

## PRODUCTION DE POUTRELLES : APPORTER UNE SOLUTION INNOVANTE POUR LES CAGES DE LAMINOIR VERTICALES

Par Sorin Tudor, Ingénieur applications principal et Ingénierie client Europe Groupe Timken

*Indispensable dans le secteur de la construction, les poutrelles métalliques IPE exigent un procédé de fabrication certifié et fiable pour offrir aux professionnels une finition irréprochable que ce soit pour un usage en structure ou en renfort, dans des constructions neuves ou des rénovations. Parmi les étapes de fabrication, le laminage est l'un des processus fondamentaux car il permet, avec son mouvement rotatif, de réaliser la transformation. Cependant, il n'est pas rare que les responsables de production dans les usines se plaignent d'endommagements prématurés des machines qui remettent en cause la fabrication des poutrelles. Il peut être intéressant de se pencher sur le rôle des roulements qui peuvent contribuer à fournir une plus grande précision et des capacités de fonctionnement élevées.*

Parmi les formes structurelles utilisées dans la construction, les poutrelles sont particulièrement utilisées. Leur forme particulière en I ou en H implique un certain nombre de processus lors de leur fabrication comprenant le chauffage du bloom, le laminage aux contours et dimensions appropriés, la coupe à chaud en longueurs, le refroidissement à température ambiante, le redressement et l'éboutage aux longueurs demandées. L'opération de laminage est l'une des plus exigeante avec une action en trois temps qui se répartie sur plusieurs cages. La cage dégrossisseuse permet de modifier l'âme. Les cylindres verticaux inclus dans cette cage sont ainsi profilés afin de déformer le bloom et de donner la forme caractéristique « os de chien » à la section de la poutrelle IPE. En suite, la cage refoleuse contrôle la forme de la poutrelle IPE, en particulier des ailes. Enfin, utilisée en passage finale, la cage finisseuse modifie l'âme de la poutrelle avec ses cylindres qui en contrôlent les dimensions finales.

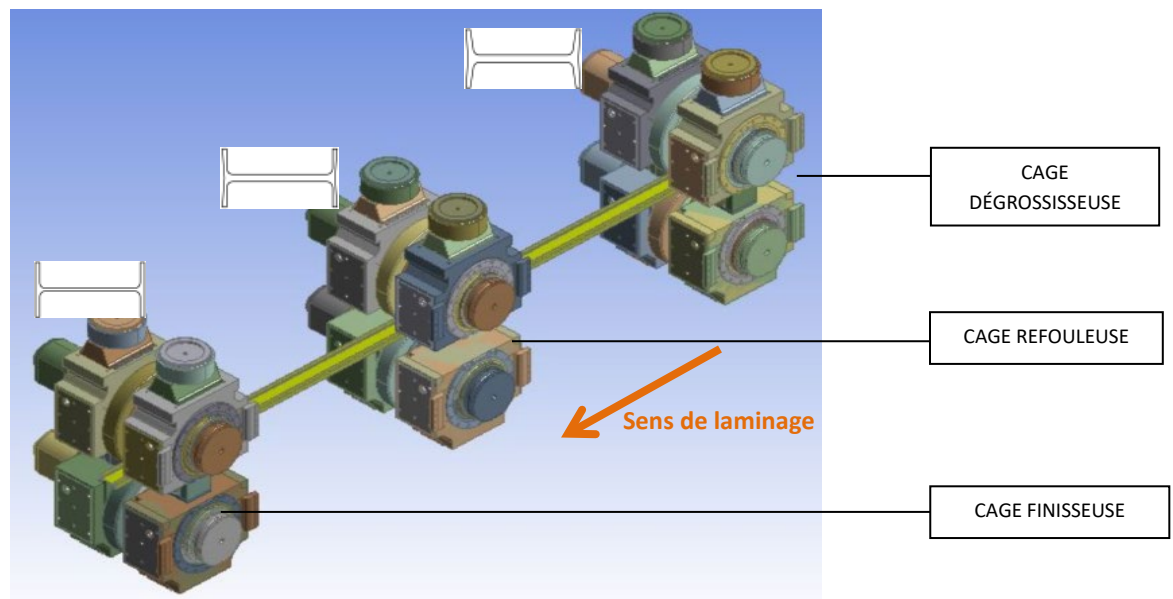


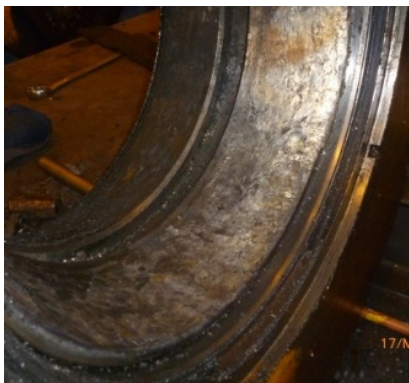
Figure 1 : Groupe REF (dégrossissage, refoilage et finition)

## Une production aux application exigeantes

Les applications modernes de laminoirs à poutrelles exigent une fiabilité des roulements notamment pour en optimiser la durée de service. On a d'ailleurs remarqué qu'une exigence en matière d'équipements joue un rôle déterminant dans le fonctionnement des nouveaux laminoirs à vitesse élevée, en particulier pour les applications de cylindres verticaux qui demande un montage à ajustement serré de la cuvette pour éviter une rotation relative par rapport au cylindre. Les cônes étant stationnaires, ils sont donc montés sur l'arbre avec un ajustement libre. D'autre part, ce type d'application nécessite un haut niveau d'étanchéité, c'est pourquoi un joint labyrinthe est placé au-dessus du côté supérieur du cylindre afin d'empêcher l'eau et la calamine d'entrer directement dans le roulement. L'environnement de fonctionnement dans lequel évolue les cylindres verticaux étant très difficile, le roulement est généralement raccordé à un système de lubrification centralisé. Cependant, une lubrification à la graisse peut être appliquée au centre du roulement par des orifices dans l'entretoise de cône.

Soumis à des conditions extrêmes, les roulements doivent faire l'objet d'une attention particulière notamment à l'égard de leur niveau d'usure, de l'évaluation de la lubrification, ou encore de la vérification de la contrainte de contact rouleau/cage des roulements. Les roulements sont endommagés plus rapidement en cas de surcharge ou de manque de lubrification.

Le choix des roulements pour la position verticale des cylindres est déterminé en fonction de l'espace disponible entre les cylindres horizontaux. Le roulement est monté à l'intérieur du cylindre et fonctionne sur un axe fixe avec rotation de la bague extérieure. Le cylindre vertical étant entraîné par frottement par son contact avec la poutrelle IPE, des charges avec chocs sont générées lorsque la poutrelle pénètre entre les cylindres. Par conséquent, le cylindre doit avoir une surface extérieure dure pour réduire l'usure et un cœur résilient pour absorber les charges avec chocs sans se fissurer. Ce type d'application utilise actuellement des roulements à rouleaux coniques, de diamètres extérieurs allant de 200 à 600 mm, de type TDO (extérieur double conique), 2TS-IM (simple avec deux rangées de rouleaux coniques), ou encore de type TQO (extérieur quatre rangées de rouleaux coniques).



a) Effet d'une surcharge



b) Effet d'une mauvaise lubrification

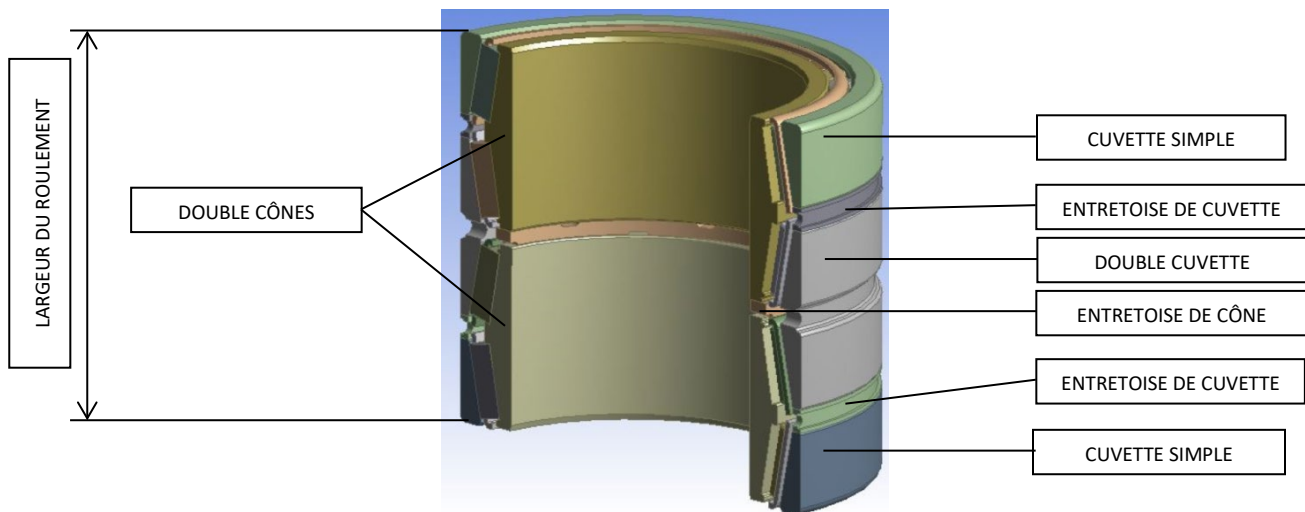
Figure 2 : Roulements endommagés de cylindre verticaux

## Des applications évoluant en fonction des roulements utilisés

### *Solution proposant des roulements type TQO*

Ces applications utilisent historiquement des roulements de type TQO. Caractérisés par quatre rangées de rouleaux coniques, ils se composent de deux cônes doubles assemblés avec des rouleaux coniques et des cages, d'une entretoise de cône, de deux cuvettes simples, de deux entretoises de cuvettes et d'une cuvette double.

Le roulement TQO est conçu autour du concept de « montage direct » qui permet aux doubles cônes de ne pas être fixés. L'espace vertical disponible entre les cylindres horizontaux supérieur et inférieur et les cylindres verticaux est limité ce qui laisse un espace restreint pour la largeur du roulement et l'épaisseur des couvercles d'obturation. Par conséquent, des problèmes liés à la fixation des extrémités des cuvettes apparaissent, une déformation des couvercles d'obturation est causée par la section réduite et une surcharge des deux pistes de roulement centrales devient inévitable. La stabilité de l'unité est également réduite en raison de l'écart effectif étroit entre les deux chemins de roulement centraux. Autrement dit un mauvais positionnement des rouleaux, lié au non fonctionnement des cônes, associé à une séparation des cuvettes ne peut que réduire considérablement la durée de vie des roulements.

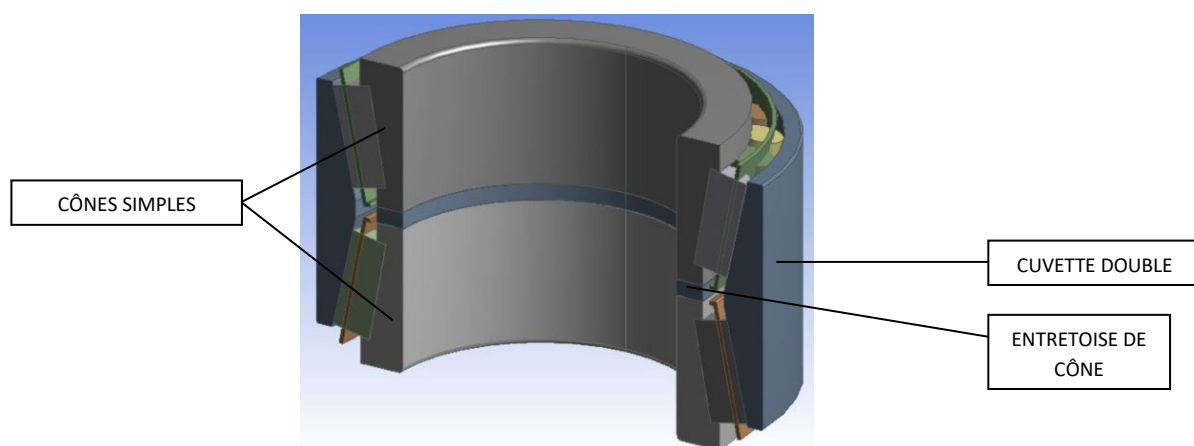


**Figure 3 : Conception du roulement TQO**

### *Solution proposant des roulements type TDO*

Pour remédier aux problèmes rencontrés avec des roulements TQO, les ingénieurs ont ensuite essayé d'utiliser des roulements TDO à deux rangées de rouleaux coniques. Ils se composent de deux cônes simples assemblés avec des rouleaux coniques et des cages, d'une cuvette double et d'une entretoise de cône.

Conçus autour du concept de « montage indirect », les cônes sont fixés axialement afin de placer le roulement et de résister à la charge axiale induite par la charge radiale. Cette configuration rend inutile la fixation des cuvettes, à l'exception de l'emplacement du rouleau axial. Bien que la capacité du roulement à deux rangées puisse être inférieure à celle d'un roulement à quatre rangées, il en résulte une capacité de charge réelle supérieure à celle des deux rangées centrales d'un TQO. Les roulements à deux rangées présentent également l'avantage d'une meilleure répartition de la charge (deux rangées contre quatre), demandent moins de pièces à assembler et possèdent plus d'espace pour l'étanchéité et faciliter le démontage. Cependant, les disques d'obturation doivent s'adapter à la disposition de fermeture du labyrinthe.



**Figure 4 : Conception du roulement TDO**

#### *Solution proposant des roulement type 2TS-IM*

Pour faciliter le centrage du roulement sur le cylindre, les ingénieurs ont pris l'habitude d'ajouter un épaulement central sur l'alésage du cylindre. Les roulements TDO ont donc par la suite été remplacés par un roulement de type 2TS-IM. Celui-ci se compose de deux cônes simples assemblés avec des rouleaux coniques et des cages, de deux cuvettes simples et d'une entretoise de cône. Ces roulements ne nécessitent pas de fixation des cuvettes car le montage indirect ne provoque pas de charge axiale qui pourrait les séparer. Le roulement est centré sur le cylindre au moyen d'un épaulement central, de sorte que l'on peut se passer d'un couvercle d'obturation extérieur. Un gain d'espace vertical est ainsi réalisé permettant d'installer un roulement plus lourd.

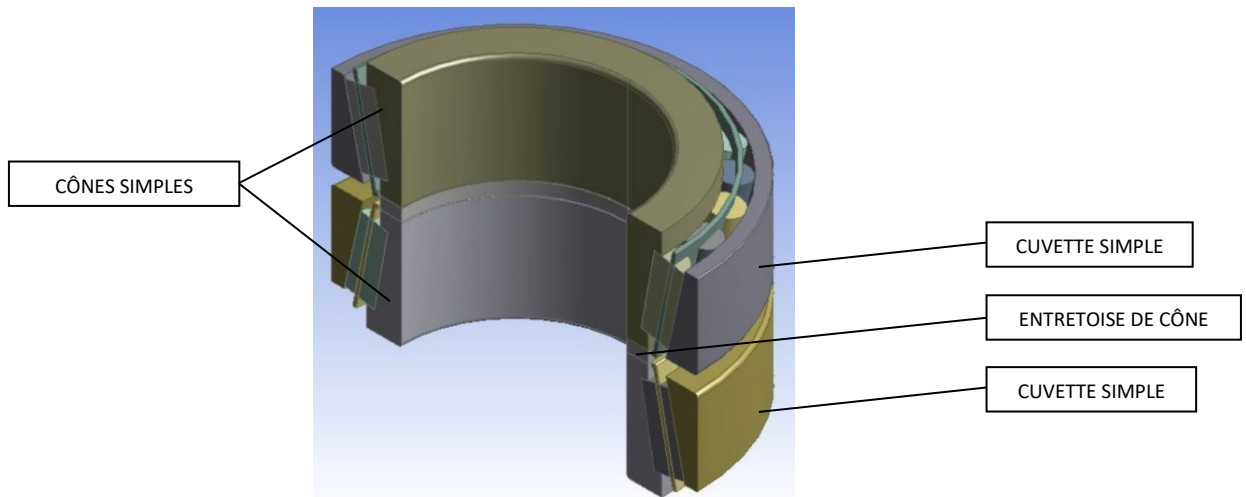


Figure 5 : Conception du roulement 2TS-IM

**Vers des solutions encore plus innovantes pour les cylindres verticaux**

Face au besoin d’obtenir des applications toujours plus efficace et fiable, de nouveaux concepts de roulements sont proposés pour les laminoirs entrant dans la fabrication des poutrelles. Parmi ces concepts, on trouve les roulements types TDOH à deux rangées de rouleaux coniques et qui intègre le logement dans la cuvette du roulement.

Ce roulement se compose de deux cônes simples assemblés avec des rouleaux coniques et des cages, d’une cuvette double de section lourde et d’une entretoise de cône. Des couvercles supplémentaires peuvent être inclus.

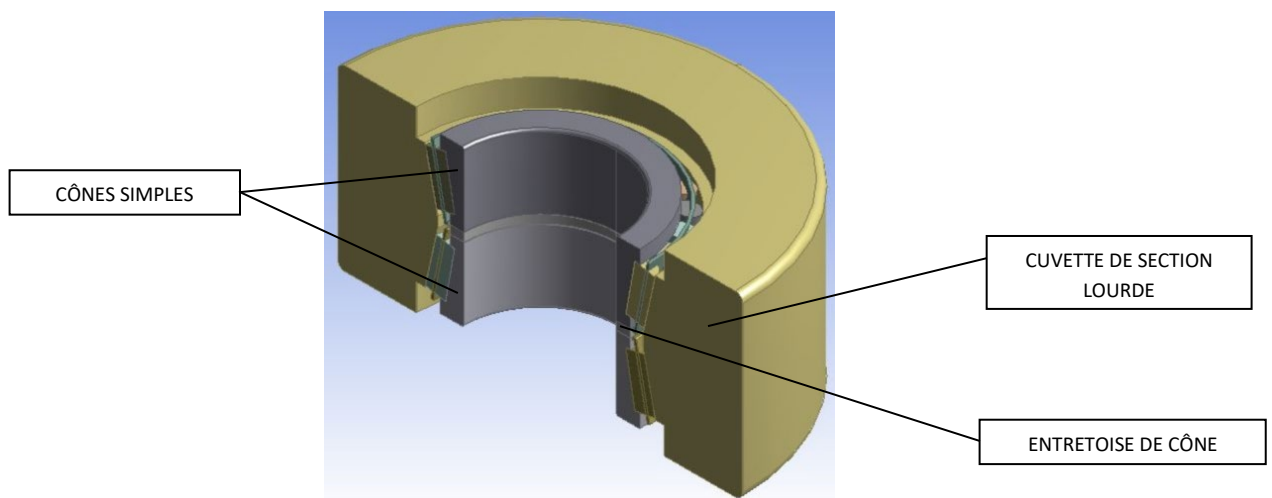
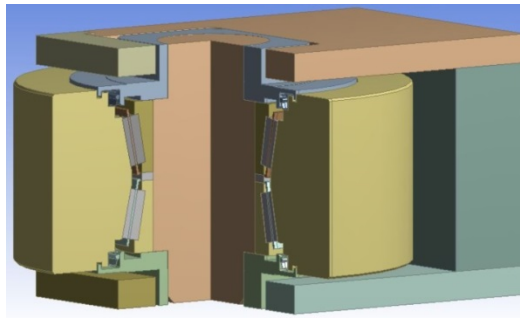


Figure 6 : Conception du roulement TDOH



**Figure 7 : Conception de cylindre vertical avec roulement TDOH**

Ce type de roulement offre de nombreux avantages techniques pour le fonctionnement dans l'application avec une cuvette de section lourde qui agit dorénavant comme un rouleau, intégrant deux fonctions en un seul composant et avec l'élimination de l'opération d'assemblage dans le cylindre ainsi que du risque d'usure du diamètre extérieur de la cuvette. Concernant la résistance de ces cylindres, le diamètre primitif du roulement peut être augmenté pour une meilleure capacité de charge nominale, offrant une plus grande robustesse. Expédié sous forme d'unité préassemblée et conditionnée, le temps et les coûts de montage sont réduits. Le roulement s'installe dorénavant facilement n'ayant pas besoin d'être monté dans le cylindre. D'autre part, le roulement se présente avec un jeu axial préréglé à une valeur spécifique adaptée précisément à l'application, défini par notre bureau d'étude et contrôlé de façon précise lors de la fabrication.

Blocage des cylindres, fissure dans le bandage, diamètre de l'appui de cuvette de roulement incorrect sont autant de situations qui peuvent entraîner des problèmes avec les roulements (défaut d'alignement du roulement, surcharge de l'extrémité des rouleaux, ...) et venir nuire à la production des poutrelles. Afin d'éliminer les problèmes il est indispensable de choisir les bons roulements qui permettront d'obtenir une fiabilité opérationnelle.