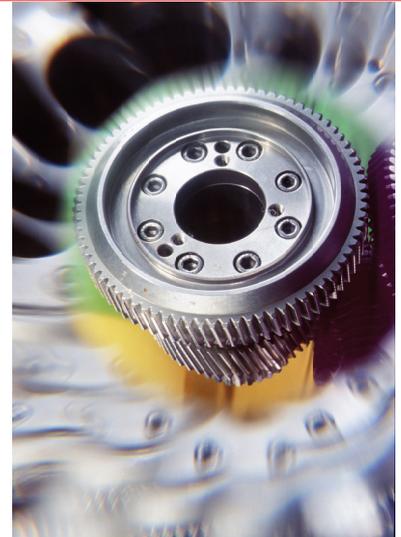


Avantages et emplois des différentes technologies de Transmissions Mécaniques



Sommaire

→	Avant-propos	Page 3
→	Préambule	Page 4
→	Les 7 technologies principales :	
	· Réducteurs roues et vis	Page 5
	· Réducteurs à engrenages cylindriques	Page 6
	· Réducteurs à couple conique	Page 7
	· Réducteurs planétaires	Page 8
	· Technologies poulie-courroie	Page 9
	· Technologies pignon-chaîne	Page 10
	· Technologies d'accouplements	Page 11

Avant -propos

Artema est le syndicat professionnel représentant les industriels de la Mécatronique. Artema rassemble plus de 150 entreprises adhérentes : fournisseurs de composants, de solutions et de systèmes dans les domaines de l'Étanchéité, des Fixations, des Transmissions Hydrauliques, Mécaniques et Pneumatiques, des Roulements et Guidages Linéaires et de la Mécatronique. Ces secteurs représentent 7,2 milliards d'euros de chiffre d'affaires en France et 35 000 salariés. 50 % de la production française est exportée.

Les entreprises du secteur des Transmissions Mécaniques adhérentes à Artema ont souhaité l'élaboration de cette brochure afin de mieux faire connaître leurs technologies.

De l'agroalimentaire à l'aérospatial, des loisirs au bâtiment et travaux publics, tous les secteurs d'activité industriels utilisent des transmissions mécaniques. Toutes ces industries apprécient particulièrement la précision, la fiabilité, la durabilité, le silence des équipements de transmissions mécaniques. Elles sont indispensables.

La performance énergétique reste une priorité majeure pour ces technologies.

Ce document expose les avantages et les emplois de différentes technologies de transmissions mécaniques à travers quelques fiches synthétiques et compréhensibles par un lectorat non-technique (clients, étudiants, institutionnels, organismes, pouvoirs publics, etc.).

La 1^{ère} partie montre les avantages des différentes technologies de réducteurs.

La 2^{ème} partie expose la famille de produits poulie-courroie.

La 3^{ème} partie évoque la famille de produits pignon-chaîne.

La 4^{ème} partie évoque la famille de produits accouplement.

Préambule

Pour une machine dans laquelle une pièce doit être mise en rotation, lorsque l'actionneur choisi pour créer un mouvement de rotation est un moteur, cinq principales technologies de transmission s'offrent alors au concepteur : **les réducteurs et engrenages, les courroies, chaînes et accouplements**.

Les **réducteurs** assurent l'entraînement entre un moteur et une machine, et permettent la transmission et la régulation d'un mouvement. Ils permettent de ralentir ou d'accélérer un mouvement, de modifier un rapport de vitesse. Ils servent à transmettre un couple plus important. Lorsqu'un moteur qui crée un mouvement est combiné au réducteur, on parle de motoréducteur. Quand on accélère un mouvement, on parle de multiplicateur. Noter qu'il y a toujours des **engrenages** dans les réducteurs. L'un ne va pas sans l'autre. Afin de fonctionner parfaitement, les engrenages qu'ils intègrent sont taillés avec une précision d'orfèvre.

Les réducteurs sont compacts et permettent d'utiliser des moteurs plus petits : ils autorisent un gain important de poids et de place dans les machines. Grâce à la mécatronique, les réducteurs s'adaptent aux conditions d'utilisation. En effet, ceux-ci doivent être robustes afin de résister aux conditions extrêmes : froid, poussière, corrosion, nettoyages, fonctionnement en continu, etc. De plus, les réducteurs réalisent des économies d'énergie : en réduisant les frottements, ils consomment moins d'énergie.

On trouve des réducteurs dans de nombreux domaines d'application : les machines de production (industrie papetière, imprimerie, agroalimentaire, etc.), le tapis-roulant d'aéroport, les remontées mécaniques (la télécabine monte rapidement et ralentit avant l'arrivée grâce à un réducteur associé à un moteur), les panneaux urbains à affichage variable et silencieux, etc.

Le monde des **courroies** est constitué de plusieurs familles (plates, poly-V, trapézoïdales et dentées). Elles sont utilisées pour transmettre de la puissance, mais de plus en plus pour convoyer des objets ou pour déplacer des charges. Les courroies apportent des solutions performantes à moindre coût dans de nombreux métiers car l'utilisation de ce matériel est simple et fiable. Les nouveaux produits et les derniers développements techniques sur ces courroies font de ces produits une aide indispensable à toutes les industries concevant des machines avec cinématique. Les domaines d'application sont les industries de pointe tels que le nucléaire ou le spatial, mais également l'agroalimentaire, le transfert ou le convoyage. La quasi-totalité des courroies peuvent être customisées à la demande.

Les **chaînes** font partie du quotidien : elles entraînent les escaliers roulants présents dans le métro, dans les gares et les grandes surfaces. On les trouve également dans les parcs d'attraction, dans des machines présentes dans les cimenteries, la sidérurgie, les barrages, les sucreries, l'industrie du bois et l'agroalimentaire notamment. Il s'agit de chaînes de transmission de puissance, mais également de chaînes de manutention pour les transports de personnes ou de produits, de levage pour les chariots élévateurs ou des plateformes télescopiques.

Les **accouplements** ont des applications tout aussi variées. De la micromécanique de précision aux industries lourdes, les applications sont multiples. On peut citer notamment les éoliennes, les hydroliennes, les véhicules hybrides, mais aussi les engins de travaux publics, les machines agricoles, l'agroalimentaire, les pompes et les compresseurs, les machines-outils et d'autres machines de précision.

35 entreprises sont membres du Groupe Transmissions Mécaniques d'Artema.

1/ Réducteurs à roue et vis

C'est un type de réducteur, où le système de roue/vis sans fin peut aussi être utilisé dans des systèmes asservis. Ce système est souvent utilisé dans les cas où une très grande démultiplication est recherchée ou lorsque l'irréversibilité du système assure un fonctionnement correct.

Caractéristiques techniques

- Les arbres d'entrée et de sortie sont perpendiculaires,
- Rapport de réduction compris entre 2,5 et 100,
- Arbre de sortie plein ou creux traversant,
- Irréversibilité pour les rapports élevés.



Roue à vis sans fin

Avantages :

- Compacité notamment pour les rapports élevés,
- Niveau sonore réduit, exempt de vibration, donnant une bonne qualité d'entraînement,
- Charge radiale admissible élevée en sortie,
- Rapport performance/prix intéressant,
- Bonne capacité d'absorption des surcoups,
- Peut être utilisé en combiné - double roue vis - pour des grands rapports de réduction (vitesse très faible),
- De plus en plus utilisés en combinaison avec d'autres réducteurs d'une part, et d'autres trains d'autre part afin d'améliorer le rendement.

Inconvénients :

- Rendement variable en fonction du rapport de réduction et de la vitesse,
- Échauffement plus important que dans d'autres technologies,
- Roue bronze pouvant engendrer une usure.

Principales applications

- . Convoyeurs, notamment les petits,
- . Manutention,
- . Treuils,
- . Applications à vitesse lente (par exemple : ponts racleurs de station d'épuration. . .),
- . Combinaisons souvent utilisées : réducteur roue et vis associé à une vis sans fin, plusieurs trains (schéma).

Dernières évolutions technologiques

- . Mécatronique,
- . Obtention de jeu réduit,
- . Evolution des matériaux.

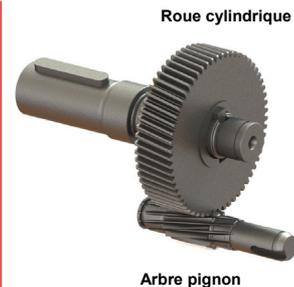


2/ Réducteurs à engrenages cylindriques / à arbres parallèles

La fonction de ce réducteur est de relier un arbre moteur et un arbre à entraîner parallèles, en réduisant ou en multipliant la vitesse motrice.

Caractéristiques techniques

- Les arbres d'entrée et de sortie sont parallèles ou coaxiaux,
- Arbre de sortie plein ou creux traversant (pour les arbres parallèles).



Avantages :

- Adaptés pour les fortes puissances,
- Charge radiale admissible élevée en sortie,
- Rendement élevé proche de 1,
- Simplicité de la technologie,
- Facilité de maintenance.

Inconvénients :

- ↘ Faible rapport de réduction par train.

Principales applications

- . Convoyeurs forte puissance,
- . Cimenterie,
- . Entraînements de compresseurs, d'agitateurs, de pompes. . . .
- . Ferroviaire,
- . Utilisation possible en multiplicateur.



Dernières évolutions technologiques

- . Mécatronique,
- . Evolution du design et des matériaux : Evolution favorable du rapport couple-poids,
- . Evolution des machines-outils et des logiciels de conception.

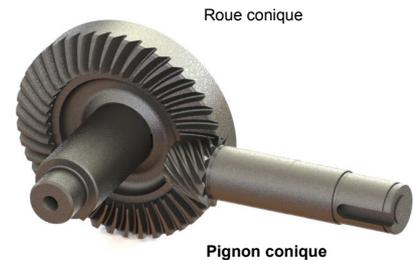


3/ Réducteurs à couple conique

Les réducteurs à couple conique ont un rendement élevé quel que soit le sens du couple et la vitesse d'entrée. Ils sont peu gourmands en énergie et nécessitent peu d'entretien. D'une utilisation universelle, ils ont une grande longévité grâce à la robustesse de leur denture qui leur confère puissance et résistance à l'usure, tant avec des moteurs asynchrones triphasés qu'avec des servomoteurs asynchrones ou synchrones.

Caractéristiques techniques

- Souvent constitué d'un couple conique et d'une autre technologie d'engrenages,
- Les arbres d'entrée et de sortie sont perpendiculaires,
- Rapport de réduction compris entre 1 et 5 du couple conique,
- Rapport de réduction global composé, avec un ou plusieurs trains à engrenages cylindriques,
- Arbre de sortie plein ou creux traversant.



Avantages :

- ↳ Renvoi d'angle,
- ↳ Adaptés également pour les fortes puissances,
- ↳ Charge radiale admissible élevée en sortie,
- ↳ Rendement élevé,
- ↳ Utilisation de ce type de réducteurs pour les applications les plus sévères : inversion de charge, cadences de démarrage/freinage élevées.

Inconvénients :

- ↳ Technologie plus onéreuse,
- ↳ Maintenance délicate (réglage couple conique).

Principales applications

- . Convoyeurs forte puissance,
- . Agitation,
- . Engins mobiles : Travaux Publics, Machinisme Agricole.

Dernières évolutions technologiques

- . Mécatronique,
- . Machine et logiciel.

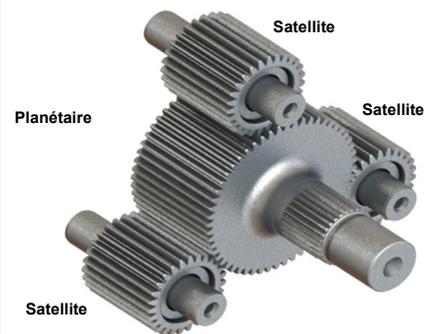


4/ Réducteurs planétaires

L'orientation de l'axe moteur est dans l'axe de sortie pour le réducteur à engrenages planétaires. C'est la solution d'entraînement idéale pour les machines avec couples élevés et espacements réduits.

Caractéristiques techniques

- Epicycloïdaux,
- Coaxial,
- Rapport par train : 3 à 10,
- Souvent plusieurs trains,
- Possibilité de carter tournant,
- Possibilité d'arbre creux.



Avantages :

- Compacité : rapport puissance/dimension très favorable,
- Adaptés également pour les fortes puissances,
- Rendement élevé,
- Faible inertie des éléments tournants.

Inconvénients :

- Technologie élaborée,
- Maintenance plus spécialisée,
- Échauffement dû à la compacité,

Principales applications

- . Sucrerie,
- . Engins mobiles : Travaux Publics, Machinisme Agricole,
- . Cimenterie,
- . Énergie,
- . Robotisation et automatisation,
- . Machines-Outils,
- . Applications avec couples élevés et vitesses lentes : sécheurs, fours rotatifs industriels,
- . Applications dynamiques : robotiques, motion.



Dernières évolutions technologiques

- . Mécatronique,
- . Nombre de satellite qui permet la compacité et amélioration de rapport couple puissance.



5/ Technologies poulie - courroie

La courroie est une pièce utilisée pour la transmission du mouvement. Elle est construite dans un matériau souple. Par rapport à d'autres systèmes, elle présente l'avantage d'une grande souplesse de conception (le concepteur a une grande liberté pour placer les organes moteur et récepteur), d'être économique, silencieuse et d'amortir les vibrations, chocs et à-coups de la transmission.

Caractéristiques techniques

- La courroie est utilisée avec des poulies, et parfois avec un galet tendeur.
- L'entraînement s'effectue par adhérence pour les courroies plates, rondes, trapézoïdales et striées ; ces courroies sont qualifiées d'asynchrones car le glissement et éventuellement le « patinement », ne permettent pas de garantir la position et la vitesse de sortie.
- L'entraînement s'effectue par obstacle pour les courroies dentées, qui sont également qualifiées de synchrones. Ces dernières permettent une transmission de mouvement avec positionnement : comme par exemple les chaînes et les engrenages.
- La courroie synchrone de transmission de puissance, de transfert ou de transport reste un élément indispensable à toutes les machines.

Avantages :

- ↗ Adaptée pour les machines fonctionnant sans à-coup, et lorsque l'on veut réduire les vibrations, ce qui augmente la durée de vie de certaines autres pièces,
- ↗ Adaptée pour une grande plage de vitesses et de couples,
- ↗ Coût de fabrication initial faible,
- ↗ Économique en énergie,
- ↗ Rendement élevé,
- ↗ Degré de fiabilité extrêmement élevé et nécessite peu de maintenance si ce n'est la vérification de la tension et le changement régulier du fait de l'usure.

Inconvénients :

- ↘ rapport de réduction parfois limité sur la transmission de puissance.

Principales applications

- Agro-alimentaire,
- Le transfert ou le convoyage. La quasi-totalité des courroies peuvent être customisées à la demande.

Dernières évolutions technologiques

- De nombreuses variantes peuvent être réalisées pour couvrir une énorme plage d'applications clients dans tous les domaines d'utilisation.



6/ Technologies pignon-chaîne

Ce sont des composants mécaniques destinés à assurer les transmissions de mouvements ou à être intégrés dans des systèmes plus complexes qui servent :

- à transmettre un mouvement permanent pour les chaînes et les courroies,
- à sécuriser le système de transmission en évitant les retours en arrière pour les roues libres,
- à freiner et à déclencher l'arrêt automatique d'un système pour les freins.

Caractéristiques techniques

Produits et systèmes extrêmement variés pour répondre à la très grande diversité d'utilisations et d'exigences de la transmission de mouvement : des chaînes à rouleaux, des chaînes de levage, des chaînes de manutention, des chaînes de transmission, des pignons et roues, qui sont accompagnées d'un cortège d'accouplements, de roues libres, de limiteurs de couple, de coupleurs, de freins, d'embrayages, de variateurs, de paliers à coussinets et autres courroies.



Avantages :

- Capacité de travailler dans des conditions très particulières,
- Leur technicité met les opérateurs et les installations à l'abri des possibilités d'accidents,
- Rendement élevé,
- Puissance transmissible importante,
- Longue durée de vie.

Inconvénients :

- Elles sont essentiellement utilisées pour des vitesses réduites,
- Elles sont relativement bruyantes.

Principales applications

- . Tous les secteurs d'activité industriels utilisent des transmissions mécaniques en général, des chaînes et éléments de transmissions en particulier,
- . Agroalimentaire,
- . Aérospatial,
- . Loisirs,
- . Bâtiment et travaux publics.



Dernières évolutions technologiques

- . Innovation : les chaînes sans lubrification pour escaliers mécaniques, l'industrie agro-alimentaire, ainsi que tout secteur où la lubrification des chaînes est impossible ou dangereuse,
- . Elles induisent moins de maintenance, donc des économies qui génèrent des gains pour le client, et réduisent également les risques d'incendie.



7/ Technologies d'accouplements

Sur une ligne de transmission de puissance, entre chaque élément, comme un réducteur, un moteur ou un palier,... on peut trouver un accouplement. Le montage est toujours en ligne. L'accouplement a pour fonction d'assurer la liaison entre deux éléments menant et mené, et de transmettre un couple et une vitesse de rotation sans perte de rendement (ou négligeable) et en autorisant des désalignements.

Caractéristiques techniques

On distingue 3 types d'accouplements :

- L'accouplement à anneau : élastique, c'est le plus utilisé. Cette technologie permet notamment d'amortir les chocs et vibrations pour une meilleure durée de vie des installations.
- L'accouplement à lamelle : flexible, sans jeu angulaire, il nécessite peu d'entretien.
- Frette de serrage mécanique (moyeu conique) ou hydraulique (principe de Pascal) : rigide, elle n'admet aucun déplacement des éléments.



l'accouplement à anneau



l'accouplement à lamelle



frette de serrage

Avantages :

- Perte de rendement quasi nulle,
- Plages de couple et vitesse très étendues,
- Adapté à des conditions de travail et environnements agressifs,
- Solutions technologiques variées et adaptées aux différentes applications industrielles.

Inconvénients :

- Respect des limites de désalignements.

Principales applications

- . Applications de précision, de robotique, pour machine-outil,
- . Emballage, imprimerie, agroalimentaire,
- . Pompes pour l'eau et la pétrochimie,
- . énergie, ferroviaire, et les très hautes vitesses,
- . marine, levage et convoyage,
- . les machines de travaux publics et agricoles.

Dernières évolutions technologiques

- . Minimisation des temps de maintenance, optimisation des durées de vies, fourniture de solutions intégrées.



Remerciements

Artema remercie pour leur contribution à cette plaquette, les entreprises adhérentes du Groupe Transmissions Mécaniques composé :

→ du Groupe Réducteurs et Engrenages :

Atlanta Neugart, Balland Gailleton, BCSA, Bonfiglioli, CMD, DCNS propulsion, Engrenage Service, Ferry Capitain, Harmonic Drive, Manoir Engrenages, Mercier, Morisse Nayrat, Motovario, Nord Reducteurs, Redex Andantex, Redex Engrenages, Sew Usocome, Siemens IADT, SM Cyclo, Socomo, Vassal, Wittensstein.

→ du Groupe Éléments de Transmission :

ATV, Binder Magnetic, CMD, Esco, GKN, Redex (Merobel), John Crane, KTR, Mayr, Sedis, Siam Ringspann, Siemens IADT, Voith Turbo.

Crédits photos

Artema, ALAN FREED, Banana Republic images, Copyright visionic, Kekyalyaynen, PHB LZ (RICHARD SEMIK), Piotr Neffe, Sedis, Shutterstock, Sigur, yoshi0511.

Artema le syndicat des Industriels de la Mécatronique rassemble 150 entreprises, fournisseurs de composants, solutions et systèmes dans les domaines de l'Étanchéité, des Fixations, des Transmissions Hydrauliques, Transmissions Mécaniques, Transmissions et Automatismes Pneumatiques, Roulements et Guidages Linéaires et de la Mécatronique.

Ces entreprises intègrent notamment une démarche orientée vers la performance énergétique, depuis la conception des produits et systèmes jusqu'à leur mise en œuvre et à leur maintenance.

+ de 7 milliards de volume d'affaires

35 000 salariés dédiés

80% de la production nationale

Artema est membre de la FIM (Fédération des Industries Mécaniques) et des comités européens CETOP, EIFI, EUROTRANS et FEBMA.



Artema — Maison de la Mécanique — 39/41 rue Louis Blanc — 92 400 Courbevoie

Adresse postale : Maison de la Mécanique — 92 038 Paris La Défense Cedex

Tel : 01 47 17 63 69 fax : 01 47 17 63 70 email : info@artema-france.org

www.artema-france.org