

Introduction

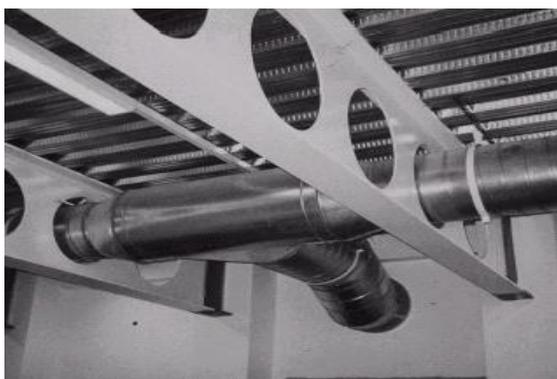
1. Introduction :

Les poutres métalliques avec ouvertures 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.

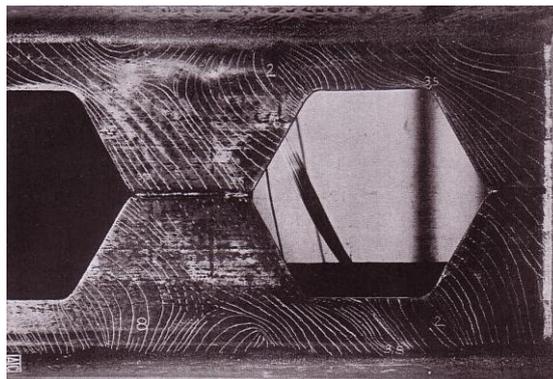
Toutefois, il est à signaler qu'avec cette **optimisation**, le gain de hauteur est très intéressant, aux niveaux :

- **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.

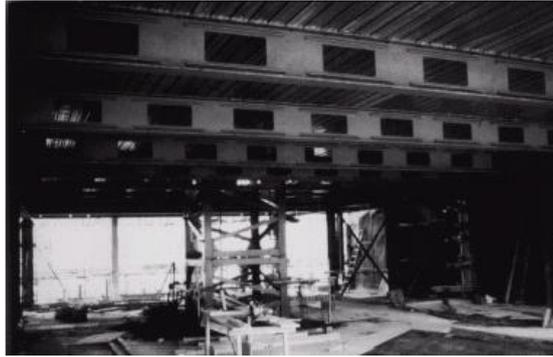
On distingue deux types de poutres avec ouverture selon la géométrie des ouvertures à savoir les poutres cellulaires, dont les ouvertures sont circulaires (voir **Fig. 1-a**) ou arrondies et les poutres alvéolaires, dont les ouvertures sont polygonales (voir Fig. 1-b). Il est également possible de trouver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

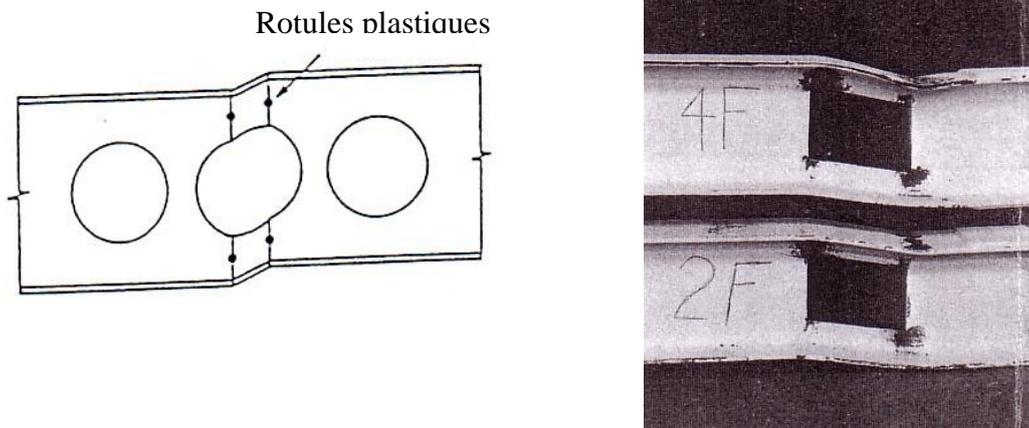
Malgré les avantages que présentent ces poutres avec ouvertures leur résistance est très affectée par la présence des ouvertures dans l'âme qui doivent être prises en compte lors de la conception et du dimensionnement. Ces ouvertures provoquent un changement du comportement et de la stabilité de ce type 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**).



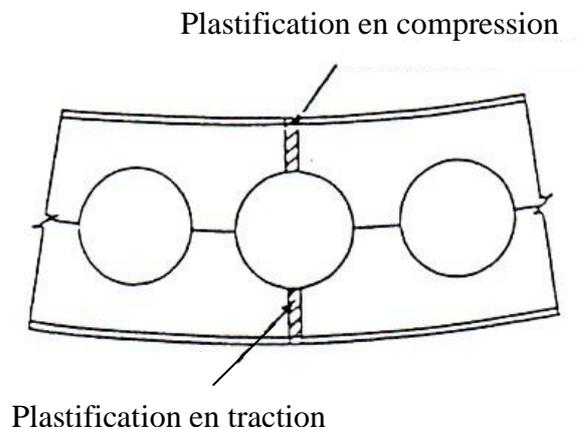
Fig. 2 photographie des poutres ajourées renforcées .

Plusieurs travaux de recherche [19] 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 (**Fig. 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.

Dans ce contexte, nous avons utilisé le logiciel Castem2000 pour étudier le comportement des poutres métalliques avec des ouvertures de forme circulaires ou rectangulaires dans le domaine élastique. Le logiciel Castem2000 qui utilise la méthode des éléments finis a été développé par le Commissariat à l'Energie Atomique de France (CEA). Nous avons utilisé dans notre étude un modèle bidimensionnel en contraintes planes avec des éléments quadratiques à 8 nœuds. Les résultats obtenus ont été ensuite comparés aux résultats disponibles dans la littérature.

2. Objectifs de la thèse :

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

L'objectif de cette thèse est d'une part, de proposer un modèle fiable et performant qui permet de résoudre avec une certaine précision les problèmes liées aux poutres comportant des ouvertures et d'autre part, la maîtrise de quelques concepts du logiciel utilisé Castem2000 du point de vue mécanique (phase élastique). En outre, une étude paramétrique sur le calcul élastique des poutres métalliques comportant des évidements en flexion est présentée. Ces informations donnent non seulement des conseils valables aux ingénieurs et aux concepteurs des structures métalliques mais également aideraient des étudiants chercheurs dans la planification et l'exécution appropriée de futurs programmes de recherche dans ce secteur.

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 à l'état élastique.

Le chapitre deux de cette recherche offre les informations nécessaires pour la vérification des poutres avec ouvertures d'âme et sans raidisseurs (non renforcées) selon les principes de dimensionnement d'une poutre ajourée.

Le chapitre trois expose la modélisation et le choix d'élément en utilisant le logiciel (Castem2000) basé sur la méthode des éléments finis. En outre, on donne un aperçu sur la présentation de cet outil de calcul.

Ce dernier est validé et exploité dans le chapitre quatre grâce à une étude paramétrique.

Enfin, on achève ce travail par une conclusion générale portant sur les différents aspects traités dans ce mémoire tout en donnant certaines suggestions pour d'éventuels travaux futurs.