier-colle. Les joints verticaux à emboîtement permettent un assemblage à sec, mais sont munis d'une poche pouvant être éventuellement remplie de mortier, notamment pour l'utilisation du procédé en zone sismique.

REVETEMENTS

Extérieur :

Enduit traditionnel réalisé conformément au DTU 26.1 ou enduit d'imperméabilisation monocouche bénéficiant d'un certificat CSTBat autorisant l'application sur supports de type A ou B.

Intérieur :

Tout type d'enduit compatible avec le support terre cuite (enduits à base de liants hydrauliques ou enduits plâtre), plaques de plâtre collées.

1.2 Identification des produits

Les produits sont marqués en continu par une roulette réalisant une impression en creux en sortie de filière ; le marquage comporte le libellé WIENERBERGER, le nom de l'usine de production et la date de production, ainsi que le marquage correspondant à la certification CSTBat : logo CSTBat et numéro du certificat. Les housses de palette comportent la dénomination POROTHERM R.

2. AVIS

2.1 Domaine d'emploi accepté

Les conditions d'exposition acceptées sont celles prévues pour les murs de type I au chapitre 4 de la partie 3 de la norme P 10-202 référence DTU 20.1 "Guide pour le choix des types de murs de façade en fonction du site".

2.2 Appréciation sur le procédé

2.2.1 Satisfaction aux lois et règlements en vigueur et autres qualités d'aptitude à l'emploi.

STABILITE

Elle est normalement assurée dans le domaine d'emploi accepté, moyennant le respect des règles habituelles en matière de conception, calcul et mise en oeuvre des maçonneries de blocs perforés traditionnels en terre cuite.

CONSTRUCTION EN ZONE SISMIQUE

Les prescriptions à appliquer pour la construction en zone sismique sont celles définies dans le Cahier des Prescriptions Techniques, paragraphe 2.34.

SECURITE INCENDIE

Compte tenu de la nature incombustible des matériaux constitutifs des blocs et du mortier des joints, le procédé ne pose pas de problème particulier du point de vue de leur réaction au feu.

Les résultats d'essais de résistance au feu réalisés au CTICM sur une maçonnerie POROTHERM R non porteuse ont permis d'établir un classement de durée pare-flammes de 6 heures et de durée coupe-feu de 2 heures. Ces performances ne valent que pour des murs de 3,30 mètres de hauteur maximale.

Il est à noter que les essais ayant permis d'obtenir ces classements ont été effectués selon une méthode enveloppant les exigences françaises (arrêté du 3 août 1999) et européennes.

PREVENTION DES ACCIDENTS LORS DE LA MISE EN OEUVRE ET DE L'ENTRETIEN

De ce point de vue, le procédé ne se distingue pas des maçonneries traditionnelles de petits éléments.

ISOLATION THERMIQUE

Les murs de façade en maçonnerie POROTHERM R appartiennent à la famille des procédés à isolation thermique répartie. Le procédé peut permettre de satisfaire aux exigences réglementaires étant entendu que le coefficient volumique de déperditions thermiques ne dépend pas du seul procédé et qu'une vérification par le calcul, conduite conformément aux règles Th-U doit être conduite dans chaque cas.

Par décision n° 57 du Comité Thermique de l'Avis Technique réuni le 9 mars 2004, les valeurs de la résistance thermique R et du coefficient Up du mur en partie courante, à prendre en compte dans les calculs, sont données dans le tableau suivant :

Joints verticaux	résistance thermique R du mur non enduit en (m ² .K)/W	coefficient Up du mur enduit 2 faces en W/(m ² .K)
Remplis	2,46	0,38
Non remplis	2,53	0,37

Il est rappelé que ces résultats ne valent que

- pour les produits fabriqués à l'usine de Betschdorf, bénéficiant d'un certificat CSTBat,
- pour un montage à joints horizontaux minces de mortier-colle,
- sous réserve d'autocontrôles réguliers de la masse volumique sèche du matériau constitutif (masse volumique nominale sèche du tesson : 1425 kg/m³ ± 100 kg/m³), des caractéristiques dimensionnelles des blocs et de la composition de la terre cuite et des contrôles internes tels que définis dans le Règlement Particulier de la marque NF – Briques creuses de terre cuite,
- sous réserve d'un suivi, complété par des prélèvements semestriels en vue de la mesure de conductivité sèche de la terre cuite, exercé dans le cadre de la certification CSTBat, à la demande du Comité Thermique de l'Avis Technique (CTAT).

Des valeurs de coefficients linéiques à la liaison entre murs extérieurs et plancher bas sont également données dans le tableau ci-joint à titre d'exemples pour faciliter les calculs de déperditions.

Retour d'isolant en bordure de chape	Plancher bas dormant sur	
	L'extérieur ou sur vide sanitaire	Terre plein
OUI	0.08	0.04
NON	0.11	0.07

ISOLEMENT ACOUSTIQUE

En l'absence d'essais, il ne peut être formulé d'appréciation précise sur l'isolement acoustique contre les bruits de l'espace extérieur ; on estime toutefois que les performances du procédé ne devraient pas s'écarter de celles obtenues avec des maçonneries traditionnelles de blocs perforés de terre cuite à isolation répartie.

Le mur POROTHERM R ne peut pas être utilisé seul en mur séparatif de logements.

ETANCHEITE DES MURS EXTERIEURS

L'étanchéité à l'eau des murs de façade est convenablement assurée, moyennant le respect des conditions d'exposition définies à l'article 4.2 de la partie 3 de la norme P 10-202 référence DTU 20.1.

RISQUES DE CONDENSATION SUPERFICIELLE

Du fait du mode d'isolation répartie qui caractérise ce mur et des possibilités de correction efficace des ponts thermiques qu'il permet, les risques de condensation superficielle sont normalement éliminés.

CONFORT D'ETE

Pour la détermination de la classe d'inertie thermique quotidienne des bâtiments, qui constitue un facteur important du confort d'été, les murs extérieurs de ce procédé appartiennent à la catégorie des parois lourdes à isolation répartie. Leur inertie est déterminée au moyen des règles TH-I.

FINITIONS - ASPECTS

Les finitions prévues sont celles, classiques, pour les parois en terre cuite. L'homogénéité du support d'enduit apportée par un montage à joints minces est certainement favorable à l'homogénéité d'aspect et de teinte de l'enduit de parement.

CARACTERISTIQUES ENVIRONNEMENTALES ET SANITAIRES

Par décision n° 5 du Comité Environnement et Santé de l'Avis Technique (CESAT) consulté le 18 décembre 2003, les caractéristiques environnementales et sanitaires suivantes des systèmes visés par le présent Avis Technique ont été validées :

- déclaration environnementale conforme à la norme XP P 01-010 et synthétisée dans le tableau des impacts environnementaux présenté au chapitre 2.5 du dossier technique établi par le demandeur.
La vérification de l'application du cadre méthodologique de la norme XP P 01-010 a porté notamment sur la cohérence du choix de l'unité fonctionnelle, de la durée de vie typique, des étapes du cycle de vie et des scénarios retenus, sur la représentativité de l'étude et les frontières du système. Elle ne concerne pas la véracité des informations qui sont fournies sous la responsabilité du demandeur.
- Classification C+ (très faibles émissions chimiques) pour le produit mis en œuvre dans un scénario d'utilisation « murs » objet du présent Avis Technique.
- Classification F (produit inerte vis-à-vis de la croissance fongique).
- Classification R+ (très faibles émissions radioactives) pour le produit mis en œuvre dans un scénario d'utilisation « murs » objet du présent Avis Technique.

2.2 Durabilité

La terre cuite constitutive des éléments ne pose pas de problème de durabilité intrinsèque dans la mesure où les spécifications définies dans le Dossier Technique sont satisfaites. Compte tenu de ce que les matériaux associés à la terre cuite dans le mur fini sont également des matériaux minéraux, la durabilité d'ensemble des murs est équivalente à celle des murs traditionnels homogènes constitués de ce même type de matériaux.

2.2.3 Fabrication

Bien que la pâte argileuse contienne des inclusions de matériaux fusibles devant être dosées et réparties avec soin, la fabrication des blocs et accessoires POROTHERM R ne diffère pas dans son principe de celle, classique, des blocs perforés traditionnels de terre cuite.

D'autre part, une chaîne de rectification de chaque face horizontale des produits à l'aide de disques diamantés permet d'obtenir aisément la précision dimensionnelle en hauteur demandée.

La fabrication fait l'objet d'un autocontrôle suivi par le CSTB et le CTTB dans le cadre de la procédure des certificats CSTBat.

Les produits bénéficiant d'une telle certification sont repérables par la présence du logotype de la marque CSTBat suivi du numéro de marquage imprimé par les roulettes.

2.2.4 Mise en oeuvre

L'assemblage des blocs à joints minces diffère de la mise en œuvre traditionnelle par hourdage des produits traditionnels de même type. La mise en œuvre ne devrait pas poser de problème particulier moyennant l'application des méthodes décrites dans le Dossier Technique et l'utilisation des accessoires associés au système (platinas de pose, rouleau applicateur). La réalisation des assises dont la planéité conditionne directement la qualité de réalisation des murs requiert un soin particulier.

L'attention est par ailleurs attirée sur le fait que, compte tenu de l'épaisseur réduite du joint de mortier-colle et de la relative porosité du support, la longueur maximale d'encollage ne doit pas être trop importante de manière à éviter des dessiccations prématurées du mortier-colle, qui seraient préjudiciables à la bonne tenue du collage.

Il est noté que la relative facilité de découpe du produit par sciage constitue un facteur favorable à la réduction des temps de montage des blocs POROTHERM R.

Le titulaire de cet Avis Technique est tenu d'apporter son assistance technique aux entreprises désireuses de mettre en œuvre ce procédé, notamment au démarrage des chantiers.

2.3 Cahier des Prescriptions Techniques

2.3.1 Prescriptions de conception

Les contraintes admissibles dans les parois porteuses sous l'effet des charges verticales doivent être calculées, conformément au DTU 20.1 chapitre 4 de la partie 2 : « Règles de calcul et dispositions constructives minimales », en appliquant à la résistance nominale des blocs le coefficient global de réduction défini dans ce document, soit 7 en chargement centré et 9 en chargement excentré.

Dans le cas où la largeur d'appui a du plancher est inférieure aux $2/3$ de l'épaisseur e du mur, ce coefficient global de réduction est pris égal à $\frac{6e}{a}$.

Pour les maçonneries de refend constituées d'éléments de 15 et 20 cm d'épaisseur et comportant des alvéoles rectangulaires, ce coefficient est donné dans le tableau ci-après :

	hauteur du mur (m)			
	2.50	3.00	3.50	4.00
mur de 15	6.5	6.9	7.3	7.8
mur de 20	6.2	6.6	7.0	7.5

Du fait de la nécessité de disposer d'un nombre entier de rangées sur chaque hauteur d'ouvrage (mur, allège, ...), et du fait de l'impossibilité de jouer sur l'épaisseur des joints aux fins de rattrapage, un calepinage préalable en hauteur des ouvrages est indispensable.

Un calepinage des ouvrages en longueur et pour le positionnement des baies est en outre nécessaire pour limiter le nombre de coupes au minimum.

2.3.2 Prescriptions de fabrication

Les caractéristiques des blocs POROTHERM R doivent satisfaire aux spécifications de la norme NF XP 13-305 en ce qui concerne l'aspect, les dimensions, l'état de surface, les éclatements, la dilatation conventionnelle à l'humidité, l'absorption d'eau, et les tolérances dimensionnelles sur la hauteur, les prescriptions relevant de la catégorie M (briques et blocs pour mise en œuvre à joints minces). Les altérations provoquées par les essais de résistance au gel définis dans la norme ci-dessus ne doivent en outre pas entraîner de perte de masse supérieure à 1,1% de la masse initiale de chaque produit.

De plus, la résistance à l'écrasement, rapportée à la section brute, doit répondre aux conditions suivantes :

Résistance minimale > 6,4 MPa ;

Résistance moyenne > 8 MPa.

Les produits doivent faire l'objet d'un autocontrôle suivi par le CSTB et le CTTB, présentant des garanties équivalentes à celles attachées à la licence d'apposition de la marque NF "Briques creuses de terre cuite".

2.3.3 Prescriptions de mise en oeuvre

Il est rappelé que l'application du mortier-colle, choisi exclusivement parmi ceux indiqués au Dossier Technique, doit être effectuée à l'aide du rouleau spécialement prévu à cet effet de manière à assurer un calibrage aussi régulier que possible de la couche de mortier. La pose est proscrite sur supports gelés ou gorgés d'eau.

La technique nécessitant de poser le premier rang sur une assise bien plane et de niveau, le planéité et l'horizontalité sont à vérifier sur la périphérie de l'ouvrage (ou sur une partie de l'ouvrage délimitée par des joints de fractionnement) au moyens d'instruments dont la précision de mesure est compatible avec celle de l'ouvrage à réaliser.

2.3.4 Utilisation en zones sismiques

Le procédé peut être utilisé pour la réalisation d'éléments structuraux principaux de bâtiments en zones de sismicités Ia, Ib et II moyennant l'une ou l'autre des dispositions suivantes :

- l'application intégrale des prescriptions de la norme en vigueur NF P 06-013, dites « règles PS 92 » ;

- l'application de la norme NF P 06-014 (« Règles PS-MI 89 révisées 92 ») qui fournit dans le cas de petits bâtiments de forme simple définis dans cette norme, des dispositions constructives dont l'application assure le respect des règles PS 92 sans nécessité de vérification par calcul. Il est rappelé que les bâtiments visés par cette norme doivent être au maximum de type R + 1 + comble, de forme simple tant en plan qu'en élévation (décrochements à éviter) et contreventés par des murs répartis sur le pourtour des planchers.
- l'application des prescriptions de la norme NF P 06-013, hormis celle faisant obligation du remplissage des joints verticaux. Cette solution constructive nécessite en contrepartie le respect des prescriptions complémentaires suivantes :
 - limitation aux bâtiments réguliers au sens des règles PS92, et de type R+2 au plus ;
 - hauteur sous plancher haut inférieure à 2,75 m ;
 - respect du décalage des joints verticaux d'une rangée sur l'autre d'une demi-longueur de bloc ;
 - coefficient de comportement q de la maçonnerie pris égal à 2,5 ;
 - longueur des panneaux de contreventement supérieure ou égale à 2 m ;
 - longueur utile des panneaux de contreventement l_m limitée à 6 m ;
 - remplissage systématique des joints verticaux pour des trumeaux dont la longueur est inférieure à 1,20 m ;
 - la capacité résistante individuelle des panneaux de contreventement R, exprimée en kN, satisfaisant aux conditions ci-avant peut

être prise égale à $R = 250 \times \left(1 + \frac{l_m}{2}\right)$.

Conclusions

Appréciation globale

L'utilisation du procédé dans le domaine d'emploi proposé est appréciée favorablement

Validité

Jusqu'au 31 janvier 2007

Pour le Groupe Spécialisé n° 16
 Le Président
 E. DURAND

3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

Le procédé décrit dans le présent dossier appartient à la famille des murs à isolation répartie en blocs rectifiés de terre cuite montés à joints minces de mortier. Les dimensions de ces blocs ont été choisies de manière à leur conférer un poids unitaire inférieur à 20 kg. Les valeurs des coefficients globaux de réduction à appliquer pour le calcul des contraintes admissibles sous chargement vertical ont été validées par les résultats d'essais sur murets réalisés au CSTB.

Quant à la capacité résistante des panneaux de contreventement, elle a été évaluée selon les principes donnés dans la norme NF P 06 013 adaptés au montage à joints verticaux secs (cf. Cahier du CSTB n° 3199 de mars 2000), en assimilant l'ensemble formé par les panneaux et par les chaînages qui les encadrent à des systèmes triangulés dont les éléments diagonaux sont constitués par les bielles actives se mobilisant dans la maçonnerie.

La résistance en compression de ces bielles a elle-même été évaluée à partir des résultats d'essais en compression horizontale et verticale sur murets cités ci-dessus.

Le modèle de calcul utilisé ne prenant pas en compte les éventuels phénomènes d'endommagement prématuré par cisaillement/glisement le long des joints horizontaux, la pente des bielles est limitée à une valeur comprise entre 0.5 et 2.

Le Rapporteur du Groupe Spécialisé n°16
 Bernard BLACHE

Dossier Technique

établi par le demandeur

A. Description

1. Principe du procédé et domaine d'emploi

Le procédé POROTHERM R est un système de maçonnerie en blocs de terre cuite allégée assemblés par des joints horizontaux minces obtenus avec un mortier colle. Les joints verticaux à emboîtement permettent un assemblage totalement à sec ; ils comportent néanmoins une poche à mortier qui peut être éventuellement garnie notamment pour l'application du procédé en zones sismiques. Ce procédé est destiné à la réalisation de murs porteurs ou non porteurs pour tous les types de constructions courantes telles que maisons individuelles, bâtiments de logements en collectif, bâtiments pour bureaux, pour constructions scolaires, et tous types de bâtiments à usage commercial, industriel ou agricole.

2. Eléments constitutifs

2.1 Briques pour murs extérieurs

2.1.1 Structure générale

Les briques courantes POROTHERM R sont constituées d'une structure à alvéoles verticales de forme rectangulaire.

2.1.2 Briques courantes

Epaisseur (cm)	30
Longueur (cm)	37,3
Hauteur rectifiée (cm)	24,9
Masse (Kg)	19,8
Nombre de rangées d'alvéoles	25
Classe de résistance	B80

Ces briques d'épaisseur 30 cm sont destinées à réaliser des murs sans complément d'isolation thermique. La face verticale de jointolement de ces briques comporte des emboîtements latéraux et, dans son axe, une poche à mortier pouvant être remplie, notamment dans le cas de construction en zone sismique.

Ces briques sont également utilisables pour les murs de soubassement enterrés dans les conditions de conception et de mise en œuvre définies par le DTU 20-1.

2.1.3 Briques accessoires

2.1.3.1 poteaux :

Destinées à l'intégration des chaînages béton armé. Structure, classe de résistance et format identiques aux briques courantes. Ces briques comportent un évidement vertical de 14 cm ouvert.

2.1.3.2 briques de calepinage :

Destinées à compléter des briques de base dans la longueur du mur, l'utilisation de ces produits permet d'éviter les découpes dans la mesure où leur longueur (25 cm) permet de retrouver un pas de maçonnerie habituel pour des pans de murs variés.

Format (Lxhxép) : 25 x 24,9 x 30

2.1.4 Briques feuillure et tableau ébrasement

Destinées à la réalisation des tableaux de baie.

Structure et classe de résistance identiques aux briques courantes.

Caractéristiques :

Epaisseur (cm)		30
Brique feuillure	Longueur hors tout (cm)	30
	Longueur sur feuillure (cm)	19
Brique demi-feuillure	Longueur hors tout (cm)	12,5
	Longueur sur feuillure (cm)	6,5
Brique ébrasement	Longueur hors tout (cm) plusieurs feuillures	25
½ ébrasement	Longueur hors tout (cm) plusieurs feuillures	12,5
Hauteur rectifiée (cm)		24,9

2.1.5 Briques complémentaires et demi-hauteur

La gamme des briques ci-dessus est également produite en briques de demi hauteur (12 cm) et complémentaire de 19 cm de hauteur pouvant se maçonner à joints minces au dernier rang supérieur du mur.

2.2 Briques pour murs de refends et cloisons

Structure à alvéoles verticales.

Classe de résistance B 120 selon norme NF XP 13-305.

Caractéristiques des briques courantes :

Epaisseur (cm)	20	22	17,5	15	11,5
Longueur (cm)	50	50	50	50	50
Hauteur rectifiée (cm)	24,9	24,9	24,9	24,9	24,9
Masse (kg)	20,0	20	17,5	15,0	11,6

La gamme comprend également des briques de demi-hauteur.

Briques particulières :

Pour les briques de 22 cm, 20 cm et 15 cm d'épaisseur il existe également une brique poteau comportant un évidement pour la confection des chaînages verticaux et une brique de forme U pour la réalisation des chaînages horizontaux.

2.3 Briques d'about pour correction de ponts thermiques

Pour le coffrage des rives de plancher le procédé comprend également des briques d'about de hauteurs adaptées aux épaisseurs courantes des planchers. L'épaisseur de ces briques est de 8 ou 10 cm. Un isolant rapporté côté extérieur (PSE 40 mm mini) permet de diminuer le pont thermique façade-plancher.

2.4 Mortiers pour joints minces

Les mortiers-colles utilisés pour l'exécution des joints horizontaux sont des mortiers industriels en poudre prête à gâcher.

Les mortiers-colles utilisables ont fait l'objet d'essais de convenance sur leur aptitude d'emploi pour ce qui concerne la résistance de la maçonnerie et les conditions de mise en oeuvre.

Les caractéristiques des mortiers colles retenus sont données dans le tableau suivant :

PRODUCTEUR	LAFARGE LANKO	QUICK-MIX	DESVRES
PRESENTATION	Poudre - grise - blanche - rouge	Poudre - rouge	Poudre - grise - rouge
DENSITE APPARENTE	1,25 ± 0,1	1,39 (*)	1,22
PH	13	Non déterminé	
CONSTITUANTS	- Liants hydrauliques - Charges minérales - Adjuvants	- Liants hydrauliques - Charges minérales - Adjuvant	- Liants hydrauliques - Charges minérales - Adjuvant
TAUX DE GACHAGE %	32	36	
Temps de vie en auge (Minutes)	90 ± 30	≥ 240	
Temps d'ajustabilité (Minutes)	5 à 20	30	

2.5 Caractéristiques environnementales

Les caractéristiques environnementales du système sont synthétisées par le tableau d'impacts environnementaux, extrait de la fiche de déclaration environnementale collective du produit conforme à la norme XP 01-010 : « Fiche de communication environnementale

sur les produits de construction, Monomur 30 rectifié en terre cuite, août 2003 ».

Unité Fonctionnelle (UF) : Assurer la fonction de mur porteur (structure et clos) sur 1 m² de paroi et une isolation thermique (résistance thermique additive de 2.3 m²xK/W) pendant une année.

Durée de Vie Totale (DVT) : 100 ans

Impact environnemental	Unité	Valeur ou commentaire
Consommation de ressources énergétiques (total)	MJ /UF	8.26
Consommation d'énergie renouvelable	MJ /UF	2.23
Consommation d'énergie non renouvelable	MJ /UF	6.03
Consommation de ressources non énergétiques	kg / UF	2.58
Consommation d'eau	litre /UF	1.05
Déchets valorisés	kg / UF	0.026
Déchets éliminés	kg / UF	
Déchets Industriels Spéciaux (DIS)		0.00117
Déchets Industriels Banals (DIB)		0.00196
Déchets Inertes		2.47
Déchets radioactifs (*)		0.0000347
Changement climatique	kg équivalent CO ₂ / UF	0.54
Acidification atmosphérique	kg équivalent SO ₂ / UF	0.00302
Pollution de l'air	m ³ / UF	148.35
Pollution de l'eau	m ³ / UF	33.53
Pollution des sols		
Destruction de la couche d'ozone stratosphérique	kg équivalent CFC 11 / UF	0
Formation d'ozone photochimique	kg équivalent éthylène / UF	0.0005
Atteinte à la biodiversité	Les carrières d'argile, étant à ciel ouvert, provoquent une modification provisoire du paysage. Néanmoins, elles sont réaménagées au fur et à mesure de l'exploitation.	

(*) dus à la production française d'électricité

3. Fabrication - contrôles

3.1 Schéma général de la production

Dosage volumétrique des matières premières.

Broyage des matières premières. (Granulométrie ≤ 1 mm)

Pré-humidification et homogénéisation des terres. Obtention de mottes compactes à humidité constante.

Humidification à la vapeur, filage et coupage. Obtention des briques semi-finies.

Séchage avant cuisson par ventilation régulée en température et humidité.

Cuisson selon un cycle régulé automatiquement avec la température du palier de cuisson.

Rectification permettant le calibrage de la hauteur des briques avec une tolérance de ± 0,5 mm.

Conditionnement des produits par palettisation et housage.

3.2 Marquage

Les produits sont marqués en continu par une molette réalisant une impression en creux en sortie de filière. Le marquage réalisé comporte le libellé WIENERBERGER, le nom de l'usine de production, la date de production, le nom du procédé, le logo CSTBat et le numéro de Certificat.

3.3 Contrôles

3.31 Contrôles de fabrication

Contrôle quotidien des dosages.

Contrôle bihebdomadaire des cylindres de broyage.

Séchage des briques avant cuisson : la température et le taux d'humidité sont enregistrés par des sondes couplées à un automate de régulation.

Le cycle de température le long du four de cuisson est enregistré par des sondes couplées à des automates de régulation.

La rectification de hauteur est régulée en permanence par un automate qui réagit à partir d'une détection en sortie des produits et sous surveillance permanente d'un opérateur.

3.32 Contrôle sur produits

Contrôles quotidiens de la densité apparente et de la géométrie sur les divers formats de produits.

Essais et contrôles de conformité dans le cadre de la norme NF portant sur les caractéristiques suivantes :

- Dimensions,
- Aspect,
- Absorption d'eau,
- Résistance à l'écrasement,
- Dilatation à l'eau bouillante.

4. Mise en oeuvre

4.1 Pose des briques POROTHERM R

4.1.1 La pose est facilitée par l'utilisation de trous de préhension ergonomiques qui se trouvent dans l'axe de la poche à mortier permettant une préhension jusqu'à la pose et au serrage des produits les uns aux autres.

4.1.2 Outillage

Outre l'outillage traditionnel du maçon (règle, niveau, maillet caoutchouc...), la mise en oeuvre du procédé POROTHERM R nécessite l'utilisation d'un outillage complémentaire adapté comprenant :

- Des platines de pose métalliques pour le réglage du premier lit de mortier traditionnel.
- Un mélangeur rotatif monté sur une perceuse pour gâchage du mortier-colle.
- Un rouleau applicateur pour la pose précise et régulière du mortier-colle. Le rouleau comprend un réservoir distributeur de 4 litres.

4.1.3 Principe général de pose des briques

La Société Wienerberger apporte une assistance et une formation adaptée aux entreprises qui découvrent le procédé.

L'assise du premier rang de briques est réalisée sur un lit de mortier traditionnel conformément au DTU 20-1.

Après étalement du mortier celui-ci est parfaitement réglé de niveau avec une règle prenant appui sur les guides des platines de réglage.

Le maçon procède ensuite à la pose du premier rang en réglant l'alignement des briques et leur niveau dans les 2 directions à l'aide d'un niveau et d'un maillet en caoutchouc.

Ensuite les autres rangs sont posés au mortier colle.

Le gâchage du mortier-colle est réalisé à l'aide du mélangeur électrique de manière à obtenir une consistance fluide.

Le mortier colle est ensuite déposé sur les briques avec le rouleau applicateur spécial. Une poignée amovible permet de doser le débit de sortie du mortier. La présence de petites cerces sur le rouleau permet de déposer un joint continu et régulier en épaisseur.

La conception de ce rouleau fait l'objet du brevet européen n° DE 43 34 096 C2.

4.2 Réalisation des chaînages verticaux

Les briques piliers disposées alternativement dans un sens et dans l'autre permettent le harpage des briques tout en ménageant un vide de 14 x 14 pour la mise en oeuvre des chaînages conformément au DTU 20-1, ou conformément aux normes NF P 06-013 et NF P 06-014 pour les constructions en zones sismiques.

4.3 Réalisation des chaînages horizontaux

Au niveau des planchers les chaînages sont coffrés du côté extérieur par des briques d'about de dalles de 8 ou 10 cm d'épaisseur ou par des briques linteaux chaînages, de hauteurs adaptées aux planchers courants et montés à joints minces si possible : plancher de 16, 20 et 25. Une isolation complémentaire est interposée entre la brique d'about et le chaînage (*voir coupe verticale sur baie*).

4.4 Réalisation des tableaux de baies

Les tableaux de baies sont obtenus en utilisant successivement d'un rang à l'autre une brique ébrasement ou feuillure et la demi-brique associée, ce qui permet de respecter l'appareillage parfaitement.

4.5 Réalisation des linteaux

Les linteaux sont mis en oeuvre à partir de prélindeaux de terre cuite, associés à une rehausse en briques pleines ou perforées de format 9, 12 et 20 x 25 x 6,5 cm.

Dans le cas de baies avec coffre pour volet roulant le linteau est mis en oeuvre au dessus du coffre. Il est constitué du côté extérieur par un prélindeau et du côté appui du plancher par un linteau chaînage en béton armé.

Dans les autres cas, l'utilisation des U en linteau permettra la réalisation d'une petite poutre confinée de section de béton 18 x 18 armée suivant les règles du BAEL 91.

4.6 Jonction entre mur de façade et mur de refend

Le mur de refend est soit harpé traditionnellement conformément au DTU, soit arrêté simplement contre le parement du mur de façade sans harpage entre les briques des deux murs.

La liaison mécanique entre façade et mur de refend est alors obtenue en établissant un chaînage vertical à proximité de l'about du mur de refend et un autre dans le mur de façade au droit du mur de refend. Ces deux chaînages sont liés entre eux par les chaînages horizontaux en pied et en tête du niveau.

4.7 Dispositions parasismiques

Le procédé POROTHERM R permet soit la mise en oeuvre des dispositions parasismiques conformément aux normes NF P 06-013 et NF P 06-014 en jointoyant verticalement les briques par remplissage de la poche à mortier prévue à cet effet dans l'axe du mur, soit de déroger à ces règles en optant pour un montage à joints verticaux secs.

Les chaînages et les renforts autour des portes et des baies sont établis en utilisant les briques poteau. Les renforts en appui de baie sont mis en oeuvre dans le lit de mortier isolant réalisé pour la pose de l'appui s'il est préfabriqué ou directement dans l'appui s'il est coulé in situ. La conception des prélindeaux permet de disposer les armatures de renfort dans le joint de mortier traditionnel servant d'assise à la rehausse en maçonnerie.

4.8 Enduits

4.8.1 Revêtements extérieurs

Un revêtement extérieur est obligatoire pour les murs extérieurs à simple paroi.

Les enduits applicables sur cette maçonnerie sont :

- Les enduits traditionnels classiques pour les supports en terre cuite, conformément au DTU 26-1
- Les enduits non traditionnels, enduits d'imperméabilité qui doivent bénéficier d'un certificat CSTBat autorisant l'application sur supports de type A (MERUC : M3) ou de type B.

4.8.2 Enduits intérieurs

Enduits traditionnels à base de liants hydrauliques, enduits plâtre, plaques de plâtre collées, ou enduits non traditionnels bénéficiant d'un Avis Technique.

B. Résultats expérimentaux

1. Résultats d'essais mécaniques

(rapport d'essais du CSTB n° ES 553-03-0032 du 16 octobre 2003).

1.1 Essais de compression sur produits

Résultats d'essais en compression sur échantillon de 7 briques :

Valeur moyenne (MPa)	9,27
Valeur minimale (MPa)	8,66

1.2 Essais sur mortier-colle

Résultats d'essais moyens sont donnés dans le tableau ci-dessous :

Age	Masse volumique (kg/m ³)	Rt (MPa)	Rc (MPa)
7 jours	1617	4,85	18,65
28 jours	1556	5,64	21,02

1.3 Essais de compression sur murets de 1m²

	Nombre d'essais	Valeur minimale (MPa)	Valeur moyenne (MPa)
Compression verticale	4	3,04	3,23
Compression horizontale joints verticaux remplis	3	0,45	0,53
Compression horizontale joints verticaux non remplis	3	0,30	0,51

2. Résultats d'essais de résistance au feu

Un essai de résistance au feu a été réalisé au CTICM sur une cloison montée à joints verticaux secs et sans enduit.

Un procès verbal de classement a été établi sous le n° 03-E-242 avec les résultats suivants :

Degré pare-flamme : 6 heures

Degré coupe-feu : 2 heures.

3. Caractéristiques environnementales et sanitaires

CF Fiche de Communication environnementale du MONOMUR DE 30 (FFTB édition août 2003)

C. Références

Depuis 1992, plus de 10000 ouvrages ont été réalisés selon le principe du monomur en terre cuite montés à joints minces.

Le système POROTHERM R a été utilisé sur plusieurs chantiers test afin de valider ses qualités de mise en oeuvre.

Chantier Braun-Fumretz à F-67 Schweighouse par l'entreprise N. RIPP basée à Ohlungen (F-67)

Chantier à Seltz F-67 par l'entreprise Zumstein basée à Bühl.

Le procédé POROTHERM R a donné lieu en 2003 à une centaine de réalisations en France métropolitaine.

Tableaux et figures du Dossier Technique

ANNEXE

ANNEXE : PRELINTEAU TERRE CUITE BETON ARME

1 - MATERIAUX CONSTITUTIFS - GAMME DE PRODUCTION

- Eléments coffrants en terre cuite en longueur unitaire de 25 cm et de 6 cm de hauteur.

Quatre largeurs possibles : 9, 12, 15 et 20 cm

- Béton de remplissage et d'enrobage des armatures de classe B 25 ($f_c 28 \geq 25$ MPa)
- Armatures de béton armé haute adhérence de la classe Fe E 500 en diamètre 8 mm ou éventuellement 10 mm.
- Les prélinteaux sont produits en longueur de 1,00 m à 3,00 m de 25 cm en 25 cm.
- Définition des sections selon tableau 1 -.

2 - CONDITIONS GENERALES DE CALCUL

Les conditions de calcul des linteaux composites constitués des prélinteaux associés à une rehausse en maçonnerie prennent en compte les principes généraux de dimensionnement du béton armé conformément au BAEL et les principes spécifiques de vérification des maçonneries tels qu'ils sont proposés dans l'Eurocode EC6.

Les calculs de résistance à la flexion et au cisaillement sont réalisés à l'Etat Limite Ultime avec les coefficients de sécurité suivants :

- Pondération des charges : - Permanentes 1,35 - Exploitation 1,50

Valeur moyenne prise égale à 1,4 sur charge globale -

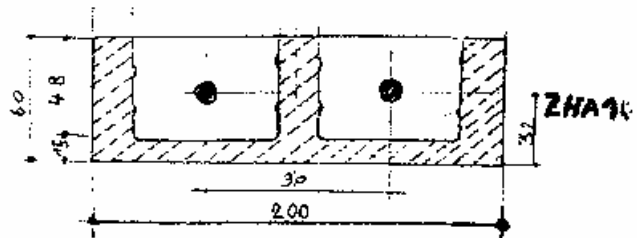
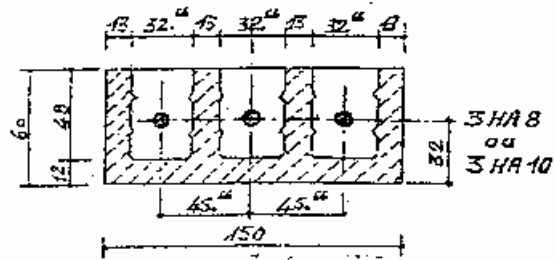
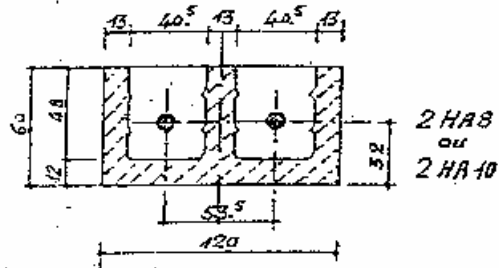
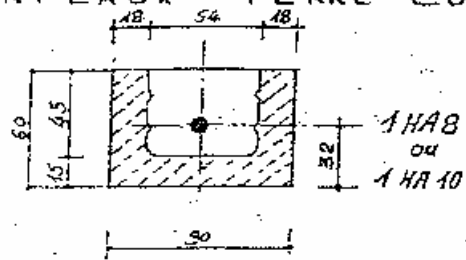
- Coefficient de sécurité sur l'acier : $\gamma_s = 1,15$
- Coefficient de sécurité sur les résistances caractéristiques de la maçonnerie :

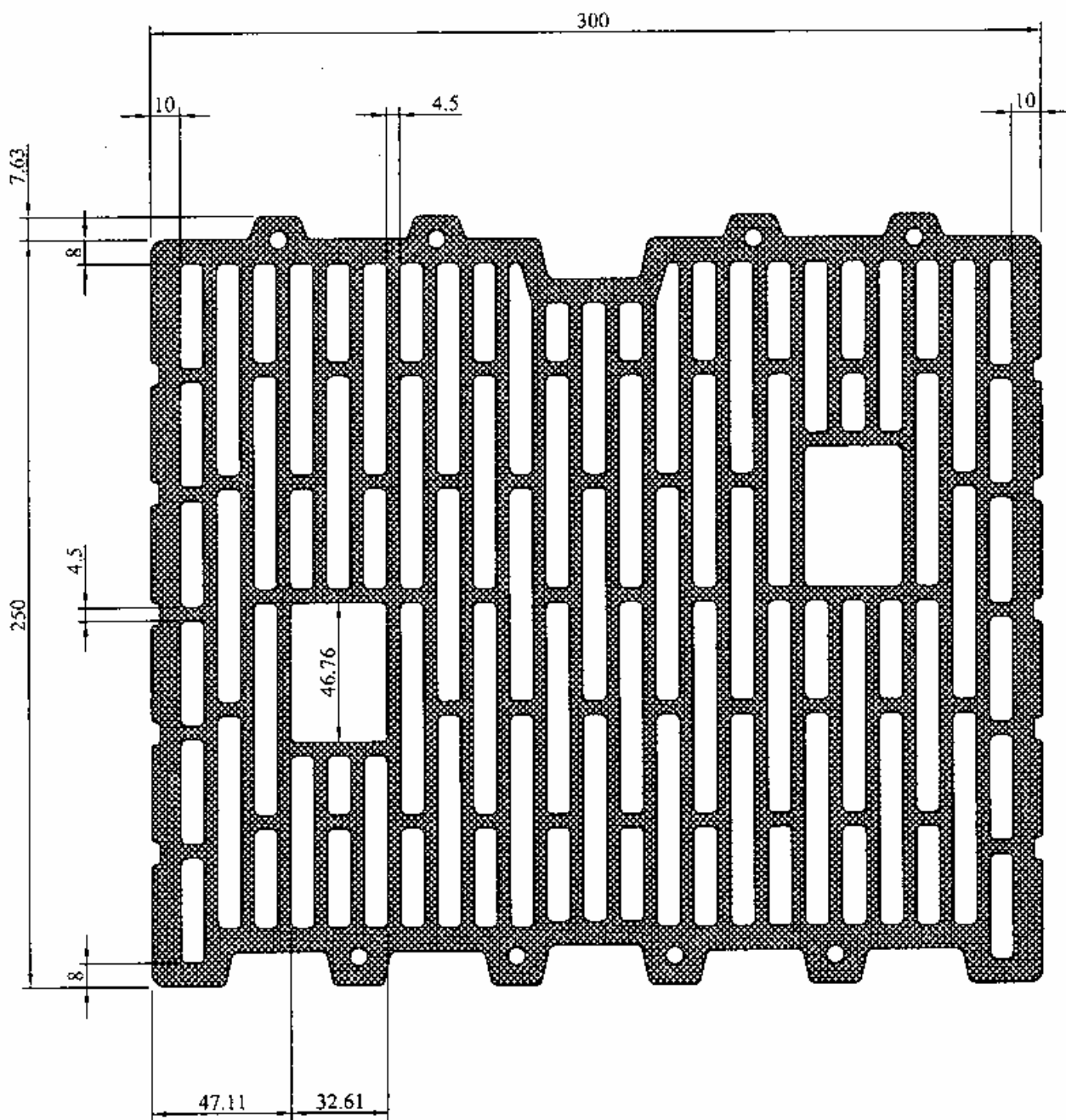
Les Eurocodes fixent une valeur de γ_M comprise entre 2,3 et 3,5 selon les conditions de contrôle des produits et de l'exécution. Il est admis de prendre en construction courante : $\gamma_M = 3$

- Les performances des linteaux sont fournies pour les cas suivants :

- Rehausse en maçonnerie de briques pleines - Tableaux 2 et 3 -
- Rehausse en maçonnerie de briques à perforations verticales - Tableaux 4 et 5 -

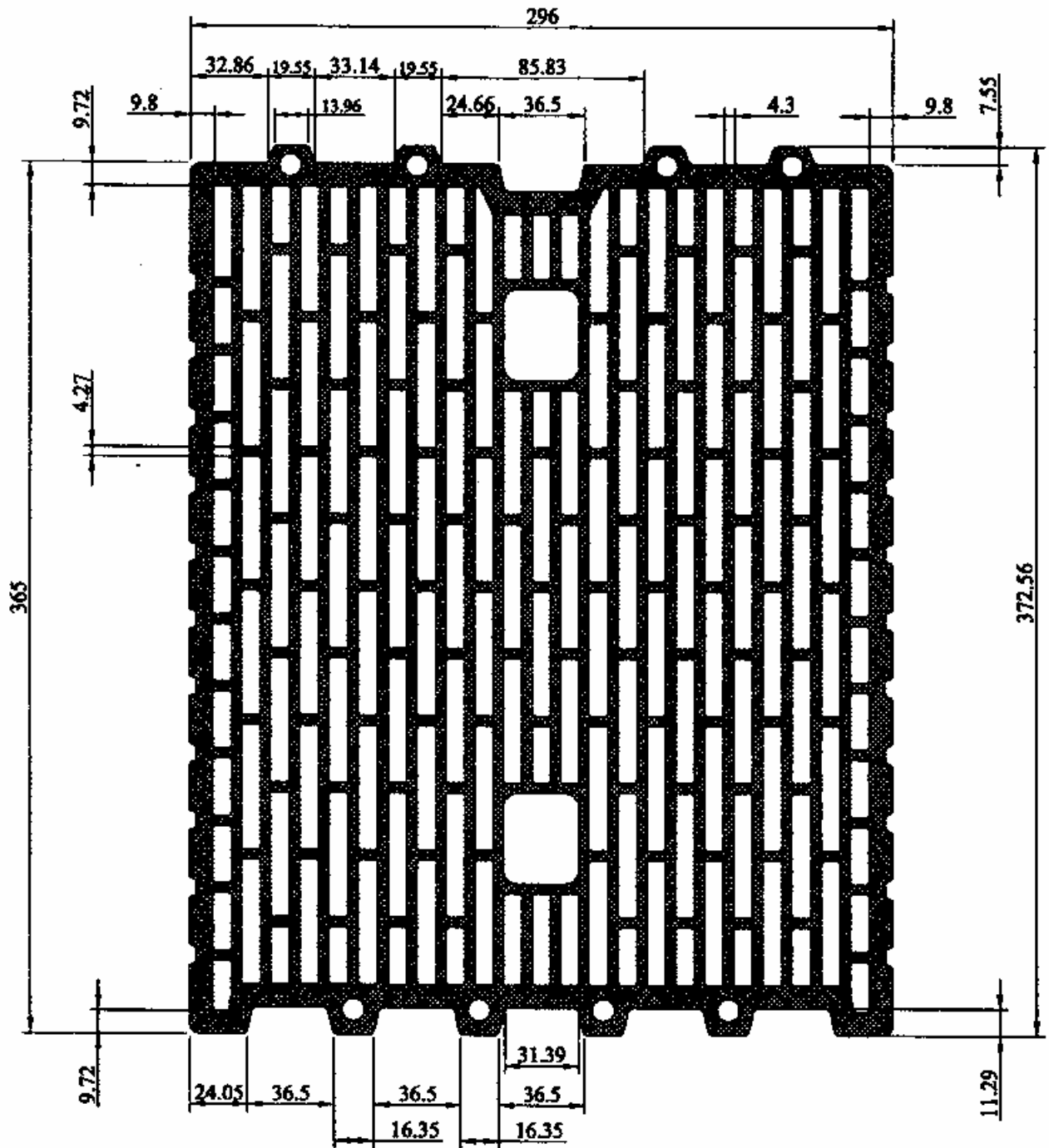
PRELINTEAUX TERRE CUITE





BRIQUE DE CALEPINAGE

30 x 25 / 23 Rg. / 87 trous



POROTHERM 30 R

« JOCKER » / 23 Rg. / 158 trous

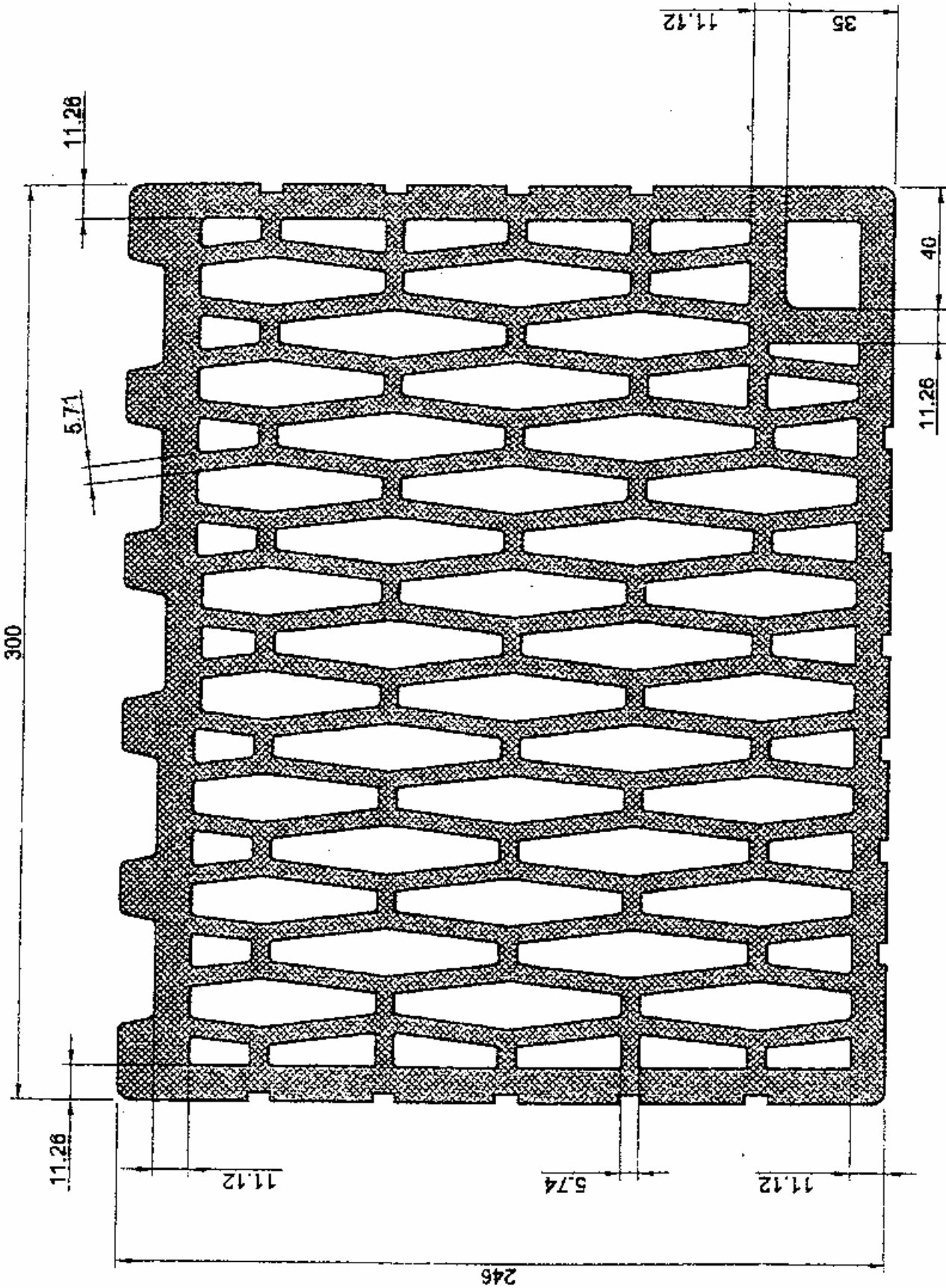
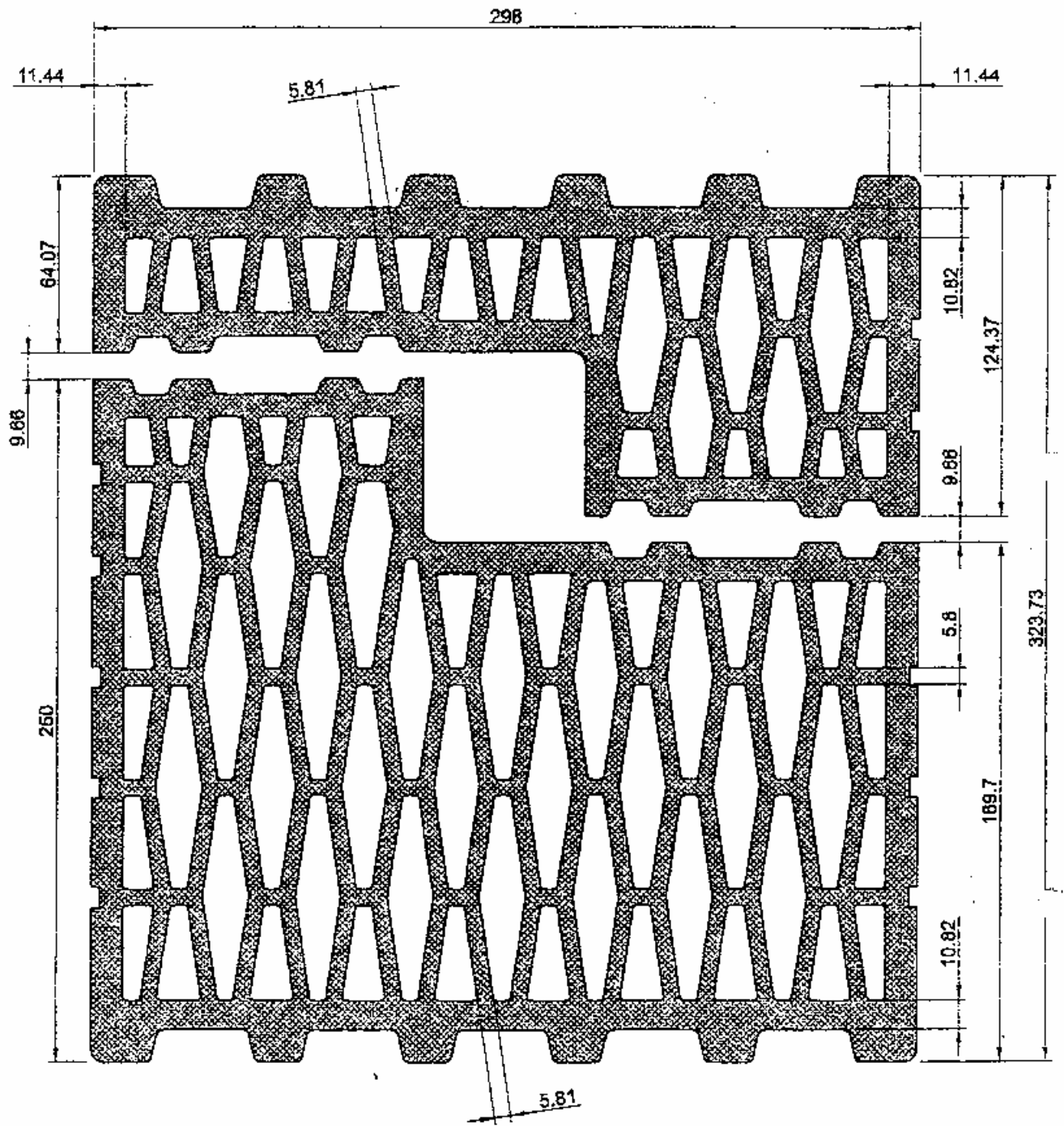
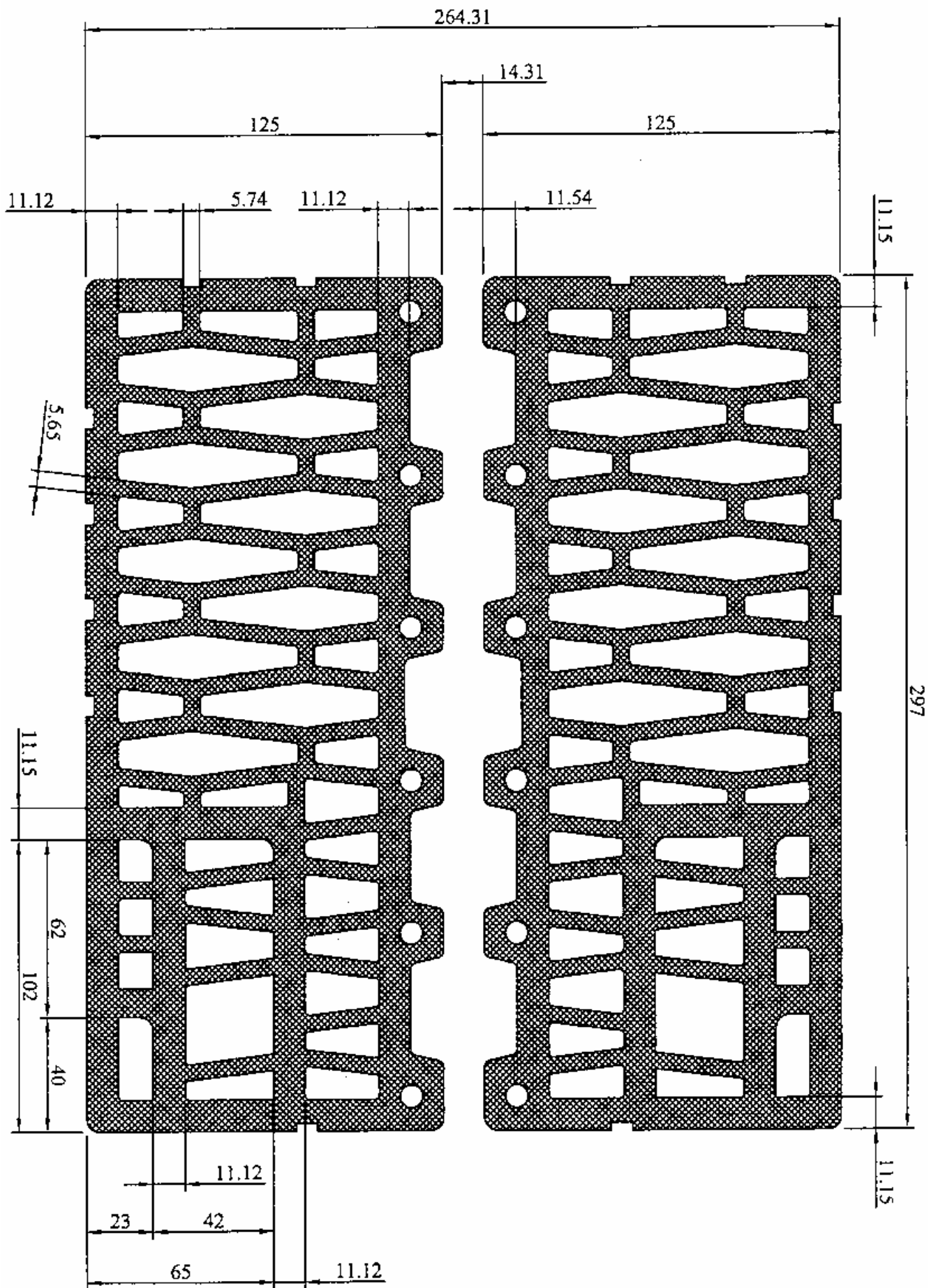


TABLEAU EBRASEMENT

30 x 24.6 CUIT / 17 rangées

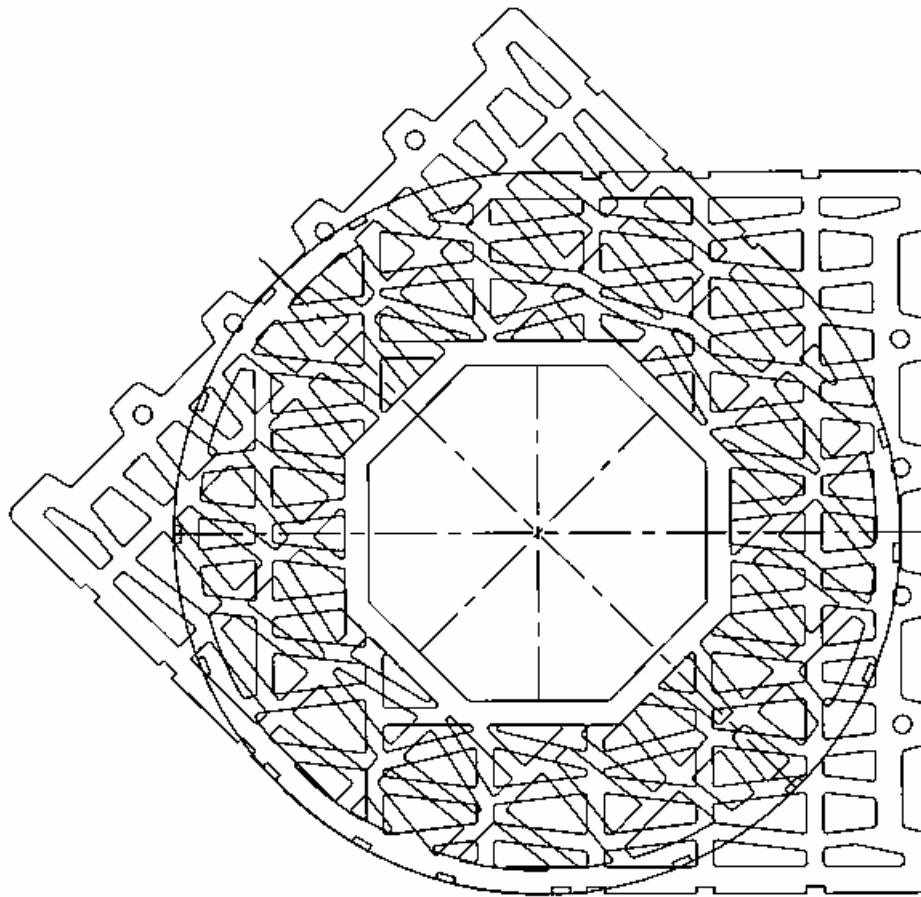
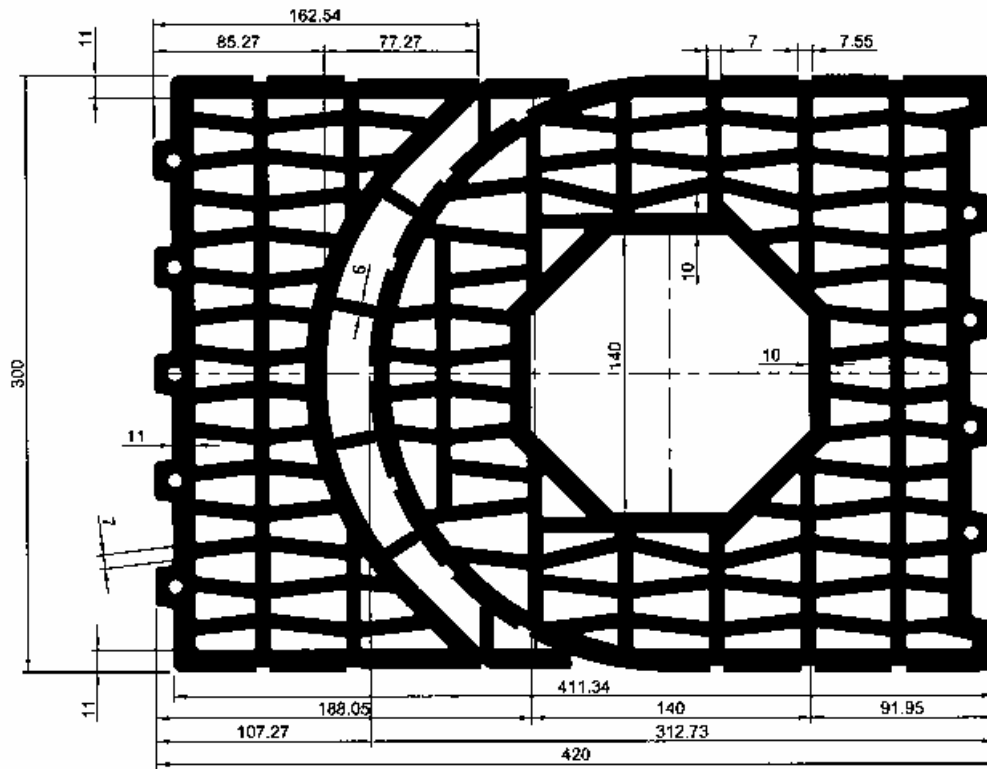


FEUILLURE + ½ FEUILLURE



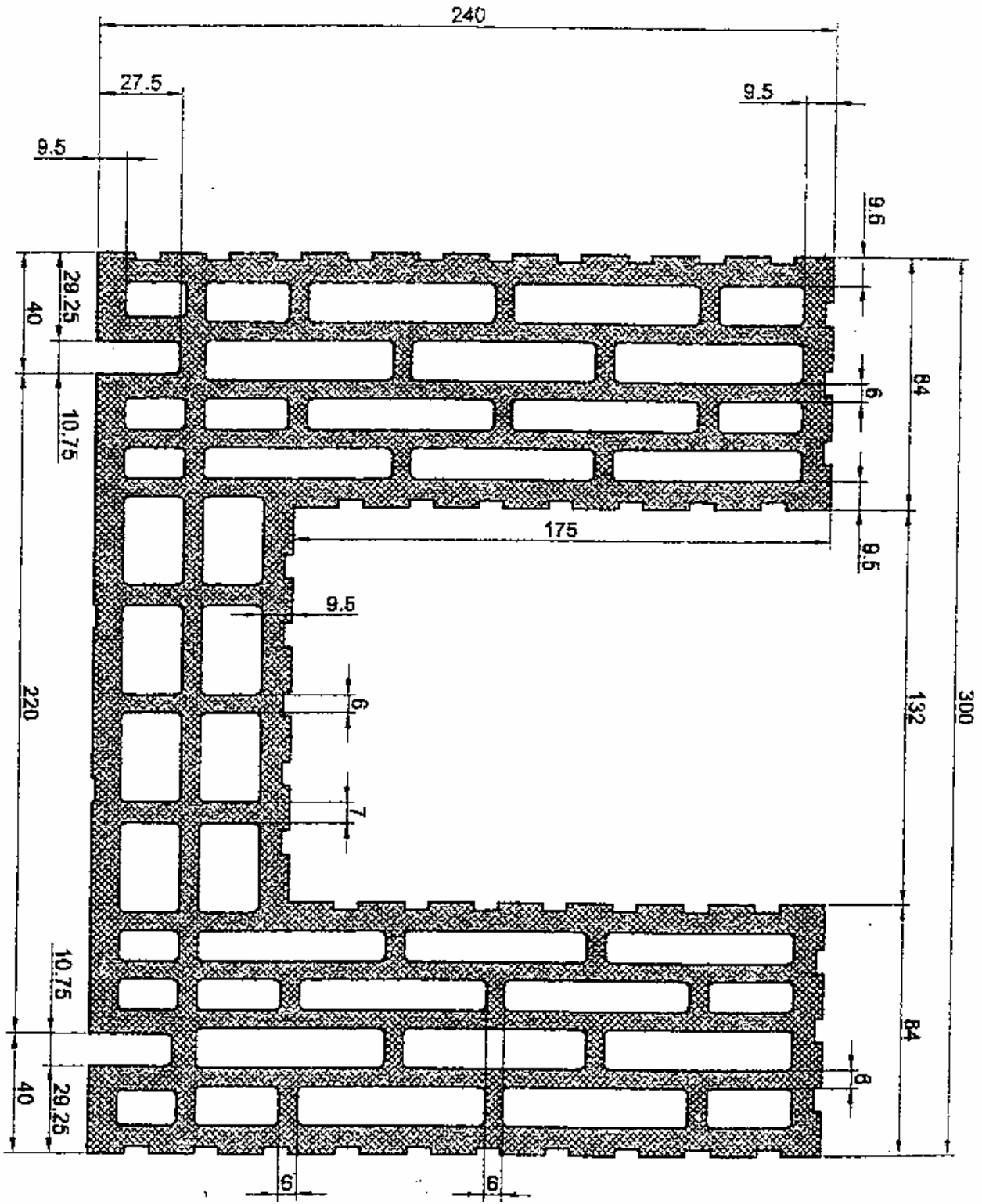
½ EBRASEMENT

30 x 12,5 / DOUBLE SORTIE



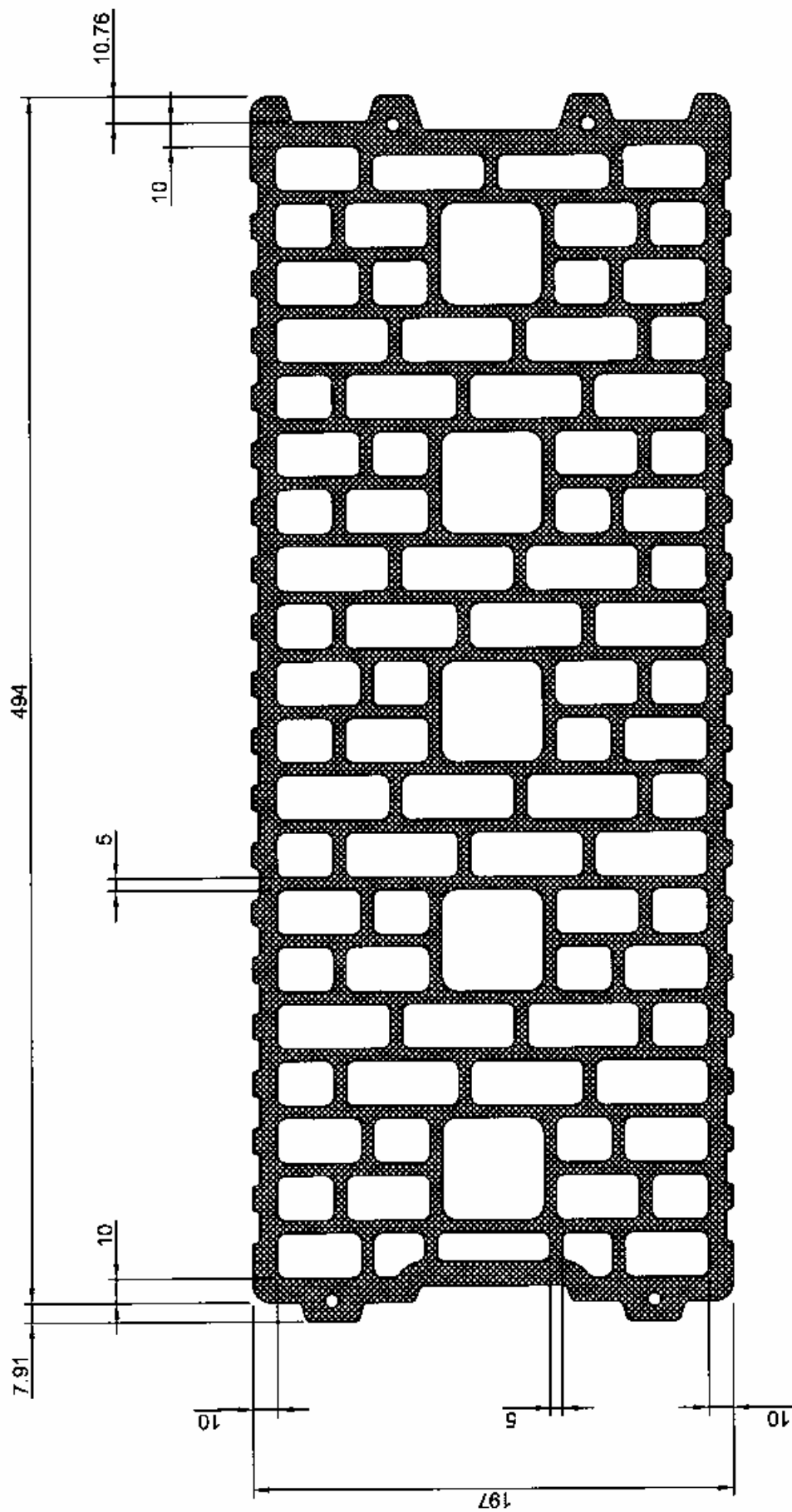
POTEAU MULTI-ANGLES

BIOMUR DE 30



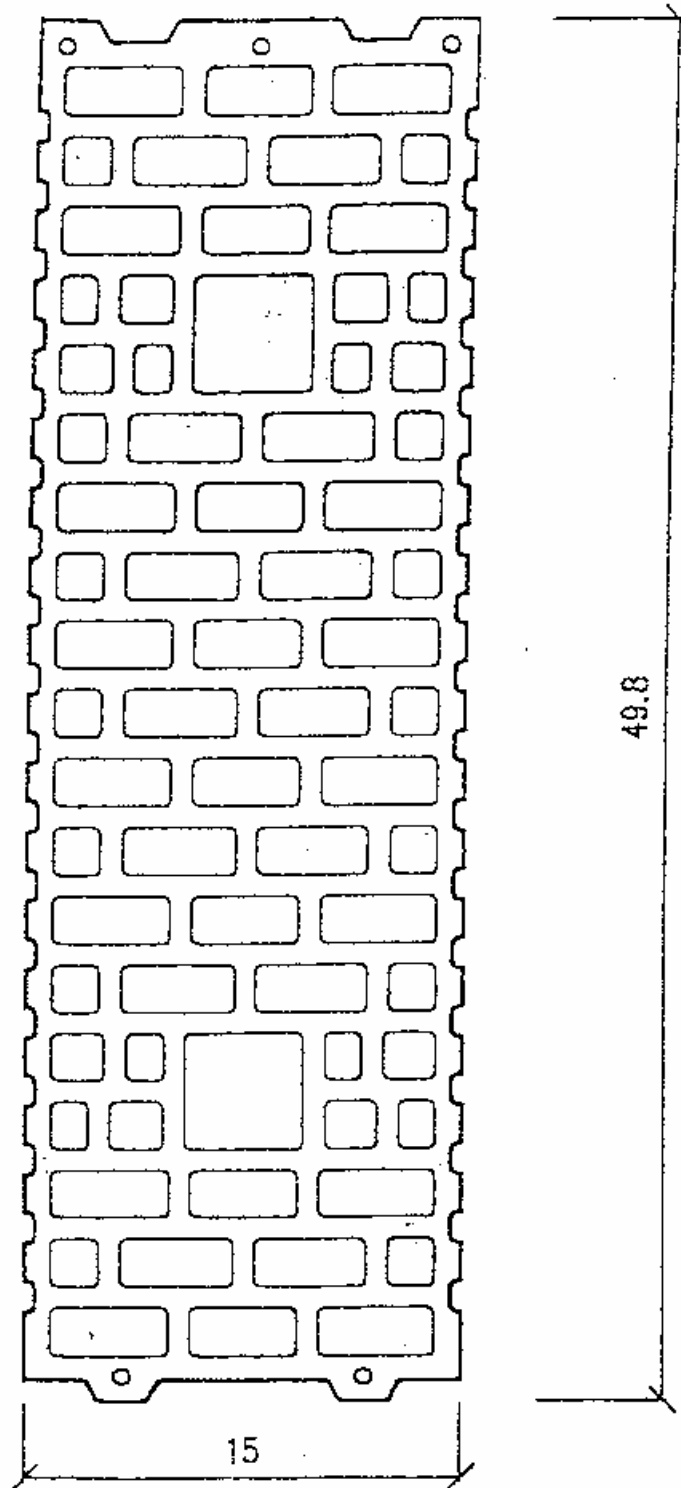
LINTEAU 30 X 24

44 trous



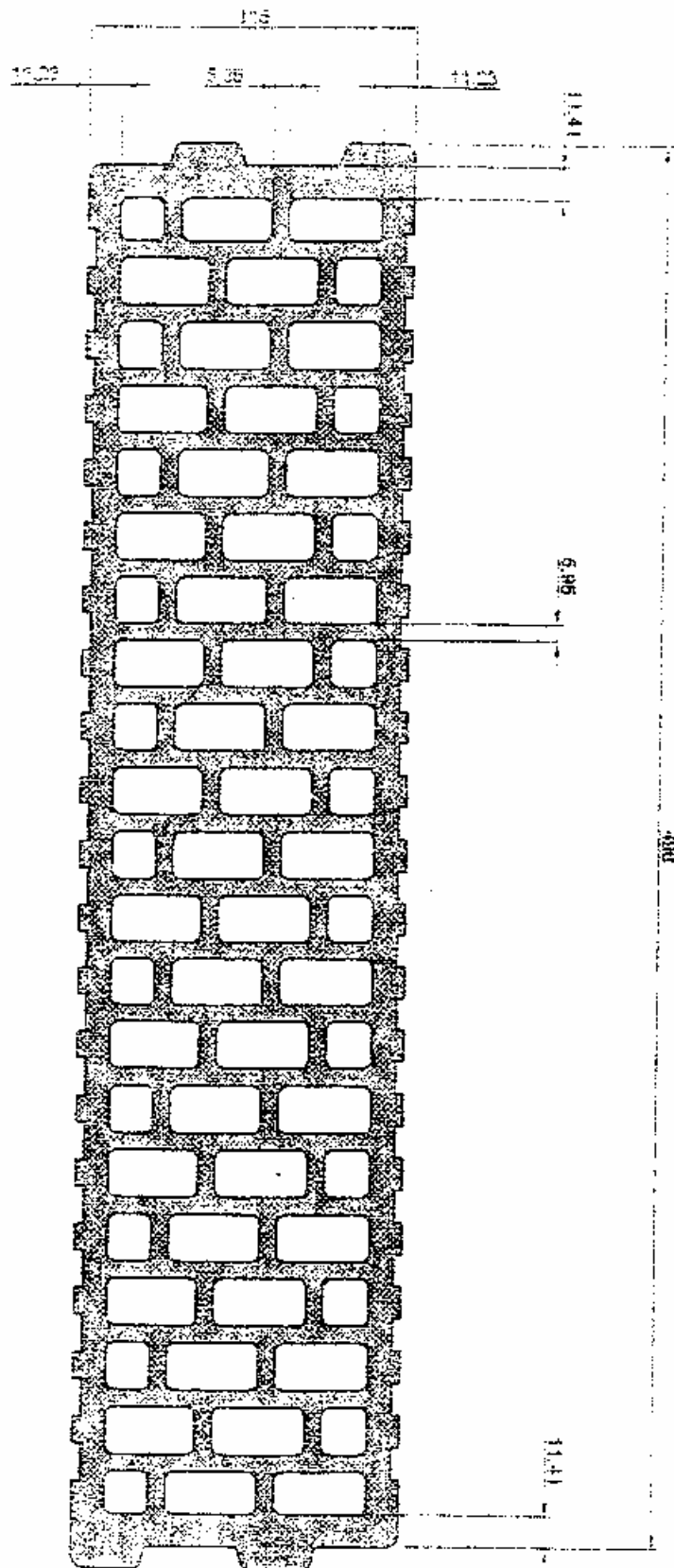
POROTHERM R20 GF

Pour refend et mur extérieur



BRIQUE DE MUR DE REFEND
ET BRIQUE DE MUR D'EXTERIEUR

Epaisseur = 15cm



POROTON ZWPT

11,5 x 49,8

Exemple de réalisation en POROTHERM R 30 en zone sismique

