

# Pathologies des FONDATEIONS

## Module #2:

- Résistance structurale
- Excavation



## **Exigences de résistance structurale: (CNB 95- 9.4)**

- ❑ **La partie 9 du CNB ne spécifie pas des exigences structurales de la même manière que dans la partie 4 afférente aux bâtiments de grande hauteur;**
- ❑ **La partie 4 exige des analyses et des évaluations techniques (test de sols, plans de structures, calculs de charge...);**
- ❑ **La partie 9, au contraire, propose des solutions empiriques basées sur l'expérience:**
  - **Avantages: permet au constructeur de travailler sans architecte ou ingénieur;**
  - **Inconvénients: nombreux problèmes structuraux liés à des erreurs de parcours au fil des ans**

- ❑ **FAITS:** la plupart des exigences empiriques ont évoluée au fil des ans;
- ❑ **FAITS:** les exigences empiriques fondées sur des solutions éprouvées peuvent refléter une plus grande prudence que ce qui serait obtenu par calculs en sciences appliquées faits par un ing. en structure

**Exemple:**

**Si on utilisait les valeurs exactes de capacité portante du sol et les règles de calculs de la partie 4, on obtiendrait des dimensions de semelles plus faibles que celles établies à l'aide de la démarche empirique de la partie 9**

**Dans d'autres cas, la méthode empirique est la cause des affaissements de bâtiments**

## Dimension de semelles selon la partie 9

**Tableau 2-3**  
**Dimensions minimales des semelles**

Nombre de planchers supportés	Largeur minimale des semelles continues, en mm (po)		Surface minimale des semelles pour poteaux espacés de 3 m (9 pi 10 po) entre axes <sup>(3)</sup> , en m <sup>2</sup> (pi <sup>2</sup> )
	Pour des murs extérieurs <sup>(1)</sup>	Pour des murs intérieurs <sup>(2)</sup>	
1	250 (9 7/8)	200 (7 7/8)	0,4 (4,3)
2	350 (13 3/4)	350 (13 3/4)	0,75 (8,1)
3	450 (17 3/4)	500 (19 3/4)	1,0 (10,9)

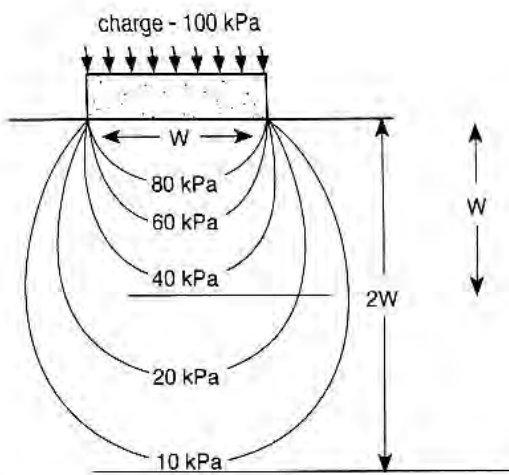
(1) Voir les paragraphes 2.2.3.2. 5) et 2.2.3.2. 6) du CNCM.

(2) Voir le paragraphe 2.2.3.2. 7) du CNCM.

(3) Voir le paragraphe 2.2.3.2. 8) du CNCM.

**Les dimensions minimales spécifiées sont toutefois fonctions des paramètres suivants:**

- 1. Pression admissible sur le sol;**
- 2. Pression admissible en profondeur;**
- 3. Niveau de la nappe phréatique;**
- 4. Risques de mouvements de terrain**



a) Répartition réelle de la charge

**Tableau 9.4.4.1.**  
**Pression admissible sur le sol ou la roche**  
 Faisant partie intégrante du paragraphe 9.4.4.1. 1)

Type et état du <i>sol</i> ou de la <i>roche</i>	Pression admissible maximale, en kPa
Argile à blocs	200
Argile dure <sup>(1)</sup>	150
Argile ferme <sup>(1)</sup>	75
Argile molle <sup>(1)</sup>	40
<i>Roche saine</i>	500
Sable ou gravier dur ou ferme <sup>(1)</sup>	150
Sable ou gravier mou <sup>(1)</sup>	50
Schiste argileux	300
Silt dur ou ferme <sup>(1)</sup>	100

<sup>(1)</sup> Voir l'annexe A.

La

# Cas typique ou la méthode empirique a été erronée (Charge en profondeur & Flèche)



Voici les résultats de mes calculs concernant les contraintes au sol :

- a. Contraintes sous la semelle avant: 77.17 kPa
- b. Contraintes sous la semelle arrière: 62.65 kPa
- c. Contraintes sous la semelle latérale: 84.07 kPa
- d. Contraintes sous la semelle latérale (sans la partie en brique de la cheminée): 65.76 kPa

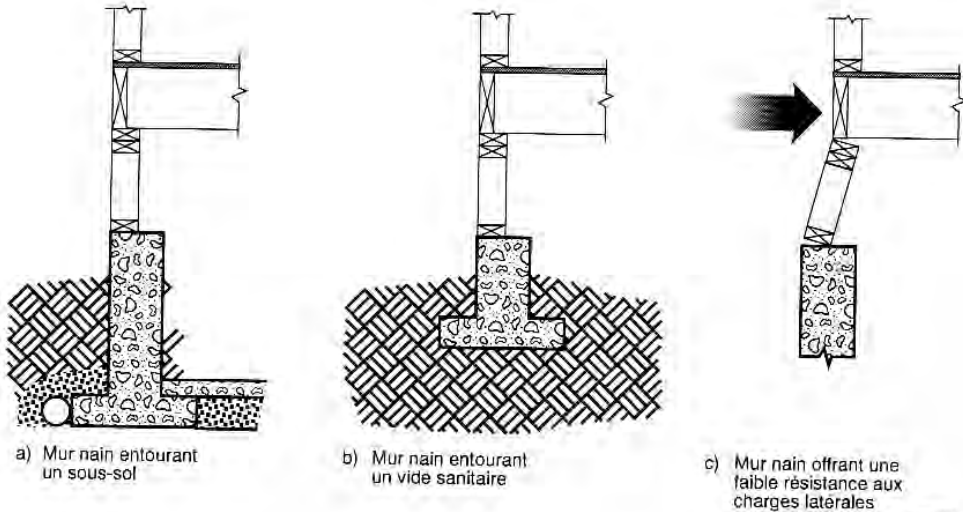
### Stratigraphie et propriétés des sols prélevés dans les sondages S-1 et S-2

Profondeur (m)	Échantillon	Nombre de coups/150 mm, (récupération)	Description de sol et remarques
0,1-0,7	S-1, CF-1 (N)	7-11-11-11 (R=100%)	Argile silteuse brune, asséchée, oxydée avec présence de trous circulaires
0,7-1,3	S-1, CF-2 (B)	1-2-2-3 (R=100)	Argile silteuse brune devenant grise
1,3-1,9	S-1, CF-3 (B)	3-3-3-3 (R=100)	Argile silteuse grise ferme, $c_u = 50, 50, 40$ et $55$ kPa à 1,4, 2,0, 2,2 et 3,0 m de profondeur
0,3-0,9	S-2, CF-1 (N)	6-8-10-8 (R=100%)	Argile silteuse brune très raide à raide, asséchée, avec présence de trous circulaires
0,9-1,5	S-2, CF-2 (B)	3-2-3-2 (R=50%)	Argile silteuse grise ferme, $c_u = 40$ kPa à 2,m de profondeur

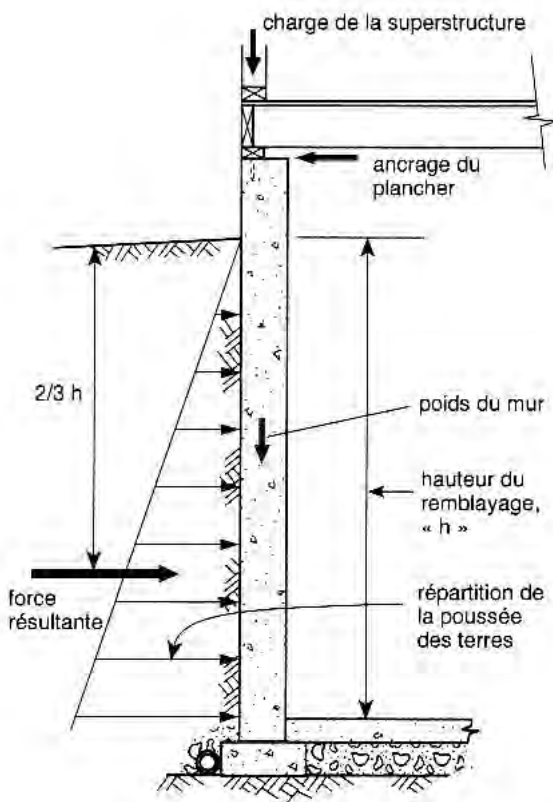
# Charges Latérales

**Même dans les constructions courantes, telles une maison à deux étages, certains éléments de l'ossature sont plus problématiques.**

**Une seule déficience de l'ossature peut mener à des dommages importants.**



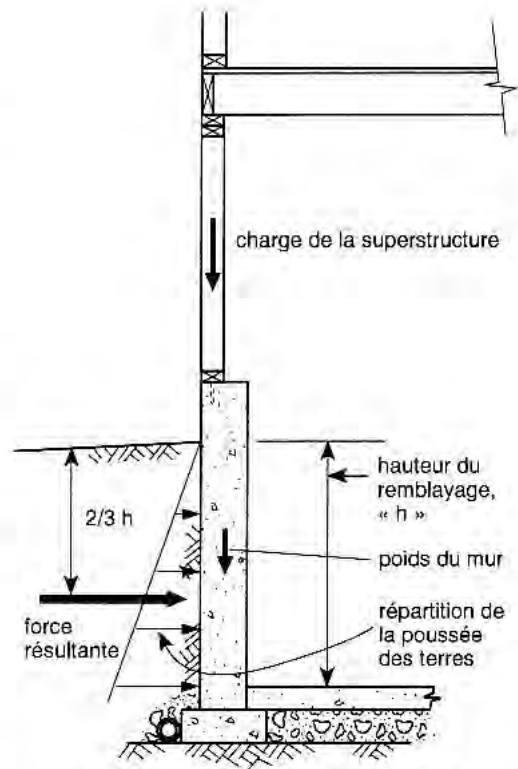




a) Mur soutenu en partie supérieure

- **Les murs de fondation agissent habituellement comme une cuirasse don't la paroi extérieure est sollicitée en permanence par la poussée du sol;**
- **Un mur de fondation qui se prolonge jusqu'au premier étage (avec lisse d'assise ancrée) est considéré soutenu en sa partie supérieure;**

**Un mur de fondation qui supporte un mur à poteaux de faible hauteur est considéré comme non soutenu et plus sujet à rotation**



b) Mur non soutenu en partie supérieure

FC00312A

# **EXCAVATION – Partie 9.12**

- **Il est important de construire les fondations à une profondeur adéquate pour réduire les dommages que le soulèvement du gel peut causer;**
- **La profondeur minimale est fonction de plusieurs facteurs don't le plus important est est le chauffage de l'espace délimité par lesdites fondations**

- **L'importance du soulèvement par le gel sera fonction:**
  - Du type de sol;
  - De ses capacités de drainage;
  - De la présence d'humidité près des fondations;
  - Des conditions météorologiques et climatiques locales

Les matériaux grossiers comme le sable et le gravier sont peu susceptibles de causer des problèmes liés au gel, surtout si le drainage est adéquat.

Dans les sol à faible granulométrie ( argiles et silt), la poussée due au gel peut être très importante.

par

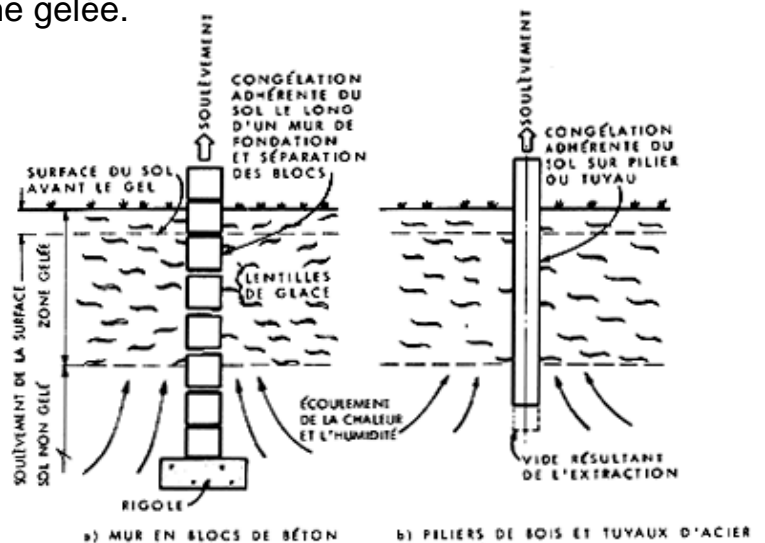


2

La transformation de l'eau en glace augmente considérablement la résistance du sol; ce renforcement est, d'un autre côté, responsable de l'existence de liaisons très fortes (congélation adhérente) qui peuvent se développer entre un élément de fondation et le sol.

Au cours de la croissance des lentilles de glace à hauteur de la ligne de gel, la plupart des changements de volume engendrent un déplacement vers le haut de la couche gelée.

La poussée vers le haut exercée par la lentille de glace au cours de sa croissance est transmise à l'élément de fondation auquel le sol gelé est lié du fait de la congélation adhérente. Elle engendre, sur cet élément, des tensions, et cause des déplacements, à moins que la charge permanente du bâtiment ou d'autres forces de résistance n'excèdent la force de soulèvement (Figure 1).

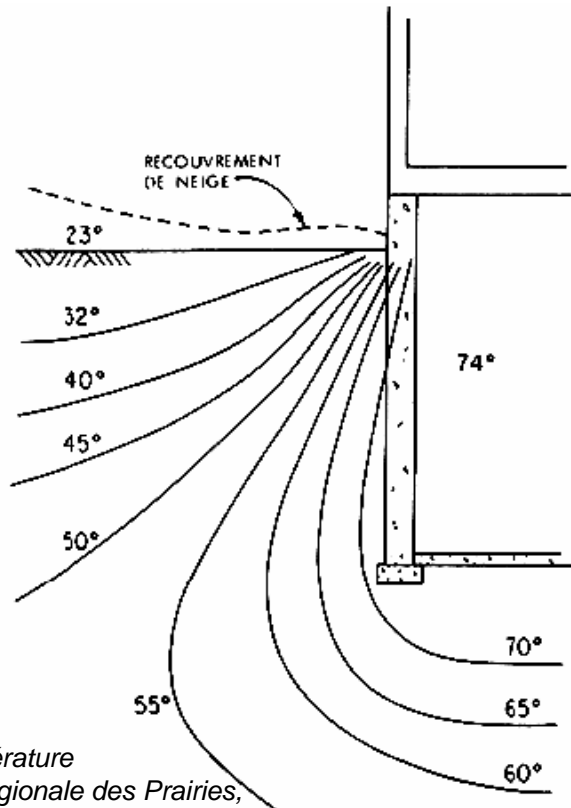


par Michel F. Coallier (2006)

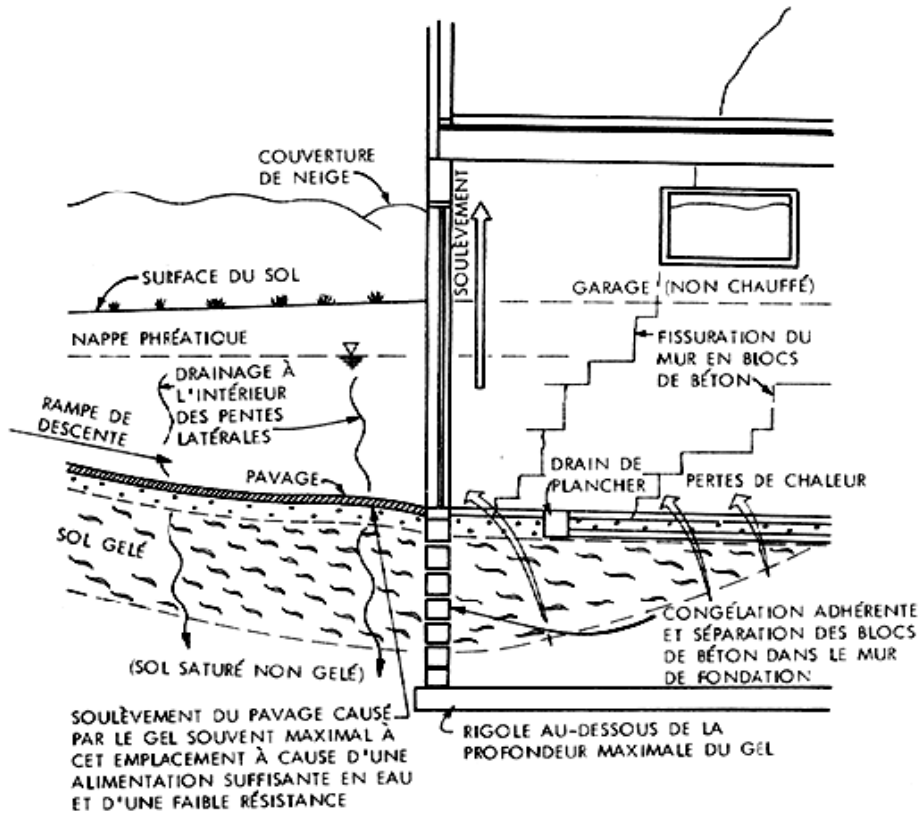
**L'application d'une épaisseur excessive d'isolant à l'intérieur des murs extérieurs de fondation peut donner naissance à des phénomènes de congélation adhérente.**

**Il en est de même si certaines régions du sous-sol (caves froides par exemple) ne sont pas chauffées.**

*Lignes isothermes du sol d'après les température prélevées le 27 janvier 1956 à la Station régionale des Prairies, Saskatoon, Saskatchewan.*

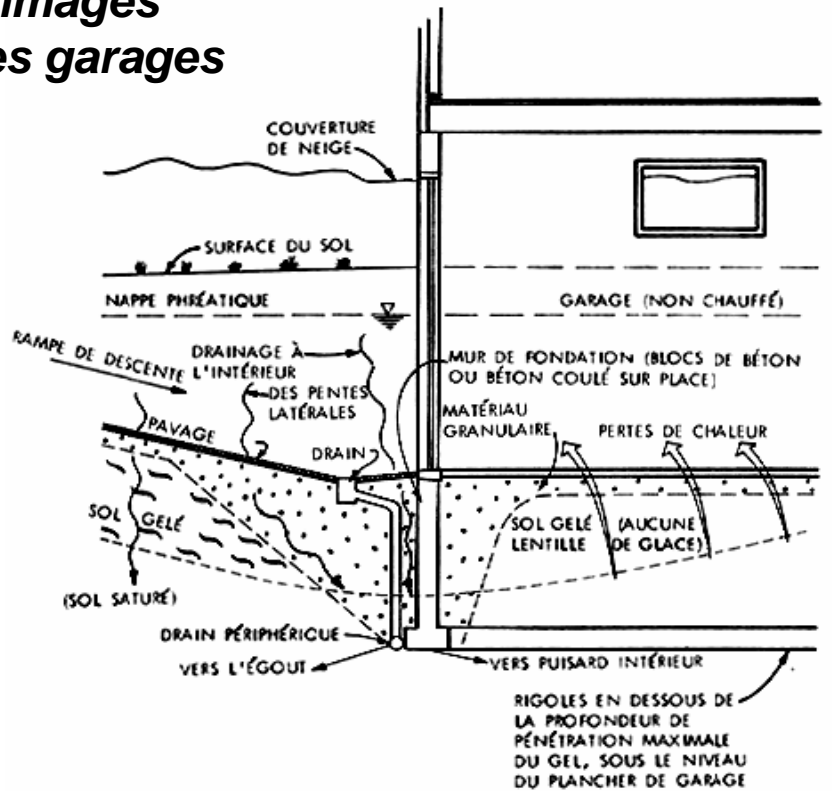


# Garages en Sous-Sol avec Rampe de Descente



par Michel F. Coallier (2006)

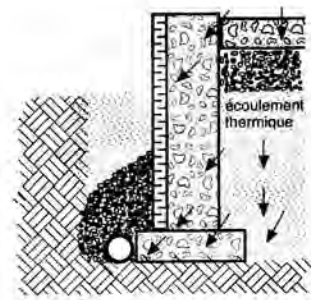
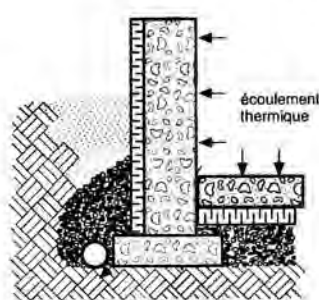
**Méthode suggérée pour empêcher les dommages dûs au gel dans les garages en sous-sol.**



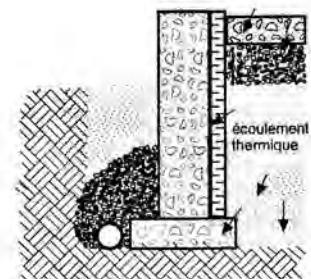
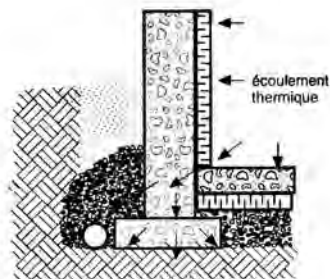
par Michel F. Coallier (2006)



# Protection des semelles contre le gel



a) Isolées de manière à permettre l'écoulement thermique vers le sol sous les semelles



b) Isolées de manière à réduire l'écoulement thermique vers le sol sous les semelles

FC20081A

# Sol sous les semelles

## 9.15.3.1 (CNB95)

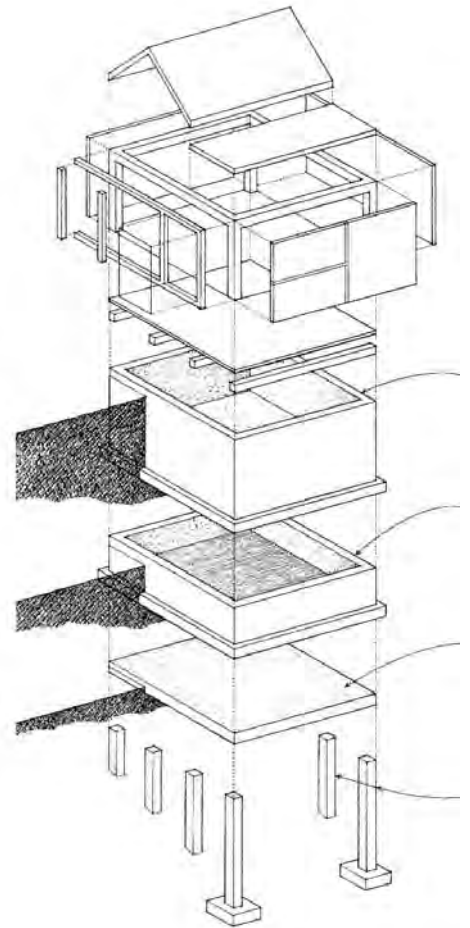
**Les semelles doivent reposer sur le sol non remanié ou un remblai granulaire bien compacté**



par Michel F. Coallier (2006)

# Types de fondations

- Fondations superficielles
- Dalles au sol;
- Fondations protégées du gel
- Fondations sur pieux



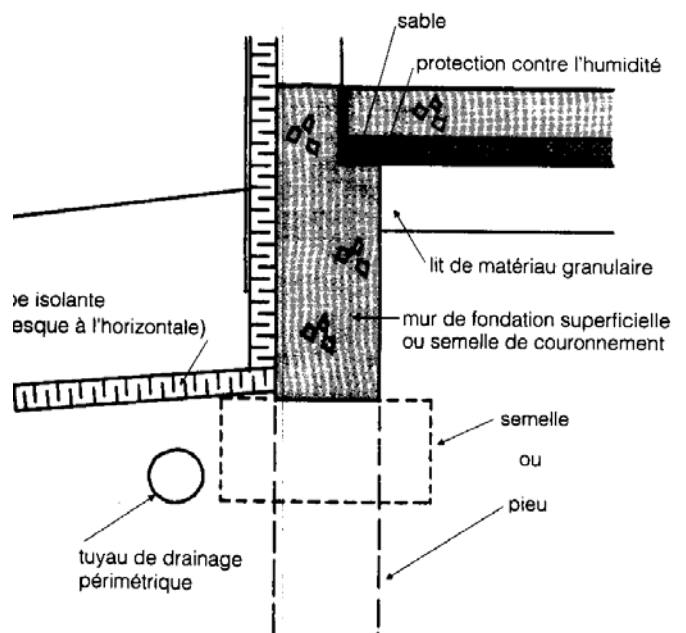
par Michel F. Coallier (2006)

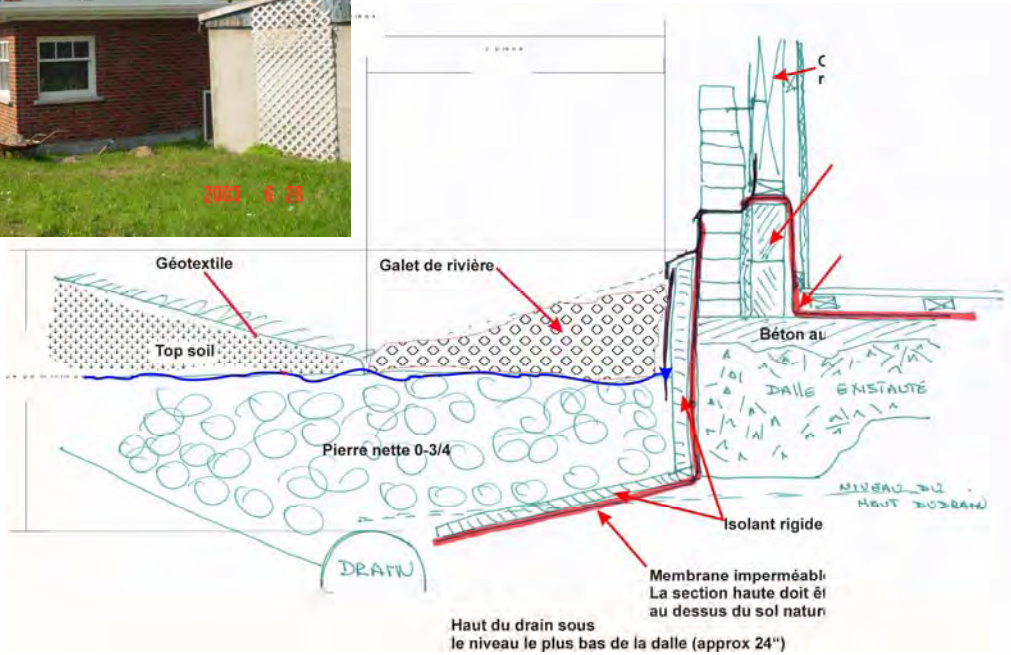
## Fondation superficielle:

Utilisée couramment dans le cas de chalets d'été qui ont été hivernisés, elles sont généralement observées au périmètre de vides sanitaires qui ont été isolés de l'intérieur...

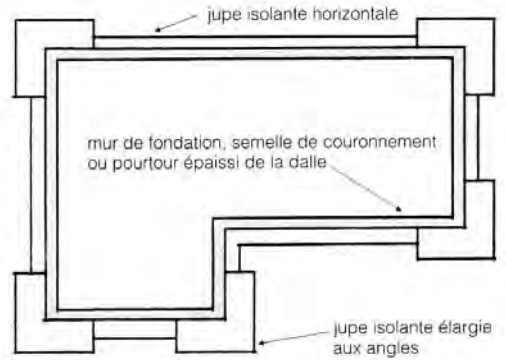
... ce qui les mettent à risques des poussées gélives.

Ces fondations ne devraient jamais être isolées de l'intérieur





par Michel F. Coallier (2006)



**Tableau 1 - Isolation périmétrique horizontale suggérée pour les fondations superficielles.**

Climat	Isolant sur murs	Isolant aux angles
Hivers doux (Côte de la C. -B., sud de l'Ontario)	50 mm (2 po) d'épaisseur sur une largeur de 250 mm (10 po)	50 mm (2 po) d'épaisseur sur une largeur de 500 mm (20 po) et une longueur de 1 m (40 po)
Hivers modérés (Ontario, Québec, province de l'Atlantique)	50 mm (2 po) d'épaisseur sur une largeur de 500 mm (20 po)	75 mm (3 po) d'épaisseur sur une largeur de 750 mm (30 po) et une longueur de 1,5 m (60 po)
Hivers rigoureux (Prairies)	50 mm (2 po) d'épaisseur sur une largeur de 750 mm (30 po)	75 mm (3 po) d'épaisseur sur une largeur de 1 m (40 po) et une longueur de 1,5 m (60 po)

**Nota** évaluation basée sur les valeurs de résistance thermique du polystyrène expansé.



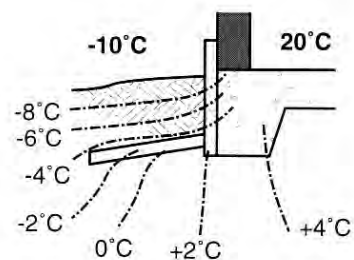
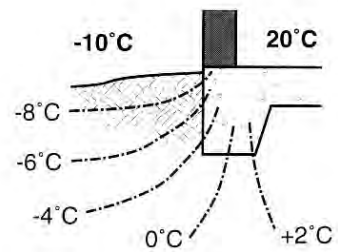
## Dalles au sol: garages extérieurs...

Les garages extérieurs, le devant des garages chauffés sont souvent soulevés ou fissurés.

La cause est la pénétration du gel sous les semelles ou sous la rive inférieure de la dalle.

On notera qu'une dalle au sol est plus épaisse à son périmètre qu'à son centre –

De plus, il devra y avoir une bonne épaisseur de remblai granulaire grossier pour diminuer les risques de formation de lentilles de glace



**FIGURE 40**  
EFFETS DE LA CEINTURE ISOLANTE

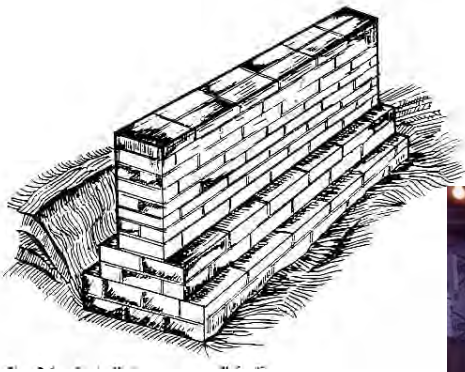
# Maison sur dalle au sol



**Une dalle au sol pour laquelle le dégagement avec le niveau supérieur du terrain est inapproprié permet à l'eau de s'infiltrer entre la dalle et le sous-plancher avec les risques de pourriture qui y est associé...**



# Fondations de maçonnerie



par Michel F. Coallier (2006)

## LES FONDATIONS EN MOELLONS ET LEUR ENTRETIEN

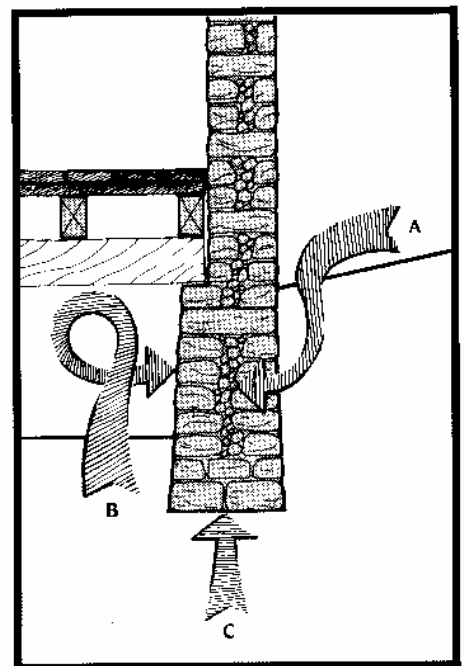
Le problème principal des fondations en moellons est la présence d'eau ou d'humidité.

C'est d'ailleurs lors de la fonte des neiges qu'il se manifeste avec le plus d'acuité

L'entretien des fondations doit viser à éliminer les sources possibles d'infiltration.

Il existe trois mesures simples qui, appliquées conjointement, peuvent limiter considérablement les problèmes d'humidité au sous-sol:

1. l'évacuation des eaux de surface,
2. l'amélioration de l'étanchéité des murs et du plancher,
3. ainsi que la ventilation du sous-sol.



Les différentes sources d'infiltration d'eau ou d'humidité au sous-sol.

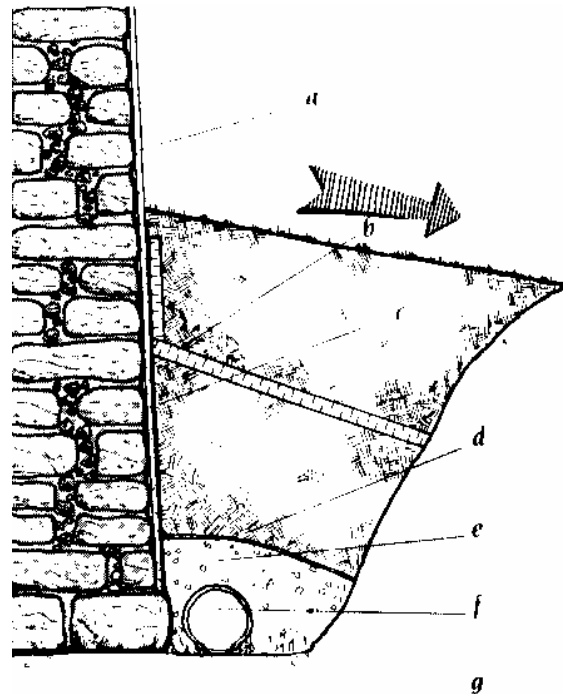
par Michel F. Coallier (2006)

## Impermeabilisation des fondations en moellons

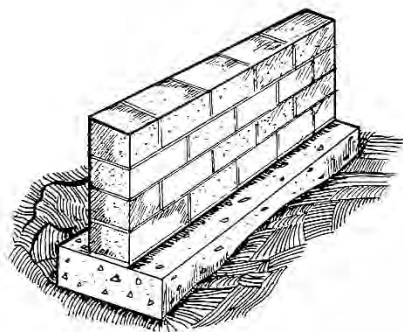
Certains murs de fondation en pierre sont recouverts à l'extérieur d'un crépi de chaux qui en améliore l'étanchéité.

Ce revêtement joue un rôle important dans la protection de la section hors sol des fondations contre les infiltrations d'eau, les chocs mécaniques et les sels à déglacer. C'est pourquoi il importe de l'entretenir régulièrement et de le réparer au besoin, faute de quoi c'est la maçonnerie qui se détériore.

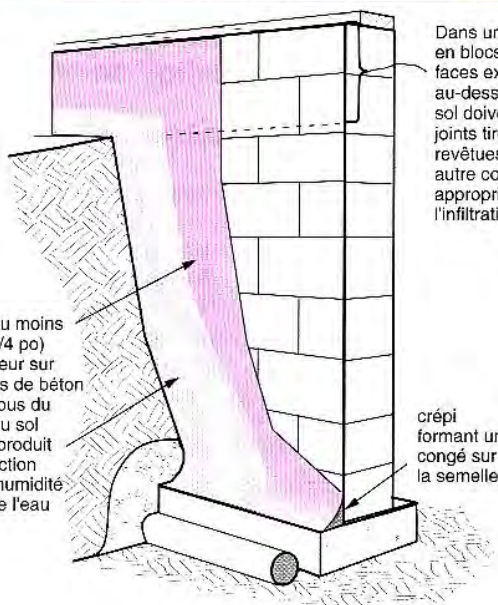
Le crépi est cependant peu efficace comme revêtement de la partie enfouie des murs de fondation: sous la terre, la chaux se dégrade, laissant les pierres sans protection.



# Fondations de blocs de béton



crépi d'au moins 6 mm (1/4 po) d'épaisseur sur des blocs de béton au-dessous du niveau du sol comme produit de protection contre l'humidité ou contre l'eau

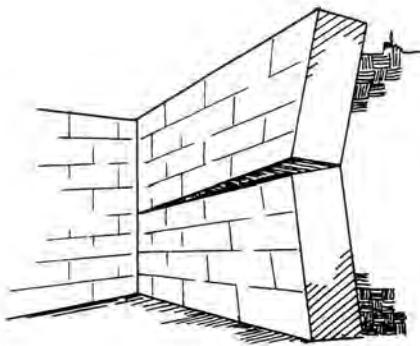


Dans un mur de fondation en blocs de béton, les faces extérieures situées au-dessus du niveau du sol doivent comporter des joints tirés ou doivent être revêtues d'un crépi ou d'une autre couche de finition appropriée empêchant l'infiltration d'eau de pluie.

crépi formant un congé sur la semelle

FC00156A

## Problèmes des fondations de blocs isolées de l'intérieur



par Michel F. Coallier (2006)