

# Document d'Application

référence Avis Technique **16/04-469**

*Coffrage isolant intégré*

## Mur SISMO

objet de  
l'Agrément Technique Européen

**ETA-01/0001**

**Titulaire :** SISMO N.V.  
Drapstraat 1  
B-9270 Kaiken – Laarne  
BELGIQUE

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 5 octobre 2004



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](http://www.cstb.fr)

**Le Groupe Spécialisé n° 16 « Produits et procédés spéciaux pour la maçonnerie » de la Commission chargée de formuler les Avis Techniques, a examiné le 15 mars 2004 et le 05 avril 2004 la demande relative au procédé de coffrage isolant intégré SISMO présentée par la société SISMO N.V. titulaire de l'Agrément Technique Européen ETA-01/0001.**

**Le présent document, auquel est annexé le Dossier Technique établi par le demandeur, transcrit l'avis formulé par le Groupe Spécialisé n°16 sur les dispositions de mise en œuvre proposées pour l'utilisation du procédé dans le domaine d'emploi visé et dans les conditions de la France Européenne.**

## 1. Définition

### 1.1 Définition succincte

Le procédé de mur SISMO est un procédé de coffrage intégré isolant permettant la réalisation des murs d'épaisseur variable jusqu'à 50 cm pour tout type de bâtiment.

Le procédé de mur SISMO est constitué d'une trame métallique tridimensionnelle en fils d'aciers dans laquelle sont insérés sur les deux faces internes et externes des éléments plans isolants.

Les éléments de mur ainsi constitués en usine selon les caractéristiques des chantiers visés sont assemblés sur site. Les armatures nécessaires à la reprise des efforts auxquels les murs sont soumis sont insérées dans la trame métallique entre les isolants. Le béton est coulé en œuvre dans l'espace libre entre les deux faces isolantes.

La stabilité du mur SISMO en phase finale est entièrement assurée par le béton armé constituant la partie intérieure du mur.

### 1.2 Mise sur le marché

Les produits objet de l'ATE ETA-01/0001 seront soumis, pour leur mise sur le marché, aux dispositions de l'arrêté à paraître pour la famille de produits concernés (coffrages isolants intégrés) en application du décret n° 92647 du 8 juillet 1992 modifié, concernant l'aptitude à l'emploi de produits de construction.

### 1.3 Identification

Les produits mis sur le marché portent le marquage CE accompagné des informations visées par l'ATE dont il est titulaire.

## 2. APPRECIATION

Le présent document porte uniquement sur le procédé tel qu'il est décrit dans le Dossier Technique joint, dans les conditions fixées dans le Cahier des Prescriptions Techniques Particulières (§2.3).

### 2.1 Domaine d'emploi accepté

Le présent document est formulé pour les utilisations en France européenne (métropole + Corse).

Le domaine d'emploi proposé (§1 de la description) est accepté par le Groupe Spécialisé n° 16 pour des murs dont la partie béton coulée en œuvre a une épaisseur minimale de 12 cm.

Par ailleurs, en l'absence d'information complémentaire à celle donnée dans l'ATE en matière de réaction au feu, l'usage du procédé en Immeuble de Grande Hauteur est exclu.

### 2.2 Appréciation sur le procédé

#### 2.21 Aptitude à l'emploi

##### 2.211 Stabilité

Le procédé de mur SISMO permet de réaliser des murs dont la résistance et la stabilité sont normalement assurées dans le domaine d'emploi accepté sous réserve des dispositions complémentaires données dans le Cahier des Prescriptions Techniques Particulières (§2.3 ci-après). La résistance du mur en phase définitive n'est pas directement tributaire du coffrage mais de la conception et du dimensionnement de la paroi de béton intérieure constitutive du procédé.

##### 2.212 Utilisation en zone sismique

L'utilisation en zones de sismicité non nulle est possible dans les conditions précisées dans le Cahier des Prescriptions Techniques Particulières. La densité d'armatures nécessitées pour respecter les prescriptions des règles PS 92 (ou PS-MI lorsqu'elles peuvent s'appliquer) est susceptible de compliquer la mise en œuvre du procédé.

#### Sécurité au feu

##### • Réaction au feu

L'Agrément technique Européen ETA-01/0001 visant le procédé SISMO n'indique pas de performance en matière de réaction au feu.

Dans le cas de mise en œuvre dans un Etablissement Recevant du Public (ERP) ou en bâtiment d'habitation, à l'intérieur des locaux, l'isolant doit toujours être protégé par un écran pour satisfaire aux prescriptions des articles AM 3 et AM 8 § 2 de l'arrêté modifié du 25 juin 1980 (ERP) ou au chapitre III de l'arrêté du 31 janvier 1986 (Habitation). Le choix des écrans à mettre en œuvre doit être effectué dans les conditions visées par le « Guide de l'isolation thermique par l'intérieur des bâtiments d'habitation du point de vue des risques en cas d'incendie » (Cahier du CSTB 3231 de juin 2000).

Dans le cas de mise en œuvre en façade d'un ERP, l'isolant doit être protégé et le revêtement extérieur satisfait aux exigences de réaction au feu visées à l'article CO 20 de l'arrêté modifié du 25 juin 1980.

Dans le cas de mise en œuvre en façade d'un bâtiment d'habitation, l'isolant doit être protégé et le revêtement extérieur satisfait aux exigences de réaction au feu visées aux articles 12 et 13 de l'arrêté du 31 janvier 1986.

##### • Masse combustible mobilisable

Les valeurs retenues pour l'application de la règle du C+D dans les bâtiments d'habitation dépendant de la masse combustible mobilisable de la façade, celle-ci doit être déterminée en tenant compte de l'isolant mis en œuvre et dans les conditions prévues dans l'instruction technique relative aux façades n°249 du 21 juin 1982.

En ERP, la masse combustible mobilisable de l'isolant doit être prise en compte pour déterminer la valeur du C+D minimal en façade lorsque cette règle s'applique (article CO 21 § 3 b.).

##### • Résistance au feu

Des essais de résistance au feu des murs SISMO ont été menés à l'université de Gand (Belgique), selon le référentiel belge NBN 413.020, sur des configurations de murs SISMO avec enduit plâtre sur les deux faces (12 à 20 mm d'épaisseur pour le premier essai, 18 à 20 mm d'épaisseur pour le second essai). Les configurations de ces essais (géométrie, conditions de chargement, nature des protections,...) sont décrites dans les rapports cités dans la partie B « Résultats expérimentaux » du Dossier Technique. Les rapports d'essais indiquent des durées de satisfaction aux critères de la norme NBN 413.020 de 70 minutes et 140 minutes, respectivement pour chacune des deux configurations testées.

A défaut de performance annoncée en matière de résistance au feu dans l'ATE ETA-01/0001 selon la méthode proposée à l'article 5.2.2 du guide d'ATE 009 et jusqu'à la fin de la période de coexistence de ce guide avec les référentiels nationaux (février 2005), la résistance au feu peut être appréciée selon l'une des deux méthodes suivantes : soit par la fourniture d'un procès-verbal d'essai établi par un organisme agréé par le ministère de l'intérieur, soit par référence aux règles de calcul FB (DTU P 92-701) appliquées à l'épaisseur de béton coulée en œuvre.

Après cette date, la résistance au feu doit être justifiée par un essai de résistance au feu mené conformément aux prescriptions de la norme NF EN 1365-1 par un laboratoire européen reconnu et moyennant la délivrance d'un PV de classement par l'un des laboratoires agréés en France. A défaut, la résistance au feu peut être justifiée par le calcul sur la partie béton seule.

#### Sécurité du travail sur chantier

La sécurité du travail sur chantier est normalement assurée, en ce qui concerne le procédé proprement dit, moyennant l'usage normal des échafaudages propres au procédé et le respect des précautions identiques à celles ayant cours lors de l'utilisation de procédés du type « banches ».

### Isolation thermique

Les exigences réglementaires en matière d'isolation thermique peuvent être satisfaites par le procédé de mur SISMO, moyennant la mise en œuvre éventuelle d'une isolation complémentaire en fonction du résultat de l'étude thermique. La position extérieure de l'isolant permet de diminuer l'influence des ponts thermiques. Les conditions dans lesquelles doivent être menés les calculs thermiques sont précisées au paragraphe 4.3.6 de l'ATE ETA-01/0001 du procédé SISMO ; il doit notamment être tenu compte dans les calculs des transmissions dues aux fils métalliques transversaux et au béton infiltré entre les bandes d'isolant sur les deux faces.

### Isolation acoustique

L'ATE ETA-01/0001 du procédé SISMO ne donne pas de performance du procédé en matière d'isolation acoustique. Le procédé, en fonction notamment de l'épaisseur de béton coulée en œuvre, est susceptible de satisfaire les exigences réglementaires en matière acoustique. Cependant, la présence d'un isolant en polystyrène expansé lié rigidement au béton est susceptible d'amoindrir la performance acoustique du mur béton seul de même épaisseur (2 à 3 dB environ)

### Étanchéité des murs extérieurs

Elle peut être considérée comme normalement assurée moyennant le respect des dispositions de la spécification technique dont il relève.

### Risques de condensations superficielles

La présence de la couche d'isolant extérieur au droit des liaisons avec la structure intérieure réduit le risque de condensations superficielles.

## 2.22 Durabilité - Entretien

La durabilité des murs réalisés avec le procédé SISMO est équivalente à celle de murs banchés. La durabilité du revêtement extérieur est tributaire du respect des dispositions relatives à la réalisation des joints entre panneaux (voir § 4.3.7 de l'ATE ETA-01/0001).

## 2.23 Fabrication et contrôle

La fabrication des panneaux SISMO est effectuée en usine dans des conditions de contrôle interne et externe conditionnées par les exigences du marquage CE du procédé.

## 2.3 Cahier des Prescriptions Techniques Particulières

### 2.31 Conditions de conception et de calcul

- *Résistance mécanique.*

Dans la mesure où la stabilité en phase finale est assurée exclusivement par la partie interne du mur réalisée en béton armé, la conception et le calcul du mur doivent être effectués sans déroger soit aux règles de calcul BAEL soit aux règles proposées par l'EN 1992-1-1 (Eurocode 2).

- *Utilisation en zone sismique.*

Lorsque le procédé est mis en œuvre en zone de sismicité non nulle, la structure béton armé constitutive des murs doit être conçue et dimensionnée conformément aux dispositions des règles PS 92 pour les ouvrages en béton armé. Elle peut, pour le cas des bâtiments qui en relèvent, être conçue et dimensionnée selon les règles simplifiées PS MI 89 révisées 92.

### 2.32 Conditions de fabrication

Les conditions de fabrication sont contrôlées au titre des visites d'inspection et de surveillance continue par un organisme notifié dans le cadre du marquage CE du procédé. La validité du présent Document d'Application est assujettie au caractère effectif de ces visites et au maintien par l'organisme notifié qui en a la charge de l'attestation de conformité CE.

### 2.33 Conditions de mise en œuvre

- *Assemblage des éléments sur site.*

L'assemblage des éléments sur site nécessite une attention particulière pour l'accrochage des éléments entre eux (joints verticaux entre éléments).

- *Mise en place des éléments sur site.*

La mise en place des éléments sur site nécessite l'usage exclusif des échafaudages conçus et fournis à cet effet par le demandeur.

- *Mise en place des armatures.*

La mise en place des armatures de la partie résistante en béton armé nécessite, compte tenu de la présence de la trame en fils métalliques, un travail très différent de ce qu'il est dans le cas de murs traditionnels en béton armé. Il est indispensable que le bureau d'études en charge de la détermination des armatures soit informé avant son étude de l'utilisation du procédé SISMO et de ses particularités. L'accessibilité rendue plus difficile du fait de la présence de la trame en fils métalliques peut nécessiter le choix de dispositions constructives particulières notamment dans les zones d'ancrage et de recouvrement d'armatures horizontales au droit des chaînages verticaux. Il est en outre conseillé d'étudier avant mise en œuvre des armatures l'ordre dans lequel il est judicieux de les installer et d'indiquer cet ordre sur les plans d'exécution. Une densité importante d'armatures à mettre en œuvre du fait de la reprise nécessaire d'efforts eux-mêmes importants liés au projet peut constituer une limite d'emploi du procédé.

- *Mise en place du béton en œuvre.*

La mise en œuvre du béton doit être effectuée avec une goulotte dans les conditions énoncées au § 4.2.3 de l'ATE ETA-01/0001.

- *Mise en œuvre des revêtements extérieurs.*

La mise en œuvre des revêtements extérieurs doit être effectué soit conformément aux DTU visant les supports et techniques concernées, soit au moyen d'enduits bénéficiant d'Avis Technique visant l'emploi envisagé (cas des enduits sur isolants).

Par ailleurs, compte tenu de la présence du treillis, la mise en œuvre de l'enduit peut nécessiter la réalisation de deux passes.

## Conclusions

### Appréciation globale

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

### Validité

2 ans, jusqu'au 09 janvier 2006.

Pour le Groupe Spécialisé n° 16  
Le Président

Eric DURAND

## 3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

Le procédé SISMO relève pour l'élaboration de l'Agrément Technique Européen dont il est titulaire (ETA-01/0001) du Guide d'ATE 009.

La mise en œuvre du procédé SISMO (installation et accrochage entre eux des éléments d'une part, mise en place des armatures et coulage du béton d'autre part) diffère notablement de celle des procédés usuellement utilisés pour les murs verticaux en France. Les opérations de mise en œuvre des armatures nécessitent en particulier une étude préalable, notamment dans les cas où les calculs mèneraient à une densité importante de celles-ci. Les prescriptions du § 2.33 du Cahier des Prescriptions Techniques Particulières de l'Avis précisent les précautions à prendre à cet égard en matière de conception et de réalisation de l'ouvrage.

Le Rapporteur du Groupe Spécialisé n° 16

Bernard BLACHE

# Dossier Technique

## établi par le demandeur

## A. Description

### 1. Principe et domaine d'emploi proposé

Le procédé de mur SISMO est un procédé de coffrage permanent isolant permettant la réalisation de murs d'épaisseur variable jusqu'à 50 cm pour tout type de bâtiment.

Le procédé de mur SISMO est constitué d'une trame métallique tridimensionnelle en fils d'aciers dans laquelle sont insérés sur les deux faces internes et externes un élément plan isolant

Les éléments de coffrage ainsi constitués en usine selon les caractéristiques des chantiers visés sont assemblés sur site. Les armatures nécessaires à la reprise des efforts auxquels les murs sont soumis sont insérées dans la trame métallique entre les isolants. Le béton est ensuite coulé en œuvre dans l'espace libre entre les deux faces isolantes.

La stabilité du mur SISMO en phase finale est entièrement assurée par le béton armé constituant la partie intérieure du mur. Le maintien du béton frais en phase provisoire est assuré conjointement par la trame métallique et par les faces isolantes.

### 2. Caractéristiques des matériaux

#### 2.1 Fils d'acier

Fil d'acier galvanisé à chaud ou inoxydable, de diamètre égal à 2,2 mm.

Les caractéristiques complètes des fils d'acier utilisés pour réaliser la trame métallique du procédé de mur SISMO figurent au paragraphe 2.1 de l'ATE ETA-01/0001 du procédé SISMO.

#### 2.2 Isolant

Polystyrène expansé ou panneaux de fibres de bois conformes aux normes EN 622-1 et 622-2.

Les caractéristiques minimales de ces isolants figurent dans le tableau suivant le paragraphe 2.4 de l'ATE ETA-01/0001 du procédé SISMO.

#### 2.3 Boucles d'assemblages

Les boucles d'assemblages servent à maintenir les panneaux accrochés ensemble pendant les phases d'installation, de coulage et de durcissement du béton. Elles sont constituées du même fil d'acier que celui servant à fabriquer la trame tridimensionnelle.

#### 2.4 Béton coulé en place

Le béton coulé en place est un béton courant. Sa résistance à la compression est choisie pour les besoins de la reprise des efforts.

La dimension maximale des agrégats est fonction de l'épaisseur de béton coulée, de la densité des armatures mises en œuvre, et de l'éventuel dispositif de pompage du béton utilisé pour sa mise en œuvre. Les exigences dimensionnelles sont données au paragraphe 4.3.1 de l'ATE ETA-01/0001 du procédé SISMO.

La plasticité du béton coulé en place est fonction de l'épaisseur de béton coulée. Les exigences, en terme de classe selon les spécifications de la norme EN 206 sont données au paragraphe 4.3.1 de l'ATE ETA-01/0001 du procédé SISMO.

### 3. Description des composants

#### 3.1 Trame métallique

La trame métallique constitutive de l'ossature du procédé de mur SISMO est disponible en hauteur jusqu'à 12 m (dimensions multiples de 15 cm, en largeur jusqu'à 120 cm (dimensions multiples de 10 cm) et en épaisseur jusqu'à 50 cm.

#### 3.2 Bandes isolantes

Les parois isolantes ont trois rôles :

- Isolation thermique en phase définitive.
- Maintien du béton frais en phase provisoire.
- Support des finitions intérieure et extérieure.

Les parois isolantes sont constituées de bandes de dimensions fixes (longueur = 120,2 cm ; largeur = 14,75 cm ; épaisseur = 3,7 cm pour le polystyrène et 0,32 cm pour les panneaux de fibres de bois).

### 4. Fabrication des composants

La fabrication des panneaux est réalisée en usine.

Les principales étapes de la fabrication comportent :

- le déroulage des bobines de fils.
- La coupe et le dressage des fils.
- L'assemblage et la soudure des panneaux bidimensionnels.
- L'assemblage et la soudure des panneaux tridimensionnels.
- L'insertion des bandes isolantes dans les intervalles latéraux de la trame métallique prévus à cet effet.

La fabrication fait l'objet d'un contrôle interne de production dont les principales étapes figurent au paragraphe 3.2.1.2 de l'ATE ETA-01/0001 du procédé SISMO.

### 5. Mise en œuvre

#### 5.1 Mise en place des panneaux

Les panneaux sont mis en place sur les fondations ou sur les planchers. Ils sont maintenus entre eux par la mise en œuvre des boucles d'assemblage placées tous les 30 cm au maximum.

Les panneaux sont maintenus en phase provisoire à l'aide d'un échafaudage conçu spécialement à cet effet et mis en œuvre contre l'une des faces. Il assure le maintien latéral des panneaux en phase provisoire et permet l'accès en partie haute du coffrage pour assurer le suivi des opérations de coulage du béton.

L'extrémité libre des panneaux (cas des ouvertures : fenêtres, baies, portes ou extrémité des refends) est obturée en phase provisoire dans les mêmes conditions que les parties courantes pour garantir la tenue du béton frais.

La verticalité du mur est vérifiée avant coulage.

#### 5.2 Mise en place des armatures

Les armatures nécessaires à la reprise des efforts sont insérées dans l'espace libre entre isolants avant le coulage du béton. La trame métallique permet de garantir un enrobage minimal et le maintien des armatures aux emplacements indiqués sur les plans.

Les armatures verticales destinées à la réalisation des chaînages verticaux ou nécessitées par le calcul en partie courante sont insérées par le haut des panneaux au fur et à mesure de l'avancement du montage des murs.

Les armatures horizontales destinées à la réalisation des chaînages horizontaux, des linteaux ou nécessitées par le calcul en partie courante sont insérées par le bord des coffrages au fur et à mesure de l'avancement des murs. Dans ce cas, il y a lieu de faire glisser les panneaux isolants servant de coffrage d'extrémité pour insérer les armatures et de les remettre en position ensuite.

La densité de fils du treillis métallique permet de guider les armatures insérées de manière à ce qu'elles conservent leur position horizontale.

Pour des raisons pratiques, les armatures d'angles nécessitent un façonnage particulier permettant une mise en œuvre aisée. Une disposition est montrée dans les dessins ci-après à titre d'exemple.

Le maintien des armatures par la trame métallique garantit le bon positionnement des armatures après coulage du béton.

### 5.3 Coulage du béton

Le coulage du béton est effectué dans les conditions spécifiées au paragraphe 4.2.3 de l'ATE ETA-01/0001 visant le procédé SISMO :

- La hauteur de chute du béton lors du coulage est limitée à deux mètres.
- Pour des hauteurs à couler supérieures, le coulage se fait par bandes successives de hauteur inférieures ou égales à deux mètres, sans qu'il soit jamais coulé une hauteur totale de béton frais supérieure à six mètres.
- La plasticité du béton coulé et la dimension maximale des granulats sont fonctions de l'épaisseur de béton coulé. Les valeurs sont données au § 4.3.1 de l'ATE ETA-01/0001.

Pour garantir les caractéristiques géométriques et mécaniques du mur fini, les vérifications suivantes sont effectuées pendant l'opération de coulage :

- Contrôle et correction éventuelle de la verticalité du mur (aucune rectification de verticalité n'est autorisée après coulage).
- Vérification du bétonnage correct par examen des fuites légères de laitance au droit des joints entre bandes isolantes. Cette vérification visuelle peut être complétée par un carottage pour des situations jugées critiques vis-à-vis du remplissage béton. Cependant, les essais réalisés pour l'obtention de l'Agrément Technique Européen ont montré que, moyennant le respect des prescriptions relatives à la plasticité du béton et à la dimension maximale des granulats, la finesse de la trame métallique permet un bétonnage satisfaisant.

Les parements constitués des bandes isolantes peuvent être nettoyés au jet d'eau après bétonnage pour éliminer les fuites légères de laitance.

### 5.4 Mise en œuvre des revêtements

Le procédé peut recevoir les revêtements extérieurs et intérieurs habituellement mis en œuvre sur des supports isolants. L'épaisseur de l'enduit est au minimum de 20 mm sur les bandes isolantes en polystyrène expansé et de 10 mm minimum sur les panneaux durs de fibres de bois.

Le recouvrement des fils de la trame métallique doit être au moins de 5 mm.

---

## 6. Dimensionnement – vérification par le calcul

---

Le dimensionnement est effectué dans les mêmes conditions que pour les murs traditionnels en béton armé. Les armatures résultant de l'application des dispositions constructives à appliquer et/ou des calculs de structure menés selon les règles usuelles sont mises en œuvre dans les conditions précisées au paragraphe 5.2 ci-avant.

## B. Résultats expérimentaux

Essais mécaniques :

- Essais de résistance à la compression des panneaux SISMO réalisés à l'université de Louvain - Belgique (1985) ;
- Essai de résistance au feu des panneaux SISMO avec enduit plâtre 12/20 mm réalisés dans les laboratoires de résistance au feu de l'université de Gand - Belgique (1985) ;
- Essai de résistance au feu des panneaux SISMO avec enduit plâtre 18/20 mm réalisés dans les laboratoires de résistance au feu de l'université de Gand – Belgique (1985) ;
- Essais de résistance à la compression sur éprouvettes cylindriques béton prélevées à la base d'un mur coulé dans les conditions proposées pour le procédé SISMO – Essais réalisés par le laboratoire « Magnel Voor Gewapend Beton » à Gand – Belgique (1992) ;
- Essais d'adhérence d'enduit plâtre sur panneaux SISMO réalisés par le laboratoire des matériaux de construction de l'université de Liège (1991).

Essais acoustiques :

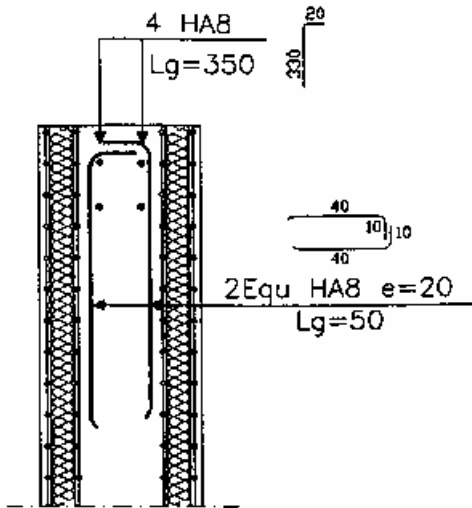
- Essais d'isolement acoustique aux bruits aériens selon la norme belge NBN S 01-005 et ISO R 140.

## C. Références

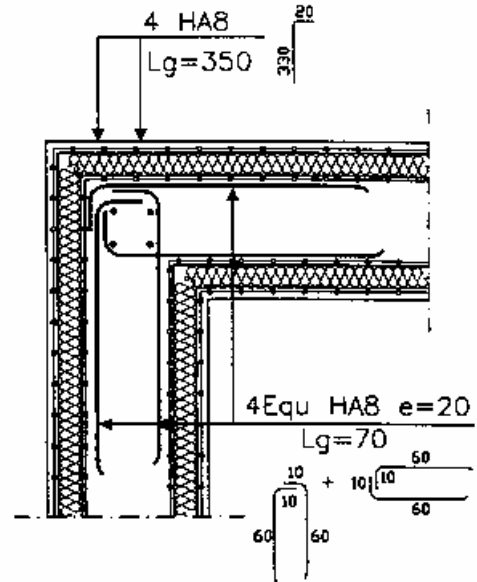
Le début de l'exploitation du procédé date de juin 1998.

# Tableaux et figures du Dossier Technique

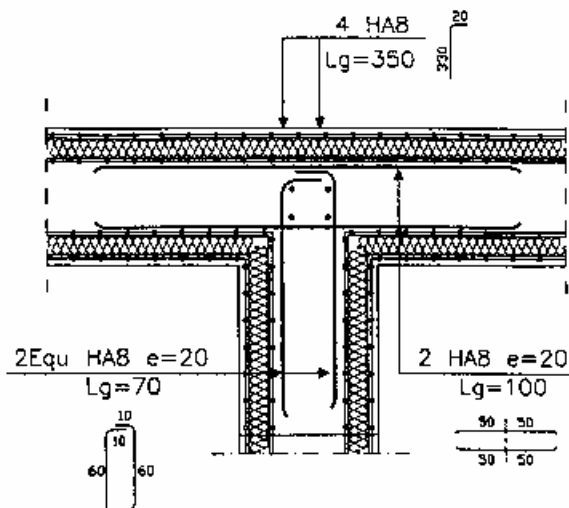
## CHAINAGES VERTICAUX TYPES



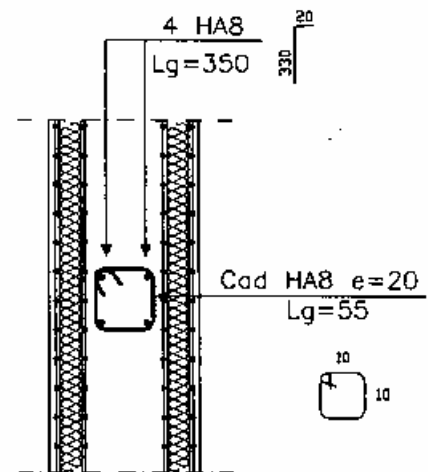
About de voile



Angle droit de voiles

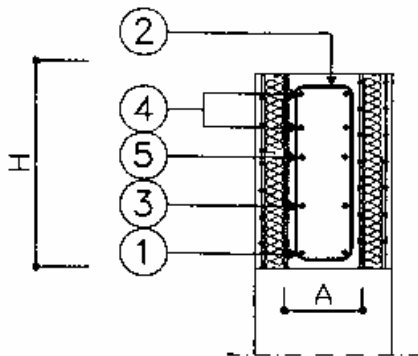


Angles de voiles en T



Chainage vertical de voile

## CHAINAGES HORIZONTAUX TYPES



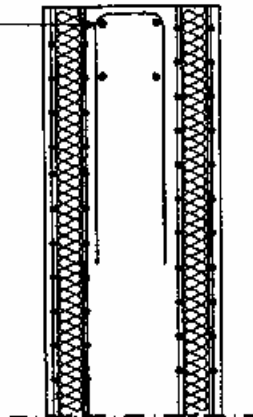
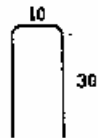
1-3-4-5 : Aciers horizontaux filants  
2 : Cadres

Exemple de linteau - Coupe de principe

CHAINAGE :

4 HA8 filants  
Rec. mini=40cm

U HA6  $e=20$   
 $Lg=70$



EXEMPLE DE DISPOSITION DES CHAINAGES

