

Mise en conformité du cadre bâti

1.1 Introduction

La mise en conformité est l'acte administratif par lequel est régularisé toute construction achevée ou non achevée au regard de la réglementation relative à l'occupation du sol et aux règles d'urbanisme.

Cette opération a pour objectifs notamment :

- de mettre terme à l'état de non achèvement des travaux ;
- de fixer les conditions d'occupation ou d'exploitation des constructions ;
- de promouvoir un cadre bâti esthétique et harmonieusement aménagé.

1.2 Quelques définitions

1.2.1 Construction

Tout édifice ou ouvrage dont l'usage est destiné à l'habitation à l'équipement, à la production et aux services.

1.2.2 Cadre bâti

Ensemble des constructions et d'espaces extérieurs publics, arrangés selon les dispositions prescrites par les instruments d'urbanismes [Plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme (PDAU), Plan d'Occupation du Sol (POS)].

1.2.3 Esthétique

L'harmonie des formes et la qualité des façades d'une construction y compris celles des espaces extérieurs.

1.2.4 Lotissement

Est la division d'une propriété foncière nue en deux ou plusieurs lots destinés à la construction, pour usage conforme aux prescriptions des instruments d'urbanisme et son cahier des charges.

1.2.5 Achèvement des travaux de construction

La réalisation complète de l'ossature, des façades, des viabilités et des aménagements, autrement dit engager le reste à réaliser (R.A.R).

1.2.6 Permis d'achèvement

Est l'acte d'urbanisme nécessaire pour procéder à l'achèvement d'une construction avant son occupation ou son exploitation.

1.2.7 Viabilités

Sont les voies de communication, les réseaux d'alimentation en eau potable (AEP), réseaux d'assainissement, électricité, gaz et de télécommunication qui desservent la construction.

1.2.8 Aménagement

Sont les travaux de traitement de surface, de consolidation des talus, de plantation des arbres, de pose de mobiliers urbain et réalisation des espaces verts et récréatifs.

1.2.9 Surface bâtie

Toute construction a besoin d'un terrain d'assiette. Cette surface est augmentée de la voie d'accès et des aires de dépendance extérieures.

1.3 Consommation du sol par le bâti

Le caractère d'une ville peut être défini en termes de densités, plus il y'a une population dense, plus la vie urbaine est intense. De même, la densité des constructions donne une structure particulière à chaque ville.

La croissance des populations et le développement des activités urbaines engendrent une consommation du sol urbain de plus en plus importante.

La qualité d'un cadre bâti est en général est déterminée par le type et le mode d'utilisation du sol, les réseaux des services publics et par la présence des équipements nécessaires à la vie et à l'activité quotidienne.

Pour traiter ce problème de qualité du cadre bâti, on doit fixer un seuil de référence auquel rapporter les niveaux de qualité de différentes situations d'habitat. Ce seuil de référence est porté sur des critères qui touchent ainsi à :

- réparation du sol selon le mode d'usage ;
- disponibilité d'espace pour chaque individu ;
- modes de transformations du sol et de l'espace destiné aux diverses activités.

Une attention particulière doit être accordée à cette question au moment de l'élaboration de toute politique de programmation spatiale pour répondre aux besoins de l'habitat et des activités économiques.

Nous rappelons d'abord quelques définitions utiles.

1.3.1 Densité résidentielle nette (D_{rn})

Est le rapport exprimé tantôt en nombre d'habitants/Hectare, tantôt en nombre de logements/Hectare, appliquée à une zone affectée à l'habitat. La surface de cette zone est considérée dans sa totalité à l'exclusion (à déduire) :

- les surfaces destinées aux équipements d'accompagnement ou de proximité [école, centre de santé, bureau de poste, centre sportif de proximité (CSP)...] ;
- les surfaces relatives à la voirie primaire et secondaire ;

Dans le cas où ces surfaces sont incluses dans la surface de la zone on a : **la densité brute**. La densité ainsi résultante est appelée : **surface résidentielle nette** (S_{rn}). Elle est constituée des surfaces fonctionnelles suivantes :

- surfaces d'emprise au sol des constructions (S_b) ;
- surfaces d'emprise de la voirie tertiaire d'accès aux habitations S_{vt} ;
- surfaces de stationnement S_{st} ;
- surfaces libres ou aménagées S_L .

$$S_{rn} = S_b + S_{vt} + S_{st} + S_L \quad (1.1)$$

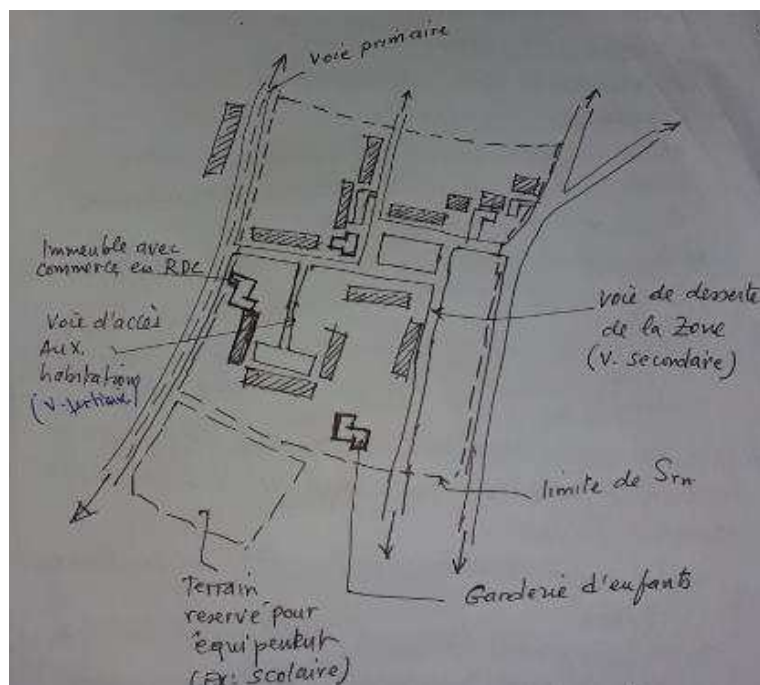


Figure 1.1 Schéma type de la surface résidentielle nette

1.3.2 Coefficient d'occupation du sol (C.O.S)

Est le rapport entre la surface de plancher totale nette hors œuvres ($SHON$) ou bien S_{pt} et la surface résidentielle nette (S_{rn}). Il précise le droit de construire et détermine la consommation du sol dans une zone d'habitat donnée.

$$C.O.S = \frac{SHON}{S_{rn}} \quad (1.2)$$

La surface plancher totale tient compte le nombre de niveaux (surface développée). La variation d'un de ces facteurs se répercute sur les autres, d'où la possibilité de varier

dans certaines limites la composition urbaine du bâti en termes de formes et de volumes.

$$D_{rn} = \frac{L (\text{nombre de logements})}{S_{rn}} \quad (1.3)$$

Où

$$L = \frac{\text{Surface plancher totale (SHON)}}{SL_{moy}} \quad (1.4)$$

SL_{moy} : Surface moyenne du logement, fixée préalablement à 100, 95, 90 ou 85 m² ...

Sachant que :

$$\begin{aligned} SHON &= C.O.S \times S_{rn} \\ \Rightarrow D_{rn} &= \frac{L}{S_{rn}} = \frac{SHON}{SL_{moy} \times S_{rn}} = \frac{C.O.S \times S_{rn}}{SL_{moy} \times S_{rn}} = \frac{C.O.S}{SL_{moy}} \\ \Rightarrow C.O.S &= \frac{L \times SL_{moy}}{S_{rn}} \Rightarrow L = \frac{SHON}{SL_{moy}} \end{aligned}$$

Application 1.1

Pour une $SL_{moy} = 80m^2$ et une densité nette $D_{rn} = 80lgts/Ha$, le $C.O.S$ sera comme suit :

$$C.O.S = \frac{80 \times 90}{10000} = 0.72$$

Pour une $D_{rn} = 50 lgts/Ha$ par exemple et une surface moyenne du logement $SL_{moy} = 80m^2$, le $C.O.S$ devient :

$$D_{rn} = \frac{L}{S_{rn}} = \frac{C.O.S}{SL_{moy}} \Rightarrow C.O.S = D_{rn} \times SL_{moy} = \frac{50}{10000} \times 80 = 0.40$$

Nous pouvons vérifier l'inverse c.à.d. partant de la valeur du $C.O.S$ pour déterminer la densité résidentielle nette D_{rn} .

Application 1.2

Soit une zone de superficie de 2Ha et un $C.O.S = 0.40$, alors

$$SHON = C.O.S \times S_{rn} = 0.4 \times 20000 = 8000m^2$$

Or, avec un logement de surface moyenne $SL_{moy} = 80m^2$ on aura :

$$L = \frac{SHON}{SL_{moy}} = \frac{8000}{80} = 100logts/2Ha$$

Soit $D_{rn} = 50 logts/Ha$

Application 1.3

Soit le $C.O.S = 1$, la taille moyenne du logement $SL_{moy} = 90m^2$ et la surface de la zone à urbaniser (surface résidentielle nette $S_{rn} = 4Ha$

On calcule $SHON = S_{pt} = C.O.S \times S_{rn} = 1.0 \times 40000 = 40000 m^2$

$$L = \frac{SHON}{SL_{moy}} = \frac{S_{pt}}{SL_{moy}} = \frac{40000}{90} = 444.44 \cong 445 \text{ logements environ}$$

$$D_{rn} = \frac{L}{S_{rn}} = \frac{445}{4Ha} = 111,25 \cong 110 \text{ logts/Ha}$$

Avec un taux d'occupation par logement : $TOL = 6 \text{ personnes/logement}$

$$\Rightarrow D_{rn} = 110 \times 6 = 660 \text{ habitants/Ha}$$

D'où le nombre total d'habitants à abriter est :

$$p = 660 \times 4 = 2640 \text{ habitant environ}$$

Ces données sont très utiles pour déterminer le nombre et la taille des équipements d'accompagnement desservant la population.

Application 1.4

Maintenant, nous allons faire intervenir le nombre d'étages des immeubles, tout on maintient les pourcentages suivants :

- $S_{vt} = 10\% S_{rn}$
- le nombre de place/véhicule par logement est :
une place/véhicule pour deux logements une place de stationnement occupe $S_{sv} = 25 m^2$

Données de base :

$$C.O.S = 0.80, SL_{moy} = 80 m^2, S_{rn} = 4 Ha$$

$$S_{pt} = C.O.S \times S_{rn} = 0.8 \times 40000 = 32000 m^2$$

$$L = \frac{S_{rn}}{SL_{moy}} = \frac{32000}{80} = 400 \text{ logts}$$

$$S_{vt} = \frac{1}{10} \times 40000 = 4000 m^2$$

$$S_{st} = \frac{L}{2} \times S_{sv} = \frac{400}{2} \times 25 = 5000 m^2$$

Variante 01 : Nombre de niveau $n = 2$

- surface bâtie d'emprise au sol $S_b = \frac{S_{pt}}{n} = \frac{32000}{2} = 16000 m^2$

On résume comme suit :

$$\begin{cases} S_b = 16000 m^2 \\ S_{st} = 5000 m^2 \\ S_{vt} = 4000 m^2 \end{cases}$$

Soit une surface libre :

$$S_L = S_{rn} - (S_b + S_{st} + S_{vt}) = 40000 - (16000 + 5000 + 4000) = 15000 m^2$$

Cette surface libre (S_L) représente que 37.5% de la S_{rn}

Nous jugeons que cette valeur obtenue selon la variante adoptée est insuffisante pour le concept de l'ensemble résidentiel. Don on doit augmenter le nombre de niveau et nous passons à une autre variante :

Variante 02 : Nombre de niveau $n = 4$

$$S_b = \frac{S_{pt}}{n} = \frac{32000}{4} = 8000 \text{ m}^2$$

D'où :

$$\begin{cases} S_b = 8000 \text{ m}^2 \\ S_{st} = 5000 \text{ m}^2 \\ S_{vt} = 4000 \text{ m}^2 \end{cases}$$

Soit une surface libre :

$$S_L = S_{rn} - (S_b + S_{st} + S_{vt}) = 40000 - (8000 + 5000 + 4000) = 23000 \text{ m}^2$$

Cette surface libre (S_L) représente que 57.5% de la S_{rn}

Ce que nous considérons conforme à nos options.

1.4 Quelques précisions

1.4.1 Surface hors œuvre brute (SHOB)

La surface hors œuvre brute (SHOB) d'une construction représente la somme des surfaces de plancher de chaque étage (niveau) de construction. Elle calculée à partir des nus extérieurs des murs de façades et au niveau supérieur du plancher. Elle comporte les combles et sous-sols (aménageable ou non), les balcons, les loggias et les toitures terrasses. Sont exclus les éléments qui ne constituent pas la surface de plancher à savoir : les saillies à caractère décoratif, les vides (trémie d'ascenseur ou d'escalier et rampe d'accès). En revanche, elle constitue la SHOB, la partie inférieure servant d'emprise de la cage d'escalier, de la rampe d'accès ou la partie inférieure au quelle s'arrête la trémie de l'ascenseur.

1.4.2 Surface hors œuvre nette (SHON)

La surface hors œuvre nette (SHON) d'une construction est la SHOB à déduire :

- les surfaces des combles et sous-sols dont la hauteur sous-plafond est inférieure à 1.80 m, non aménageable pour l'habitat ou pour les activités à caractère professionnel, artisanal, industriel ou commercial ;
- les surfaces des toitures terrasses, des balcons, des loggias ainsi que les surfaces non closes situées au Rez de chaussée (patio ou cours à ciel ouvert...) ;
- les surfaces des bâtiments ou parties de bâtiments aménagées pour stationnement de véhicule (garage),

- les surfaces affectées à l'usage des locaux techniques (local chaufferie) ;
- les surfaces affectées à l'usage de cave en sous-sol, lorsqu'il n'y a pas d'ouverture sur l'extérieur autre que celles destinées à l'aération ;
- les surfaces des bâtiments affectées aux locaux de récolte, des bétails ou de matérielle agricole ainsi que des surfaces de serres de production.



Sécurité du bâti en zones sismique

2.1 Conception, Calculs et Réalisation

• Conception

La conception générale d'un bâtiment est la détermination des volumes, formes, hauteurs et positions des éléments porteurs et type d'ossatures...etc. Elle est réalisée par un concepteur ou maître de l'œuvre, un architecte souvent.

• Calculs

Sont effectués par un ingénieur ou un bureau d'étude technique spécialisé en calcul des structures. Ces calculs permettent de donner aux éléments porteurs les dimensions nécessaires pour qu'ils résistent aux efforts auxquels ils seront soumis. Dans un bâtiment on peut distinguer des anomalies (défauts) de type :

- de conception (choix d'un certain type d'architecture) ;
- de calculs (mauvais choix des charges, contraintes...) ;
- des malfaçons de construction (matériaux de mauvaise qualité, mauvaise qualité de produit, le non-respect des prescriptions techniques édictées par le dossier d'exécution...).

2.2 Ossature et structure de l'immeuble

La structure ou l'ossature est le squelette d'un bâtiment. Elle supporte les efforts dus aux :

- poids de la construction elle-même ;
- charges d'exploitations (poids des personnes, de mobiliers et des équipements) ;
- surcharges accidentelles (charges climatiques : neige et vent et charges sismiques) ;

Ces efforts sont transmis au sol par l'intermédiaire des fondations. Toute opération ou intervention sur la structure ne peut faire qu'après diagnostic approfondi réalisé par un professionnel. Puisque, la structure d'un bâtiment forme un tout, toute intervention sur l'une de ses parties peut avoir des répercussions sur le comportement global du bâtiment.

2.3 Risques extérieurs à la construction

Quels sont les problèmes liés au sol à vérifier avant de construire en zones sismiques ?

2.3.1 Zone de failles

Eviter de construire au voisinage immédiat d'une zone caractérisée par une faille active.

2.3.2 Sols compressibles

Ce type de sol doit faire l'objet d'une attention particulière (étude au préalable, évaluation du phénomène de compressibilité, traitement en vue d'amélioration du sol ou si nécessaire l'éviction du site). Quel que soit le type de fondation adopté, les sols compressibles doivent être traités en zones sismiques.

2.3.3 Sols liquéfiables

Par définition, la liquéfaction du sol est un changement momentané du comportement rhéologique du sol fin saturé d'eau, sous l'action sismique. Le sol passe à un état fluide dense avec perte totale de résistance au cisaillement. Ce phénomène se traduit par un accroissement

significatif de la pression interstitielle, U et une chute de la contrainte effective intra-granulaire σ' . Dans cet état la contrainte totale σ est représentée seulement par la pression de l'eau.

$$\sigma = \sigma'_{\downarrow} + U^{\uparrow}$$

En pratique, on peut rencontrer une couche supérieure d'argile de résistance mécanique apparemment suffisante pour un radier, peut dissimuler une couche liquéfiable plus profonde.

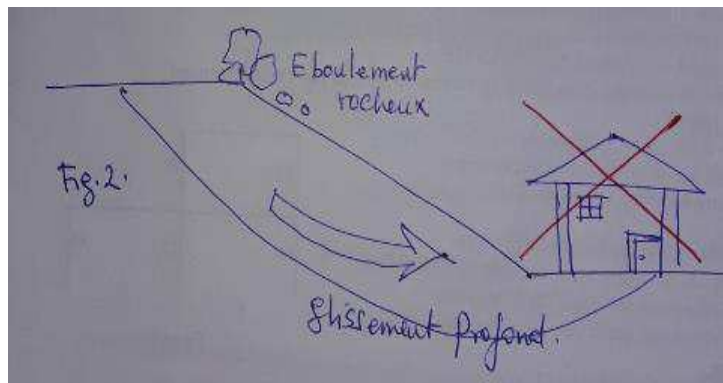
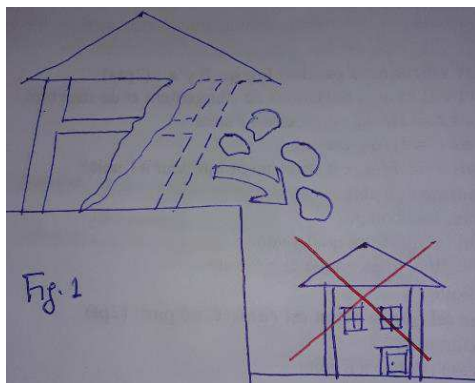
2.3.4 Instabilité des pentes

On peut construire mais avec des solutions techniques de stabilisation des talus à titre d'exemple :

- éviter de construire sur toutes les zones concernées par le mouvement de terrains de grande amplitude ;
- éviter de construire au voisinage d'un amont ou d'un aval d'une pente ;

Une construction parfaitement calculée peut détruire lors d'un séisme par des causes extérieures.

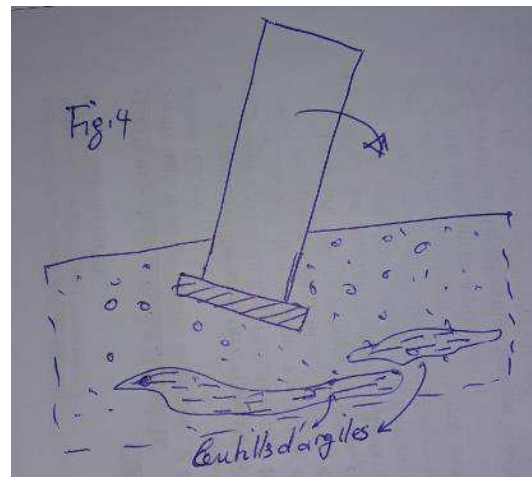
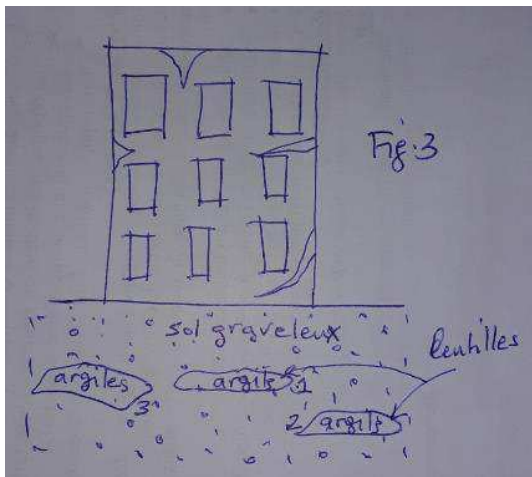
- par l'effondrement d'un bâtiment situé au-dessus d'elle (Fig. 1)
- par la chute des pierres instables ou par le glissement de terrain (Fig. 2)



2.3.5 Sol hétérogène

La figure. 3 indique les conséquences que subisse une construction édifée sur un sol hétérogène proche d'argiles compressibles, noyées au milieu d'un sol graveleux.

Dans la figure. 4, l'immeuble a subi un tassement différentiel. La construction repose partiellement sur un sol graveleux de bonne portance d'une part et un sol argileux de faible capacité portante d'autre part (cas de la tour de Pise en Italie).



2.4 Règles applicables (constructives) aux différents types de fondations

L'infrastructure représente l'ensemble des fondations et des éléments en dessous du niveau de la base de la construction. Elle doit constituer un ensemble rigide capable à remplir les fonctions suivantes :

1. réaliser l'encastrement de la structure dans le sol ;
2. transmettre au sol de fondation la totalité des efforts apportés par la structure ;
3. limiter les tassements différentiels et/ou les déplacements horizontaux.

outre le radier, sont considérés ensembles rigides vis-à-vis aux mouvements sismiques :

1. semelles filantes croisées ;
2. semelles filantes dans un sens, liées dans l'autre par des longrines ;
3. semelles isolées sur un sol ferme liées dans les deux sens par des longrines.

Tous les murs porteurs doivent être fondés sur des semelles filantes.

2.4.1 Semelle sur terrain incliné

La semelle S1 est bien fondée par rapport à la semelle S2, mais elle est mal fondée par rapport à S3 (Fig 2.5).

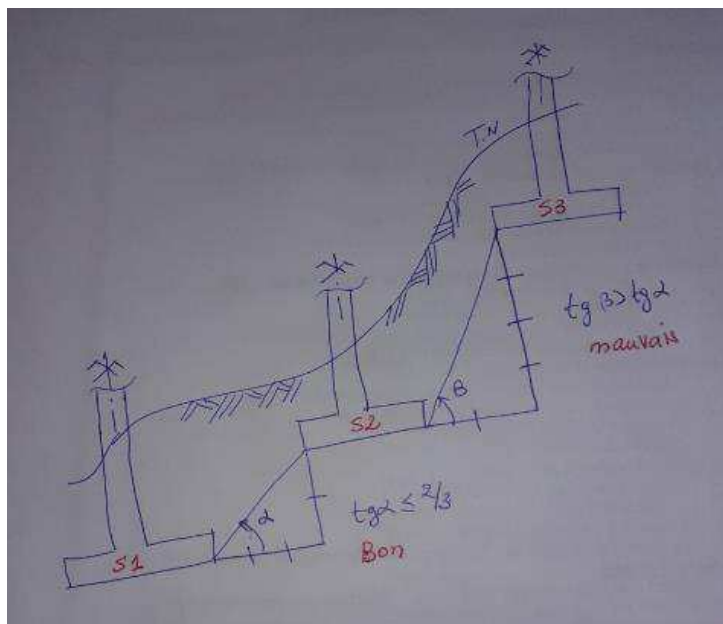
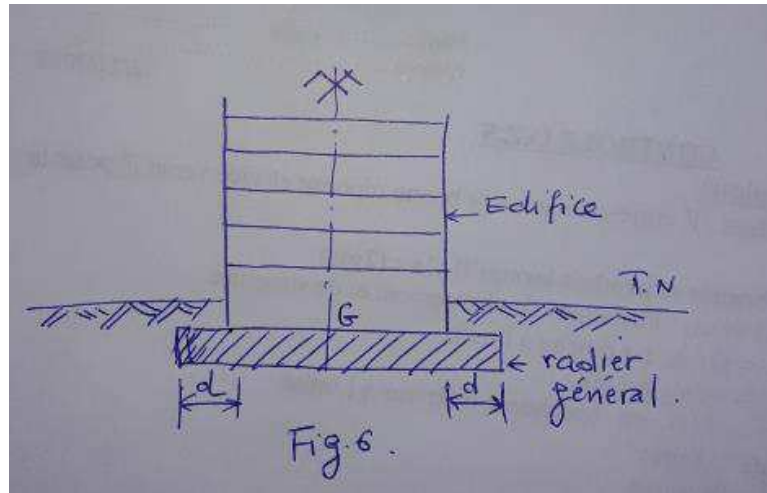


Figure 2.5 Inclinaison recommandée dans le cas d'un terrain en pente

2.4.2 Les radiers

Ce mode de fondation vise à réaliser une surface d'appui continue débordant l'emprise de l'ouvrage d'une manière symétrique pour éviter le tassement différentiel (le centre de gravité des charges doit correspondre au centre de gravité du radier) (Fig 6).

Ce type de fondation est adopté, lorsque le taux du travail à la base est nettement supérieur à la contrainte admissible du sol (les semelles isolées ou filantes calculées se touchent ou presque).



2.4.3 Les puits

Ce sont des piliers en gros béton, sollicités en tête par des semelles isolées armées, destinées à répartir les charges que le puits transmettra au sol (Fig 7).

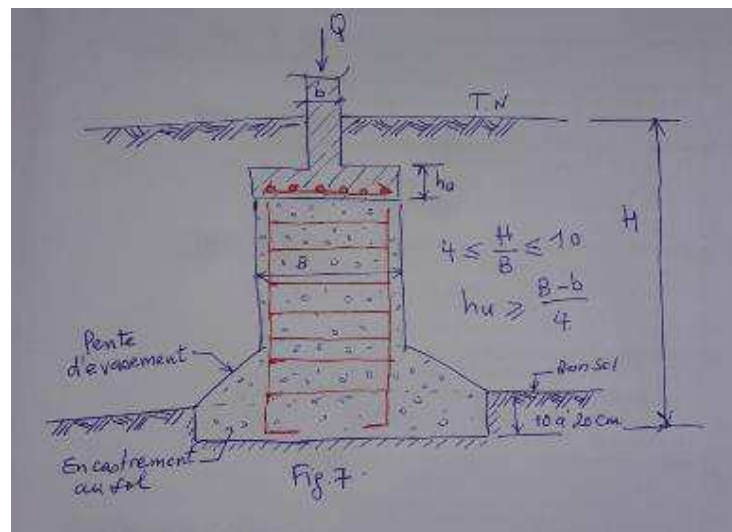
$$S \geq \frac{Q}{\sigma_{\text{béton}}}$$

$\sigma_{\text{béton}}$: Contrainte admissible du béton

S : Surface de la base du puits

Q : Charge totale

- les puits doivent être reliés entre eux par un réseau de longrines ;
- les puits doivent être obligatoirement armés en zones sismiques.



2.4.4 Les pieux

Seul exemple de fondations dont les dimensions sont plus faibles que celles des ouvrages. La longueur du pieu est plus grande de sa section : $H \geq 10B$ (Fig. 8). Les différentes parties du pieu sont décrites sur la figure. 9, à savoir :

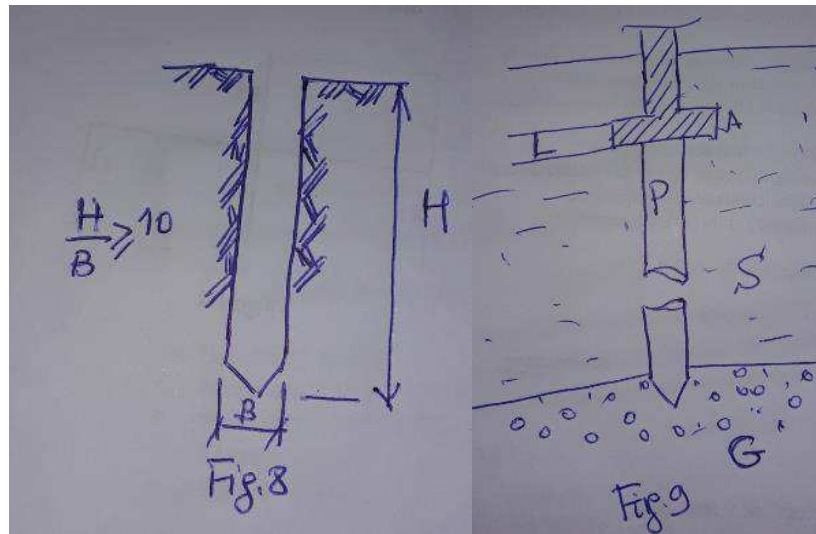
A : Massif en béton armé ou assise de la maçonnerie de la superstructure,

P : fût du pieu,

L : Longrine,

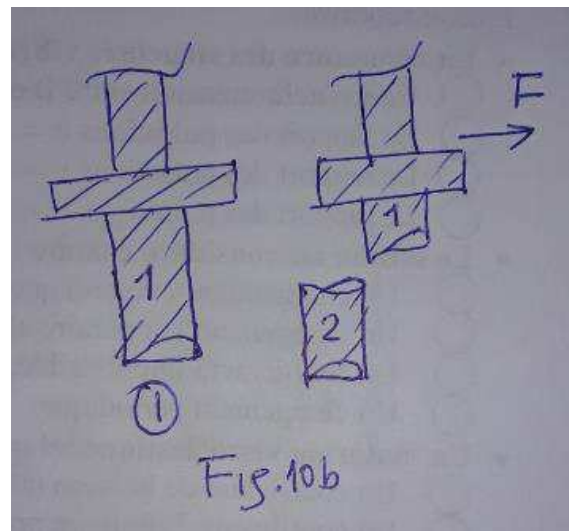
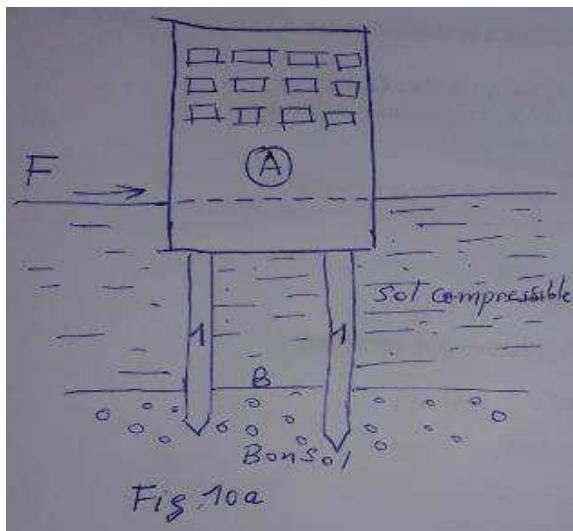
G : Couche du bon sol (profondeur de refus de l'essai Pénétrométrique,

S : Couche du sol compressible traversée par le pieu



Constat d'un cas pratique

Un sinistre survenu sur un bâtiment Japonais A, à dix étages fondé sur des pieux. Les pieux 1 étaient bien dimensionnés et reposaient sur un bon sol B, mais ils étaient insuffisamment armés (Fig 10a). Lors d'un séisme les deux pieux ont été cisailés et le bâtiment a subi un déplacement horizontal de plusieurs centimètres (Fig 10b).



2.5 Règles applicables (constructives) aux superstructures

2.5.1 L'action sismique

L'effort F transmis par le séisme à la surface du sol se décompose en deux composantes horizontale H et verticale V .

- les forces horizontales s'appliquent aux nœuds sont absorbées par les planchers

- les forces verticales s'appliquent aux poteaux et murs. La composante verticale de l'effort sismique est souvent acceptée, ce sont les composantes horizontales qui causent les plus graves dégâts aux édifices.

2.5.1 Les contreventements

Pendant un séisme, une construction reçoit des charges horizontales qui, comme les charges verticales, doivent être transmises jusqu'au sol d'assise de la construction par les éléments résistants, travaillant en flexion ou en cisaillement.

Deux approches sont possibles :

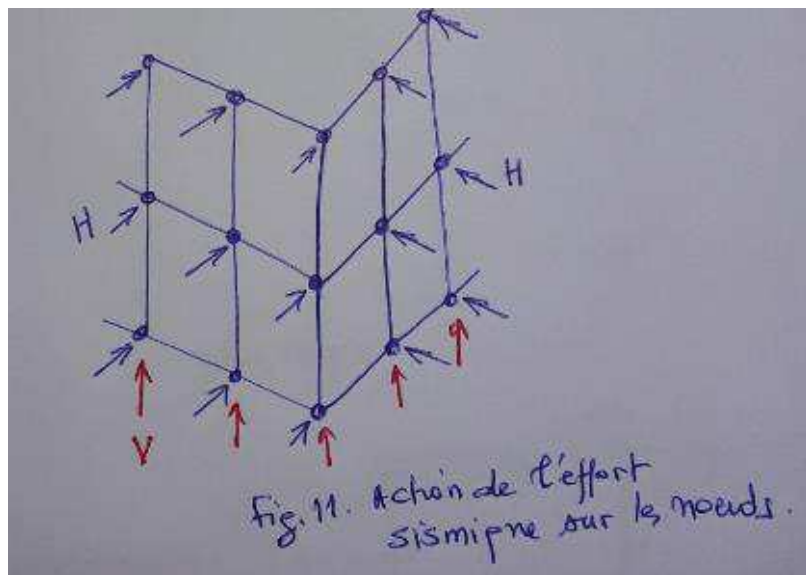
- **Structures autostables** : les descentes de charges dynamiques horizontales passent par les mêmes éléments de structure que les charges statiques verticales (murs, coques, treillis tridimensionnels, portiques croisés...).
- **Structures contreventées** : les descentes des charges horizontales passent par des dispositifs spécifiques (système articulés+ contreventements triangulés par exemple...).

Dans tous les cas, ces efforts doivent être repris par des fondations appropriées.

Les structures contreventées sont moins coûteuses que les structures autostables. Le contreventement d'une structure doit être horizontal (*diaphragme*) et vertical (*palées de stabilité*) et dimensionné en fonction des accélérations prévues.

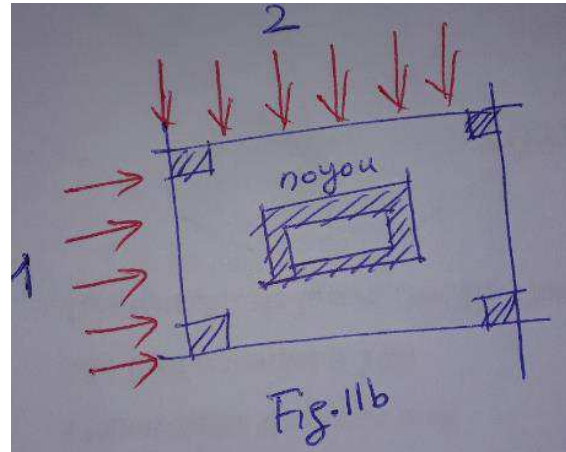
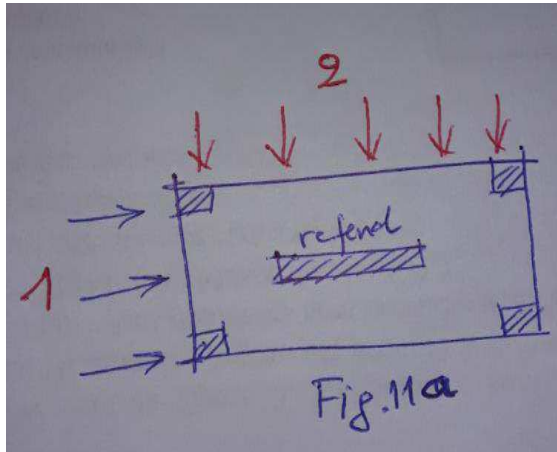
- **Les contreventements des plans horizontaux** permettent de transmettre et répartir les actions latérales subies par la construction (et ses charges d'exploitation) sur les éléments de contreventement vertical. Chaque niveau y compris les pans de toiture, doit être contreventé.
- **Les éléments des contreventements verticaux, ou palées de stabilité** doivent résister aux efforts horizontaux dans leur plan à chaque niveau de la construction et assurer la descente des charges dynamiques vers les fondations.

La résistance aux forces horizontales doit être assurée par les façades et les pignons, qui doivent constituer les éléments verticaux de contreventement, on y ajoute les refends (Fig.11).

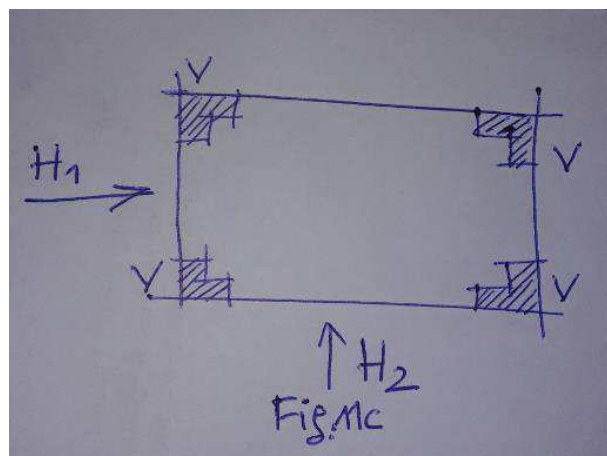


Dispositions des contreventements

- ✚ Dans le premier cas (Fig. 11a), l'effort sismique **1** est repris par le refend de grande rigidité (inertie) qui assure la stabilité. Par contre l'effort sismique **2**, aucun élément ne s'oppose à ces efforts et la structure risque d'être endommagée.
- ✚ Tandis que dans le second cas, les efforts sismiques sont supportés sans dommages (Fig. 11b).



- ✚ Les contreventements placés aux angles reprennent les efforts horizontaux dans les deux directions H_1 et H_2 (Fig. 11c).
- ✚ Le système autostable constitue un système de contreventement.
- ✚ Le contreventement d'une construction mécanique (hangar industriel, bâtiment...) est par des palées de stabilité verticales et horizontales.

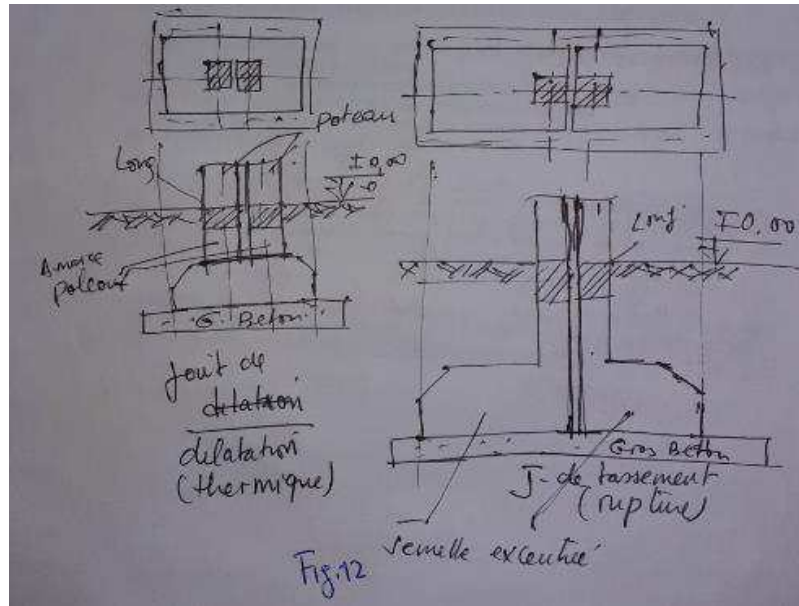


2.6 Les joints

La disposition des joints sismiques peut coïncider avec les joints de dilatation ou de rupture. Ils doivent assurer l'indépendance complète des blocs qu'ils délimitent et empêcher leur entrechoquement. En cas de sol de fondation homogène, il n'est pas nécessaire de les poursuivre en fondation (Fig.12). Les joints doivent être plans, sans décrochement et débarrassés de tout matériau ou corps étranger. Ils sont disposés de façon :

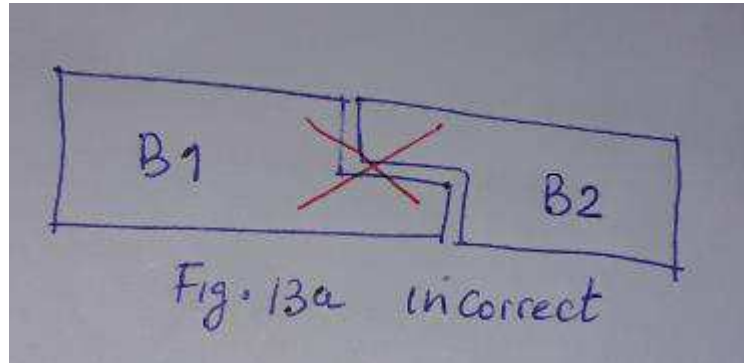
- à limiter des longueurs de bâtiments trop importantes ;

- à séparer les blocs de bâtiments ou ouvrages accolés de géométrie et/ou de rigidités et de masses inégales ;
- à simplifier les formes en plan de bâtiments présentant des configurations assez complexes (forme en T, U, L, H...).

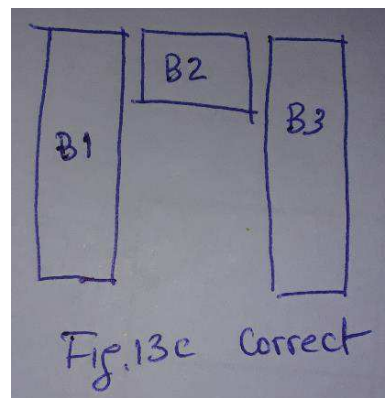
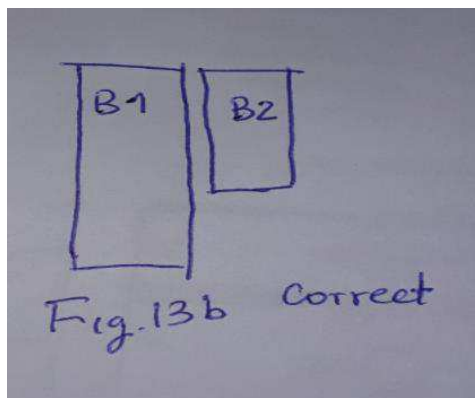


Quelques cas pratiques

La figure 13a indique un joint de forme baïonnette, ce type de joints est déconseillé.

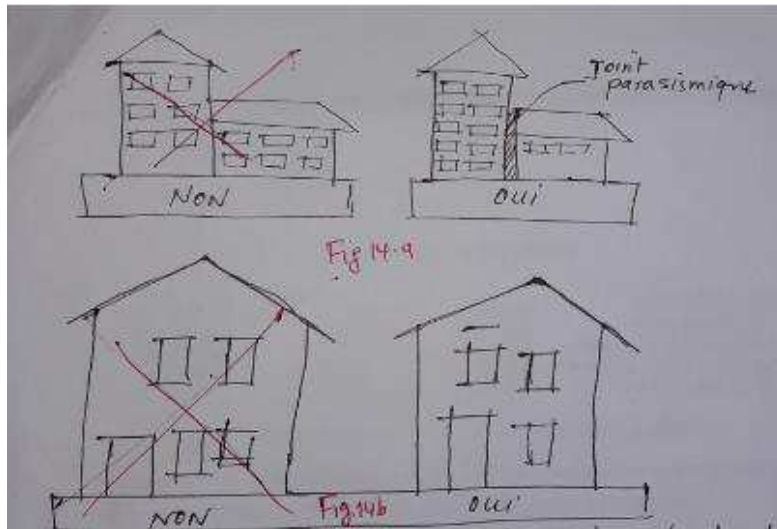


Les figures 13b et 13c présentent une conception correcte d'un ensemble de masses différentes. Il faut séparer les blocs par des joints vides de tous matériaux d'épaisseur $e \geq 4 \text{ cm}$.



2.7 Principes d'architecture à retenir

1. choisir une forme aussi simple, symétrique et régulière que possible ;
2. fractionner les bâtiments à forme complexe par des joints parasismiques (Fig. 14a) ;
3. construire une structure souple sur un sol ferme et inversement, une structure rigide sur un sol mou (meuble) ;
4. préférer une distribution uniforme des masses ;
5. éviter les percements (baies) importants dans les murs porteurs (Fig. 14b)



2.8 Principes de construction

1. assurer une bonne continuité verticale et horizontale des armatures en béton ;
2. favoriser la symétrie en plan et en élévation ainsi qu'une homogénéité dans les systèmes porteurs et les matériaux ;
3. favoriser la ductilité (capacité d'un matériau et par extension celle d'un élément ou d'une structure à subir avant rupture des déformations plastiques sans perte significative de résistance) ;
4. éviter la mise en résonance des structures. Le concepteur pourra opter pour un mode constructif qui lui permettra d'éloigner la construction des périodes (fréquences) dominantes du sol : on optera pour une structure rigide sur sol meuble et une structure souple sur un sol ferme.

Nota : La résonance est un accroissement de l'amplitude d'une oscillation sous l'effet d'une action périodique de fréquence voisine. Ce phénomène provoque la rupture des structures.