

## INTRODUCTION

Le système porteur d'une halle en charpente métallique est constitué par l'assemblage d'éléments en forme de barres profilées ou de produits plats. Cette ossature a pour fonction première de supporter les charges et actions agissant sur la halle et de les transmettre aux fondations (massifs béton). Elle doit être stable et doit permettre ensuite la fixation des éléments de l'enveloppe (toiture et façades).

Une halle de forme simple est considérée comme une boîte fermée de 6 surfaces. Dans les bâtiments traditionnels, ces surfaces représentent le remplissage ou la fermeture du bâtiment, mais ne participe pas généralement à la stabilité d'ensemble.

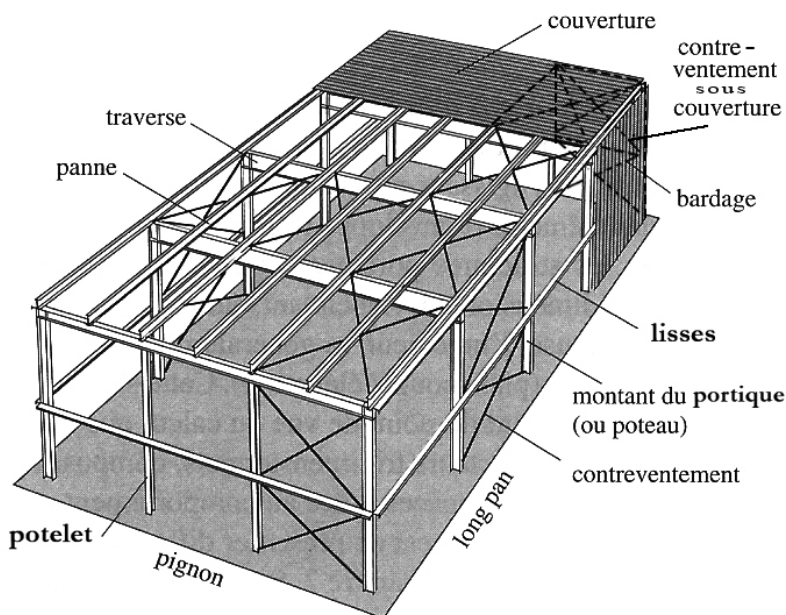
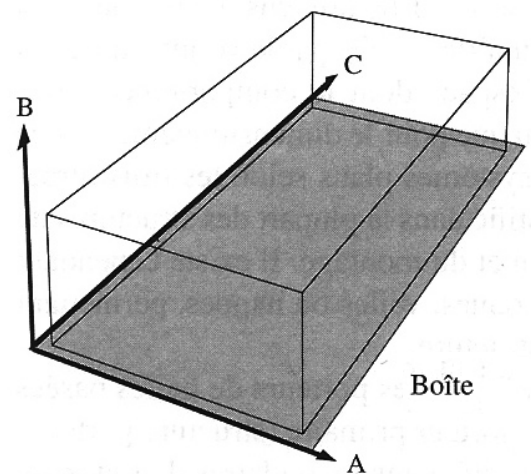
Si les parois étaient infiniment rigides, la forme ne changerait pratiquement pas sous l'effet des efforts horizontaux, verticaux, ou d'autres types.

La réalité est toute autre, les éléments de structure s'allongent sous l'effet des charges. Des dilatations ont lieu avec les élévations de température, les liaisons ne sont pas infiniment rigides et les nœuds se déplacent.

## STRUCTURES PORTEUSES FORMÉES DE PLANS

La structure porteuse est généralement composée de cadres transversaux et de pignons parallèles au plan AB, la toiture parallèle au plan AC et les façades de long pan parallèles au plan BC.

Pour assurer la stabilité de cette boîte, il est nécessaire que chacune des trois directions soit rigide dans son plan. (par effet de cadre ou contreventement)



La halle, ci-contre à gauche, est composée de cinq portiques sur lesquels sont fixés les pannes de toiture et les lisses de bardage. Les stabilités longitudinale et transversale sont assurées grâce aux contreventements, constitués de croix de Saint André.

## RAPPELS FONDAMENTAUX

- Les fonctions principales d'un bâtiment sont :

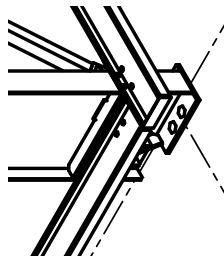
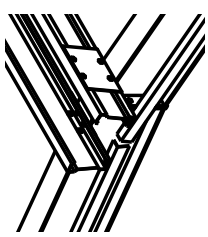
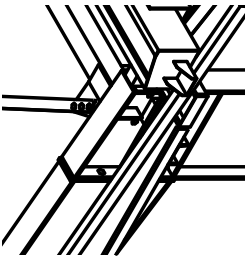
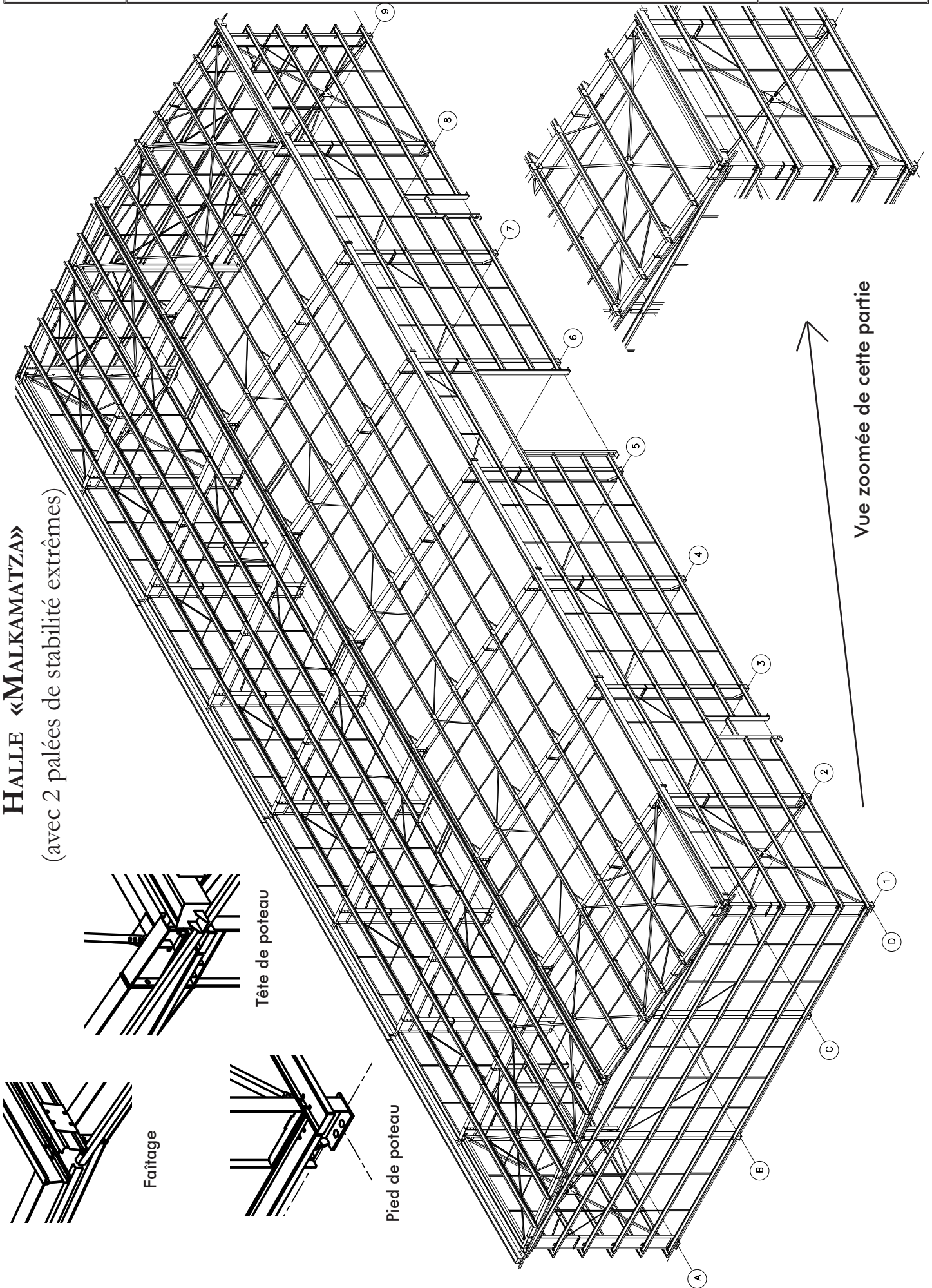
- stable, résistant à tous types de sollicitations (d'où la vérification à l'ELU: résistance aux sollicitations)
- étanche aux intempéries (d'où la vérification à l'ELS: déformations limitées)

C'est pour cela que l'on conçoit un bâtiment en vérifiant l'ELS **ET** l'ELU

Les autres fonctions sont aussi l'esthétique, l'accessibilité, etc.

- TOUS les efforts appliqués sur la structure sont repris par les fondations (ou massifs béton)
- Il n'y a qu'**UNE** seule direction de vent à la fois (hypothèse: l'écoulement de vent est considéré comme laminaire)
- Et pour le cas de vent considéré, on cherche le cas de charge le plus défavorable pour dimensionner les profils à l'ELS **ET** l'ELU

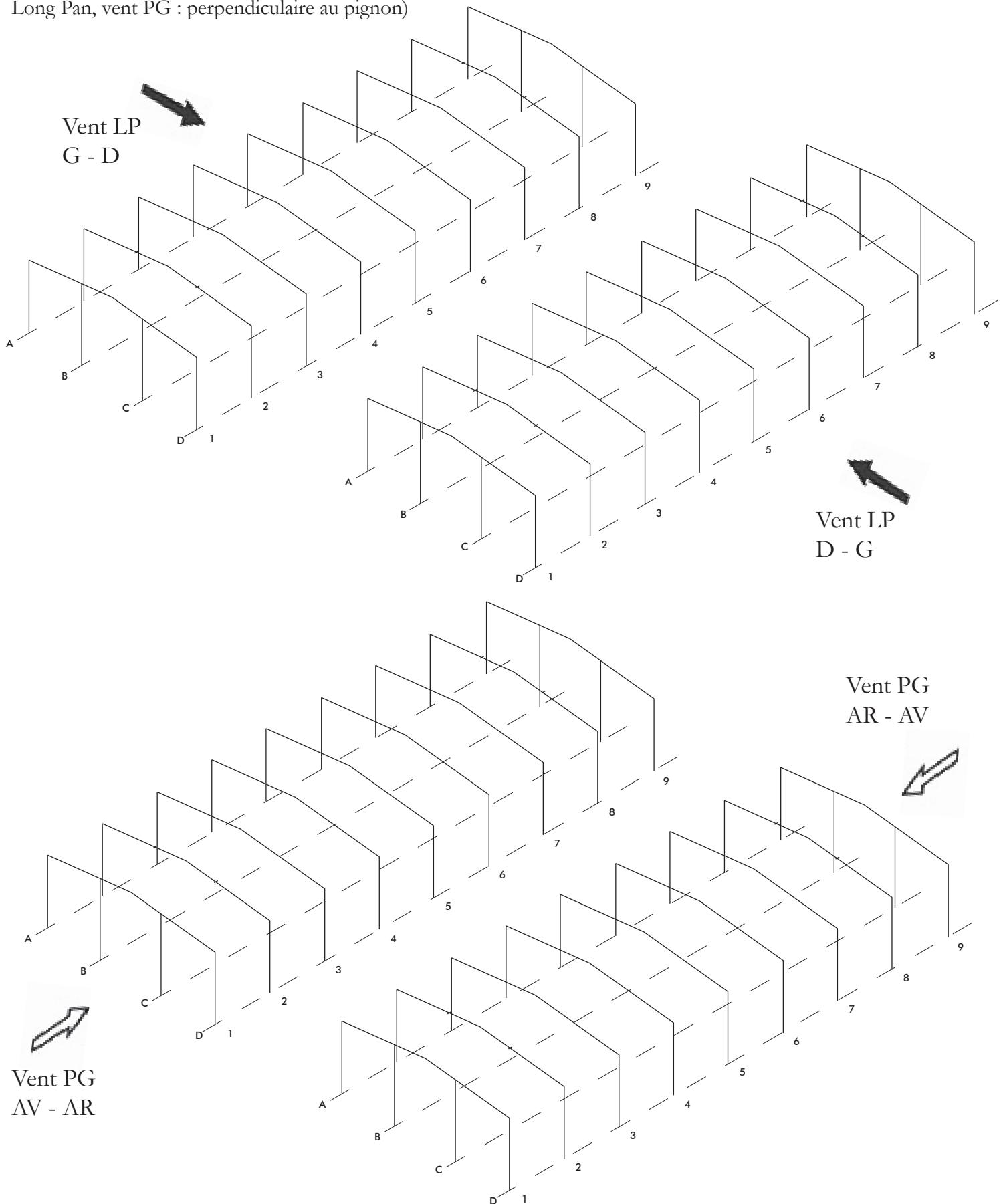
**HALLE «MALKAMATZA»**  
(avec 2 palées de stabilité extrêmes)



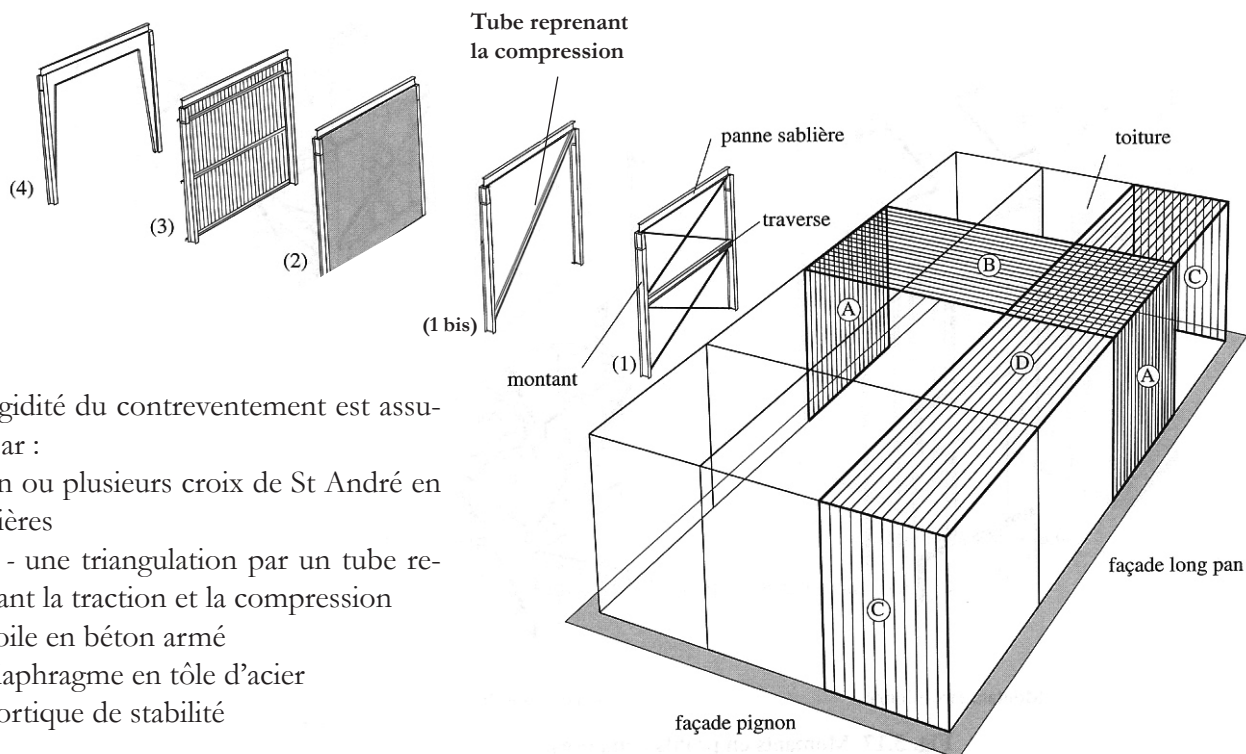
Vue zoomée de cette partie

TRAVAIL DEMANDÉ

Pour chaque direction de vent proposées sur les schémas ci-dessous, repasser en rouge **TOUS** les éléments (croix de saint andré, butons, poteaux et traverses) qui participent à la stabilisation de la halle. (vent LP : perpendiculaire au Long Pan, vent PG : perpendiculaire au pignon)



## DIFFÉRENTS TYPES DE CONTREVENTEMENTS



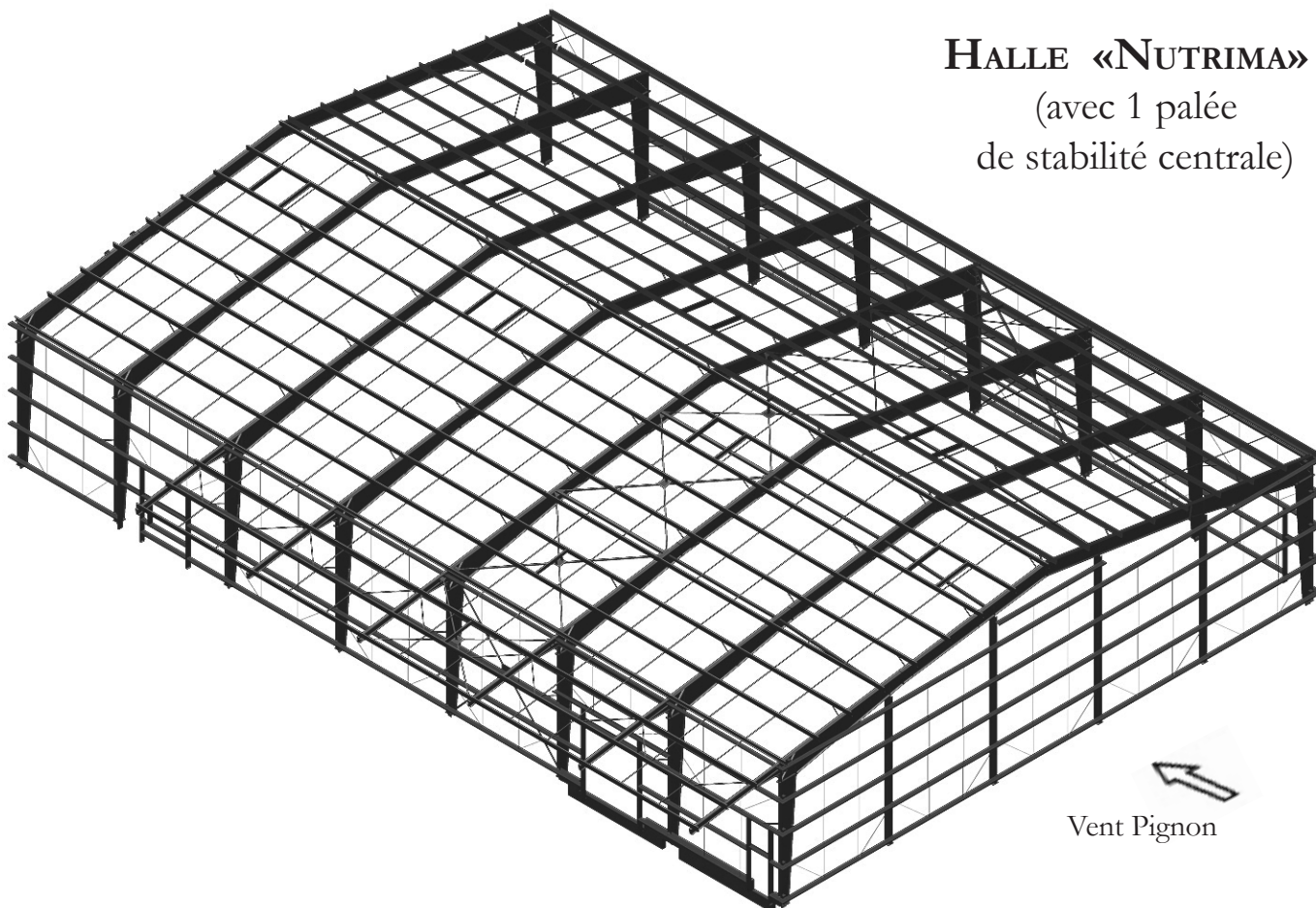
La rigidité du contreventement est assurée par :

- 1 - un ou plusieurs croix de St André en cornières
- 1 bis - une triangulation par un tube reprenant la traction et la compression
- 2 - voile en béton armé
- 3 - diaphragme en tôle d'acier
- 4 - portique de stabilité

Fig. 3.18 Représentation schématique des panneaux de contreventement et définitions.

### TRAVAIL DEMANDÉ

Pour la direction de vent proposée sur le schéma ci-dessous, repasser en rouge **TOUS** les éléments (croix de sant andré, butons, poteaux et traverses) qui participent à la stabilisation de la halle.



**HALLE «NUTRIMA»**  
(avec 1 palée  
de stabilité centrale)

## CHEMINEMENT DES CHARGES ET DÉCOMPOSITION DE LA STRUCTURE

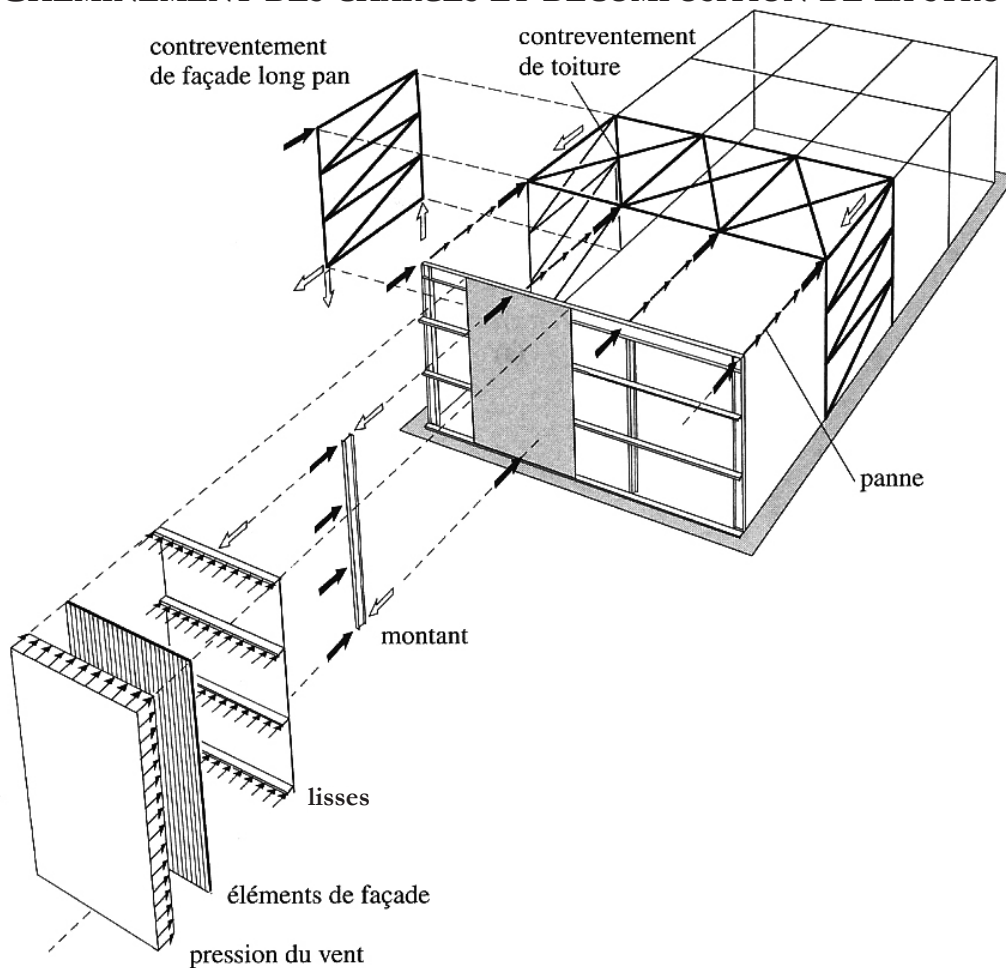
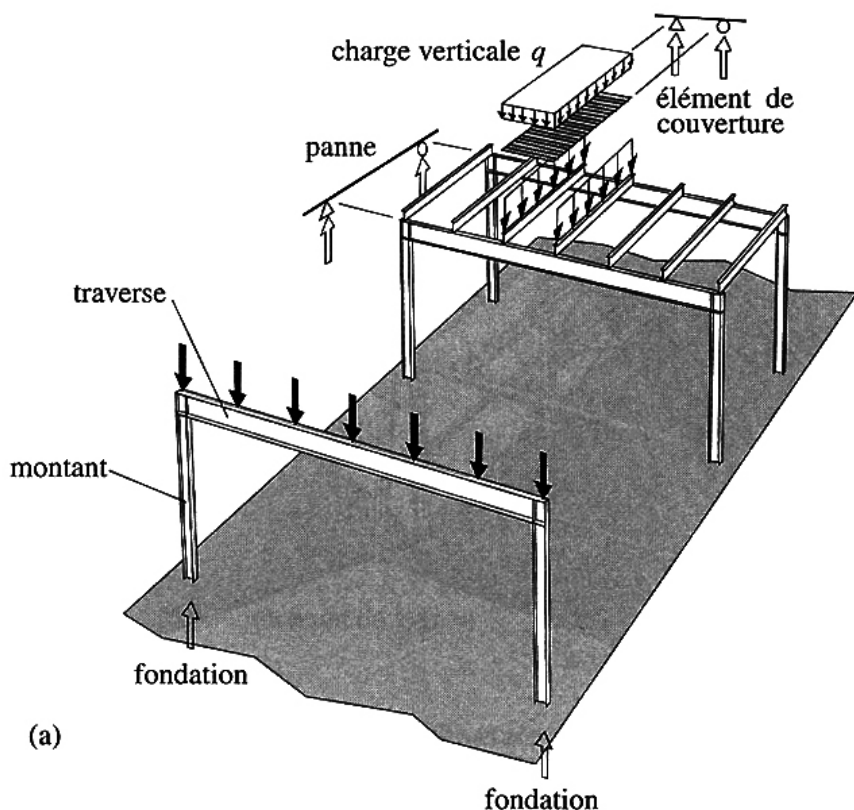


Fig. 3.20 Exemple de transmission des efforts horizontaux.



N.B. : Dans l'exemple ci-contre, les efforts de vent appliqués sur le pignon sont transmis à la palée de stabilité par les pannes. Les pannes jouent, ici, le rôle des butons.

Ceci est possible à condition de vérifier que les pannes résistent aux sollicitations auxquelles elles sont soumises. (flexion due au soulèvement par le vent sur les versants de la toiture et simultanément à la compression-flambement dû au vent sur le pignon.)

N.B. 2 : dans les stabilités verticales, seules les cornières en traction sont représentées.

Ci-contre, fig 3.3a, la charge verticale surfacique descendante  $q$  (neige, par exemple) est transmise aux éléments de couverture, puis aux pannes fixées sous la couverture. Cette charge devient alors linéique sur la longueur de la panne.

Comme les pannes sont fixées sur les traverses des portiques, les efforts sont transmis au niveau des appuis de la panne sur les traverses, cette charge devient alors ponctuelle.

Ensuite, l'ensemble des charges ponctuelles se retrouvent sur la traverse, qui transmet enfin ceux-ci vers les fondations (massifs béton) par l'intermédiaire des poteaux (ou montants) des portiques.

Toutes les charges se retrouvent ainsi dans les fondations.

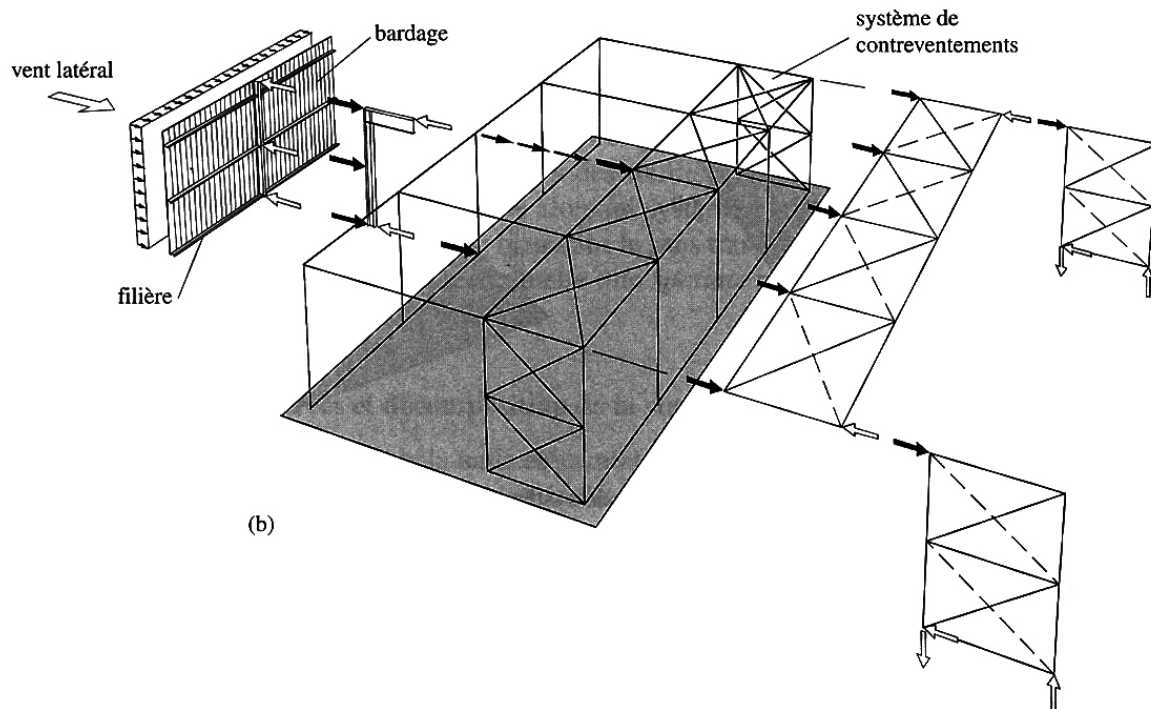


Fig. 3.3 Cheminement des forces verticales et horizontales.

### STABILISATION POUR LES VENTS LONG PAN

L'inconvénient de la solution de gauche est que les portiques de la partie centrale se déforment beaucoup plus que les portiques de rive. Ceci est d'autant plus vrai sur une halle de grande longueur. La solution de droite a l'avantage de répartir les effets du vent long pan sur tous les portiques.

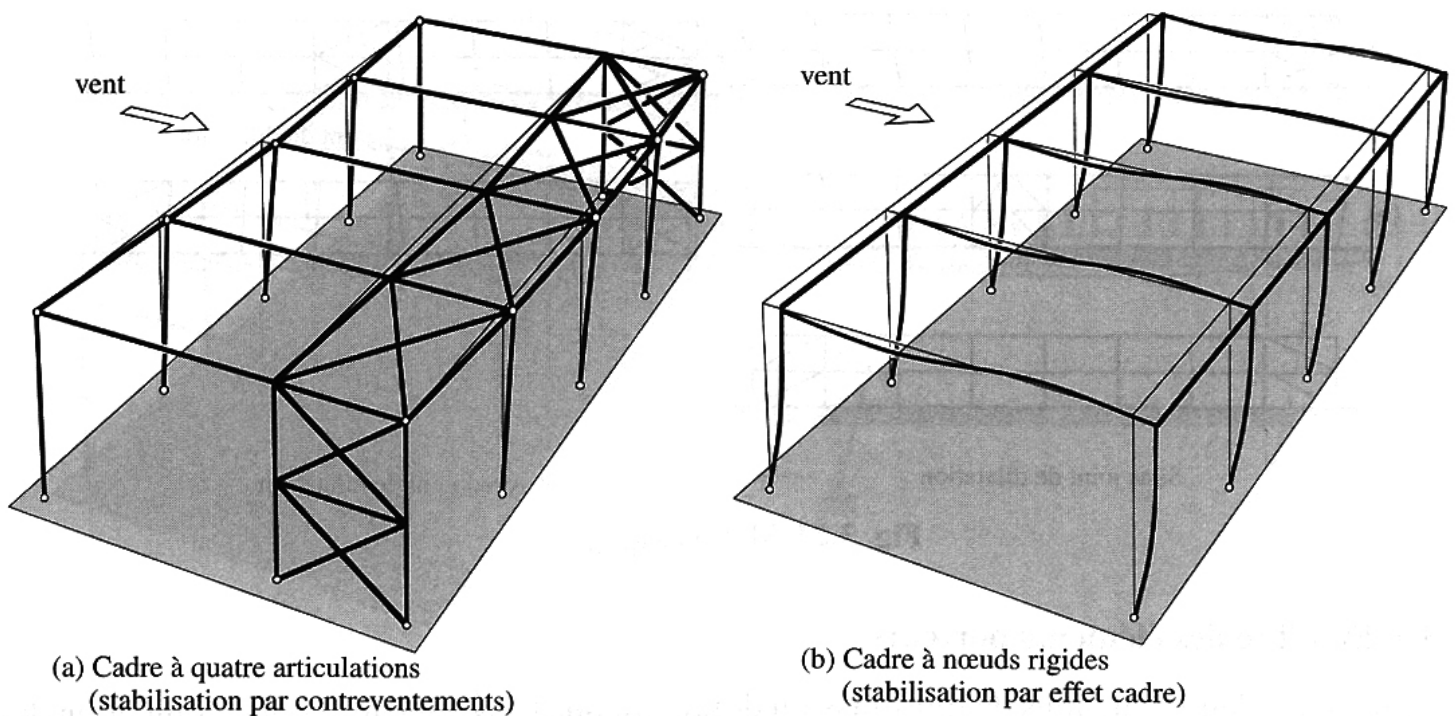


Fig. 3.22 Stabilisation des cadres articulés et rigides.

N.B. : dans la figure ci-dessus n'est représenté que la stabilisation pour le vent Long pan.

#### TRAVAIL DEMANDÉ

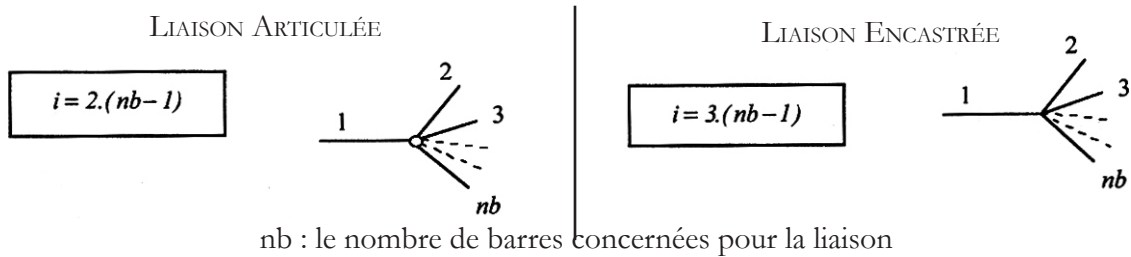
Sur les figures ci-dessus, indiquer à quel(s) endroit(s) va t'on vérifier le critère ELS de déplacement en tête de poteau ( $d < h/150$ ) (avec  $d$  = déplacement et  $h$ : hauteur du poteau)

## DÉTERMINATION DU DEGRÉ D'HYPERSTATICITÉ D'UN SYSTÈME

$$h = N_{inc} - 3 \cdot n$$

avec  $N_{inc}$  : le nombre total d'inconnues (somme des  $i$  de chaque liaison)  
 $n$  : le nombre total de barres de la structure considérée

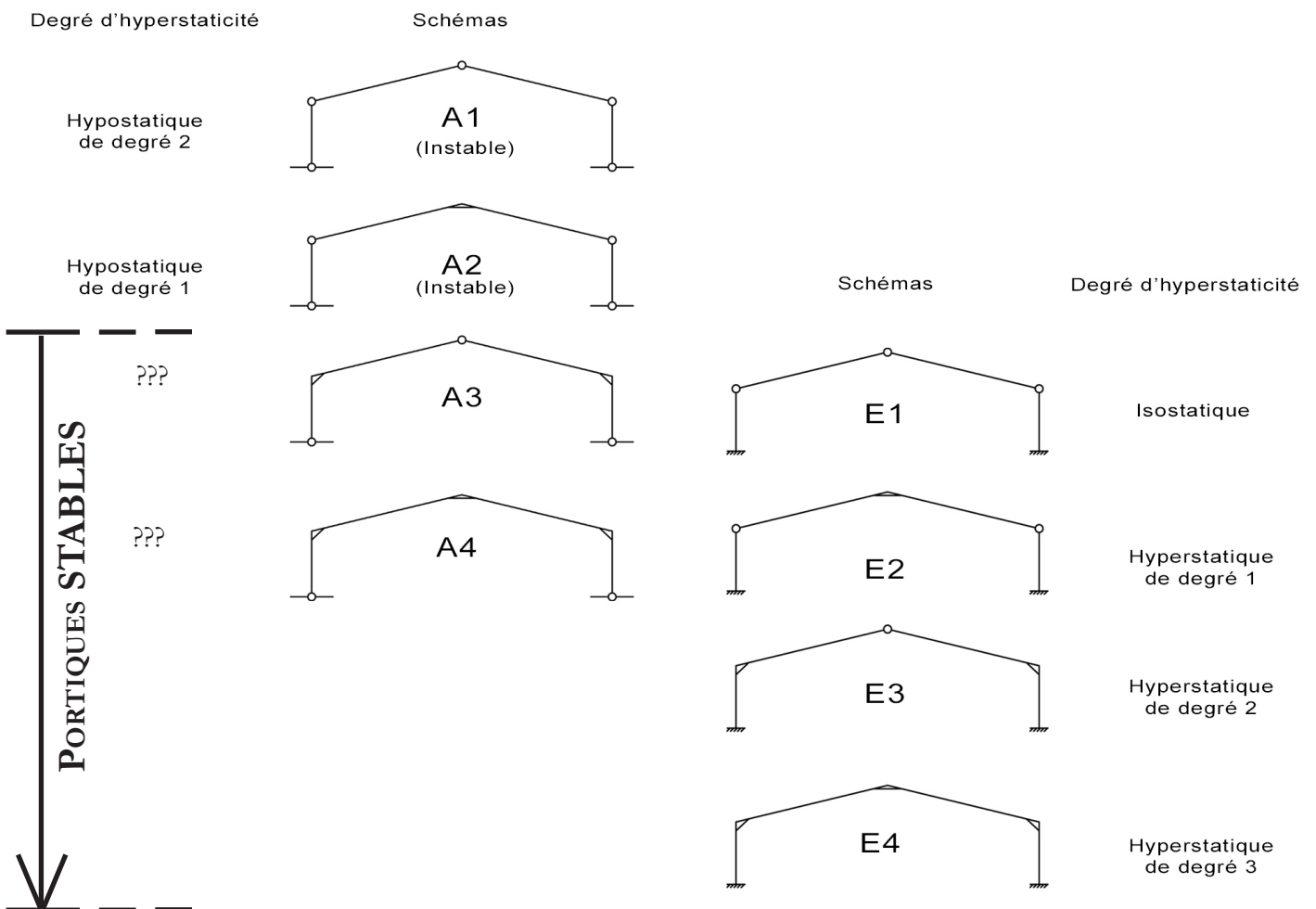
### Calcul du nombre d'inconnues $i$ pour une liaison



## HYPERSTATICITÉ DES PORTIQUES

### Pieds de poteaux articulés

### Pieds de poteaux encastrés

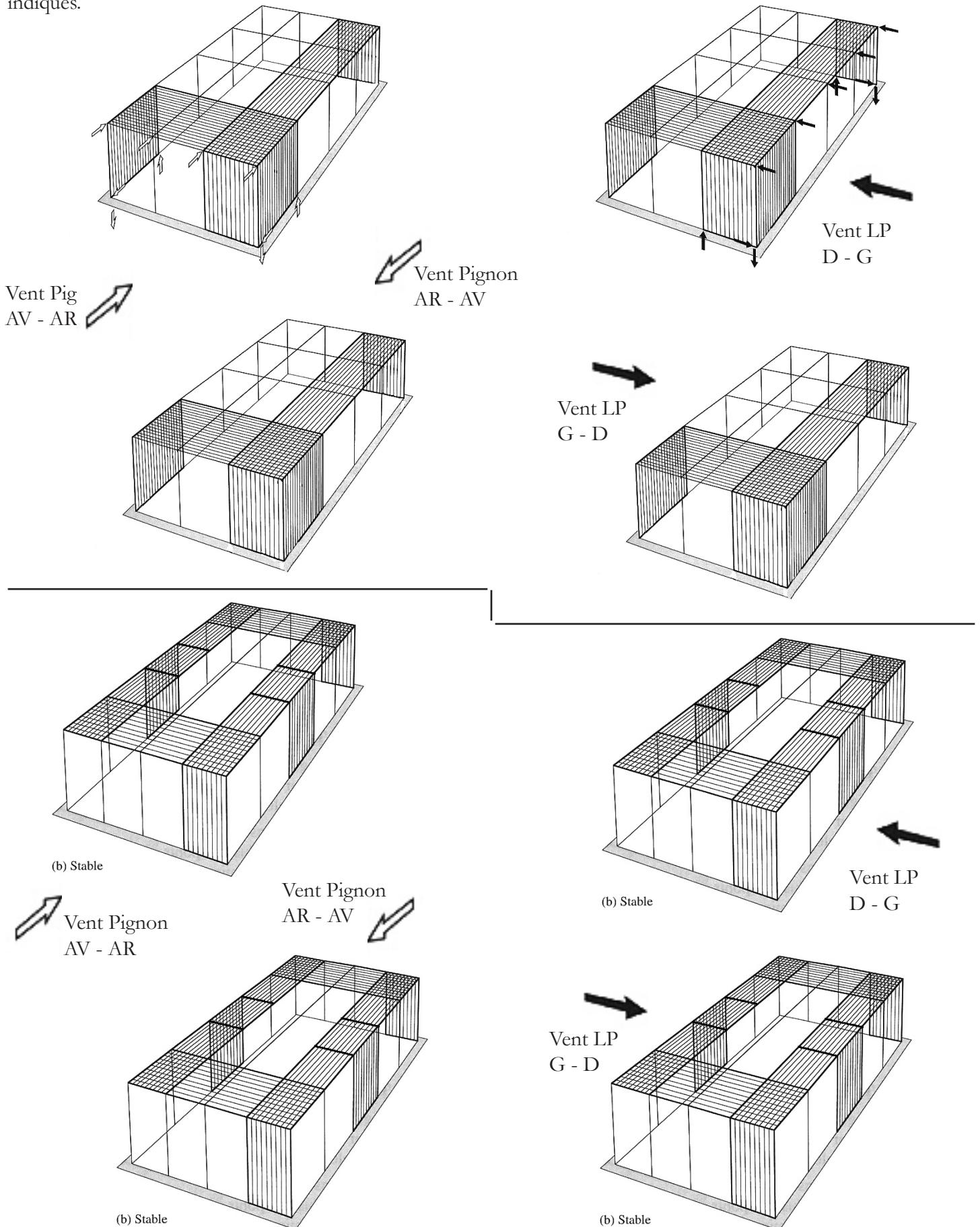


### TRAVAIL DEMANDÉ

En reprenant la halle «Malkamatza», page 2, calculer le degré d'hyperstatisme des portiques, sachant que les liaisons en tête de poteau et au faitage sont réalisées par des boulons HR et que les platines de pied de poteau ont une longueur de 300 mm et sont fixées par 2 crosses.

TRAVAIL DEMANDÉ

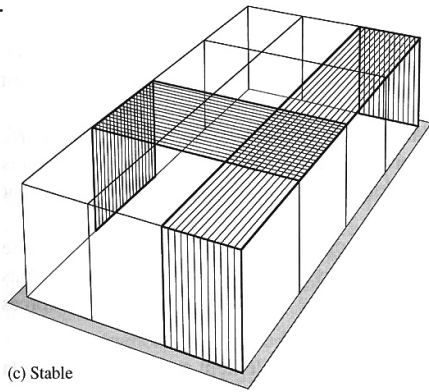
Sur les figures ci-contre, représenter, en rouge, les croix de Saint André et les pièces sollicitées par les cas de vent indiqués.



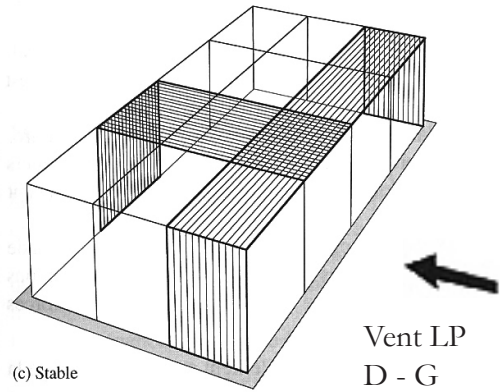


TRAVAIL DEMANDÉ

Sur les figures ci-contre, représenter, en rouge, les croix de Saint André et les pièces sollicitées par les cas de vent indiqués.



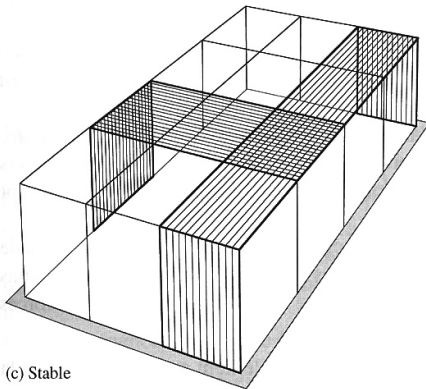
(c) Stable



(c) Stable

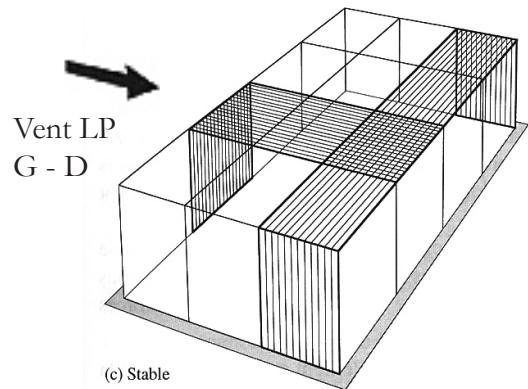
Vent LP  
D - G

Vent Pig  
AV - AR



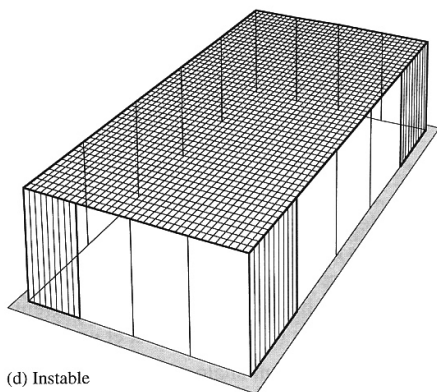
(c) Stable

Vent Pignon  
AR - AV



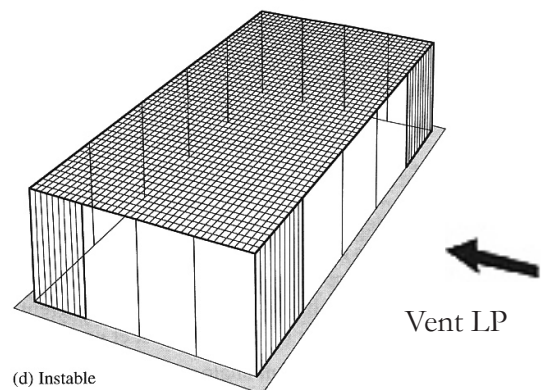
(c) Stable

Vent LP  
G - D



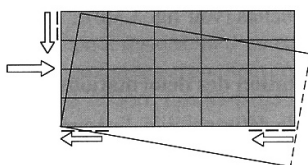
(d) Instable

Vent Pignon



(d) Instable

Vent LP



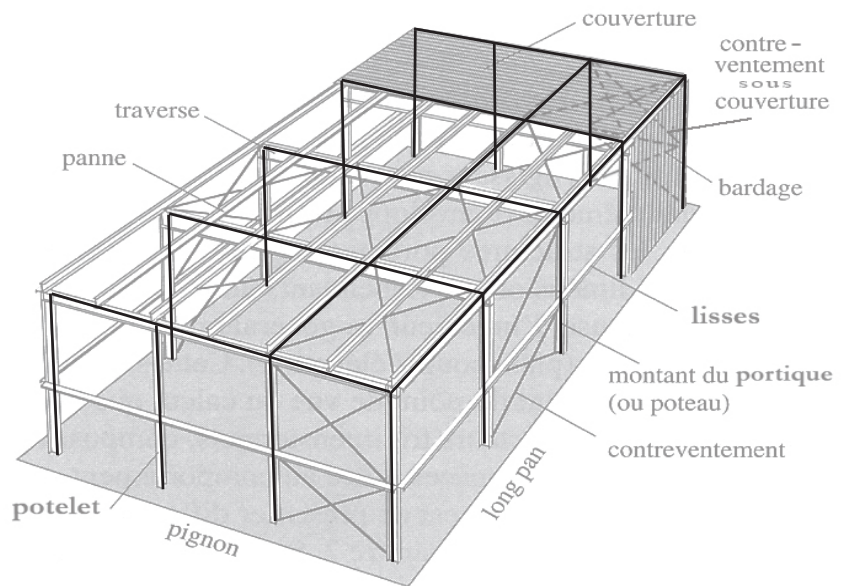
## HALLE «SUISSE»

(avec 2 palées de stabilité croisées)

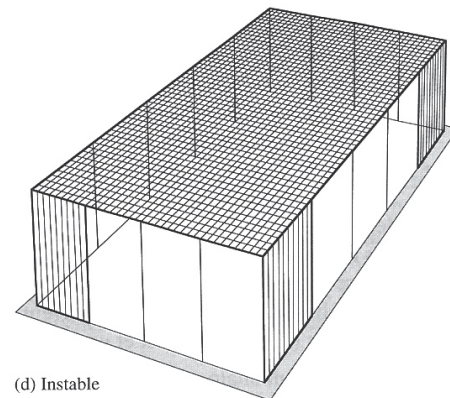
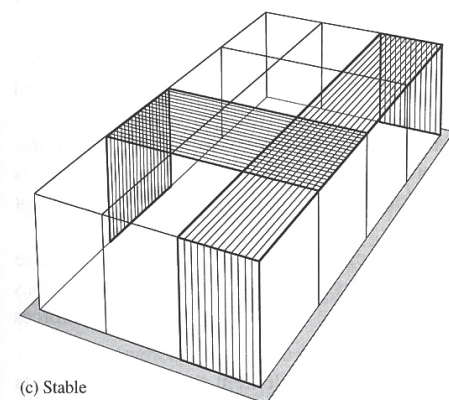
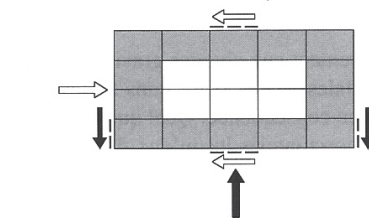
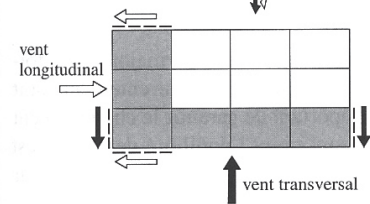
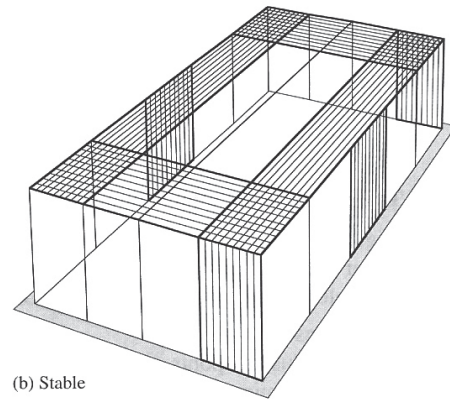
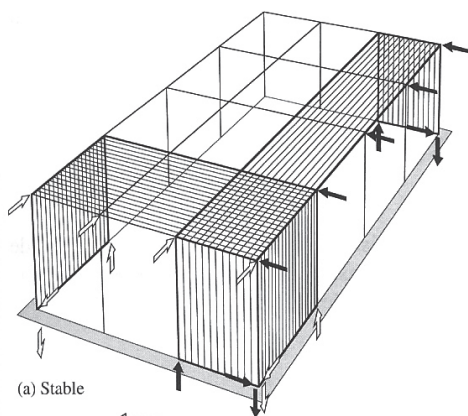
### TRAVAIL DEMANDÉ

Sur les figures ci-contre, repasser, en rouge, les deux palées de stabilité croisées.

Pour identifier la stabilité qui est sollicitée selon les 4 cas de vent possibles, se reporter à la première solution de stabilisation de la page 8 de ce document.



### CONCLUSION SUR LES POSSIBILITÉS DE STABILISATION



tion des contreventements.

## DISPOSITIONS ACTUELLES POUR DES HALLES SIMPLES

La disposition actuelle la plus courante, pour une halle simple, est :

- d'assurer la stabilité transversale (pour les vents long pan) avec des portiques en PRS (pour les grandes portées), ou avec des profilés laminés (pour des petites portées) ou encore en poutre treillis pour les traverses et des poteaux en PRS.

N.B. : la solution constructive la plus courante utilisée pour les portiques est de créer un portique hyperstatique de degré 1 articulé en pied de poteau et encastré en tête de poteau ainsi qu'au faîtage.

- pour assurer la stabilité longitudinale (pour les vents pignon), on crée des palées de stabilité aux extrémités de la halle (si la halle est de grande longueur) ou une palée centrale avec des butons ramenant les efforts sur celle-ci (si la halle est de faible longueur).

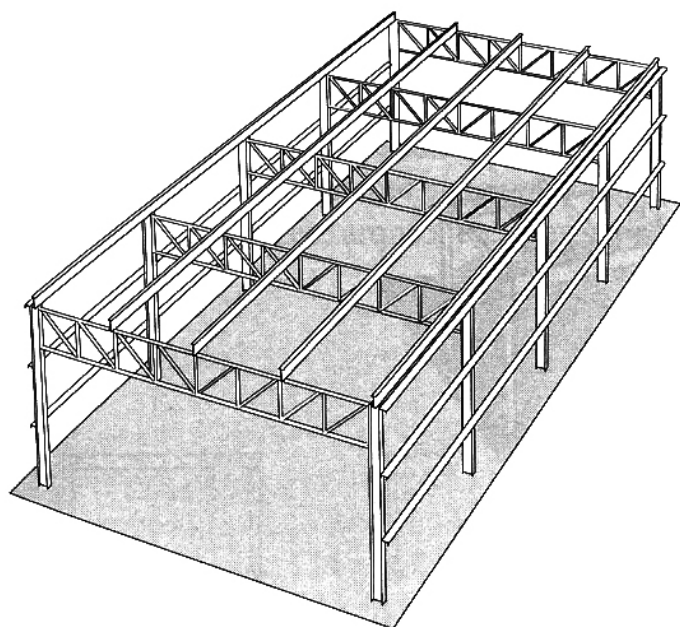
La disposition utilisée pour la halle «Malkamatza», page 2, est un exemple récent. (halle de grande longueur, avec 2 palées de stabilité extrêmes, avec portiques hyperstatiques de degré 1 réalisés en PRS. (articulé en pied de poteau et encastré en tête de poteau et au faîtage)

## DIFFÉRENTS TYPES DE STRUCTURES PORTEUSES

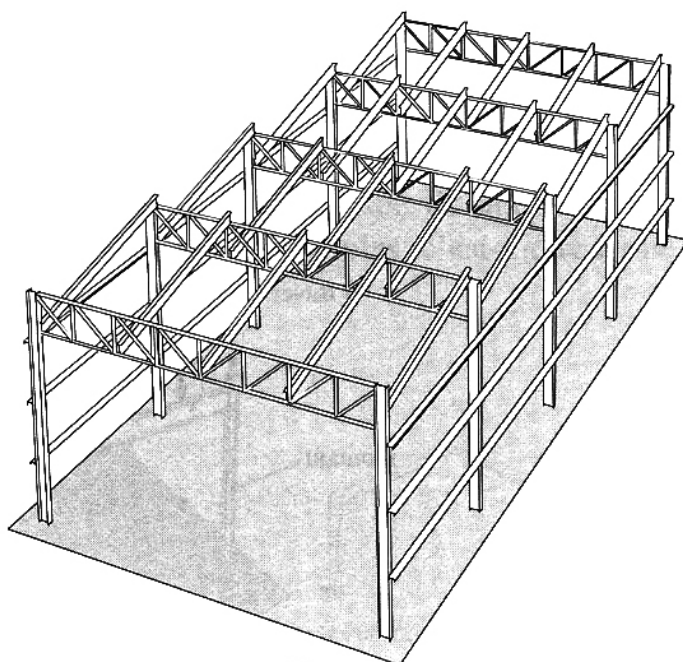
Dans la halle page précédente, les traverses des portiques étaient constituées de profilés laminés.

Lorsque la portée augmente, ces profilés sont remplacés par des PRS (Poutre Reconstituée Soudée) ou des poutres treillis. (voir Fig 3.2a, ci-dessous).

En disposant les pannes de façon inclinée, une extrémité sur la membrure inférieure d'un treillis et l'autre extrémité sur la membrure supérieure du treillis suivant, on obtient alors un **shed**. (voir Fig 3.2b, ci-dessous).

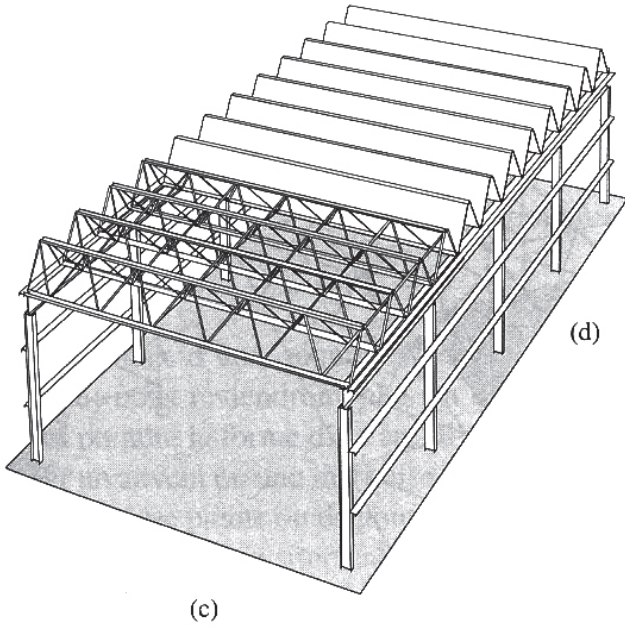


(a)



(b)

Fig. 3.2 Différents types de système porteur de halles.



Une autre variante consiste à incliner les poutres treillis elle-mêmes et à les grouper par paires pour constituer des poutres triangulaires reposant sur les long pans. (voir Fig 3.2c, ci-contre, à gauche)

Si les poutres sont remplacées par des tôles profilées, cela s'appelle alors une **structure plissée** (voir Fig 3.2d, ci-dessus)

Enfin, en disposant des treillis dans les deux directions transversales et longitudinales, on crée une **structure bi-directionnelle**, dite **spatiale**. (voir Fig 3.2e, ci-contre, à droite)

Cette solution permet de réduire considérablement le nombre de points d'appui de la structure.

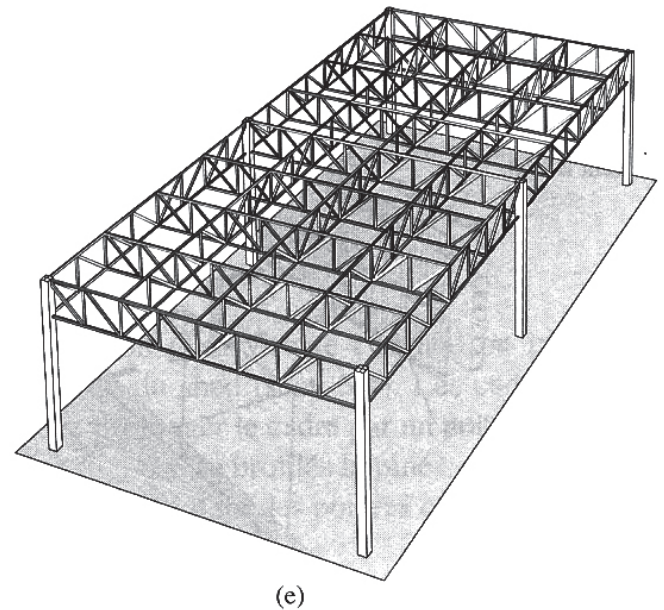


Fig. 3.2 Différents types de système porteur de halles.

## VOILE ET DIAPHRAGME DE STABILISATION

### TRAVAIL DEMANDÉ

Sur la figure à gauche, dessiner en rouge l'allure de la déformée de la halle sous l'effet du vent latéral (perpendiculaire au long pan)

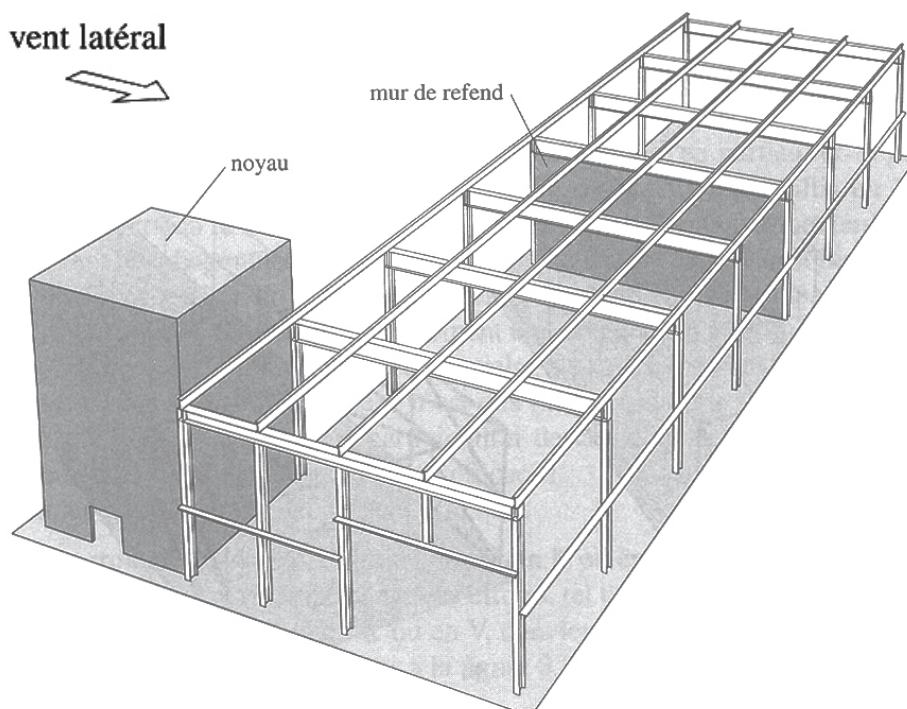


Fig. 3.26 Voiles et diaphragmes de stabilisation.