

# **Introduction**

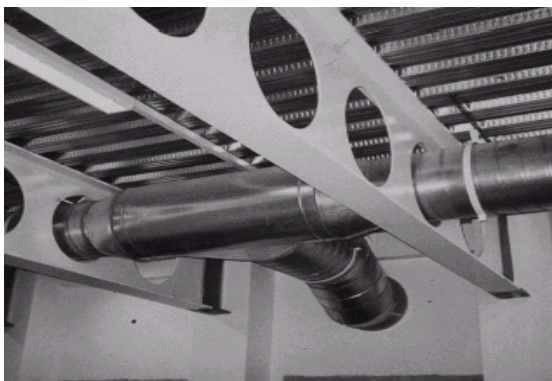
### 1-1. Introduction :

Les poutres métalliques avec ouverture dans l'âme sont de plus en plus répandues dans la construction des bâtiments pour bureaux et appartements vu les avantages qu'elles offrent à savoir **l'esthétique** en employant judicieusement les propriétés géométriques, **la flexibilité** en permettant le passage des équipements techniques dans l'âme des poutres au lieu de les faire passer en dessous, **la rapidité de mise en œuvre** en facilitant la construction ainsi que **l'optimisation** en augmentant la hauteur libre sous plafond et les grandes portées.

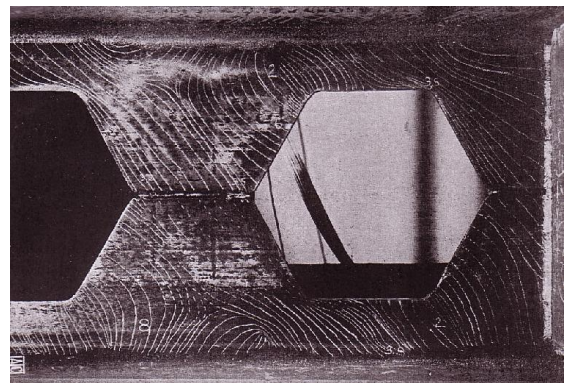
Toutefois, il est à signaler qu'avec cette **optimisation**, le gain de hauteur est très intéressant, aux niveaux :

- **Coût de construction** : avec un gain de matière ; les poutres ajourées permettent une économie d'acier, ce qui est particulièrement rentable dans un contexte économique où le cours de l'acier est élevé. De plus, le gain de hauteur permet une économie de matériaux. Enfin, la structure est allégée, et le gain de poids propre engendre encore une économie de matière de la structure globale du bâtiment qui transmet les efforts jusqu'aux fondations.
- **Coût énergétique** : la diminution de hauteur diminue les volumes à chauffer ou à climatiser.

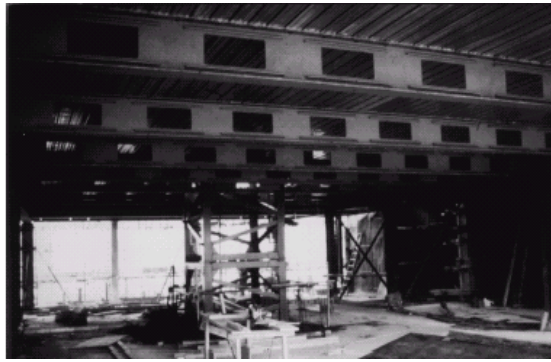
On distingue deux types de poutres avec ouverture selon la géométrie des ouvertures à savoir les poutres cellulaires, dont les ouvertures sont circulaires (voir Fig. 1-a) ou arrondies et les poutres alvéolaires, dont les ouvertures sont polygonales (voir Fig. 1-b). Il est également possible de trouver d'autres formes de poutres ajourées avec des ouvertures rectangulaires (voir Fig. 1-c).



(a) poutres cellulaires à  
Ouvertures circulaires.



(b) poutres alvéolaires.



(c) poutres avec ouvertures rectangulaires.

**Fig. 1 : photographie des poutres avec ouvertures.**

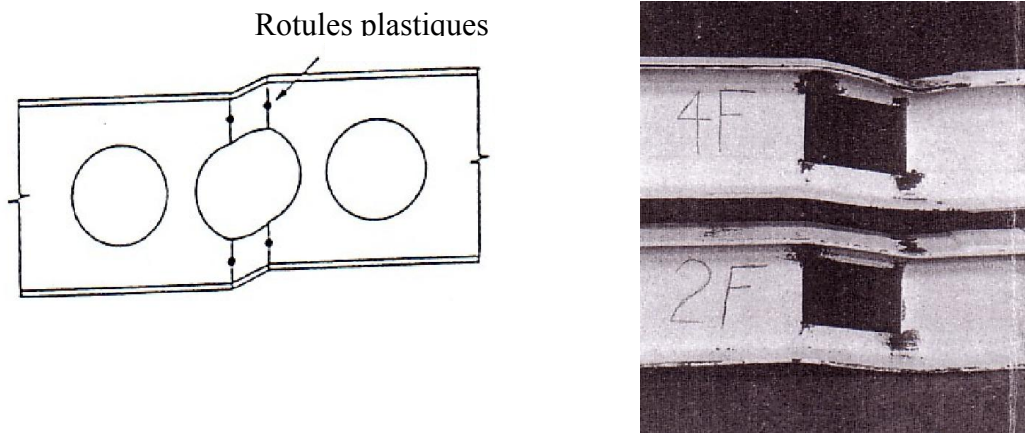
Malgré les avantages que présentent ces poutres avec ouvertures leur résistance est très affectée par la présence des ouvertures dans l'âme qui doivent être prises en compte lors de la conception et du dimensionnement. Ces ouvertures provoquent un changement du comportement et de la stabilité de ce type des poutres ainsi qu'une diminution de leur résistance. Cependant, il est souvent possible d'assimiler la résistance de la poutre avec ouverture à une valeur qui serait obtenue avec une âme non perforée par l'introduction d'un renforcement approprié autour de l'ouverture (voir Fig.2).



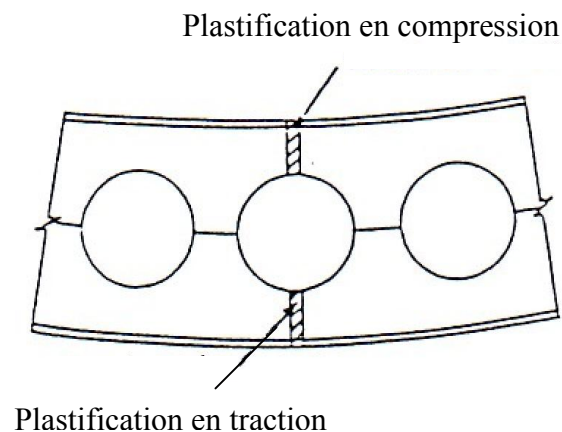
**Fig. 2 : photographie des poutres ajourées renforcées.**

Plusieurs travaux de recherche [R1] [R7] ont constaté que la ruine de ce type de poutres peut être atteinte si l'on dépasse l'une des résistances suivantes à savoir la résistance globale à la flexion, au cisaillement et au déversement et la résistance locale des montants et des Tés supérieur et inférieur.

Toutefois, les cas de ruine rencontrés sont généralement le flambement du montant et la formation de rotules plastiques au droit de l'ouverture « effet Vierendeel » (Fig. I.3).



(a) Formation de quatre rotules plastiques.



(b) Plastification des Tés en compression et en traction.

### Fig. 3 Ruine des poutres ajourées.

En général, la résistance au moment fléchissant et au cisaillement des sections perforées peut être facilement évaluée. Par contre, la résistance des sections en Tés au-dessus et au-dessous des ouvertures sous l'effet des moments locaux ainsi que les efforts axiaux et de cisaillements engendrés par l'action de la flexion globale sont relativement difficiles à évaluer. En outre, un calcul plastique de la résistance est indispensable afin de prédire la charge portante en incorporant la formation des quatre rotules plastiques dans les sections en Tés.

Vu la complexité du calcul des poutres avec ouvertures, les ingénieurs et les bureaux d'étude sont souvent confrontés à la détermination de la charge ultime de ce type de poutres. A cet effet, l'annexe N de l'Eurocode 3 [E3] propose une méthode de calcul simplifiée des poutres métalliques avec ouvertures d'âme, et offre les informations nécessaires pour leur vérification à l'état limite ultime.

Dans ce contexte, nous avons étudié le comportement des poutres métalliques avec des ouvertures de forme circulaires ou rectangulaires dans le domaine plastique. A cet effet une comparaison des résultats obtenus sur le mécanisme « Vierendeel » a été faite à travers les résultats disponibles dans la littérature

### **1-2. Objectifs de mémoire:**

La présence des ouvertures dans une poutre modifie son comportement. Par conséquent, la conception de telles poutres a besoin d'un traitement spécial, afin de respecter les conditions de résistance.

Dans le travail présenté, des informations sur le comportement non linéaire des poutres métalliques qui contiennent des ouvertures dans l'âme, ainsi que des détails de ces poutres sont discutées.

L'objectif de ce mémoire est de donner aux ingénieurs et aux concepteurs des structures métalliques, des informations concernant l'effet « Vierendeel » sur la résistance de ce type de poutres.

En outre, une étude paramétrique sur le calcul plastique des poutres métalliques comportant des évidements en flexion est présentée.

### **1-3. Organisation du mémoire :**

Dans le premier chapitre, on présente une revue générale sur les principales études et recherches consacrées aux problèmes des poutres contenant des ouvertures d'âme.

Les chapitres deux et trois de cette recherche offrent les informations nécessaires pour la vérification des poutres avec ouvertures d'âme et sans raidisseurs (non renforcées).

Le dernier chapitre est consacré à l'étude du mécanisme -Vierendeel (résistance) des poutres contenant des ouvertures d'âme en menant une étude paramétrique.

Enfin, on achève ce travail par une conclusion générale portant sur les différents aspects traités dans ce mémoire.