

RAPPORT D'ETUDE

CONSTRUCTIONS EN ZONES D'AFFAISSEMENT MINIER ET DE RETRAIT- GONFLEMENT

Demandeur de l'étude
DRE LORRAINE
11 place Saint Martin
BP 71021
57036 METZ CEDEX 1

Référence 70010582

Auteur(s)	Vérificateur	Version	Date
Nicolas RUAUX		A	29 septembre 2008



Département Sécurité, Structures et Feu

Division Valorisation des Technologies Innovantes

☎ : 01.64.68.83.83

📠 : 01.64.68.84.90

@ : nicolas.ruaux@cstb.fr

🌐 <http://dssf.cstb.fr>

**CONSTRUCTIONS EN
ZONES D’AFFAISSEMENT MINIER ET DE RETRAIT-
GONFLEMENT**

CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BATIMENT

SIÈGE SOCIAL > 84 AVENUE JEAN JAURÈS | CHAMPS-SUR-MARNE | 77447 MARNE-LA-VALLÉE CEDEX 2
TÉL. (33) 01 64 68 82 82 | FAX. (33) 01 60 05 70 37 | SIRET 775 688 229 000 27 | www.cstb.fr

ÉTABLISSEMENT PUBLIC À CARACTÈRE INDUSTRIEL ET COMMERCIAL | RCS MEAUX 775 688 229 | TVA FR 70 775 688 229

MARNE-LA-VALLÉE | PARIS | GRENOBLE | NANTES | SOPHIA-ANTIPOLIS

SOMMAIRE

1. DOMAINE D'APPLICATION	4
1.1 CONTEXTE ET OBJECTIF	4
1.2 CONTENU DE L'ETUDE.....	4
1.3 DOCUMENTS DE TRAVAIL	5
2. COMPARAISON DES DEUX PLANS DE PREVENTION.....	5
2.1 GENERALITE	5
2.2 COMPARAISON DES DOMAINES D'APPLICATION	6
2.3 COMPARAISON DES PRESCRIPTIONS	7
3. PROPOSITION DE MODIFICATION DES PRESCRIPTIONS DES PPR	11
3.1 PRESCRIPTIONS PROPRES A UN SEUL PPR	11
3.2 OUVRAGES EN INFRASTRUCTURE	11
3.3 FONDATIONS.....	11
3.3.1 <i>Ancrage des fondations</i>	11
3.3.2 <i>Homogénéité du sol d'ancrage</i>	12
3.3.3 <i>Coulage du béton</i>	13
3.3.4 <i>Diaphragme en béton (pour ouvrages fortement renforcés)</i>	13
3.4 PLANCHER BAS	14
3.5 AMENAGEMENTS EXTERIEURS	14
3.5.1 <i>Tranchée périphérique</i>	14
3.5.2 <i>Position des drains</i>	15

1. Domaine d'application

1.1 Contexte et objectif

Il s'agit de rendre compatible l'ensemble des dispositions définies dans les PPRM (Plan de Prévention des Risques Miniers) et les PPRG (Plan de Prévention des risques liés au phénomène de Retrait-Gonflement). Il s'agit donc d'un enrichissement des études du CSTB sur la vulnérabilité des constructions en zone d'affaissements miniers, effectuées depuis 2002.

L'objectif de l'étude est de vérifier la vulnérabilité du bâti type vis-à-vis des affaissements miniers et du phénomène de retrait-gonflement, et de proposer des solutions techniques pour rester dans des niveaux de vulnérabilité identiques à ceux définis dans le cadre des études précédentes sur le seul phénomène d'affaissement minier.

1.2 Contenu de l'étude

Dans le cadre de la présente étude, le CSTB procède aux analyses des différentes dispositions constructives contradictoires entre les PPRM et PPRG, synthétisé dans un tableau comparatif.

A partir de ce tableau, des dispositions constructives alternatives sont proposées, pouvant satisfaire à la fois aux exigences des affaissements miniers et à ceux du phénomène de retrait-gonflement des sols sensibles aux venues d'eau.

Le niveau d'endommagement acceptable sera le niveau N3 (désordre pouvant être important, mais sécurité des occupants assurée car absence de risque de chutes d'éléments porteurs ou d'équipements).

Ces dispositions seront applicables aux bâtiments-types neufs déjà recensés dans les études précédentes, et pour les ossatures suivantes :

- béton et maçonnerie,
- bois,
- métallique.

Les types de bâtiments retenus sont supposés respecter, au moins, les règles de l'art de la construction : les Normes Françaises – Documents Techniques Unifiés (et les Avis Techniques) régissant notamment les modes de mise en œuvre de techniques de construction et les règles usuelles de conception et de calculs (BAEL

ou EuroCode 2 pour les structures en béton armé, CM 66 modifiées ou EuroCode 3 pour les structures métalliques et CB 71 ou EuroCode 5 pour les structures en bois).

Les ouvrages particuliers ou exceptionnels ne font pas l'objet de la présente étude.

1.3 Documents de travail

Plan de Prévention des Risques Miniers - Révision –
Commune de ANGEVILLERS
Règlement et Annexes
Version du 5 décembre 2007

Plans de prévention des risques naturels prévisibles
Mouvements différentiels de terrain liés au phénomène de retrait-gonflement des argiles dans le département de l'Yonne
Commune de CHEVANNES
Règlement
(document non daté)

Rapport octobre 2004 - Bassin minier nord-lorrain
Etude des conditions de constructibilité dans le bassin sidérurgique et ferrifère Nord-Lorrain

Rapport juin 2006 - Bassin minier nord-lorrain
Vulnérabilité des modes constructifs alternatifs vis-à-vis des risques d'affaissements miniers

2. Comparaison des deux Plans de Prévention

2.1 Généralité

Bien que traitant chacun d'un risque provenant des mouvements de sol, les PPRM et PPRG gèrent des phénomènes différents :

- dans le cas des affaissements miniers, il s'agit de mouvements de sol principalement horizontaux et de courbure de grand rayon, provenant d'un effondrement en profondeur. Le principe retenu pour protéger le bâti est donc de limiter l'interaction sol-structure en « sortant » le plus possible l'ouvrage du terrain ;

- dans le cas du retrait-gonflement, il s'agit de mouvements principalement verticaux et de courbure de petit rayon, provenant de mouvement provenant de la surface. Le principe retenu pour protéger le bâti est donc de limiter l'interaction sol-structure en ancrant suffisamment l'ouvrage dans le terrain.

Les différences fondamentales de sollicitation de l'ouvrage (provenance et type de mouvement de sol) sont résumées dans le tableau suivant :

<i>Comparaison</i>	<i>Affaissement minier</i>	<i>Retrait-gonflement</i>
Cause du phénomène	Cavités souterraines	Sensibilité à l'eau du sol
Provenance de la sollicitation	profondeur	surface
Type de sollicitation	Mouvements de sol horizontaux, grande courbure	Mouvements de sol verticaux, petite courbure
Ouvrages les plus vulnérables	Grande dimension	Petite dimension
Ouvrages les moins vulnérables	Fondations peu profonde	Fondations profondes

2.2 Comparaison des domaines d'application

Après étude du domaine d'application de différents PPRG, il s'avère que les dispositions « mesures structurales » et « mesures applicables à l'environnement immédiat » applicables aux projets de constructions visent les logements individuels hors permis groupés, les autres ouvrages ne faisant qu'une prescription sur la réalisation d'une étude générale, basée sur une mission géotechnique.

Par contre, les règles particulières de construction à respecter dans le cadre des PPRM visent un domaine d'application beaucoup plus large, non seulement en termes de dimension de l'ouvrage que d'implantation.

La comparaison doit donc non seulement porter sur les prescriptions prises les unes après les autres, mais aussi sur leur pertinence vis-à-vis du domaine d'application le plus restreint entre les PPRM et les PPRG, à savoir les logements individuels hors permis groupés.

2.3 Comparaison des prescriptions

<i>Prescriptions</i>		PPRM		PPRG	Impact sur PPRM	Impact sur PPRG	<i>Impact économique</i>
<i>sujet</i>	<i>N°</i>	<i>Prescription générale</i>	<i>Application aux logements individuels hors permis groupés</i>	<i>Prescription</i>			
Implantation	1	distance vis-à-vis des crêtes et pieds de talus	pertinente	sans	-	-	-
	2	pente naturelle du terrain	pertinente	sans	-	-	-
Voisinage	3	joints entre ouvrages	Non pertinente dans le cas d'ouvrages isolés	sans	-	-	-
Volumes	4	Volume hors toiture en parallélépipède	pertinente	sans	-	-	-
Ouvertures	5	restrictions sur les ouvertures	pertinente	sans	-	-	-
	6	chaînage	Pertinente pour les ouvrages fortement renforcés	sans	-	-	-
Ouvrages en infrastructure	7	sous-sol proscrit, même partiel	pertinente	sous-sol complet recommandé Sous-sol partiel proscrit	-	Prescription du PPRM à retenir pour les secteurs soumis aux deux risques	Sans surcoût par rapport à ceux déjà indiqués dans les PPR
Fondations	8	Ancrage de la semelle :	pertinente	Profondeur	Impact sur la conception et la		Oui, surcoût fort

		80 cm		minimum de 1,20 ou 0,80 m.	réalisation des fondations. Distinguer l'épaisseur de gros béton de la hauteur de la fondation		
	9	Fondations sur un même niveau	pertinente	Fondations sur un même niveau	-	-	-
	10	sans		Assurer l'homogénéité du sol d'ancrage	Nécessité éventuelle de réaliser des épaisseurs importante de gros béton	-	Surcoût fonction de la profondeur de l'ancrage des fondations
	11	Coulage du béton sur lit de sable	Pertinente	Coulage de béton pleine fouille	Préciser que le lit de sable peut être mis sur du gros béton, ou remplacé par un joint de glissement	Préciser que le bétonnage en pleine fouille ne concerne que le gros béton	Surcoût intégré dans celui de l'impact 8
	12	Dimensionnement en service et en accidentel	pertinente	sans	-	-	-
	13	Fondations filantes, système homogène	Prescription explicite du système homogène à prévoir, même si peu pertinente, car implicite compte tenu des faibles charges	Fondations filantes	-	-	-
	14	Rigidification et maillage	Pertinente pour les	sans	-	-	-

			ouvrages fortement renforcés				
	15	Diaphragme en béton armé	Pertinente pour les ouvrages fortement renforcés	sans	Prévoir un espace (coffrage carton, isolant très compressible, autre) entre diaphragme et sol	-	Oui, surcoût fort
Plancher bas	16	Plancher sur vide sanitaire	Pertinente	Plancher sur vide sanitaire, ou dallage spécifique	-	Ne préconiser que les planchers sur vide sanitaire dans les secteurs soumis aux deux risques	Sans surcoût
Superstructure	17	Chaînage périphérique des murs	pertinente	Chaînage périphérique des murs	-	-	-
Aménagements extérieurs	18	tranchée périphérique	pertinente	Dispositif s'opposant à l'évaporation	Adapter la conception de la tranchée afin de limiter l'évaporation (couverture par une terrasse par exemple)	Réaliser la terrasse comme un ouvrage secondaire désolidarisé de l'ouvrage principal (4 ^e	Surcoût équivalent à la superposition des deux prescriptions

						puce, section 4, titre 4 du PPRM)	
	19	Sans		Gestion des plantations	-	-	-
	20	Sans		Conception et position du système de récupération des eaux de ruissèlement		-	-
	21	sans		Gestion des plantations			
	22	Sans		Pas de drain à moins de 2 m du bâtiment	Spécifier que la tranchée périphérique ne peut pas recevoir le système de drainage - dans les secteurs soumis aux deux risques	-	Sans surcoût par rapport à ceux déjà indiqués dans les PPR
Raccordements	23	dispositifs de raccordement souples	pertinent	dispositifs de raccordement souples	-	-	-

3. Proposition de modification des prescriptions des PPR

Sur la base des comparaisons effectuées au chapitre précédent, il est possible d'harmoniser les PPRM et PPRG en respectant les prescriptions ci-après.

3.1 Prescriptions propres à un seul PPR

Dans le cas où une prescription ne concerne qu'un seul PPR, sans impact sur le second, il convient d'appliquer entièrement cette prescription.

C'est le cas des prescriptions du tableau précédent, n° 1 à 6, 9, 12 à 14, 17, 19 à 21 et 23.

3.2 Ouvrages en infrastructure

Prescription 7 du tableau du chapitre 2.

Les prescriptions du PPRM sont plus restrictives que celles du PPRG.

Il convient d'étendre la prescription de l'interdiction de sous-sol, même partiel, dans les secteurs soumis aux deux risques.

3.3 Fondations

3.3.1 Ancrage des fondations

Prescription 8 du tableau du chapitre 2.

Il n'existe pas de règles « traditionnelle » répondant aux exigences des deux PPR.

Pour autant, moyennant une méthode de réalisation des fondations spécifique, ces exigences peuvent être respectées pour maintenir un niveau de sécurité satisfaisant.

Pour ceci, il faut distinguer les préoccupations du PPRM de celle du PPRG :

- pour le PPRM, il s'agit d'éviter que les effondrements de sol en profondeur, provoquant des mouvements en surface verticaux et horizontaux, induise des efforts importants dans la superstructure. A cet effet, les fondations sont ancrées au minimum, en faisant l'hypothèse que le contact entre l'arase inférieure de la fondation et le sol se comporte comme une surface de glissement.
- Pour le PPRG, il s'agit d'une part de fonder le bâtiment à une profondeur où le sol n'est plus sensible au retrait-gonflement (variations de teneur en eau faibles et lentes), et d'autre part de limiter les phénomènes d'évaporation en coulant pleine fouille le béton de fondation.

Pour répondre aux deux préoccupations, il est possible de réaliser dans un premier temps une assise en gros béton, ancrées suffisamment pour respecter les

prescriptions du PPRG, puis de couler la semelle de fondation sur ce gros béton, moyennant l'interposition d'une couche de glissement (comme déjà prescrite entre la semelle et la partie rigide, pour les ouvrages fortement renforcé).

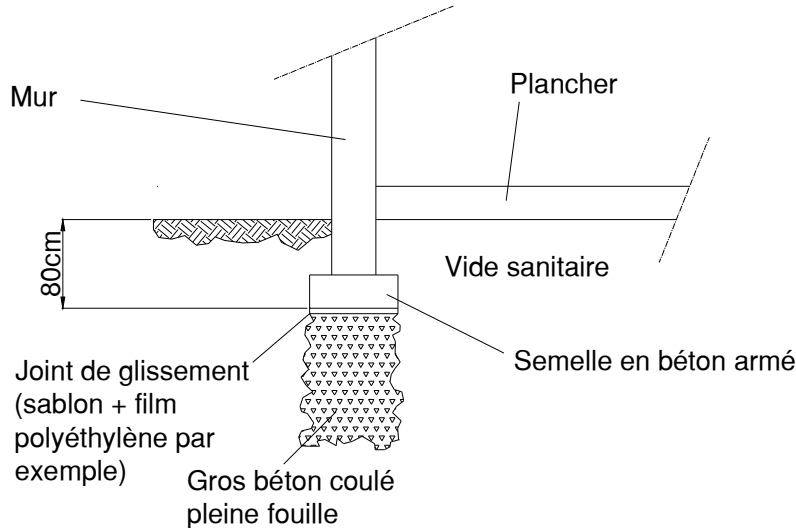


Illustration 1

3.3.2 Homogénéité du sol d'ancrage

Prescription 10 du tableau du chapitre 2.

Les prescriptions ne concernent que le PPRG.

Cependant, afin de pouvoir respecter la prescription 8, il faut spécifier que l'approfondissement des assises de fondation pour chercher un sol homogène doit s'effectuer par des puits ou semelles en gros béton, avec interposition d'une surface de glissement avec la semelle, la solution « fondation profonde » (au sens du DTU 13.2) étant proscrite.

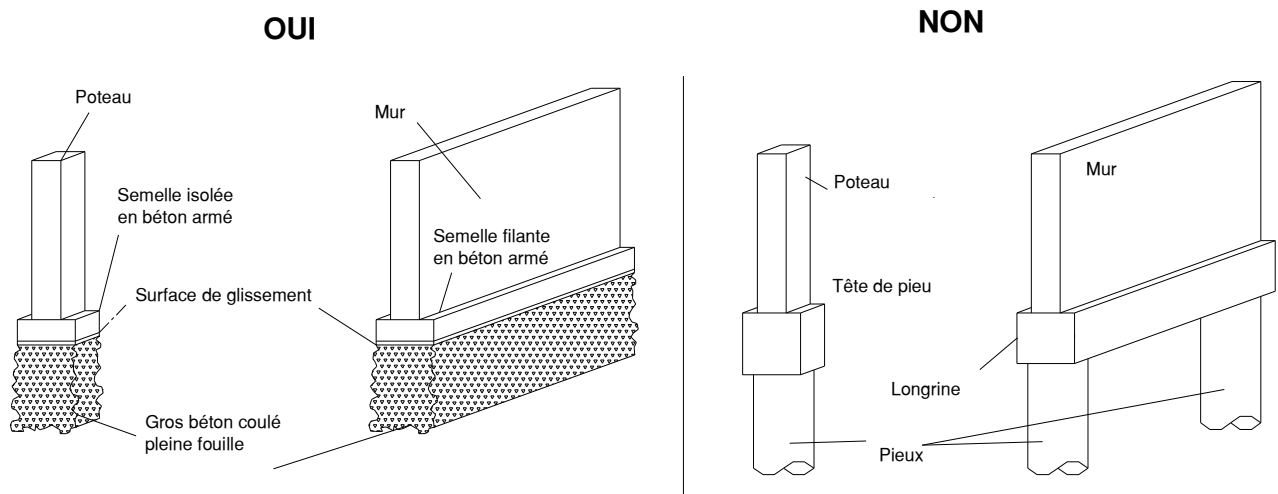


Illustration 2

3.3.3 Coulage du béton

Prescription 11 du tableau du chapitre 2.

(prescription limitée aux secteurs soumis aux 2 risques)

Dans le PPRM, préciser que le lit de sable peut être mis sur du gros béton, ou remplacé par un joint de glissement, dans le cas où l'ancrage de la fondation doit être supérieure à 80 cm.

Dans le PPRG, préciser que le bétonnage en pleine fouille ne concerne que le gros béton, la partie « semelle » étant réalisée après coup.

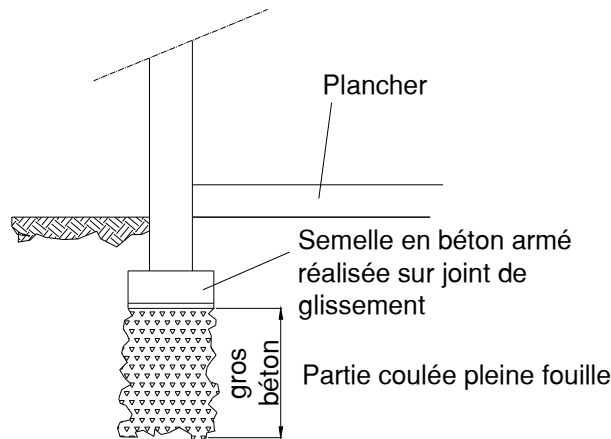


Illustration 3

3.3.4 Diaphragme en béton (pour ouvrages fortement renforcés)

Prescription 15 du tableau du chapitre 2.

(prescription limitée aux secteurs soumis aux 2 risques)

Dans le PPRM, prescrire l'interposition d'un espace entre le diaphragme et sol, vide ou rempli d'un matériau très compressible (coffrage carton, isolant, autre).

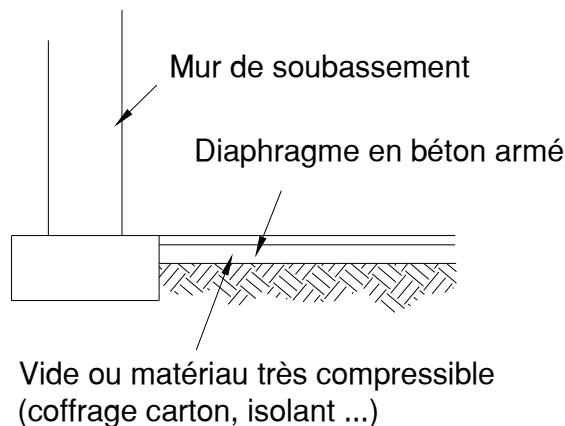


Illustration 4

3.4 Plancher bas

Prescription 16 du tableau du chapitre 2.

(prescription limitée aux secteurs soumis aux 2 risques)

Les prescriptions du PPRM sont plus restrictives que celles du PPRG.

Il convient d'étendre la prescription de n'autoriser que des planchers sur vide sanitaire au PPRG.

3.5 Aménagements extérieurs

3.5.1 Tranchée périphérique

Prescription 18 du tableau du chapitre 2.

Telle que définies actuellement dans les PPRM, la tranchée augmente les risques d'évaporation et d'infiltration importante qui favorisent les variations rapides de teneur en eau des sols et donc le phénomène de gonflement ou retrait, qui peuvent être évités en complétant les prescriptions des PPRM soit

- par l'ajout d'une membrane géotextile en recouvrement des parois de la tranchée ou de la tranchée, le problème du drainage devant être traité par ailleurs,
 - par la réalisation d'une terrasse ou équivalent au dessus de cette tranchée.
- Dans le cas, spécifier dans le PPRG que celle-ci doit être réalisée comme un ouvrage secondaire, suffisamment désolidarisée de l'ouvrage principal, comme spécifié dans le PPRM actuel à la 4e puce, section 4, titre 4 (prescription limitée aux secteurs soumis aux 2 risques).

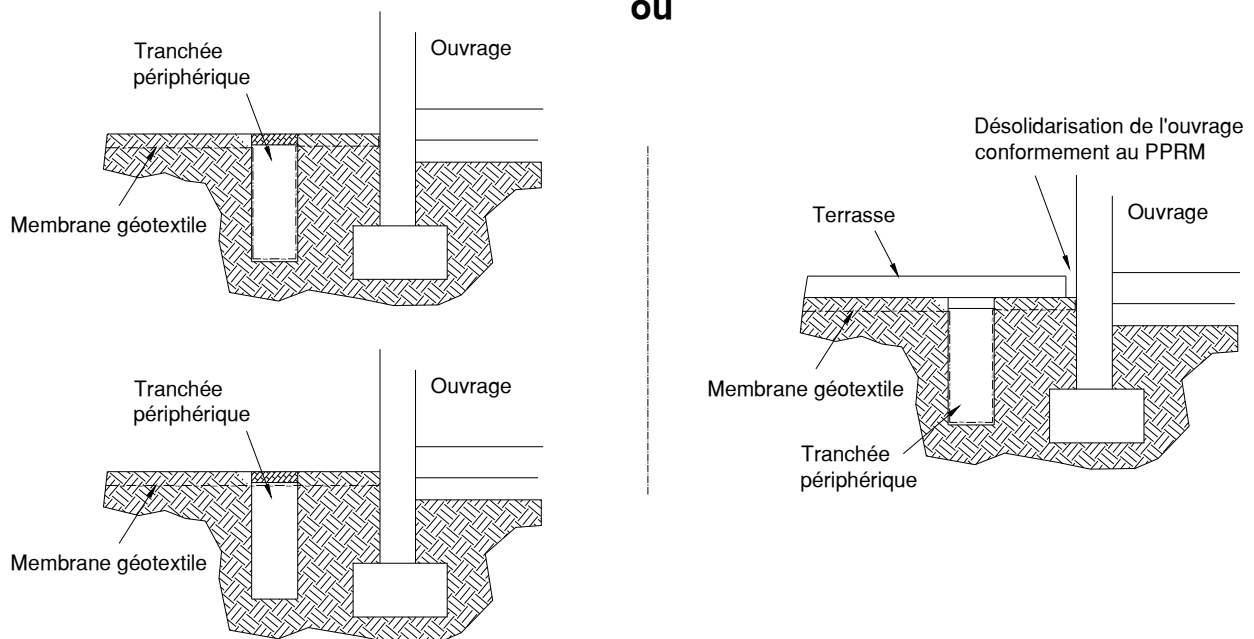


Illustration 5

3.5.2 Position des drains

Prescription 22 du tableau du chapitre 2.

Cette prescription ne concerne que le PPRG.

Afin de bien la respecter, spécifier que la tranchée périphérique prescrite dans le PPRM ne peut pas recevoir le système de drainage, comme il en avait été convenu oralement auparavant.

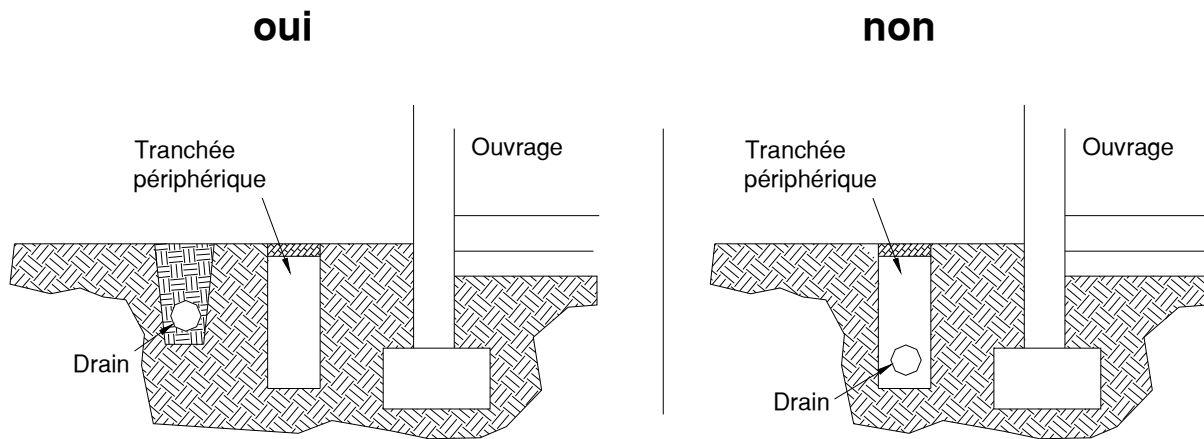


Illustration 6