



## Flexions

Dans les édifices, de nombreux ennuis se produisent à la suite de la flexion des pièces de portée qui est parfois plus importante que celle prévue par les rédacteurs de devis. On pense qu'une rotation excessive aux joints bout à bout où la flexion différente des dalles faites de matériaux pré-fabriqués peuvent être la cause des lézardes qui se produisent parfois dans la membrane de la couverture. Sur tous les ponts de béton quel que soit leur type, des flexions superficielles provoqueront des dénivellations sur la couverture qui gêneront l'écoulement des eaux et causeront une détérioration accélérée de la membrane de la couverture. Avec certains genres de ponts, d'un poids léger, et particulièrement avec ceux en acier, le pont peut également présenter un problème d'élasticité au cours de l'application et les matériaux de couverture peuvent éventuellement être endommagés au cours des opérations de construction. Un revêtement de couverture, fait de contre-plaqué peu épais, peut donner entière satisfaction au point de vue construction par exemple, mais ne pas convenir pour l'application de bardeaux de couverture par clouage et il est possible qu'une flexion soit, à l'oeil, d'un effet peu souhaitable.

Lorsqu'une pièce de portée, une poutre ou une dalle de couverture supporte une charge, elle a tendance à ployer ou à suivre la forme d'une courbe vers le bas, ce qui est appelé flexion. La partie supérieure est comprimée et tend à rapetisser alors que celle du bas, soumise à une traction, a tendance à s'allonger. Les extrémités du soutien ont tendance à se relever à mesure que le milieu de la pièce s'affaisse, selon la résistance exercée par le soutien. Le poids de la pièce elle-même, et celui du reste de la toiture qui y repose ou y est suspendue, constituent une charge permanente appelée poids mort, faisant parfois que certains matériaux, tel le béton, sont sujets au "fluage", ce qui provoque alors une flexion plusieurs fois supérieure à celle prévue dans le devis pour le poids de la neige ou le poids théorique. On devrait tenir compte d'une flexion de fluage pour tous les matériaux de béton. Les constructions en bois peuvent y être sujettes, mais il n'est pas d'ordinaire nécessaire d'en tenir compte pour les pièces de portée en acier.

Le rédacteur de devis peut déterminer les flexions maxima auxquelles on peut s'attendre pour toute toiture d'une structure déterminée par des méthodes précises ou approchées et il peut limiter l'importance de la flexion en modifiant le devis. Toutefois, il peut être difficile de décider de l'importance de la flexion permise. Au dire de ceux qui se prononcent sur les flexions permises, elles sont ordinairement établies par rapport à la portée et il est souvent déclaré qu'elle devrait être de  $L/360$  de la portée. Il est assez surprenant de constater que nous n'avons à notre disposition que très peu de renseignements pour pouvoir juger de la rationalité de cette règle, sauf qu'elle est suivie et a donné d'assez bons résultats dans le passé. Dans les édifices où des flexions importantes se produisent, les indices réels et leurs conséquences sont très rarement mesurés et consignés par écrit sauf s'ils dépassent énormément ceux qui sont tolérés.

Le rapport ci-dessus mentionné de  $L/360$  ( $L$  étant la portée) a représenté une limite traditionnelle pour les flexions, bien que ses origines ne soient pas très connues. Le principe de limiter la flexion par rapport à la portée semble remonter à Tredgold, un ingénieur de renom né en 1788, qui fut un des

premiers à établir et à publier des critères pour les plans des pièces sujettes à flexion. Il reconnut que les flexions admissibles devraient être proportionnées à la longueur de la pièce et recommanda une limite de L/480. Plus tard, au cours du 19<sup>ième</sup> siècle, des ingénieurs américains augmentèrent la flexion permise et l'établirent à L/360 pour les maisons.

Étant donné que les matériaux et méthodes de construction utilisés à l'heure actuelle sont assez différents de ceux de 1850, nous disposons de très peu de renseignements positifs pouvant nous indiquer si L/360 est toujours une limite convenable. Les essais en laboratoires et les études actuellement effectuées indiquent qu'en ce qui concerne les fissurations dans le plâtre et la maçonnerie, la visibilité des fléchissements et du gauchissement des planchers, le L/360 traditionnel est suffisant pour les cas courants, mais tout au plus. Ce dernier n'offre aucune garantie que le plâtre ne se fissurera pas et son succès est en partie dû au fait que les édifices ont rarement à supporter toute la charge théorique, que la charge est répartie sur toutes les pièces et que bien que des fissures se produisent parfois, elles ne causent pas d'autres ennuis une fois replâtrées. Lorsqu'on veut absolument être certain que des fissures ne se produiront pas, on a avantage à réduire la flexion totale à L/480 ou même à L/720.

Des flexions plus importantes, de l'ordre de L/180, sont souvent admises pour les couvertures dont la face inférieure ne comporte pas de matériaux finis. Il y aura alors de grandes chances que la couverture soit endommagée, que l'écoulement des eaux soit gêné et ordinairement le fléchissement qui en résulte sera très visible.

Le flexion admise devrait toujours être établie en fonction des matériaux utilisés et de la construction à laquelle ils se rapportent; et pour les toits il devrait être tenu compte de l'application de la couverture et de la possibilité de dégâts à la membrane de la couverture. L/360 donne ordinairement satisfaction pour les pièces en acier car les flexions de poids mort son rarement à l'origine d'un problème de flexion et parce que les charges théoriques sont rarement atteintes. Toutefois, dans les pièces de béton, la flexion est en grande partie due à la partie permanente de la charge totale (poids mort). La flexion admise de L/360 ne donne satisfaction que lorsqu'il est tenu compte des flexions à long terme résultant d'un fluage, d'un retrait et de l'action de la température. Le fait que la charge théorique est rarement atteinte en pratique n'a que peu d'importance dans ce cas.

Les articles relatifs aux flexions peuvent être trouvés à la Partie 4 du Code de Construction National consacrée aux plans. Il est exigé au paragraphe 4.3.4 que la flexion des pièces en bois ne dépasse pas L/360 lorsqu'elle est calculée en se basant sur la charge mobile seulement. D'autres rapports flexion-portée peuvent également être établies pourvu qu'on ne dépasse pas les normes des matériaux complémentaires et lorsque les calculs sont faits à partir de la charge mobile et de la charge permanente combinées, la limite est de L/180.

En ce qui a trait au béton, les règles relatives à la flexion sont décrites au paragraphe 4.5.4.9. où les facteurs devant être pris en considération sont énumérés. Les limites maxima pour flexion directe due à la charge mobile sont de L/180 pour les toits qui ne soutiennent pas de plafond plâtré et de L/360 pour les toits qui soutiennent des plafonds plâtrés. Pour les toits destinés à être rattachés à des cloisons ou pour d'autres constructions susceptibles d'être endommagées par d'importantes flexions, la limite admissible pour flexion directe sous une charge mobile additionnée à la flexion supplémentaire due au retrait et fluage sous la charge permanente est de L/360.

Les exigences relatives à l'acier sont décrites au paragraphe 4.6.11 dans les termes suivants: "À moins d'indication contraire, la flexion causée par une charge mobile ne devra pas dépasser  $L/240$  de la portée pour les poutres du toit, à l'exception des cas où ces poutres soutiennent un plafond plâtré ou recouvert d'un enduit du même genre, et où la flexion causée par la charge mobile ne devra pas dépasser  $L/360$  de la portée. Les toits dont l'inclinaison est supérieure à  $4/12$  peuvent subir une flexion attribuable à la charge mobile ne dépassant pas  $L/180$  de la portée".

*Les opinions exprimées ci-dessus sont celles du Comité Technique National de l'ACEC. Ce bulletin technique est distribué dans le but de véhiculer des renseignements pertinents sur l'industrie de la couverture. Les énoncés, commentaires, opinions et conclusions, s'il y a lieu, ne constituent pas un avis techniques définitifs, nous invitons le lecteur à solliciter l'avis d'un professionnel en génie ou en architecture. Aucune responsabilité ne sera assumée par l'ACEC, l'un des officiers ou directeurs de même que par des membres ou employés sur l'interprétation et l'utilisation que le lecteur pourra faire des renseignements contenus dans ce bulletin.*