

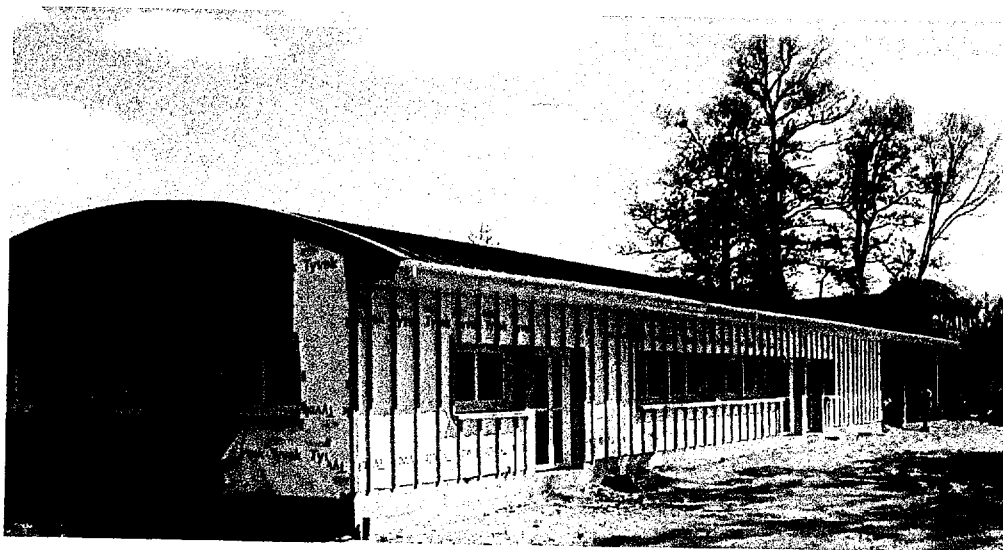
**BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR  
ÉTUDES ET ÉCONOMIE DE LA CONSTRUCTION**

**Session 2007**

**Épreuve E.5 . ÉTUDE DES CONSTRUCTIONS**

**SUJET**

**Durée: 4 H Coefficient : 3**



**BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR  
ÉTUDES ET ÉCONOMIE DE LA CONSTRUCTION**

Session 2007

**ÉPREUVE E.5. ÉTUDE DES CONSTRUCTIONS**

**Partie 1  
Etude de structure**

# 1 \* ETUDE DE L'ANCRAGE D'UNE FERME

Votre situation : Vous êtes technicien économiste dans un bureau d'études de l'équipe de maîtrise d'œuvre. Votre chef d'étude ayant quelques doutes, il vous est demandé deux calculs sommaires concernant la charpente :

- La vérification du contrepoids qu'offre le poteau 28 et sa semelle vis-à-vis du soulèvement de la zone "abris" ;
- La vérification de la section des pannes.

## 1.1 \* Action surfacique du vent sur la couverture de la zone "abris" :

- Déterminez l'action surfacique moyenne du vent sur la couverture de l'abris au soulèvement, en combinant l'action intérieure et l'action extérieure.

Nota : - Comme vous pouvez le constater dans la documentation "Doc 1.1" (extraits larges du neige et vent joints à titre d'information), la valeur du coefficient  $c_e$  sur une toiture courbe n'est pas uniforme. En première approche, vous prendrez une valeur moyenne constante de  $c_e$  égale à - 0,7 sur toute la toiture.

- La pression dynamique  $q$  a été déterminée par ailleurs. Elle est égale à 65 daN/m<sup>2</sup>.
- Les parois en maçonnerie présentent un coefficient de perméabilité inférieur à 5%.

## 1.2 \* Action de la ferme 1 sur le poteau P28 :

- Déterminez l'action de la ferme 1 sur le poteau P28 (Doc 1.2 et plan de charpente) lorsque le vent souffle en direction de la face ouverte de l'abri.

Nota : Il ne s'agit ici que d'un calcul de vérification rapide, vous pourrez, donc, dans cette approche :

- négliger le poids propre de la couverture et de la charpente,
  - ne pas vous préoccuper des coefficients de pondérations,
  - prendre une action surfacique moyenne du vent sur la couverture de 100 daN/m<sup>2</sup>,
  - remplacer la voûte par une surface plane, ayant même projection horizontale.
- la liaison au niveau des deux appuis de la ferme peut être considérée comme une articulation.

## 1.3 \* Conception de l'attache

- Montrez à l'aide d'un schéma comment peut être réalisé l'ancrage de la ferme sur le poteau P28.

## 1.4 \* Vérification :

- Calculez le poids du poteau et de la fondation afin de vérifier s'il peut s'opposer au soulèvement. (Doc 1.4)
- Quelles sont vos remarques et suggestions ?

Nota : - Vous pourrez, en première approximation, assimiler la section du poteau à un rectangle.

- La base de la semelle de fondation est prévue au niveau de la profondeur hors gel de 0,80 cm.
- Le poids volumique du béton sera pris de 2300 daN/m<sup>3</sup>

### **1.5 \* Vérification de la section d'une panne :**

- Réalisez le schéma de calcul d'une panne isostatique située en partie haute de la voûte. (entre la ferme 2 et la ferme 3 par exemple : voir plan de charpente)
- Calculez le moment fléchissant maximal et vérifiez la condition de résistance en flexion. La contrainte admissible du bois en flexion est de 10 N/mm<sup>2</sup> (bois de classe C22 non certifié, norme NF P21-400).
- La valeur de la flèche maximale étant de type  $f = \frac{5pl^4}{384EI}$ , comparez la flèche à la valeur admissible  $\frac{l}{300}$
- Conclure en proposant une solution si nécessaire (sans calcul).

**Nota :** - Restez-en aux sollicitations du premier genre et à un calcul traditionnel en phase élastique. La pondération des charges permanente est de 1, celle de la neige ( $\gamma_p$ ) est également de 1. De même pour la déformation.

- Charges permanentes :

Bac acier : 6 daN/m<sup>2</sup>,

Film anticondensation : 1,25 daN/m<sup>2</sup>,

Plafond suspendu : 5 daN/m<sup>2</sup>,

Isolant en 20 cm : 5 daN/m<sup>2</sup>.

- Charges climatiques : seule la Neige est à considérer :  $S_n = 72 \text{ daN/m}^2$

- Bois : poids volumique du bois : 440 daN/m<sup>3</sup> (bois de classe C22 non certifié, norme NF P21-400)

- Module d'élasticité du bois à la flexion :  $E_f = 9 \text{ kN/mm}^2$ .

- Vous pouvez négliger la courbure de la toiture dans cette zone.

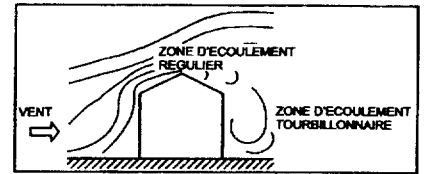
## EXTRAITS DES REGLES NEIGE ET VENT 65 (Modif 2000)

### 1,1 Définitions et principes généraux

#### 1,12 Exposition des surfaces

Si on éclaire la construction par un faisceau de rayons lumineux parallèles à la direction d'ensemble du vent :

- les surfaces éclairées (exposées au vent) sont dites « au vent » ;
- les surfaces non éclairées (non exposées au vent) ou sous incidence rasante (parallèles à la direction du vent) sont dites « sous le vent ».



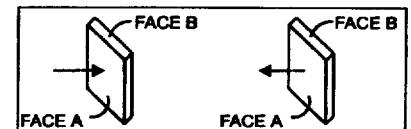
#### 1,15 Pression dynamique et coefficient de pression

L'action élémentaire unitaire exercée par le vent sur une des faces d'un élément de paroi est donnée par un produit  $c \times q$ , dans lequel :

- $q$  désigne la pression dynamique fonction de la vitesse du vent ;
- $c$  un coefficient de pression, fonction des dispositions de la construction.

\* Une des faces d'un élément appartenant à une construction est dite soumise à une pression (ou à une surpression) lorsque la force normale à cette face est dirigée vers elle. Dans ce cas, par convention,  $c$  est positif.

\* Elle est dite soumise à une succion (ou à une dépression) lorsque la force est dirigée en sens contraire. Dans ce cas, par convention,  $c$  est négatif.



### 1,3 Disposition des constructions

#### 1,31 Classement des constructions en catégories

Les Règles définissent les constructions d'après :

- leur forme d'ensemble,
- leur position dans l'espace,
- la perméabilité de leurs parois.

#### 1,313 Perméabilité des parois

Une paroi a une perméabilité au vent de  $\mu$  % si elle comporte des ouvertures de dimensions quelconques dont la somme des aires représente  $\mu$  % de son aire totale.

D'après le degré de perméabilité des parois, les Règles considèrent trois types de constructions. Une construction est dite :

- **fermée**, si ses parois présentent des fuites et des petites ouvertures uniformément réparties, la perméabilité moyenne de ces parois étant inférieure ou égale à 5 %.
- **partiellement ouverte**, si l'une des parois au moins présente ou peut présenter à certains moments une perméabilité moyenne comprise entre 5 et 35 % ;
- **ouverte**, si l'une des parois au moins présente ou peut présenter à certains moments une perméabilité  $\geq$  à 35 %.

### 1,32 Configuration des constructions

#### 1,321 Proportions d'ensemble

Les actions exercées par le vent sur deux constructions de même catégorie, même position dans l'espace et même perméabilité des parois, mais non semblables au sens géométrique du mot, dépendent essentiellement des proportions propres à chacune de ces constructions.

Les rapports :

- $\lambda$  entre deux dimensions (constructions prismatiques à base polygonale régulière ou circulaire, panneaux pleins et toitures isolées) ou entre trois dimensions prises deux à deux (constructions prismatiques à base quadrangulaire),
- $\phi$  entre deux surfaces (constructions ajourées et constructions en treillis),

définis pour chaque catégorie à l'article correspondant, permettent de déterminer les coefficients de pression  $c$  applicables à chaque face des différentes parois (1,421), toitures comprises.

Un coefficient  $\gamma_0$  (pour les constructions dont la base repose sur le sol) permet de tenir compte de facteurs aérodynamiques fonction

des proportions et de l'orientation des constructions, ainsi que d'autres facteurs relatifs par exemple aux toitures (2,131-2).

La détermination des coefficients de pression  $c$  peut s'effectuer, par l'intermédiaire du coefficient  $\gamma_0$  à l'aide de diagrammes et de formules

## 1,4 Actions statiques exercées par le vent

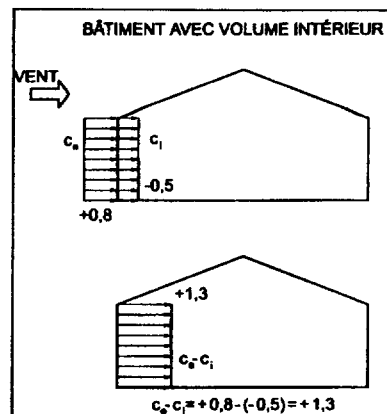
### 1,41 Actions extérieures et actions intérieures

Quelle que soit la construction, la face extérieure de ses parois est soumise :

- à des succions, si les parois sont « sous le vent » ;
- à des pressions ou à des succions, si elles sont « au vent ».

Ces actions sont dites actions extérieures.

Dans les constructions fermées, ouvertes ou partiellement ouvertes, les volumes intérieurs compris entre les parois peuvent être dans un état de surpression ou de dépression suivant l'orientation des ouvertures par rapport au vent et leur importance relative. Il en résulte sur les faces intérieures des actions dites actions intérieures.



Les actions extérieures sont caractérisées par un coefficient  $c_e$ , les actions intérieures par un coefficient  $c_i$ .

## 1,42 Actions sur les parois

### 1,421 Action élémentaire unitaire sur une face

L'action élémentaire unitaire  $p$  du vent sur une face est donnée par l'expression  $p = c \times q$

### 1,422 Action résultante unitaire sur une paroi

L'action résultante unitaire sur une paroi est la combinaison des actions élémentaires unitaires sur chacune des faces de la paroi. Elle est donnée par l'expression algébrique :  $p = (c_e - c_i) q$  avec les conventions de signe définies au § 1,15, où  $q$  est la valeur de la pression dynamique sur la paroi.

## 2 Constructions prismatiques à base quadrangulaire

### 2,0 Prescriptions communes

#### 2,02 Direction du vent

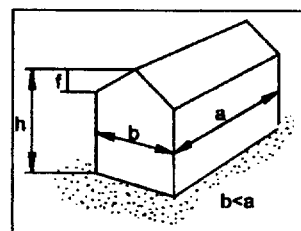
D'une manière générale la direction du vent est supposée normale aux parois verticales de la construction.

Sur un bâtiment quadrangulaire, l'action résultante maximale moyenne sur les parois et la toiture, et l'action maximale d'ensemble sont en général produites par le vent normal aux parois verticales.

#### 2,03 Rapport des dimensions $\lambda$

Pour une direction de vent donnée, le rapport de dimensions  $\lambda$  (§ 1,321) est le rapport de la hauteur  $h$

de la construction à la dimension horizontale de la face frappée :  $\lambda_a = \frac{h}{a}$   $\lambda_b = \frac{h}{b}$



### 2,1 Constructions prismatiques à base rectangulaire reposant sur le sol

#### 2,11 Caractéristiques

- \* Leur forme générale en plan est un rectangle de dimensions  $a$  et  $b$  ( $a > b$ ) ;
- \* Leur hauteur totale est désignée par  $h$  ( $h$  représente la différence entre le niveau du sol sur lequel repose la construction et le niveau de la crête de la toiture) et la flèche de leur toiture par  $f$  ;
- \* Leur couverture est :
  - soit une toiture-terrasse,
  - soit une toiture à un, deux ou plusieurs versants plans,
  - soit une toiture en voûte;
- \* Toutes leurs parois verticales sont sensiblement planes et reposent sur le sol ;
- \* Leurs parois verticales peuvent être fermées ou bien partiellement ouvertes ou ouvertes (R-III-1,313) sous réserve qu'une paroi au moins sur les quatre soit fermée.

## 2,12 Coefficient $\gamma_0$

La valeur du coefficient  $\gamma_0$  (& 1,321) est donnée par le diagramme de la figure R-III-5 :

- 1) pour un vent normal à la grande face  $S_a$  :
  - si  $\lambda_a \geq 0,5$  par le quadrant supérieur gauche en fonction de  $\lambda_a$  et de  $b/a$  ;
  - si  $\lambda_a < 0,5$  par le quadrant inférieur gauche en fonction de  $\lambda_b$  ;
- 2) pour un vent normal à la petite face  $S_b$  :
  - si  $\lambda_b \geq 1$  par le quadrant supérieur droit en fonction de  $\lambda_b$  et de  $a/b$  ;
  - si  $\lambda_b < 1$  par le quadrant inférieur droit en fonction de  $\lambda_a$ .

## 2,13 Actions extérieures

### 2,131-1 Parois verticales

#### 2,131-11 Vent normal aux parois

Face au vent  $c_e = +0,8$  (quel que soit  $\gamma_0$ )

Face sous le vent  $c_e = -(1,3 \gamma_0 - 0,8)$

[Face *parallèle au vent* :  $c_e = -0,5$ ]

### 2,131-2 Toitures

#### 2,131-21 Vent normal aux génératrices

Dans le cas de toitures en voûte à directrice circulaire parabolique ou en chaînette dont la flèche  $f$  est comprise entre le dixième et la moitié de la corde  $a$  ou  $b$  (plein cintre) et inférieure aux  $2/3$  de la hauteur  $h$  de la construction, les coefficients de pression  $c_e$  sont déterminés par le diagramme de la figure R-III-7 en chaque point de la voûte, en fonction de l'angle d'inclinaison  $\alpha$  (en degrés) de la tangente en ce point sur la direction du vent, et du coefficient  $\gamma_0$  relevé sur le diagramme de la figure R-III-5.

## 2,14 Actions intérieures

### 2,142 Constructions ouvertes comportant une paroi ouverte

La paroi ouverte a une perméabilité  $\mu \geq 35$ , les autres parois y compris les versants de toiture ont des perméabilités  $\mu \leq 5$  (& 1,313).

On applique :

- \* lorsque la partie ouverte est au vent :
  - une surpression avec  $c_i = +0,8$  sur la face intérieure des parois de perméabilité  $\mu \leq 5$  y compris les versants de toiture ;
  - et une dépression avec  $c_i = -0,6 (1,3 \gamma_0 - 0,8)$  sur la face intérieure de la paroi de perméabilité  $\mu \geq 35$  si cette paroi n'est pas entièrement ouverte.

\* lorsque la partie est sous le vent :

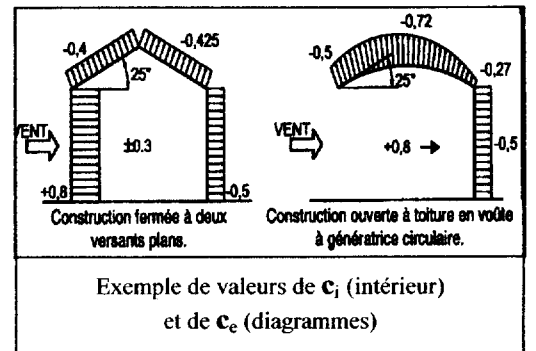
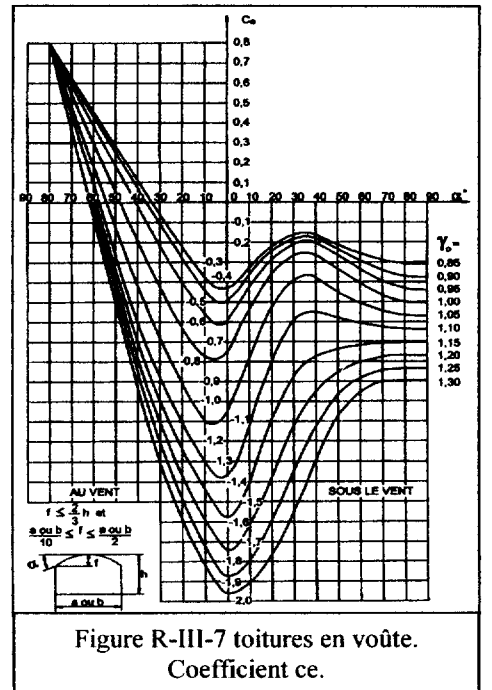
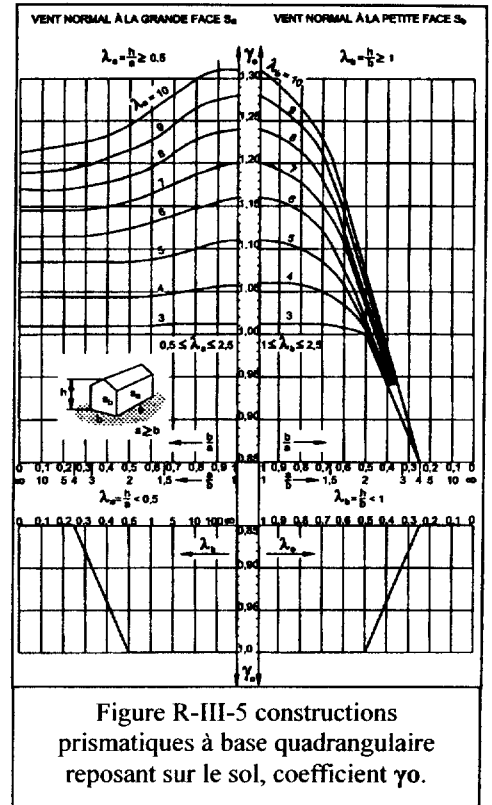
- une dépression avec  $c_i = -(1,3 \gamma_0 - 0,8)$  sur la face intérieure des parois de perméabilité  $\mu \leq 5$  y compris les versants de toiture ;
- et une surpression avec  $c_i = +0,6 (1,8 - 1,3 \gamma_0)$  sur la face intérieure de la paroi de perméabilité  $\mu \geq 35$ .

## 2,15 Actions résultantes unitaires sur les parois

### 2,151 Cas où le vent ne traverse pas la construction

Pour chaque élément, on combine de la façon la plus défavorable les actions extérieures moyennes (& 2,131) et les actions intérieures (& 2,14).

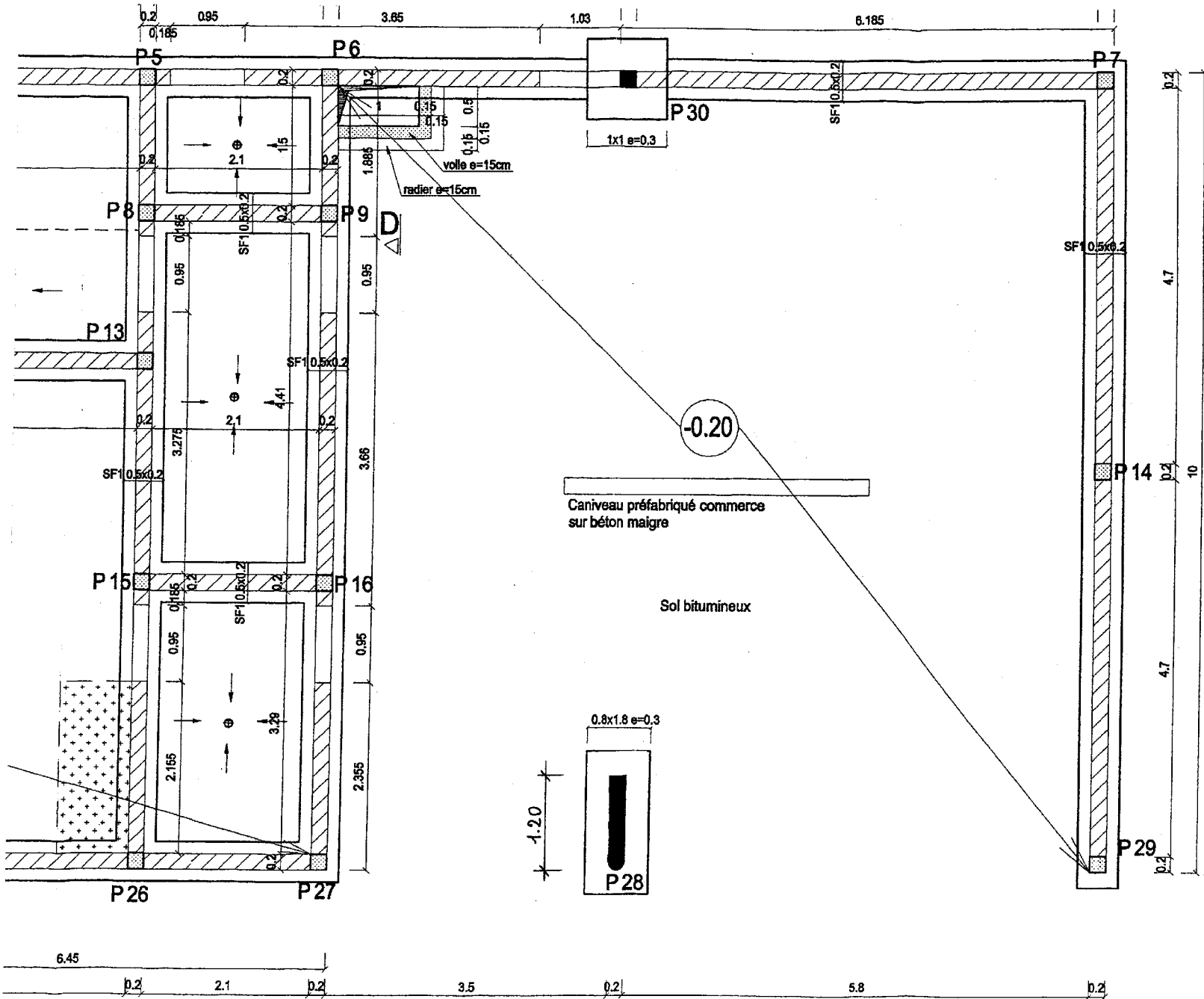
$$p = (c_e - c_i) q$$



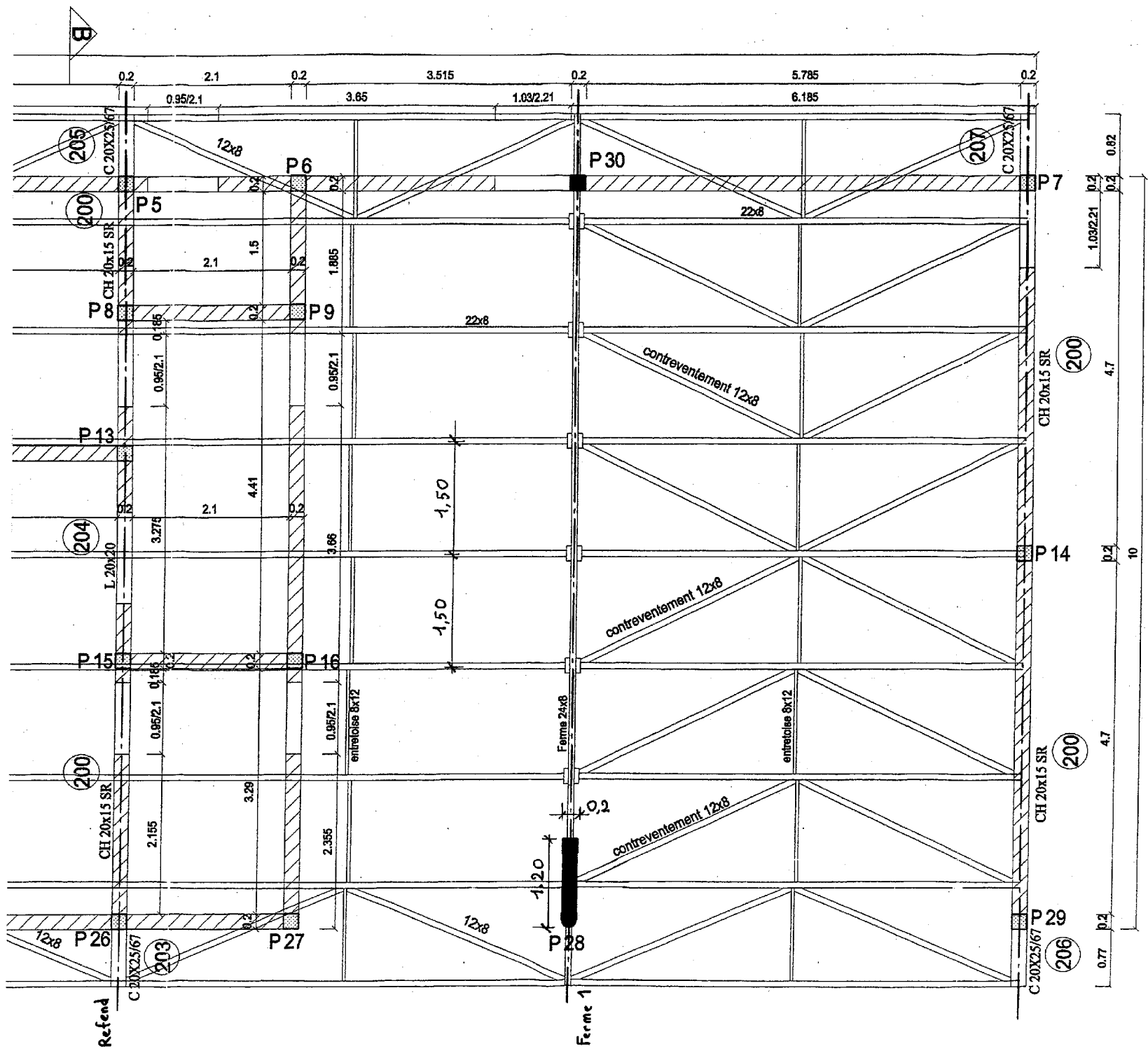
**EXTRAIT du PLAN DE FONDATIONS**

**DOC 1.4**

**Ech : 0.02**







Ech : 0.02