Concours 2016/2017

Classes de 6e/5e - 4e/3e

de l'objet aux MÉTIERS

Éolienne, crème solaire, cocotte-minute©, prothèse médicale, train, et crayon d'uranium

Quel est leur secret de fabrication ?

Découvrez les technologies des industries mécaniques sur onisep.fr/Concours

GUIDE PÉDAGOGIQUE DESTINÉ À L'ENSEIGNANT

onisep

FÉDÉRATION DES INDUSTRIES MÉCANIQUES

La Fabrique de l'industrie laboratoire d'idées

Prométa Communication 07/2016 - © Meanings

de l'objet aux MÉTIERS

Les connaissances préalables nécessaires à la participation au concours « De l'objet aux métiers, découvrez les technologies des industries mécaniques » sont réunies dans ce guide.
Des pistes d'activités pédagogiques en lien avec les thématiques du concours et les questions posées sont également proposées pour accompagner l'enseignant dans la préparation de l'animation de ses séances de cours.
Elles sont accompagnées d'un panel d'outils à la disposition de l'enseignant pour lui permettre d'illustrer son cours et d'aider ses élèves à préparer leur projet.

Le concours permet aux jeunes de valider leurs acquis. L'enseignant peut ainsi stimuler leur curiosité, les pousser à trouver un sujet ou un angle original et les engager à sélectionner des informations.

onisep

FÉDÉRATION DES INDUSTRIES MÉCANIQUES

La Fabrique de l'industrie laboratoire d'idées

SOMMAIRE

FICHE N°1 :
QU'EST-CE QUE LA MECANIQUE ? 4

FICHE N°2 :
LA MÉCANIQUE ET L'OBJET CHOISI 5
- L'éolienne 5
- La crème solaire 9
- Le train 11
- La cocotte-minute© 15
- Le crayon d'uranium 17
- La prothèse médicale 19

FICHE N°3 :
LE FONCTIONNEMENT D'UNE ENTREPRISE MÉCANICIENNE ET LES GRANDES ÉTAPES DE DÉVELOPPEMENT D'UN PRODUIT 21

FICHE N°4 :
LES MÉTIERS DE LA MÉCANIQUE 23

FICHE N°5 :
L'INNOVATION 25

LEXIQUE 26

RESSOURCES GÉNÉRALES 28

RAPPEL DE L'ÉNONCÉ

1- Choisir l'un des objets suivants dont le point commun est la mécanique :

- L'éolienne
- La crème solaire
- Le train
- La cocotte-minute©
- Le crayon d'uranium
- La prothèse médicale

2 - Répondre aux questions suivantes en lien avec l'objet choisi :

- Comment la mécanique intervient-elle dans la fabrication de l'objet choisi ?
- Quelles sont les grandes étapes de production de l'objet choisi ?
- Décrire et illustrer (photos, vidéos…) l'une des machines nécessaires à la production de cet objet et l'un des composants mécaniques intégrés à cet objet.
- Parmi les métiers évoqués tout au long du guide permettant la production de l'objet choisi, décrivez et expliquez les parcours de formation correspondants.
- Parmi les grands défis suivants que la mécanique contribue à relever, choisissez-en un et expliquez en quoi il concerne l'objet choisi : consommation, santé, environnement, mobilité.
- Imaginer comment l'objet choisi pourrait évoluer dans 50 ans et les évolutions du processus de production qui en découlent.

OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES DU CONCOURS

Ce concours à destination des collégiens de 6ème/ 5ème et 4ème/3ème et des lycéens permet de leur faire découvrir une industrie innovante, la mécanique, ses applications, la diversité de ses métiers…

L'enseignant peut aborder avec ses élèves les thématiques suivantes :

- L'industrie / La mécanique.
- Les grandes étapes de production d'un produit et le fonctionnement de l'entreprise industrielle dans sa globalité.
- La diversité des métiers de la mécanique.
- Les grands défis d'avenir (démographie et consommation, développement durable, transport et connectivité) auxquels la mécanique apporte des solutions.
- L'innovation en proposant aux élèves d'imaginer comment l'objet choisi pourrait évoluer et les évolutions du process de production qu'elle entraîne.

FICHE N°1 :
QU'EST-CE QUE LA MECANIQUE ?

Objectifs pédagogiques :

- Faire prendre conscience aux élèves du rôle majeur et de l'omniprésence de la mécanique dans notre quotidien
- Montrer que la mécanique est présente dans tous les secteurs d'activité (transports, médical, cosmétique, énergie…)
- Montrer dans quelle mesure la mécanique apporte des solutions pour répondre aux grands défis d'avenir.

Qu'est-ce que la mécanique ?

De l'extraction de la matière à la conception, la fabrication et la commercialisation des pièces, outillages, équipements et machines, la mécanique est transverse et essentielle.

Elle recouvre 3 grands domaines d'activité :

- L'équipement : machines, systèmes de production, composants
- La transformation : sous-traitance, outillage, articles de ménages
- La précision : optique, santé, instruments de mesure.

La mécanique est une industrie moteur de l'économie. Tous les secteurs utilisent ses produits et compétences : l'automobile, l'aéronautique, l'énergie, le BTP, le transport, l'électronique, l'informatique, l'agroalimentaire, le médical, la chimie…

Un moteur d'avion, un capteur, le TGV, un autocuiseur, la fusée Ariane, un robinet, un chariot élévateur, un robot, un tracteur, un extincteur, un laser et un scanner… Tous ces produits ont la mécanique en commun.

Informations clés :

- L'industrie désigne l'ensemble des activités économiques qui produisent des biens matériels par la transformation et la mise en œuvre des matières premières.
- La mécanique a des applications dans des domaines variés et essentiels à notre quotidien.
- La mécanique recouvre des domaines très divers.
- La mécanique contribue grâce à ses innovations à relever les grands défis d'avenir : la démographie et la consommation, le développement durable et la mobilité, la communication et la connectivité. Pour relever ces défis, les entreprises ont besoin de collaborateurs qualifiés.

Ressources disponibles :

- Site internet : www.lesmetiersdelamecanique.net
- Vidéo ludo-pédagogique « La mécanique en France, bien plus qu'une industrie »
- Outils pédagogiques :
  - Prezi « A la découverte du monde de la mécanique »
  - Quiz « En route vers le futur »

FICHE N°2 :
LA MÉCANIQUE ET L'OBJET CHOISI

Objectif pédagogique :
Comprendre au travers de l'un des objets choisi ce qu'est la mécanique.

Informations clés :
La mécanique est omniprésente dans les objets proposés. Elle intervient au travers des composants qui y sont intégrés mais également dans leur processus de production.

L'éolienne

Les énergies renouvelables représentent une partie importante de la filière énergie des industries mécaniques. Elles constituent un espoir pour l'humanité de disposer de ressources énergétiques pouvant pallier le manque d'approvisionnement en ressources gazières et pétrolières. La mécanique dispose d'un savoir-faire et d'une capacité d'innovation en mesure de s'adapter aux nouveaux besoins.
Le secteur de l'énergie est un débouché naturel de la mécanique. Elle est présente dans la fabrication des **turbines** utilisées dans l'hydroélectricité, le solaire ou la production d'énergie par biomasse.

Avec 6 000 mégawatts prévus en mer à l'horizon 2020, le marché de l'éolien connaît un véritable essor qui profite à la mécanique. A la suite d'un appel d'offres, un certain nombre de sites a été retenu pour construire des éoliennes offshore. Il y a notamment un site dans l'ouest de la France, près de Saint-Nazaire, un autre près de Cherbourg et un troisième dans la région du Havre. A l'occasion de la réalisation de ces fermes éoliennes offshore, une filière industrielle française composée notamment d'entreprises de la mécanique s'organise autour des grands donneurs d'ordre.

Quels sont les secrets de fabrication de l'éolienne ?

Les opérations suivantes qui interviennent dans la conception et la fabrication d'une éolienne sont réalisées grâce à des technologies, des machines et des outillages mécaniciens :

- Conception et simulation de la fabrication des composants de l'éolienne pour optimiser la production grâce à des logiciels
  Métiers : ingénieur en simulation, ingénieur spécialiste de l'ergonomie, responsable de la fabrication, programmateur de commande numérique, ingénieur qualité, dessinateur industriel...
- Travail des tôles pour la réalisation des pales, des **mâts**, des **embases**…
  - Chargement des tôles, découpage, **formage**, **taraudage**, tri et empilage des pièces grâce à une **poinçonneuse** et une **poinçonneuse-laser**
  - **Soudage** des tôles pour la réalisation du **mât**
  - Pliage des tôles, **soudage** et contrôle qualité grâce à une **presse-plieuse** (parfois associée à un robot)

  Métiers : chaudronnier, outilleur, monteur-metteur au point, opérateur/technicien d'**usinage**, technicien service clients, technicien de maintenance…
- Les opérations d'**usinage** (**usinage perçage**/**alésage** et **usinage**/**fraisage**) permettent de réaliser la **cage de roulement**, le raccord de pylône, le carter de boîtes de vitesses, les **moyeux**, les pales (et les pieds de pales), le **moyeu rotor**, des pièces structures, le mat, les **pignons**… Des robots peuvent être utilisés pour l'**usinage** de ces différentes pièces.
  - Détails de la fabrication des pales d'éoliennes : utilisation de fraiseuses à portique pour **ébavurage** (on enlève de la pièce les petits bouts de métal qui pourraient rester et la rendre tranchante) et de machines de dépose composite (renforce les pales, notamment en termes d'étanchéité) : voir vidéo proposée dans les ressources disponibles.

- **Meulage**, **rectification** et **abrasion** : des opérations de découpage, **ébavurage** et **rectification** sont réalisées grâce à des meules et des **bandes abrasives**. Elles interviennent à plusieurs niveaux dans la fabrication des composants métalliques de l'éolienne. Des opérations de **meulage** de **parachèvement** des **brames**, de **rectification** des cylindres de laminoirs à chaud et à froid et éventuellement de fendage des tôles sont effectuées pour fabriquer les tôles qui deviendront les poteaux d'éoliennes.
- L'ensemble des **systèmes de transmissions** (denture des **pignons**/**engrenages**/**couronnes** d'orientation) est obtenu par **rectification** grâce à des meules de **rectification**.
- Les **roulements** et **couronnes** dentées des éoliennes sont usinés sur des tours verticaux, fraiseuses et aléseuses grâce à des **abrasifs** (meules pour bagues, billes et rouleaux) et des **tarauds** sont utilisés dans leur fabrication.

Métiers : Meuleurs : conducteur de meuleuses robotisées et rectifieurs, conducteur de rectifieuses à commande numérique.

- Polissage :
  Utilisation de robots pour assurer les opérations de polissage et de peinture.
  Métiers : technicien robotique et process, conducteur de cellule robotisée, technicien service clients, programmateur…
- Traitement de surface et peinture :
  Souvent les éoliennes sont installées en milieu marin. Elles doivent donc être traitées avant qu'elles ne soient installées afin de leur garantir une longue durée de vie. Avant d'être peints en blancs, les mats des éoliennes par exemple, subissent un traitement de surface appelé galvanisation à chaud. Les mats sont en fait plongés dans un bain de zinc en fusion. Cela les protègent contre la corrosion.
  Pour fixer entre eux les différents éléments de l'éolienne, différents types de fixation sont utilisés (vis, boulons, agraphes, clous…). Ces fixations ont aussi besoin d'être protégées contre la corrosion. De plus le revêtement appliqué doit également permettre de faciliter le glissement des composants entre eux (écrous/vis).
  Métiers : opérateur en traitement des surfaces, peintre.
- **Soudage** : utilisation du **procédé Mig/Mag** pour l'exécution des joints de soudure : **soudage** du support des pales par exemple.

  Des opérations de **soudage** sont également nécessaires à la fabrication des poteaux d'éoliennes et des pales (**chaudronnerie**) par exemple. Les opérations de **soudage** et de peinture nécessitent une préparation de l'état de surface (ponçage) avant peinture et une opération de finition après **soudage** (**ébavurage**) ou de polissage après peinture.
  Métiers : ingénieur en **soudage** (conception des process), soudeur, coordonnateur en **soudage**, formateur en **soudage**, chaudronnier.
- L'équilibrage : avant d'assembler les pièces qui constituent la **génératrice**, un système d'équilibrage est utilisé pour mesurer, corriger et contrôler la conformité des pièces.
  Le système d'équilibrage assure la sécurité de cette pièce stratégique et fait en sorte que le réglage soit optimal afin de diminuer les risques d'usure et leur dégradation.
  Métiers : opérateur/technicien de maintenance, programmateur de machine 3D, contrôleur-métrologue…

Exemples de composants mécaniciens intégrés à l'éolienne :

- Pièces mécaniques : les éoliennes sont constituées de nombreuses pièces mécaniques dont les procédés de fabrication ont été présentés ci-dessus.
- Pièces **mécatroniques** : les éoliennes, et notamment les éoliennes offshore sont constituées de différentes pièces **mécatroniques**. les systèmes spécifiques mis au point pour équiper les éoliennes permettent d'améliorer considérablement leur maintenance. Ces centrales de production d'énergie perchées à plusieurs dizaines de mètres au-dessus du sol, soumises

à des vents violents, aux embruns salés… doivent pouvoir fonctionner avec le minimum d'intervention humaine. Il est impossible de monter en pleine mer chaque jour pour vérifier leur bon fonctionnement. Les systèmes de surveillance à distance permettent de caractériser les pannes ou les risques de pannes, de les localiser avec précision et de faire intervenir le technicien approprié au meilleur moment. Des composants mécaniques intelligents qui envoient des informations à distance sont donc indispensables.

Quelques exemples :

- Grâce à la **mécatronique**, il est possible de vérifier à distance qu'aucun résidu ne vient gêner le mouvement des nombreux **roulements** intégrés à l'éolienne et notamment les **couronnes** d'orientation qui permettent l'orientation des pales.
- Des bagues d'étanchéité **mécatroniques** assurent un mouvement étanche aux résidus externes. Elles contrôlent l'usure du mécanisme, la surchauffe, les vibrations grâce à des capteurs intégrés tout en permettant une rotation fluide.
  Exposés à toutes les intempéries, et pour certains aux embruns marins, ces équipements sont soumis à de très rudes conditions de fonctionnement. Les bagues d'étanchéité pour **arbres** tournants de ces éoliennes sont dotées d'un détecteur d'humidité, qui prévient, via un logiciel de surveillance automatique, qu'un accident se prépare. Ces bagues permettent donc de sécuriser les installations en milieux sensibles et d'améliorer la maintenance de l'ensemble.
- Les **multiplicateurs** adaptent la vitesse du moteur à celle de la rotation des pales et vont accélérer le mouvement reçu des pales pour le transmettre au moteur. Le moteur est relié au **multiplicateur** par un **accouplement** qui va permettre la transmission de puissance entre les deux éléments. En résumé, le **multiplicateur** permet d'adapter la vitesse de rotation des pales à la force du vent.
- Si le vent est trop fort des freins **mécatroniques** s'actionnent automatiquement grâce à des capteurs qui envoient un signal à distance pour stopper les pales.

Les équipements mécaniciens nécessaires à la mise en place de l'éolienne en mer et à sa maintenance :

- Des plateformes hydrauliques sont utilisées pour installer l'éolienne en pleine mer en toute sécurité. On parle de plateformes hydrauliques car elles fonctionnent à l'aide de **vérins hydrauliques**. Ces **vérins** assurent la stabilité de la plateforme.
- La grue mobile permet d'élever les composants de l'éolienne au moment de son montage (les pales, le générateur…).
- Les nacelles élévatrices permettent aux techniciens en charge de la maintenance d'atteindre le haut de l'éolienne dans des conditions de sécurité optimale : risque de vent, liberté de mouvement, points d'ancrage.
  Métiers : conducteur et manipulateur de grues mobiles, personnel de maintenance d'équipement de levage (ascenseurs, nacelles d'éoliennes).

Ressources disponibles :

- Conception – Simulation :

http://www.3ds.com/fr/produits-et-services/delmia/produits/

- **Usinage** :

www.secotools.com/fr/Global/Solutions-pour-lindustrie-aeronautique/Solutions-alternatives-pour-lenergie/#pageid=6493&workid=0

www.secotools.com/fr/Global/Products/Milling/

www.secotools.com/fr/Global/Products/Holemaking/

www.sandvik.coromant.com/fr-fr/industrysolutions/windpower/Pages/default.aspx

www.ingersoll-imc.de/fileadmin/user_upload/pdfs/en_fr/wind-power-fr.pdf

www.secotools.com/fr/Global/Solutions-pour-lindustrie-aeronautique/Solutions-alternatives-pour-lenergie/#pageid=6613&workid=0

- Simulation de dépose de composite (vidéo) :

www.youtube.com/watch?v=acE24wqWkMs

- Dépose de composite (ici pour l'aéronautique - vidéo) :

www.youtube.com/watch?v=9ofD1_iC4LY

- Equipements de BTP et de manutention :

www.maintenancedesmateriels.com/
www.fixator.fr/lp9-eoliennes.htm
www.fayat.com/Realisations/Fondations-d-une-ferme-eolienne-offshore

- Sites métiers :

www.artema-france.org/je-suis/un-etudiant-ou-professeur/trouver-son-metier-dans-la-mecatronique/
www.metiers-avenir.com
www.tech2prod.com
www.maintenancedesmateriels.com/
www.uits-france.org/notre-metier/formation-emploi/nos-metiers

La crème solaire

Le grand public est loin d'imaginer que l'industrie de la cosmétologie dépend fortement du savoir-faire des mécaniciens. En effet, de nombreuses entreprises mécaniciennes travaillent pour ce secteur d'activité. Elles participent à la conception et la fabrication des équipements qui permettent de produire les cosmétiques : de la cuve à la machine d'emballage en passant par l'**agitateur**, le mélangeur et le réseau de tuyauterie.

La fabrication de la crème solaire en est un exemple, elle est fabriquée en grande quantité dans des cuves avant d'être mise en tube et emballée.

Quels sont les secrets de fabrication de la crème solaire ?

- Préparation de la crème : les différents éléments qui composent la crème solaire sont mélangés dans des cuves grâce à des **agitateurs**.
  - Les chaudronniers conçoivent et fabriquent des cuves et **appareils à pression** capables de résister à de fortes pressions et aux températures élevées nécessaires à la production de la crème solaire. La crème circule entre les différentes cuves grâce à un réseau de tuyauterie doté de robinets industriels et de pompes.
  - Des mélangeurs et des **agitateurs** sont intégrés aux cuves pour amalgamer les différents composants de la crème solaire.
  - La conception des **agitateurs**, parties mobiles et fixes, est étroitement liée aux caractéristiques des matières à traiter (température, viscosité, pH…) et au résultat attendu (mélange solide-liquide, création d'une émulsion, réaction chimique…). Les formes et les matériaux des pales de l'**agitateur** sont donc spécifiques à l'application.
  - Le mouvement de ces **agitateurs** est rendu possible grâce à des éléments **mécatroniques** :
    - un moteur et un **réducteur** : le **réducteur** permet d'adapter la vitesse du mouvement à celle du moteur.
    - un **accouplement** pour transmettre la puissance du moteur au **réducteur**.
  - La cuve dans laquelle la crème est mélangée est dotée d'un système d'étanchéité qui permet d'éviter aux résidus extérieurs d'entrer dans le mélange ou du mélange de s'échapper de la cuve tout en assurant un mouvement rotatif. Ces systèmes d'étanchéité sont nommés **garnitures mécaniques**. Ils contribuent à maintenir des conditions d'hygiène optimales dans le processus de fabrication.
  - Des accouplements magnétiques peuvent être utilisés pour transmettre le mouvement à travers la paroi de la cuve sans problème d'étanchéité.
- Conditionnement et emballage
  - En début de ligne : une fois le mélange terminé, une machine assure le conditionnement de la crème : dosage, remplissage, bouchage des flacons de crème solaire grâce à des machines remplisseuses/boucheuses souvent assistées de technologies de vision industrielle pour guider le remplissage et contrôler qu'il est fait de manière égale et conforme dans tous les contenants.
  - Le mouvement répétitif d'avant en arrière ou de haut en bas assuré par la machine est rendu possible grâce à un **guidage linéaire** mécatronique rapide et précis. Les **guidages** dotés de capteurs permettent de contrôler la position au millimètre près.
    Métiers : monteur-metteur au point, technicien service clients/maintenance, conducteur de ligne…
  - Les contenants de crème solaire (tubes ou aérosols) doivent assurer une protection contre les rayonnements solaires. Les aérosols sont constitués de feuilles minces, d'alliages d'aluminium ou de zinc obtenues à partir de tôles dont la production est réalisée grâce à l'intervention des **abrasifs**.
    Métier : rectifieurs, conducteur de rectifieuses à commande numérique.
  - En fin de ligne : utilisation de technologies de conditionnement : machines de pause de matériaux de type « sleeve » (étiquette plastique thermorétractable) pour établir une barrière lumière (anti-UV) et protéger les propriétés de la crème mais aussi pour assurer une zone de communication expliquant notamment comment l'utiliser. Une boîte et un leaflet sont parfois ajoutés. Des technologies de vision industrielle (caméras, éclairages) sont alors utilisées pour

aider à la localisation des différents éléments sur la chaîne, à la détection de la langue dans laquelle le packaging est réalisé (un même produit peut être fabriqué sur la même chaîne à destination de pays différents).
Métiers : monteur-metteur au point, technicien service clients/maintenance, conducteur de ligne…

- Les tubes sont conditionnés grâce des robots manipulateurs qui les placent dans leur emballage pour pouvoir ensuite les livrer. Il s'agit de robots « pick and place » équipés d'un bras mécanique qui attrape les tubes. Ces bras sont dotés de **vérins pneumatiques** qui permettent le mouvement. Au bout de ces bras, on trouve des **ventouses pneumatiques** qui permettront d'attraper les tubes sans les écraser.
- Les produits sont ensuite déplacés grâce à des équipements de manutention : des tapis roulants (ces tapis fonctionnent grâce à des **réducteurs** et des systèmes de poulies et courroies), des chariots, des convoyeurs...
- La **mécatronique** intervient également à ce niveau pour améliorer la performance des machines : hygiène, contrôle de l'usure en avertissant des risques de pannes…

Ressources disponibles :

- Emballage et conditionnement :

www.pkb.fr/fr/cosmetiques/liquides-cosmetiques-flacons-ou-cosmetiques-blancs.html
www.sleever.com/fr/technologies

- Sites métiers :

www.tech2prod.com
www.artema-france.org/je-suis/un-etudiant-ou-professeur/trouver-son-metier-dans-la-mecatronique/
www.maintenancedesmateriels.com/
www.metiers-avenir.com
http://www.profluid.org/fr/page_espace-metiers_32.html

- Document :

Extrait de l'ouvrage « Prestige & performances »

Le train

Transporter des passagers à des vitesses de plus en plus élevées, dans des conditions de sécurité de plus en plus drastiques, tout en apportant aux voyageurs un confort optimal : le secteur ferroviaire doit répondre à ces enjeux, il relève le défi en poursuivant par exemple le développement des performances du TGV.

Quels sont les secrets de fabrication du train ?

La mécanique est omniprésente dans le secteur ferroviaire. Elle intervient à tous les niveaux de la construction du train et des infrastructures mais également dans le cadre de son exploitation. Le train est également constitué d'un grand nombre de composants et équipements mécaniciens.

Conception et production du train :

Des entreprises mécaniciennes développent des logiciels qui aident à la conception et à la simulation de la fabrication du train pour optimiser sa production.

Métiers : ingénieur en simulation, ingénieur spécialiste de l'ergonomie, responsable de la fabrication, programmateur de Commande numérique, ingénieur qualité…

Les infrastructures :

- **Usinage** des appareils de voies (aiguilles, cœurs de voies) grâce à des machines d'**usinage** équipées de têtes uniques et d'outils carbure (utilisation possible de robots).
- **Meulage**, **rectification** et **abrasion** :
  Des meules et **bandes abrasives** sont mises en œuvre dans la quasi-totalité des phases de production et de maintenance du réseau ferroviaire :

  Tronçonnage des rails grâce des disques à tronçonner (disques résine renforcés) pour leur donner la longueur souhaitée.

  Des trains de maintenance parcourent le réseau en permanence pour rectifier les rails et assurer la sécurité des voyageurs en gardant le profil des rails.
  Métiers : meuleurs : conducteur de meuleuses robotisées et rectifieurs, conducteur de rectifieuses à commande numérique.
- Maintenance des rails
  Les pelles rails-routes permettent de réaliser des travaux sur les voies de chemin de fer : changer un rail, combler un trou avec du ballast… La pelle a un bras plus court pour éviter de toucher le caténaire. Elle est posée sur les rails et dotée d'essieux de rails.
  La circulation des trains sur les rails entrainent une dégradation rapide de ces derniers. Les remplacer coute cher et s'avère très compliqué car cela nécessite d'interrompre la circulation. Pour augmenter la durée de vie des rails, et améliorer leur résistance à la fatigue et à l'usure, ces bandes d'acier sont traitées par un traitement thermique.
  Les crampons de rails maintiennent les rails sur les traverses en bois. Le procédé de traitement thermique offrent à ces crampons la solidité pour maintenir la voie en place sous des trains de plusieurs centaines de tonnes tout en étant flexibles et capables de résister aux effets des intempéries pendant de nombreuses années.
  Métiers : conducteur spécialisé « rail » - formation aux risques électriques, personnel de maintenance hydraulique (MAVEPM), élingueur, opérateur en traitement thermique.

Les technologies de vision industrielle permettent d'optimiser la maintenance des rails sur des milliers de kilomètres : les caméras 3D permettent de contrôler l'usure des rails, les dimensions de la traverse et la présence des attaches. Localisation des défauts avec envoi de la position par GPS. Objectif : diminution des interférences avec le trafic régulier et simplification dans la planification de la maintenance.

Les wagons :

- Travail des tôles grâce aux machines de tôlerie suivantes :
  - **Poinçonneuse** et **poinçonneuse**-laser pour le chargement des tôles, le découpage, le

formage, le **taraudage**, le tri et l'empilage des pièces.
  - Pliage des tôles, **soudage** et contrôle qualité grâce à une **presse-plieuse** (parfois associée à un robot).
  - Utilisation de machines d'**usinage**.

  Métiers associés à ces technologies : outilleur, monteur-metteur au point, technicien d'**usinage**, technicien service clients, technicien de maintenance…

- **Meulage**, **rectification** et **abrasion** :
  Des meules et **bandes abrasives** sont mises en œuvre dans la quasi-totalité des phases de production et de maintenance du matériel roulant pour des opérations de découpage, **ébavurage**, **rectification** et polissage.

  Indispensable pour la construction des wagons et motrices, la fabrication des tôles implique des opérations de **meulage**, de **parachèvement** des **brames**, de **rectification** des cylindres de laminoirs à chaud et à froid et éventuellement de fendage des tôles pour leur donner la dimension requise.

  Métiers : meuleurs : conducteur de meuleuses robotisées et rectifieurs, conducteur de rectifieuses à commande numérique.

- **Soudage** manuel ou robotisé pour assembler les châssis et les toits des trains :
  - Equipements manuels : exécution de points de soudure grâce à des postes à souder et des machines auto-portatives : **procédé Mig/Mag.**
  - Installation robotisée : **soudage** robotisé des châssis de trains de marchandises en **soudage à l'arc**.

  Métiers : soudeur, coordonnateur en **soudage**, formateur en **soudage**, technicien robotique et process, conducteur de cellule robotisée, technicien service clients, programmateur…

- Traitement de surface et peinture :
  Les opérations de **soudage** et de peinture des wagons nécessitent une préparation de l'état de surface (ponçage) avant peinture et une opération de finition après **soudage** (**ébavurage**) ou de polissage après peinture. La « carrosserie » des wagons est accrochée sur des convoyeurs qui avancent lentement, laissant le temps aux robots ou aux opérateurs qui manipulent les pistolets de peinture, de recouvrir la carrosserie d'un film de peinture. Ce film de peinture est ensuite cuit dans une étuve (four). Toutes sortes de teintes peuvent être appliquées. Il existe également des peintures anti-graffiti.

  Métiers : technicien robotique et process, conducteur de cellule robotisée, programmateur, opérateur en traitement des surfaces, peintre…

Les vitres du train :

La découpe et l'**usinage** des verres plats pour le vitrage des trains sont assurés grâce à des meules diamants.

Les îlots de distribution communicants :

La fermeture des portes de wagons des **îlots de distribution** communicants est assurée grâce à des **vérins pneumatiques** qui sont actionnés.

Les composants qui assurent la mobilité du train : les bogies, les transmissions, les suspensions…

- Les **bogies** et le moteur de traction :
  - Les **bogies** simples et les moteurs de traction sont réalisés grâce à une opération de **parachèvement** des ébauches de fonderie ou de forges des pièces.
  - Des machines d'**usinage** sont utilisées pour réaliser les **bogies**. Il s'agit notamment d'effectuer les **usinages** sur les surfaces qui permettent de monter les **bogies** sur la voiture et de monter les **arbres** de roues (roulements). Les machines utilisées pour usiner sont des fraiseuses à portique.
  - L'**usinage** des moteurs électriques de traction est réalisé grâce à l'utilisation de **tarauds**.

  Métiers : outilleur, technicien d'**usinage**.

- Les **bogies** sont dotés de **roulements** capteurs conçus spécialement pour la vitesse dans des matériaux très résistants, qui ne surchauffent pas et ne s'usent pas trop vite. Les capteurs intégrés à ces **roulements** contrôlent la vitesse, la température et les vibrations. Ils préviennent des risques de panne et peuvent entraîner l'arrêt automatique du train si besoin. Ils permettent aussi un mouvement plus fluide, avec moins de frottement. Grâce à cela, le train peut rouler plus vite et sa performance énergétique est accrue.
  Les **roulements** des **bogies** sont fabriqués grâce à des **abrasifs** (meules pour bagues, billes et rouleaux).
- Des systèmes de freinage **mécatroniques** permettent de détecter les anomalies et peuvent faire freiner le train automatiquement ou avertir le conducteur pour qu'il ralentisse. Ils ont été conçus pour renforcer la sécurité des passagers.
- L'équilibrage des roues de train et du moteur de traction se fait en ligne avant l'intégration des différentes pièces et leur assemblage pour composer les wagons.
- L'équilibrage de la roue permet d'éviter les vibrations et donc la fatigue prématurée des organes mécaniques de la structure, pour plus sécurité. Il permet aussi aux passagers de voyager confortablement.

  Métiers : opérateur, technicien de maintenance, programmateur de machine 3D, contrôleur-métrologue…

- Les transmissions : l'ensemble des **systèmes de transmissions** (denture des **pignons**/**engrenages**) est obtenu par **rectification** (meules de **rectification**).
- Les suspensions : les têtes de ressorts sont tronçonnées et rectifiées double face.
- Les **roulements** de la boîte d'essieu : dans le TGV, par exemple, certains **roulements** de boîtes d'essieux sont instrumentés avec des capteurs de vitesse, de températures ou de vibrations pour compléter les dispositifs de freinages, détecter les anomalies et renforcer la sécurité des passagers.
- Dans les boîtes de vitesse, des capteurs sont associés aux **engrenages** afin de vérifier le niveau d'huile.
- Tous les composants recevoivent un traitement de leur surface avant leur utilisation de façon à réduire le frottement des composants les uns par rapport aux autres ainsi que de les protéger contre la rouille et contre les projections (cailloux, objets sur les voies….)

L'assemblage du train :

- Dans les usines d'assemblage des trains, les wagons sont déplacés grâce à des moteurs hydrauliques installés dans des machines (engins de levage principalement). Ces moteurs compacts peuvent déployer une puissance impressionnante pour déplacer cette charge importante. On les retrouve également dans les ponts de levage.
- Les robots d'assemblage qui contiennent des transmissions pneumatiques (**vérins pneumatiques**) permettent de positionner les pièces à assembler, trop lourdes pour l'homme. Le mouvement de ces robots est entraîné par un **réducteur**.

Maintenance du train :

Les plateformes élévatrices permettent de monter des éléments ou du personnel à hauteur du train pour différents types d'actions : changer une fenêtre, une porte…
Métiers : technicien et ingénieur en hydraulique, manipulateur de nacelles : risques de collision, stabilité.

Exploitation du train : transport de marchandises :

- Les ponts roulants permettent de charger les containers de transport et de les poser sur les trains.
- Les chariots porte-containers permettent de charger les trains.
  Métiers : conducteurs de Reach-stackers.

Ressources disponibles :

- Conception – simulation :

www.3ds.com/fr/produits-et-services/delmia/produits/

- **Usinage** :

www.secotools.com/fr/Global/Products/Milling1/Usinage-lourd/
www.youtube.com/watch?v=PfutpcN5Cto&list=TLriR84i9eZ1AvwmcRyiCAjt_CGkVzEo89
customtooling-secotools.com/nos-realisations/
www.ingersoll-imc.de/fileadmin/user_upload/pdfs/en_fr/rail-machining-fr.pdf
http://metal-cutting-composites.fivesgroup.com/fr/marches/rail.html

- Tôlerie :

www.equip-prod.com/voir55/megazine/src/PDF/58.pdf

- Robotique :

www.youtube.com/watch?v=gO_8spCu29M

- Soudage :

www.youtube.com/watch?v=r0gyekWiAVg

- **Taraudage** :

www.youtube.com/watch?v=45SMyQXCh40&list=UU_2O8ZLNL1t5bR0PcwDXqBw

- Equipements de BTP et de manutention :

www.mecalac.com/fr/votre-metier/travaux-ferroviaires.html
www.fayat.com/Realisations/LGV-Est-Europeenne

- Sites métiers :

www.tech2prod.com
www.artema-france.org/je-suis/un-etudiant-ou-professeur/trouver-son-metier-dans-la-mecatronique/
www.maintenancedesmateriels.com/
www.metiers-avenir.com
www.uits-france.org/notre-metier/formation-emploi/nos-metiers

La cocotte-minute©

La célèbre cocotte-minute© est un objet mécanicien. Depuis son invention, il y a plus de 60 ans, pas moins de 70 millions de cocottes ont été vendues et de nouvelles générations d'autocuiseur ont vu le jour. En effet, la cocotte-minute© a beaucoup évolué, elle est aujourd'hui dotée de timer intelligent, d'appli Smartphone dédiée…

Quel est le secret de fabrication de la cocotte-minute© ?

La cocotte-minute©, constituée d'un récipient en métal épais hermétiquement clos par un couvercle équipé d'une soupape (valve), permet de cuire les aliments à une température supérieure à 100°C, entre 110°C et 120°C en fonction des modèles, et donc de gagner du temps de cuisson. Sa fabrication fait appel à différents process mécaniciens.

Les cocottes-minutes© sont fabriquées par un process d'emboutissage. Pour cela, l'atelier de fabrication est doté de presses puissantes, sur lesquelles sont mis des outils qui vont permettre les opérations successives de mise en forme du métal. Ces outils permettent d'obtenir une fabrication en grande série de pièces de qualité. Ils sont définis par les concepteurs du bureau d'études outillages, et ils sont réalisés et entretenus dans un atelier d'outillage.

Le couvercle est réalisé à partir d'un disque d'acier inoxydable qui est découpé, embouti, poinçonné grâce à une presse mécanique, puis poli et lavé.

De la même manière, la cuve de la cocotte est réalisée à partir d'un disque d'acier inoxydable qui est embouti et bordé grâce à une presse hydraulique. Ensuite, sur le fond, il est ajouté par un process de frappe à chaud un disque d'aluminium plus une coupelle en inox magnétique, l'adhésion de l'ensemble est obtenue par l'impact sous une presse à vis et la cuve est enfin polie et lavée.

Métiers : mécanicien monteur, tourneur, fraiseur, ajusteur, opérateur de machines à commande numérique. En fabrication : agent/opérateur de fabrication, conducteur de ligne/machine, polisseur machine, opérateur moniteur, opérateur montage, moniteur de ligne, sans oublier les métiers des bureaux d'études liés à la recherche et développement qui permettent de faire évoluer en permanence la cocotte en innovant.

Les étapes de fabrication de la cocotte-minute© :

- Tôlerie :
  - Elaboration des tôles à partir des **brames** inox, laminage des bobines de tôles et découpage à la dimension souhaitée avec des **lames de refendage** qui sont rectifiées grâce à des meules vitrifiées ou résines.

  Métiers meuleurs : conducteur de meuleuses robotisées pour le **meulage** des **brames**, et rectifieurs, conducteur de rectifieuses à commande numérique pour le laminage des bobines de tôles.

  - **Formage** de la tôle pour fabriquer la cuve : si elle est entièrement en inox les différentes pièces sont découpées au laser, pliées et poinçonnées grâce à une presse-plieuse, une **poinçonneuse** laser, un combiné multifonctions…

  Métiers : chaudronnier, opérateur, technicien service clients/maintenance, programmateur.
- Emboutissage : Grâce à des presses actionnées par un moteur hydraulique, le métal est embouti pour obtenir la forme du couvercle et de la cuve. Le moteur hydraulique, plus compact et précis permet de déployer plus de puissance qu'un moteur électrique.
- **Usinage** : utilisation de **tarauds** par déformation pour créer le pas de vis des poignées de la cocotte
  - **Usinage**/filetage en **fraisage**
  - **Usinage**/**perçage**

  Métiers : outilleur, technicien d'**usinage**, ajusteur-monteur…

- Assemblage : utilisation de robots pour manipuler les pièces et les assembler
  Métiers : conducteur de cellules robotisées, agent ou technicien de maintenance, programmateur de robot.
- Polissage :
  - Toutes les pièces métalliques de la cocotte-minute® sont polies avec des roues à lamelles (**abrasifs** appliqués toiles ou non-tissés) pour ébavurer et polissage au feutre ou au coton pour donner de la brillance au produit fini.
  - Utilisation de robots pour polir certaines pièces : les poignées par exemple

  Métiers : polisseurs et conducteur de cellule robotisée.
- Contrôle qualité : utilisation de robots en fin de ligne dotés de systèmes de vision pour détecter les défauts.
- Emballage et conditionnement :
  - Utilisation de machines à dresser les cartons, à mettre sous film et à palettiser. Le convoyage des palettes est contrôlé à l'aide de capteurs 3D qui vérifient la bonne volumétrie de la palette et détectent ainsi les défauts.

  Métiers : monteur-metteur au point, technicien service clients.
  - Des petits convoyeurs et des machines d'emballage sont utilisés. Ils sont dotés de **réducteurs**, d'accumulateurs et de roues libres. Les cartons sont manipulés par des robots « pick and place » grâce à des vérins et des **ventouses pneumatiques**.

Ressources disponibles :

- Informations générales sur la cocotte-minute® :

Documentation Seb sur la cocotte-minute et sites internet de Seb : www.seb.fr/ et www.groupeseb-careers.com/

- Tôlerie :
- **Usinage** :

www.secotools.com/fr/Global/Products/Filetage/Thread-milling/Threadmaster/
www.youtube.com/watch?v=W01hp7QJjlM&list=TLfaXwKrvxr06Y_fV7R4rwO4pNbJiyAEro

- **Usinage/perçage** :

www.secotools.com/fr/Global/Products/Holemaking/Drilling/Seco-Feedmax/
www.secotools.com/fr/Global/Products/Holemaking/Drilling/Seco-Feedmax-SD245A/
www.secotools.com/fr/Global/Products/Holemaking/Drilling/1/

- Emballage :

www.thimon.com/emballage-plastique/produits.php

- Sites métiers :

www.tech2prod.com
www.artema-france.org/je-suis/un-etudiant-ou-professeur/trouver-son-metier-dans-la-mecatronique/
www.maintenancedesmateriels.com/

Le crayon d'uranium

L'électricité est une énergie omniprésente depuis la fin du XIX° siècle, elle a changé progressivement les modes de vie et nos habitudes en apportant un nouveau type de confort. L'électricité est devenue indispensable à notre quotidien, car nous ne pourrions plus nous passer d'éclairage, d'électroménager, d'ordinateur, de communication, de télévision, d'équipement médical, etc.

La France est le deuxième producteur d'électricité d'origine nucléaire au monde derrière les Etats-Unis ; on compte 58 réacteurs nucléaires produisant de l'électricité dans 19 centrales nucléaires.

L'énergie nucléaire résulte d'un combustible fissile : l'uranium. On le trouve dans le minerai radioactif contenu dans le sous-sol de la Terre. L'uranium doit être **transformé** avant de pouvoir être utilisé comme combustible dans les centrales nucléaires. La chaleur qu'il dégage chauffe de l'eau. L'eau se transforme en vapeur, qui fait tourner une **turbine**. La **turbine** entraîne un **alternateur**, qui produit de l'électricité.

Le secteur de l'énergie a besoin des compétences des mécaniciens. La mécanique est présente dans la fabrication et la maintenance des pièces les plus importantes d'une centrale notamment des **réacteurs**, des **turbines** et de l'**alternateur**.

Ainsi, l'intervention des mécaniciens permet le bon fonctionnement d'une centrale et la production d'énergie.

Quel est le secret de fabrication du crayon d'uranium ?

Le crayon d'uranium est la pièce maîtresse du cœur du **réacteur**, elle est essentielle pour le faire fonctionner. La fabrication des composants du crayon d'uranium est réalisée grâce à des technologies, des machines et des outillages mécaniciens.

Pour ce faire, la fabrication du combustible s'effectue en plusieurs étapes :

- Une fois l'uranium extrait, la fabrication des composants du combustible intervient. Un premier traitement, grâce à des opérations chimiques, est effectué.
  Métiers : ingénieur en Recherche & Développement, ingénieur en mécanique, chimiste, forgeron.
- L'enrichissement de l'uranium : il doit être enrichi en uranium 235, de façon à ce qu'il en comporte entre 30 et 50 g et qu'il puisse être utilisé dans les réacteurs.
  Métiers : ingénieur, chimiste, technicien de forge.
- La fabrication du combustible : suite à son enrichissement, l'uranium est transformé en poudre noire. Comprimée et cuite au four, elle donne des petits cylindres d'environ 7 g et de 1 cm de long, appelés pastilles. Chaque pastille peut libérer autant d'énergie qu'une tonne de charbon. Les pastilles sont enfilées dans des tubes en métal de 4 mètres de long dont les extrémités sont bouchées, pour constituer ce que l'on appelle des **crayons**.
  Métiers : ingénieur en développement et en mécanique, concepteur, soudeur, technicien de forge, soudeur, responsable de production, responsable performance, maintenance, fonction support, service de métallurgie.
- L'**assemblage** joue un rôle primordial dans l'efficacité et la sûreté du réacteur. Les matériaux qui constituent la gaine forment la première barrière de confinement des produits radioactifs. Ils assurent le transfert de chaleur entre le combustible et le fluide.
  Métiers : équipe de métallurgie : soudeur, forgeron, ingénieur, fonction support, maintenance.
- Les techniques d'**usinage** d'un crayon nucléaire doivent s'adapter à des exigences de sûreté et des spécifications techniques drastiques car il s'agit de produits radioactifs. La **soudure** finale du crayon d'uranium est **usinée** : chaque bouchon est ajusté sur le tube correspondant avec interposition d'un anneau d'aluminium entre la gaine et le bouchon.
  Métiers : technicien d'usinage, technicien de maintenance, outilleur, soudeur, monteur/metteur au point.

- Mesure de contrôle et de qualité : chaque étape de la fabrication des **assemblages** est soumise à des contrôles qui en assurent la qualité.
  Métiers : ingénieur qualité et mécanique, technicien de maintenance, responsable de performance.

Ressources disponibles :

http://www.areva.com/FR/activites-807/la-fabrication-des-assemblages-de-combustible.html

http://jeunes.edf.com/article/l-uranium-le-combustible-nucleaire,66

http://portail.cea.fr/comprendre/jeunes/Pages/multimedia-editions/animations/radioactivite/fabrication-du-combustible.aspx?g_4d485b6e_a0c2_4a96_9679_4dde313c0122=2

http://www.edf.com/html/epr/rps/chap04/chap04.pdf

http://jeunes.edf.com/article/la-fission-nucleaire,342

https://www.edf.fr/groupe-edf/producteur-industriel/nucleaire/atouts/expertise-nucleaire/cycle-du-combustible-nucleaire-edf-present-sur-toutes-les-phases

https://www.edf.fr/sites/default/files/contrib/groupe-edf/producteur-industriel/nucleaire/atouts/expertise-nucleaire/cycle-du-combustible/note_cycle-du-combustible_2013.pdf

http://www.sfen.org/fr/lenergie-nucleaire/le-combustible-nucleaire

Sites métiers :

http://prestataires-nucleaire.edf.com/edf-fr-accueil/prestataires-du-nucleaire-edf/prestatairesdunucleaire/les-metiers-du-nucleaire-72531.html

http://www.sfen.org/fr/les-groupes-et-expertises/carrieres/les-metiers-du-nucleaire

La prothèse médicale

La mécanique met son savoir-faire au service de la santé. Les robots d'assistance chirurgicale, le cœur artificiel et ici l'exemple de la prothèse médicale sont réalisés grâce à l'intervention des mécaniciens.

Quel est le secret de fabrication de la prothèse médicale ?

Les mécaniciens travaillent à la conception, la fabrication et la distribution de prothèses orthopédiques pour la hanche, le genou, l'épaule et le rachis par exemple.

Les implants peuvent être fabriqués grâce à différents matériaux : le chrome cobalt, le titane, l'inox, la céramique ou le polymère. La mécanique contribue ainsi à apporter des solutions pour aider la médecine à traiter des pathologies telles que l'arthrite, l'ostéoporose, les tumeurs ou les fractures.

- Les articulations de la prothèse de hanche sont constituées par des billes de haute précision. Elles peuvent être en verre, en acier, en céramique ou en inox. La bille permet de créer un mouvement fluide au niveau de l'articulation.
- Les pièces brutes sont parachevées pour supprimer les imperfections en sortie de forges ou de fonderies. Elles sont tronçonnées avec des meules résines renforcées, les empreintes de coulées (fonderie) et les traces de plan de joints sur l'ébauche de la prothèse (forge) sont ébavurées grâce à des meules et/ou des **bandes abrasives**.
  Métiers : opérateurs de fonderie et de forge.
- L'**usinage** de la prothèse (hanche, genou, dent…) est réalisé grâce à une machine-outil.
  Les outillages utilisés sont les **fraises** et **fraises à fileter**. Des **fraises** sont utilisées y compris pour l'**usinage** des prothèses dentaires.
  Les techniques d'**usinage** d'implants médicaux doivent s'adapter à des exigences et des spécifications techniques drastiques et à des matières spécifiques difficiles à usiner.
  L'**usinage** des prothèses médicales nécessite des opérations très précises de micro-**perçage** réalisées grâce à des outillages spécifiques.
  Métiers : outilleur, monteur-metteur au point, technicien d'**usinage**, technicien service clients, technicien de maintenance…
- Traitement de surface par projection thermique : les traitements de surface réalisés par voie sèche permettent l'ancrage des implants orthopédiques sur les tissus du corps humains et une meilleure intégration de la prothèse sur l'os. Ils permettent aussi de résister à la torsion et au frottement de façon à rendre la prothèse inusable. L'implantation ionique réalisée par traitement thermique permet également d'apporter ces fonctions. Les revêtements ou traitements réalisés sur ces pièces doivent être parfaitement compatibles avec le corps humain (sang, tissus, os…). Il s'agit donc de traitement de surface très spécifiques, de haute technicité.
  Métiers : opérateur en traitement des surfaces ou traitement thermique
- Mesure et contrôle de la qualité des prothèses : mesure dimensionnelle, écart de forme, état de surface : opérations réalisées post process (hors ligne). Cette étape est stratégique : si la prothèse n'a pas la bonne taille, elle peut mettre en danger la sécurité du patient.
  Contrôle/banc de préréglage/attachements.
  Métiers : opérateur, technicien de maintenance, programmateur de machine 3D, contrôleur-métrologue…
- Polissage : utilisation de **bandes abrasives** pour l'opération de polissage soit sur des machines robotisées soit grâce à l'intervention manuelle d'un opérateur spécialisé.
  Métiers : polisseur manuel ou sur robot. Expertise très recherchée.
- Robotique : utilisation possible de robots pour l'**usinage**, le polissage et la peinture des prothèses.
  Métiers : technicien robotique et process, conducteur de cellule robotisée, technicien service clients, programmateur…

Traçabilité en milieu hospitalier/en chirurgie : les instruments médicaux sont désormais équipés de codes Datamatrix (ancêtre du QRcode). Parmi les technologies de vision industrielle, les lecteurs de codes Datamatrix peuvent alors être utilisés, associés à un éclairage offrant le meilleur contraste possible quelle que soit la taille, la surface ou la qualité du marquage. Ils permettent de réaliser efficacement des inventaires exhaustifs d'un parc d'instruments chirurgicaux et offrent une traçabilité complète et 100 % fiable des instruments. On atteint ainsi le zéro défaut dans la recomposition des boîtes après stérilisation. Un lecteur « douchette » Datamatrix couplé à un logiciel de sélection des instruments permet ensuite de préparer automatiquement le jeu d'instruments de chirurgie nécessaire à la pose de la prothèse.

Ressources documentaires :

- Informations générales :

http://www.entreprises.gouv.fr/files/files/directions_services/metrologie/Fiche_POLISMART.pdf
http://www.maitrise-orthopedique.com/articles/comment-nous-fabriquons-une-prothese-de-hanche-18

- **Usinage** :

www.somab.fr/pages/medical-laboratoire/
www.topsolid.fr/secteurs/medical.htm
www.dixipolytool.ch/index.php?id=22
www.emuge-franken.fr/download/Equip_Prod%2038_Dental.pdf
www.secotools.com/CorpWeb/Brochure%20Dentaire.pdf
www.magafor.com/article.php?grp=731&famille=8526
www.renishaw.fr/fr/24217.aspx
www.sandvik.coromant.com/fr-fr/industrysolutions/medical/Pages/default.aspx
www.secotools.com/fr/Global/Solutions-pour-lindustrie-aeronautique/Solutions-pour-le-secteur-du-medical-/
www.secotools.com/fr/Global/Solutions-pour-lindustrie-aeronautique/Solutions-pour-le-secteur-du-medical-/Machining-examples/
www.secotools.com/fr/Global/Products/Holemaking/Drilling/Seco-Feedmax-Micro-forets/
www.youtube.com/watch?v=oxffgF53aYo&list=UU_2O8ZLNL1t5bR0PcwDXqBw

- Mesure et contrôle :

www.secotools.com/fr/Global/Products/PCD/

- Polissage :

www.autopulit.com/fr/polishing-grinding-solutions/celula-robot-para-el-lijado-pulido-2/?ctv=1&fct=105

- Sites métiers :

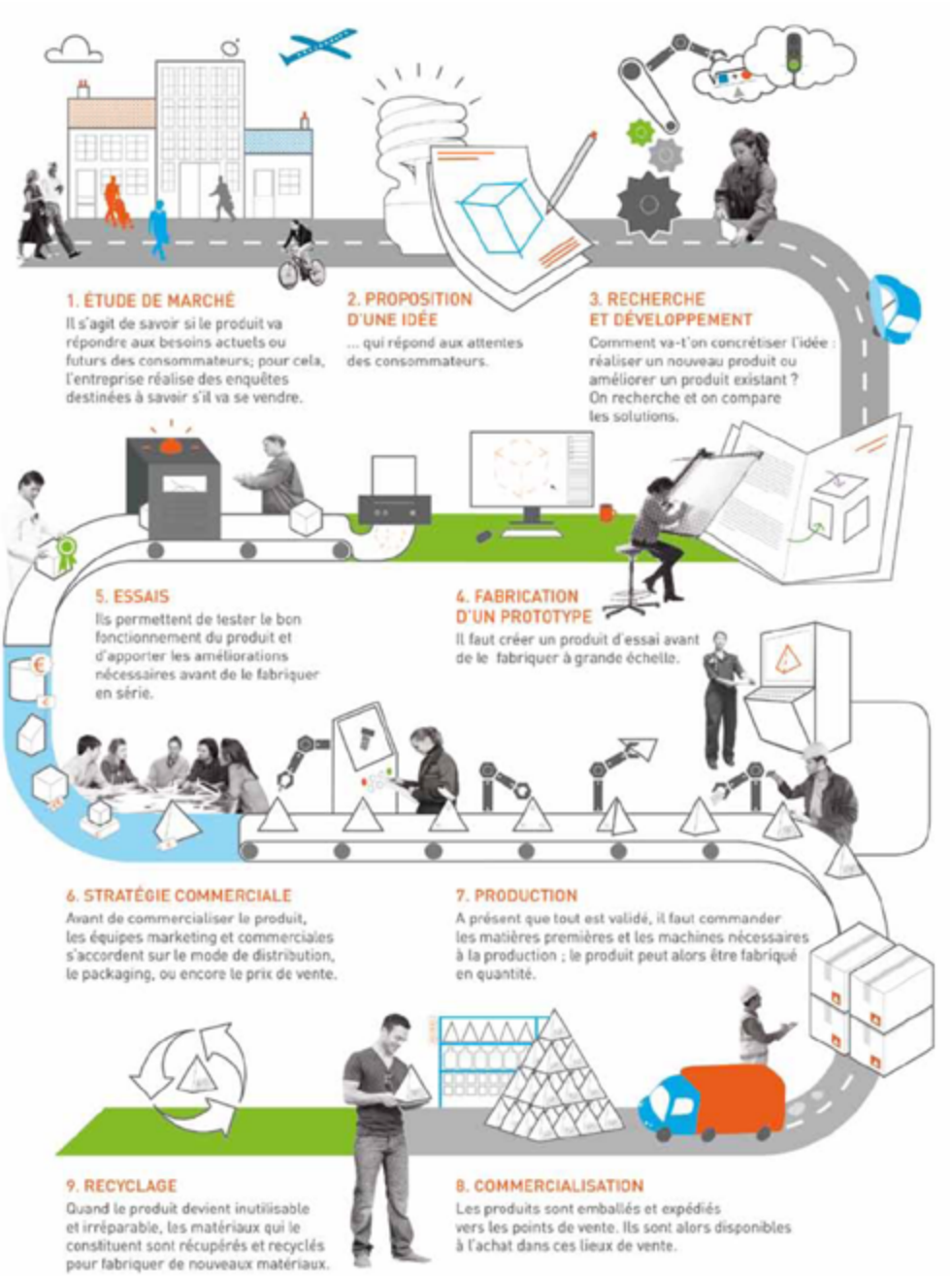
www.tech2prod.com
www.artema-france.org/je-suis/un-etudiant-ou-professeur/trouver-son-metier-dans-la-mecatronique/
www.uits-france.org/notre-metier/formation-emploi/nos-metiers
www.snitem.fr
http://www.snitem.fr/les-publications-du-snitem

FICHE N°3 :
LE FONCTIONNEMENT D'UNE ENTREPRISE MÉCANICIENNE ET LES GRANDES ÉTAPES DE DÉVELOPPEMENT D'UN PRODUIT

Objectifs pédagogiques :

- Comprendre le fonctionnement d'une entreprise industrielle au travers des étapes de développement d'un produit.
- Aborder les grandes fonctions dans une entreprise industrielle liées à chaque étape de développement d'un produit.
- Appliquer le schéma à l'un des objets du quotidien choisi.

De l'idée au produit : Le cycle de développement d'un produit industriel



Source : UIMM

Les fonctions dans l'entreprise industrielle :

Dans une entreprise industrielle, les hommes et les femmes occupent des fonctions bien précises, toutes reliées entre elles, et dont l'objectif est de satisfaire les besoins des clients.

Source : UIMM

Informations clés :

- La création et le développement d'un produit passent par de nombreuses étapes et font intervenir toutes les fonctions de l'entreprise auxquelles sont associés différents métiers.
- De l'idée au produit : les grandes familles de métiers sont liées aux actions suivantes : concevoir, organiser, produire, maintenir, vendre, gérer.

Ressources disponibles :

- Sites internet :

www.les-industries-technologiques.fr
http://monindustrie.onisep.fr/
www.artema-france.org/je-suis/un-etudiant-ou-professeur/trouver-son-metier-dans-la-mecatronique/

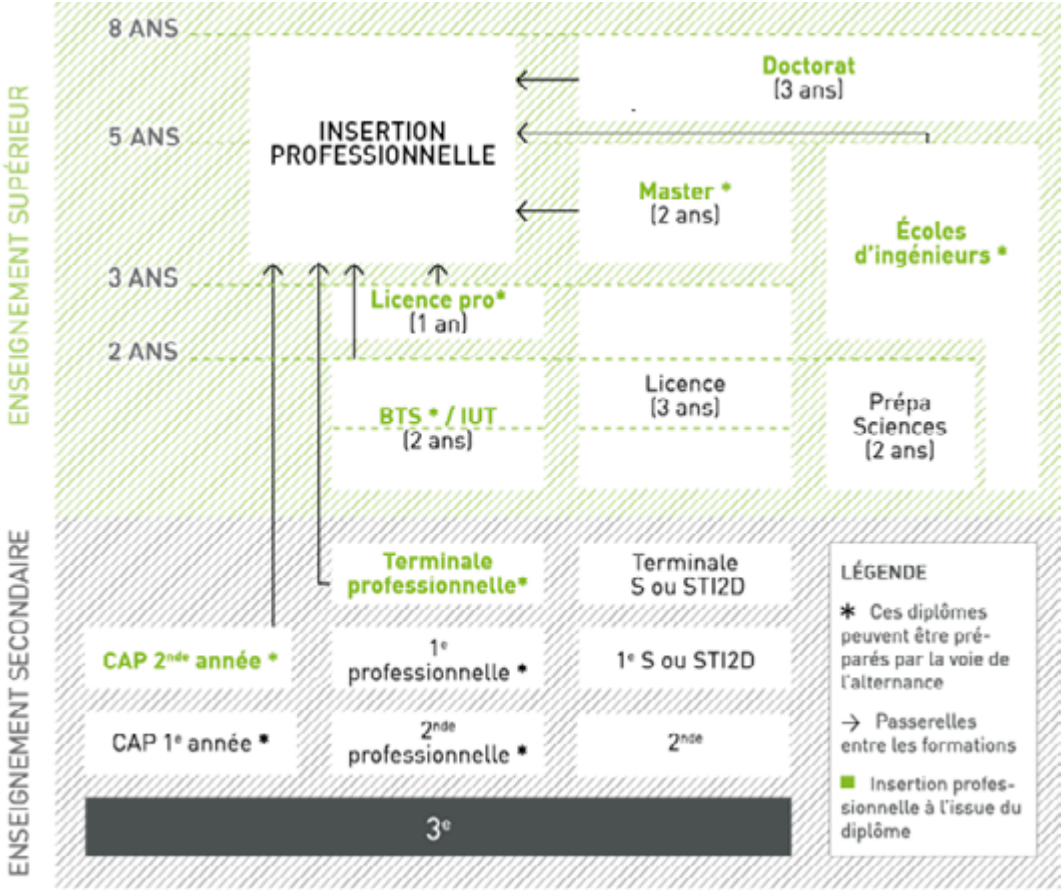
FICHE N°4 :
LES MÉTIERS DE LA MÉCANIQUE

Objectifs pédagogiques :

- Initier une réflexion sur les choix d'orientation professionnelle des élèves.
- Identifier les métiers de la mécanique au travers du développement des produits proposés.
- Faire le lien entre les métiers et les parcours de formation.
- Découvrir des métiers d'avenir : les évolutions de carrière possibles, les salaires attractifs, les besoins de recrutement importants, les possibilités de travailler à l'international ou proche de chez soi…

Informations clés :

- Exercer un métier dans les industries mécaniques, c'est participer au quotidien à des projets innovants qui ont pour objectif d'améliorer le bien-être de la société. C'est découvrir l'esprit d'équipe et se donner la possibilité de progresser tout au long de sa carrière grâce à la formation continue et à la transmission des savoirs.
- La mécanique a besoin de tous les talents :
  - Tous les niveaux de qualification : du bac au diplôme d'ingénieur et de l'opérateur au chercheur en passant par le technicien et l'ingénieur.
  - De multiples fonctions : de la conception à la maintenance en passant par la production et la commercialisation.
  - Des possibilités d'évolution de carrières.
  - Entre 40 et 50 000 recrutements prévus par an dans la mécanique d'ici 2025.
  - Des emplois stables : 92 % des salariés de la métallurgie sont en CDI.
  - Des salaires attrayants : 3 050 euros brut mensuel en moyenne.



Source : UIMM

Ressources disponibles :

- Sites internet :

www.lesmetiersdelamecanique.net
www.les-industries-technologiques.fr
www.onisep.fr
http://monindustrie.onisep.fr
http://mavoiescientifique.onisep.fr/
www.tech2prod.com
www.artema-france.org/
www.maintenancedesmateriels.com/
www.metiers-avenir.com
www.profluid.org/fr/page_espace-metiers_32.html
www.groupeseb-careers.com/
www.uits-france.org/notre-metier/decouvrir-le-ts/qu-est-ce-que-le-traitement-de-surface

- Documentations :

Guide des 20 portraits de métiers dans la mécanique
Parcours Onisep « Les métiers de la mécanique »

- Outils interactifs :

Prezi « A la découverte du monde de la mécanique »

- Vidéos :

Série de programmes courts « Beau travail » : http://www.beautravail.org/ (voir les métiers d'ajusteur-monteur, coordinateur de ligne, conducteur de machine à papier, dessinateur mécanique, dessinateur projeteur en tuyauterie, régleur, technicien de maintenance, technicien de maintenance des matériel de travaux publics).

FICHE N°5 :
L'INNOVATION

Objectifs pédagogiques :

- Aborder la notion d'innovation.
- Faire appel à l'imagination, la créativité et l'esprit technique des élèves en leur proposant d'imaginer les évolutions possibles de l'objet choisi.

Informations clés :

- Chaque année, chercheurs et ingénieurs créent de nouveaux produits. L'industrie française est l'une des plus dynamiques au monde, en matière de recherche et développement.
- La mécanique innove pour apporter des solutions face aux enjeux de la santé, du transport, des communications… Des hommes et des femmes inventent de nouvelles façons de produire, des produits qui changent notre vie de tous les jours. Il existe deux formes d'innovation :
  - L'innovation produit : chaque année, chercheurs et ingénieurs inventent de nouveaux produits. Il existe deux formes d'innovations produit. La première consiste à inventer un produit entièrement nouveau - comme le furent l'automobile, la télévision ou les matériaux composites. La deuxième consiste à incorporer une nouveauté dans un produit existant. Cette innovation peut conduire à une simple amélioration ou à une révolution des usages lorsque le grand public s'en empare - à l'image du téléphone portable, qui existait déjà dans les années 80, mais sous des formes peu ergonomiques.
    Il ne suffit pas d'être inventif pour innover : il faut aussi savoir transformer la recherche et les idées nouvelles en propositions créatrices de valeur pour des acheteurs potentiels. Innover nécessite donc des compétences importantes non seulement en conception de produits, mais aussi en design, en marketing…
  - L'innovation process : dans les centres de recherche, les ingénieurs imaginent les outils et les procédés qui permettront d'améliorer la productivité de l'appareil industriel français, et les conditions de travail.
    On appelle innovation de procédé (ou innovation de process) la mise en œuvre d'une méthode de production nouvelle, ou sensiblement améliorée. Ces méthodes permettent généralement une amélioration de la productivité, en réduisant les coûts ou les délais de fabrication. Elles visent aussi la qualité, avec des critères de plus en plus pointus, pour permettre à certaines entreprises de se différencier par l'excellence.
    De façon générale, l'innovation aujourd'hui tend vers des procédés industriels plus sobres - moins consommateurs d'énergie, d'eau et de matières premières - et plus sûrs, en réduisant les risques pour les salariés et l'environnement.

Ressources disponibles :

- Sites internet :

www.les-industries-technologiques.fr
http://monindustrie.onisep.fr/
www.artema-france.org/

- Outil pédagogique :

Prezi « A la découverte du monde de la mécanique »

LEXIQUE

Abrasion / Bande abrasive / Abrasif : L'usinage par abrasion consiste à enlever une partie de la matière de pièces métalliques ou autres au moyen d'outils constitués de particules coupantes agglomérées par un liant. Chaque particule enlève un petit copeau lorsque l'une de ses arêtes se présente favorablement sur la pièce, le plus souvent à grande vitesse. Le copeau n'est pas tranché mais gratté. L'usinage par abrasion utilise essentiellement des meules et des bandes abrasives.

Accouplement (ou joint de transmission) : Dispositif de liaison entre deux arbres en rotation, permettant la transmission du couple. Il est utilisé pour diverses applications, par exemple pour entraîner en rotation un élément récepteur à partir d'un élément moteur, ajouter plus de flexibilité dans le système ou amortir les vibrations. En résumé, l'accouplement harmonise les mouvements.

Agitateur : Un agitateur est un élément d'une unité de procédé ayant pour but d'assurer l'homogénéisation d'un milieu (homogénéisation du point de vue des composants du milieu et/ou de la température).

Appareil à pression : Appareil destiné à la production, la fabrication, l'emmagasinage ou la mise en œuvre, sous une pression supérieure à la pression atmosphérique, des vapeurs ou gaz comprimés, liquéfiés ou dissous.

Arbre : Organe mécanique transmettant une puissance sous forme d'un couple et d'un mouvement de rotation. La forme cylindrique de cet organe est à l'origine de son nom. L'arbre supporte généralement des engrenages, poulies, pignons de chaînes ou autres éléments qui transmettent une position angulaire ou une puissance.

Bogie : Un bogie (ou boggie) est un chariot situé sous un véhicule ferroviaire, sur lequel sont fixés les essieux (et donc les roues). Il est mobile par rapport au châssis du véhicule (locomotive, wagon ou voiture) et destiné à s'orienter convenablement dans les courbes.

Brame : Demi-produit sidérurgique, il s'agit de la matière première utilisée pour la fabrication des tôles ou des plaques sur les trains de laminoirs.

Chaudronnerie : Travail du métal (souvent de l'acier carbone, parfois inoxydable, mais aussi les alliages d'aluminium, de cuivre, de nickel, de titane…), sous forme de tôles (feuilles, plaques) et de barres (profilés, tubes) et assemblage des composants réalisés.

Couronnes : Pièce pourvue d'une denture intérieure dans laquelle engrènent un ou plusieurs pignons. La couronne permet un mouvement rotatif. C'est une sorte de roulement.

Décolletage : Le décolletage est un procédé d'usinage par enlèvement de matière, permettant de réaliser des pièces tournées en partant de barres ou de fil métallique en torche.

Ebavurage : Opération ayant pour but d'enlever, sur une pièce brute de formage ou d'usinage, l'excès de métal, ou « bavure ». Cette opération permet d'ôter les imperfections.

Embase : Partie de l'éolienne qui sert d'appui, de support au mat et à l'ensemble de ses composants (socle, base).

Engrenage : Un engrenage est un système mécanique servant à la transmission du mouvement.

Formage : Opération de mise en forme d'une tôle ou d'une plaque métallique. Les procédés les plus courants sont l'emboutissage, le pliage et le cintrage, le repoussage et le fluotournage.

Fraise : Outil permettant d'usiner la matière (métal, bois, etc.) Elle est généralement utilisée sur une fraiseuse pour faire du fraisage.

Fraise à fileter : Fraise permettant de réaliser une opération de filetage qui consiste à creuser une rainure hélicoïdale le long d'une surface cylindrique.

Garniture mécanique : Dispositif d'étanchéité composé de deux sous-ensembles : l'un statique, l'autre tournant. Elle permet de créer un mouvement rotatif tout en assurant l'étanchéité du système dans lequel elle s'intègre.

Génératrice d'éolienne : Pièce maîtresse de l'éolienne qui convertit l'énergie du vent en électricité.

Guidage linéaire : Dispositif permettant un mouvement de translation, d'avant en arrière ou de haut en bas. Il faut imaginer une sorte de rail ou de glissière qui se déplace grâce à des billes ou des rouleaux. Ils servent donc à déplacer des charges dans un mouvement régulier et précis.

Ilot de distribution : Dispositif mécatronique permettant de contrôler l'air libéré pour actionner une transmission pneumatique. L'îlot de distribution, appelé aussi distributeur, permet par exemple d'actionner des vérins pneumatiques en indiquant quand l'air comprimé doit être libéré.

Lame de refendage : Outillage permettant de réaliser une opération qui consiste à diviser un métal en plusieurs couches dans son épaisseur.

Mât (d'éolienne) : Elément composant une éolienne. En général en métal, il supporte l'ensemble qui produit de l'électricité (nacelle et rotor). Il est fixé sur une fondation implantée dans le sol qui assure la stabilité de l'éolienne face au vent.

Mécatronique : La mécatronique consiste à intégrer dans des ensembles complexes les technologies de la mécanique, de l'électronique, de l'informatique et des nouvelles technologies de l'information et de la communication (NTIC). L'alliance de ces différents domaines permet de penser un produit différemment de sa conception jusqu'à son recyclage en passant par sa maintenance. Ces systèmes accroissent considérablement les performances et la productivité des équipements dans lesquels ils s'intègrent et permettent aussi une maintenance beaucoup plus précise, évitant les risques d'arrêts machines intempestifs coûteux.

Meulage : Voir définition de l'usinage par abrasion.

Moyeu : Pièce centrale sur laquelle sont assemblées les pièces qui doivent tourner autour d'un axe.

Multiplicateur : Le multiplicateur permet de transformer la puissance à vitesse lente (et à un couple élevé) produite par le rotor de l'éolienne, en une puissance à grande vitesse (et à un couple faible) utilisée par la génératrice.

Parachèvement : Opération de finition d'une pièce, quel que soit son mode de fabrication, avant sa mise en fonction définitive ou avant de passer à l'étape de fabrication suivante.

Pignon : Une roue dentée utilisée pour la transmission de puissance à travers un mécanisme.

Poinçonneuse / Poinçonneuse-laser : Machines-outils automatiques à commandes numériques dotées de systèmes de découpage divers : par cisaillage, par découpage jet d'eau et par découpage laser.

Presse-plieuse : Machine-outil utilisée pour plier la tôle ; elle est constituée d'un poinçon et d'une matrice en forme de V, de U, ou de toute autre forme en fonction du profil recherché.

Rectification : La rectification d'une pièce mécanique est une opération destinée à améliorer son état de surface et effectuée sur une machine-outil conçue à cet effet : la rectifieuse.

Réducteur : Un réducteur mécanique a pour but de modifier le rapport de vitesse et/ou le couple entre l'axe d'entrée et l'axe de sortie d'un mécanisme.

Rotor : Aussi appelé hélice, le rotor est la partie tournante de l'éolienne. Il est composé des pales et du moyeu et permet la transformation de l'énergie cinétique du vent en énergie mécanique, qui sera transmise ensuite à la génératrice éventuellement par le biais de la boite de vitesses.

Roulement / Cage de roulement : Organe qui assure une liaison mobile entre deux éléments d'un mécanisme en rotation l'un par rapport à l'autre. Il est composé de deux bagues liées l'une à l'élément fixe, l'autre à l'élément mobile et comportant des chemins de roulements ; de corps roulants et d'une cage guidant et séparant les corps roulants.

Soudage : Technique d'assemblage permanent qui établit la continuité mécanique entre les pièces soudées.

Procédé (de soudage) Mig/Mag : Procédé de soudage semi-automatique. La fusion des métaux est obtenue par l'énergie calorifique dégagée par un arc électrique qui éclate dans une atmosphère de protection entre un fil électrode fusible et les pièces à assembler.

Soudage à l'arc : La chaleur nécessaire au soudage est générée par un arc électrique établi entre une électrode enrobée et la pièce à souder. Le métal fondu est protégé par un flux solide. Ce flux est appelé enrobage sur l'électrode ou laitiersur le cordon de soudure.

Soudage TIG (Tungsten Inert Gas) : Procédé de soudage à l'arc avec une électrode non fusible, en présence d'un métal d'apport.

Systèmes de transmissions : Dispositif mécanique permettant de transmettre un mouvement d'une pièce à une autre.

Taraudage / Taraud : Opération qui consiste à usiner un pas de vis à l'intérieur d'un alésage. Le taraud est l'outil destiné à réaliser un taraudage, c'est-à-dire un filetage à l'intérieur d'un tube initialement lisse.

Usinage : Famille de techniques de fabrication de pièces mécaniques. Le principe de l'usinage est d'enlever de la matière de façon à donner à la pièce brute la forme et les dimensions voulues, à l'aide d'une machine-outil.
Des machines-outils à commande numérique, c'est-à-dire asservies par un système informatique (FAO), permettent d'automatiser partiellement ou totalement la procédure.
Il existe différents procédés d'usinage :

- **Perçage :** Usinage consistant à faire un trou dans une pièce.
- **Alésage :** Opération d'usinage consistant à retoucher l'intérieur d'un cylindre.
- **Fraisage :** Enlèvement de matière sous forme de copeaux résultant de la combinaison de deux mouvements ; rotation de l'outil de coupe d'une part, et avancée de la pièce à usiner d'autre part.

Ventouse pneumatique : Dispositif permettant la manipulation d'objet par la préhension de l'air entre la ventouse et l'objet.

Vérin hydraulique : Composant mécatronique permettant de créer un mouvement, de déplacer une charge à l'aide d'un fluide. Mis sous pression, ce fluide, lorsqu'il est libéré, va transmettre des forces très importantes et parfaitement contrôlées.

Vérin pneumatique : Composant mécatronique permettant de créer un mouvement ou de déplacer une charge à l'aide d'air comprimé ou de gaz. Mis sous pression, l'air, lorsqu'il est libéré va générer un mouvement parfaitement contrôlé.

RESSOURCES GÉNÉRALES

- Photothèque de la Fédération des Industries Mécaniques :
www.bienplusqu1industrie.com/phototheque-de-la-fim/
- Informations sur les machines et technologies de production :
www.offre-en-france.com/offre/societes.asp
- Site internet de la campagne « les métiers de la mécanique » :
www.lesmetiersdelamecanique.net

Concours réalisé avec la participation de :