

# Projet de Construction Mécanique Éléments de Machine Composants de la Mécanique

Cours de Construction Mécanique ME-105  
Deuxième Semestre - Première Année  
Sections Électricité et MatériauX

- Moodle: « Introduction à la Construction Mécanique » ME-105:  
<https://moodle.epfl.ch/course/view.php?id=13978>
- Cours: en direct en CO2 et sur **zoom** avec enregistrement sur moodle  
<https://epfl.zoom.us/j/85185118009>
- Projet de Construction Mécanique: Travaux Pratiques de Projet en CO4, CO5
- **Notation: Vidéo et Dossier Technique du Projet de Construction Mécanique (60%)**
- Délai pour la remise de la vidéo, dossier technique et fichiers CAO en version électronique:

**Dimanche 01 juin 2025 23h59.**

- **Cours:** ELA2 – Jeudi 15h15-17h00
- **Enseignant:** Bertrand Lacour
  
- **TP de projet** – Lundi 14h15-17h00
  - Enseignants:** Bertrand Lacour  
Sébastien Soubielle
  
  - Assistants Etudiants:** Bachelard Johan  
Keusch Guillaume  
Provenaz Clarence  
Royer Yann  
Simon Aubin



## Constitution des Groupes de Projet:

1. 4 étudiants par groupe.
2. Redoublants avec + de 4/6 inclus sont exemptés de projet, s'ils le veulent. Ils doivent se signaler pour être retirés des listings projet.
3. Formation des groupes:
  1. Importance de la formation d'une équipe.
  2. Des valeurs sûres ?
  3. Des copains ou des contributeurs ?
  4. Problèmes de vie de groupe ? En parler aux enseignants au plus tôt !
4. Finalisation des groupes  
Maintenant et, au pire, avant le 10 avril 2025.

Polycopié de cours disponible à la Librairie L'Intégrale:

- Guide des sciences et technologies industrielles, J.-L. Fanchon, Nathan - Edition 2016, 2017 ou 2018

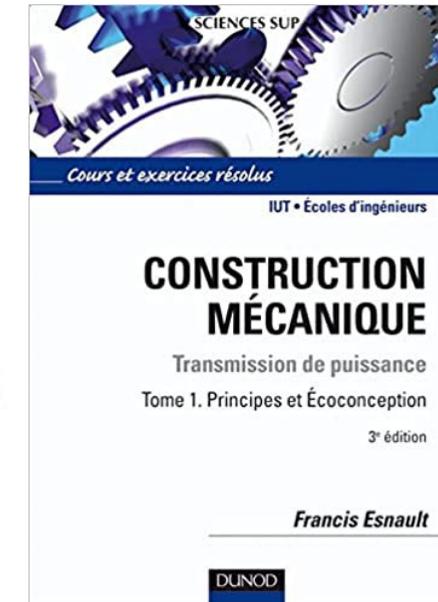
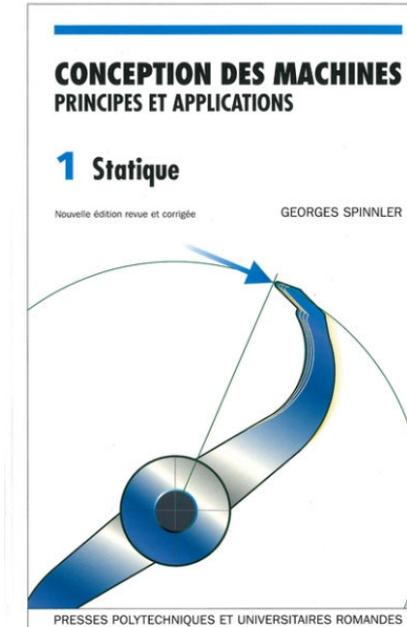
Ouvrages de références:

- Extrait de Normes 2018 - Pour écoles et professions de la mécanique Swissmem-SNV, 12e édition, 2018
- 1010 – Composants de la Microtechnique  
Professeur Reymond Clavel, LSRO - Edition août 2010



Ouvrages de références:

- Construction mécanique, tomes 1-3,  
F. Esnault, Dunod - Edition 2009
- Conception des machines, tomes 1-3,  
G. Spinnler - Edition PPUR 1997
- Formulaire Technique  
Gieck – 11<sup>e</sup> édition revue et complétée 2007



14 séances – Les **cours indispensables au projet** seront couverts, les autres mis à disposition sur moodle:

1. **Introduction**
2. **Cycle de Vie – Matériaux, Produit et Développement**
3. Energie & Puissance
4. Matériaux
5. Frottement
6. **Guidages**
7. Accouplements
8. **Transmission de Mouvement et de Couple**
9. Transformation de Mouvement
10. Ressorts

- Introduction aux méthodologie, analyse et dimensionnement pour la conception
- Développement d'un mécanisme répondant à un cahier des charges
- Réalisation d'une présentation d'ingénierie
- Support au projet de conception
- Accompagnement au projet de conception
- Acquisition d'une culture générale mécanique
- Exposition aux phénomènes physiques utilisés en conception

---

## Machine de soudage par friction rotative

Le soudage par friction est un procédé permettant de souder entre elles deux pièces en les faisant frotter l'une contre l'autre. Les métaux et les matières plastiques peuvent être soudés en utilisant ce principe. La vitesse relative entre les deux pièces, leur pression de contact, et la durée nécessaire pour obtenir le soudage dépendent des matériaux que l'on souhaite souder.

Plusieurs variantes de ce procédé existent, et on se propose ici de concevoir une machine à actionnement manuel permettant de souder deux pièces entre elles par friction rotative, c'est-à-dire en utilisant un mouvement relatif de rotation entre les deux pièces.

Cette machine doit satisfaire le cahier des charges suivant :

- Elle doit être portative, et doit pouvoir être actionnée par un opérateur unique.
- L'actionnement doit pouvoir se faire à l'aide de la main gauche ou de la main droite de l'opérateur, selon sa préférence.
- Sa deuxième main peut, si nécessaire, être utilisée pour maintenir la machine sur son support (table, établi, etc.).
- La machine doit permettre de souder entre eux des barreaux cylindriques en matière plastique (PA6, PC, PE, PP), d'un diamètre de  $10 \pm 0,1$  mm, et d'une longueur de  $100 \pm 5$  mm.
- Le soudage des deux pièces entre elles doit se faire de sorte que leurs axes soient alignés.
- La machine doit permettre d'appliquer durant l'opération de soudage une force d'appui contrôlée entre les deux pièces, d'une valeur de 100 N.

- La machine doit permettre de faire tourner les deux pièces l'une par rapport à l'autre à une vitesse de 1'000 tr/min durant l'opération de soudage.
- La durée de l'opération de soudage doit pouvoir varier entre 10 secondes et une minute.
- L'actionnement de la machine doit rester ergonomique et confortable pendant toute la durée de l'opération de soudage.
- L'utilisation de la machine ne doit nécessiter aucun outil.
- La machine doit être la plus compacte possible, mais au maximum être contenue dans le volume d'un parallélépipède rectangle de 20'000 cm<sup>3</sup> en vue de son stockage. Pour cela, l'interface d'actionnement peut si besoin être rendue amovible.
- La machine doit être la plus légère possible, mais au maximum d'une masse de 15 kg.
- La sécurité de l'opérateur doit être assurée en tout temps en conditions normales d'utilisation.
- Toutes les pièces sur plan doivent pouvoir être fabriquées par tournage ou par fraisage 3-axes. Tout autre procédé de fabrication est proscrit.
- Les matériaux autorisés pour les pièces sur plan sont ceux utilisés en usinage : acier, acier inoxydable, alliages d'aluminium, laiton, matières plastiques (polyamide, polyéthylène, polycarbonate, PTFE, etc.).

La vidéo (format mp4), le dossier de fabrication (format pdf) incluant la théorie et les mises en plan et le modèle 3D de l'assemblage (format step) doivent impérativement être remis avant le :

**Dimanche 1<sup>er</sup> juin 2025 à 23h59**

## Instructions pour le Dossier Technique

Le guide ci-dessous regroupe les instructions pour élaborer les différents documents à rendre à l'issue du projet : vidéo de présentation, dossier technique et 3D de l'assemblage. Il décrit aussi les éléments des rendus qui seront évalués dans la notation globale ainsi que des conseils permettant de réaliser une présentation et un dossier technique de bonne qualité. Ceux-ci seront discutés lors des cours.

Le projet consiste en l'élaboration d'un rendu complet d'ingénierie :

1. Une capsule vidéo d'une durée de 20 minutes présentant le projet.
2. Un dossier technique contenant les plans d'ensemble et de fabrication et les annexes (dont le détail de la partie théorique si nécessaire à la compréhension).
3. Un assemblage 3D du mécanisme présenté.

Les plans (formats A4, A3, A2, A1 et A0) seront inclus dans le dossier au bon format et à la bonne échelle.

Un seul dossier technique contenant les plans et les annexes doit être remis.

Les fichiers électroniques CATIA de l'assemblage et pièces 3D devront être sauvegardés dans un fichier unique STEP \*.stp. Ces fichiers seront utilisés afin de faciliter la correction du rendu.

Les fichiers seront nommés :

- XX\_YY.mp4 pour la vidéo de la présentation.
- XX\_YY.pdf pour le dossier technique.
- XX\_YY.stp pour l'assemblage 3D.

Avec XX l'abréviation de la section (EL, GM, MT, MX ou ELMX) et YY le numéro de groupe.

La conception de la machine doit être la plus simple possible, et le nombre de pièces qui la compose doit être le plus réduit possible.

La vidéo (format mp4), le dossier (format pdf) incluant la théorie et les mises en plan et le modèle 3D de l'assemblage (format step) doivent être impérativement remis sur la page moodle du ME-102 prévue à cet effet avant le :

## 1. Conseils Pratiques

- Commencer assez tôt la construction 3D CAO à l'échelle.
- Travailler en parallèle la construction et le dimensionnement.
- Produire les premiers documents avec Catia dès qu'ils sont définitifs. Beaucoup d'éléments sont à mettre en plan : plans de pièces, plans d'assemblage, de montage et le mode d'emploi.
- Travailler par itérations successives plutôt que d'essayer de résoudre l'ensemble en une seule fois avec de multiples équations.
- Ne pas abuser d'Excel. Un listing de nombres et tableaux de datas sont inutilisables si on ne sait pas exactement ce qu'ils représentent et quelles sont les hypothèses faites.
- Ne pas attendre la dernière minute pour concrétiser le projet. Les problèmes informatiques comme la saturation du serveur de licences CATIA peuvent survenir et faire rater un délai.
- Utiliser la synergie de groupe afin de partager le travail et de gagner en efficacité.
- Éviter absolument le copiage sur un autre groupe ; cela ressort immédiatement lors de la correction. Le but du projet est d'apprendre à travailler.
- Essayer de développer une grande stimulation grâce au travail de groupe. En profiter de manière optimale.
- Une communication appropriée et le respect des autres et de leur travail est une base non négociable des relations humaines qui permettra au groupe de s'épanouir et de profiter d'un apprentissage optimal.

**Si des problèmes de vie de groupe apparaissent lors du projet, il faut en informer vos enseignants au plus vite. Des solutions seront proposées et mises en place avec la collaboration des membres du groupe et permettront de rétablir des conditions de travail saines et sereines.**

## 2. Structure et Contenu de la Présentation

Une vidéo de 20 minutes maximum contenant la présentation du projet est attendue.

Le logiciel Microsoft PowerPoint permet de réaliser les diapositives et d'enregistrer cette présentation orale.

Un format d'écriture entre 18 et 32 avec une police standard et simple du type Arial ou Calibri est à utiliser pour faciliter la lecture de la présentation.

La Construction Mécanique est une discipline qui permet une communication visuelle dont il faut profiter en incluant des figures (schémas, images et dessins), Elle permettra au visionneur de votre vidéo de comprendre au mieux vos explications.

Les figures devront comprendre :

- Un titre,
- Le schéma, l'image ou le dessin à présenter,
- Une légende explicitant et pointant sur les différents éléments (parties d'un mécanisme, variables physiques, ...).

La vidéo de présentation doit comporter au minimum les parties et éléments suivants :

1. Diapositive de garde : noms, prénoms, numéros SCIPER des étudiants, numéro de groupe, section (GM, MT, MX ou EL), une image du mécanisme, la date de rendu.
2. Plan de la présentation : titres des parties principales.
3. Introduction
4. Cahier des Charges :
  - Inclure le Cahier des Charges **original** du projet (pas de version modifiée ou commentée)
  - Discussion autour du cahier des charges amenant le Tableau de Spécifications
  - Tableau de Spécifications
5. Description et Analyse des Options de Conception :
  - Analyse des fonctions techniques à accomplir par le mécanisme.
  - Description des principes de fonctionnement des différents mécanismes considérés et inventés pour répondre au cahier des charges (avec images, schémas et flèches pointant sur les différentes parties des mécanismes). Peut inclure une étude technique sommaire des solutions commerciales avec référence à la source d'information.
  - Analyse des principes de fonctionnement de ces mécanismes
  - Comparaison des avantages et inconvénients des mécanismes
  - Choix et justification du mécanisme dont l'étude sera développée dans la suite de la présentation.

6. Description et analyse détaillées du mécanisme choisi :
  - Explications détaillées des principes de fonctionnement du mécanisme (avec images, schémas et flèches pointant sur les différentes parties des mécanismes)
  - Justification des choix de conception.
  - Modèle physique du mécanisme non détaillée avec applications numériques :
    - Équations (horaires, énergie, puissance, cinématique, ...) régissant le fonctionnement du mécanisme et reliant forces, moments et vitesses appliquées en entrée à l'action de sortie (forces, moments et vitesses). Inclure images, schémas et flèches pointant sur les différentes parties des mécanismes, forces, vitesses, moments, définition des constantes et variables
    - Analyse des éventuels risques de coincement du mécanisme
    - Analyse de la synchronisation du mécanisme le cas échéant
    - Calculs de rendement et des pertes de puissance
    - Dimensionnement des axes, goupilles et clavettes (en torsion et cisaillement)
    - Dimensionnement du mécanisme de transmission de puissance (roues dentées, courroies, ...) : cinématique et résistance
    - Dimensionnement des éléments d'assemblage et de guidage justifié si possible par calculs

7. Assemblage des pièces :
  - Tolérances d'ajustement (arbres, roulements, paliers lisses, clavettes, etc.) : justification et choix
  - Calcul des entraxes des éléments cinématiques (roues dentées, courroies, ...)
8. Procédure d'Assemblage :
  - Description de l'assemblage des différentes pièces constituant le mécanisme
  - Inclure images, schémas et flèches pointant sur les différentes pièces
  - Utiliser les mêmes numéros de pièces que dans la nomenclature et le reste de la présentation et du dossier technique
9. Mode d'Emploi :
  - Le mode d'emploi s'adresse à un utilisateur ne connaissant pas la machine.
  - Il doit inclure une description succincte du mécanisme et décrire simplement les étapes chronologiques permettant d'utiliser correctement la machine.
  - Inclure images, schémas et flèches pointant sur les différentes pièces
10. Conclusion :
  - Conclure sur la faisabilité du mécanisme et la réussite du projet en comparant le cahier des charges et les spécifications aux résultats obtenus

### 3. Structure et Contenu du Dossier Technique

Le dossier technique de projet accompagne et précise l'analyse théorique du mécanisme réalisé dans la présentation et contient les plans de fabrication et d'ensemble, les documentations techniques des pièces commerciales utilisées.

Un format d'écriture entre 10 et 12 avec une police standard du type Arial ou Calibri est à utiliser pour faciliter la lecture du dossier.

Comme pour la présentation, la Construction Mécanique est une discipline qui permet une communication visuelle dont il faut profiter en incluant des schémas, images et dessins, Elle permettra au lecteur visionneur de votre vidéo de comprendre au mieux vos explications.

Le dossier doit comporter au minimum les parties et éléments suivants :

1. Page de garde : noms, prénoms, numéros SCIPER des étudiants, numéro de groupe, section (GM, MT, MX ou EL), une image du mécanisme, la date de rendu.
2. Modèle physique détaillé du mécanisme avec applications numériques :
  - Équations (horaires, énergie, puissance, cinématique, ...) régissant le fonctionnement du mécanisme et reliant forces, moments et vitesses appliquées en entrée à l'action de sortie (forces, moments et vitesses). Inclure images, schémas et flèches pointant sur les différentes parties des mécanismes, forces, vitesses, moments, définition des constantes et variables
  - Analyse des éventuels risques de coincement du mécanisme
  - Analyse de la synchronisation du mécanisme
  - Calculs de rendement et des pertes de puissance
  - Dimensionnement des axes, goupilles et clavettes (en torsion et cisaillement)
  - Dimensionnement du mécanisme de transmission de puissance (roues dentées, courroies, ...) : cinématique et résistance
  - Dimensionnement des éléments d'assemblage et de guidage justifié si possible par calculs
3. Plans :  
Inclure
  - Les plans de fabrication (dessins 2D) de chaque pièce usinée
  - Les feuilles de spécifications données par les fournisseurs pour les pièces commerciales utilisées dans les assemblages
  - Le plan 2D des modifications de chaque pièce commerciale
  - Les plans d'ensemble (dessins 2D) des assemblages
  - Nomenclature (liste des pièces) sur les plans d'ensemble et/ou dans un tableau dans le dossier.
4. Annexes :
  - Toute information à archiver ne rentrant pas dans les parties ci-dessus (feuille de calcul Excel, programme de simulation, expériences physiques, ...)

#### 4. Éléments d'Évaluation du Rendu

Le barème d'évaluation comprend trois parties comptant chacune pour environ un tiers de la note :

- 1- Évaluation de la présentation et du dossier technique,
- 2- Évaluation des mises en plan et de la nomenclature, et
- 3- Évaluation de la conception.

**Environ 25-30 points par partie**

Les supports vidéo, dossier et 3D appuieront l'évaluation du rendu.

Les éléments non exhaustifs suivants seront pris en compte lors de la notation du rendu.

**Attention : les parties manquantes ou incomplètes pourront donner lieu à des points négatifs.**

##### 3.1. *Evaluation de la Présentation et du Dossier Technique*

- **Présentation** : pagination, soin apporté, police, mise en page / remplissage, couleurs, illustrations, un seul dossier contenant plans 2D et développement physique en annexe si nécessaire.
- **Longueur présentation** : Moins de 20 minutes. Des points de pénalités incrémentaux seront appliqués selon le dépassement de longueur. Ne pas accélérer la vidéo.
- **Plan de la présentation** : présence, structure, clarté
- **Introduction** : présence du cahier des charges original, présentation projet
- **Tableau de spécifications** : présence, analyse des fonctions techniques et critères/valeurs additionnels vs. CdC
- **Options de conception** : pertinence et diversité des autres solutions, clarté des explications & illustrations, analyse, argumentation, comparatif, choix
- **Fonctionnement du concept choisi** : cohérence, explications, justifications
- **Physique** : Modèle physique du mécanisme avec applications numériques :
  - Equations (horaires, énergie, puissance, cinématique, ...) régissant le fonctionnement du mécanisme et reliant forces/moments et vitesses d'entrée et de sorties. Inclure images, schémas et flèches pointant sur les différentes parties des mécanismes, forces, vitesses, moments, définition des constantes et variables.
  - Calculs rendement/pertes de puissance
  - Analyse des risques éventuels de coincement du mécanisme
  - Analyse des risques éventuels de désynchronisation du mécanisme
  - Dimensionnement des axes et éléments de liaison (goupilles, clavettes, ...) en torsion et cisaillement
  - Dimensionnement du mécanisme de transmission de puissance (roues dentées, courroies, ...) : cinématique et résistance
  - Dimensionnement des éléments d'assemblage et de guidage justifié si possible par calculs
- **Procédure d'Assemblage** : peu de texte très visuel, cohérence et chronologie de montage, explications claires et concises, dessins relatifs cohérents, numérotation uniforme (identique sur plan d'ensemble, détail et nomenclature)
- **Mode d'emploi** : clarté, explications, illustrations
- **Conclusion**

### 3.2. Evaluation des Plans

- Plans des pièces de la structure et de la chaîne cinématique du mécanisme (autant de plans que de pièces) :
  - Projections orthogonales
  - Vues des plans alignées
  - Dimensions correspondant aux cotes inscrites, selon échelle
  - Tolérances générales : ISO 2768-mk, rugosité, symboles d'arêtes
  - Numérotation uniforme des pièces (dossier technique, dessins, procédure d'assemblage)
  - Format de papier, échelle, nombre et choix des vues (extérieures, de détail, en coupe, etc.)
  - Vue axonométrique sur les plans
  - Trait d'axe : présence, sur tous les perçages
  - Coupes et hachures : pertinence et choix, formalisme (profil de coupe, flèches, nom de la coupe, etc.)
  - Cartouche : quantité, # d'identification, matière, nom, date, échelle, etc.
  - Nombre de plans égal à la liste de pièces de l'ensemble
  - Cotation : logique et complète, encombrement total, côtes de détail, lisibilité, chevauchement, côtes rondes
  - Tolérances d'ajustement (arbres, roulements, paliers lisses, clavettes, goupilles, etc.) : Notation sur plan, justification et choix (montages éléments de transmission et paliers)
- Usinabilité des pièces : Fabrication simple par usinage 3-axes (tout autre procédé proscrit : impression 3D, pliage, soudage, injection, formage à chaud, ...). Volume de matière perdue à l'usinage minimal.
- Pièces commerciales :
  - Identification des pièces
  - Documentation fournisseur
  - Plans des pièces commerciales modifiées
- Plans d'ensemble :
  - Vues alignées
  - Côtes d'encombrement (dimensions hors tout)
  - Numérotation uniforme des pièces avec le reste de la présentation et du dossier
- Nomenclature :
  - Sur les plans d'ensemble et/ou dans un tableau
  - Numérotation, quantité, numéro de pièce fournisseur, désignation

### 3.3. Evaluation du Mécanisme

- La machine fonctionne et la conception remplit ses fonctions conformément au cahier des charges
- Originalité : mécanisme original, efficace simplifiant l'utilisation
- Architecture et cinématique de fonctionnement : pertinence, mécanisme compliqué avec artifices inutiles ou simplicité avec peu de pièces
- Assemblage : pratique et logique ou difficile
- Éléments de transmission (engrenages, courroies, ...) : vérification entraxe, résistance selon module engrenage/tension courroie, choix matériau
- Montage éléments de transmission (pignons, poulies, etc.) :
  - Entraînement en rotation : goupilles et clavettes préférées, serrage ou vis tangente si pas de positionnement angulaire requis, pas de carré d'entraînement
  - Arrêts axiaux : circlips, segments d'arrêts, épaulements
  - Pertinence dimensions, tolérances, rugosité
- Montage paliers (paliers lisses, roulements, etc.) :
  - Tolérances d'ajustement radial (arbre, roulement, palier, ...): choix et justification
  - Arrêts axiaux : circlips, segments d'arrêts, épaulements. Prendre garde aux frottements/collisions entre pièces fixes et mobiles
  - Pertinence dimensions, tolérances, rugosité
- Robustesse : robuste ou fragile
- Praticité d'utilisation :
  - Ergonomie, utilisation facile ou difficile
  - Stabilité : mécanisme stable à l'utilisation
- Sécurité : impossibilité pour l'utilisateur de se blesser en utilisation normale ou risque blessure
- Machine : éléments correctement dimensionnés (parois, roulements, axes, etc) donnant machine légère
- Réutilisation de pièces commerciales identiques (minimum de références)
- Assemblages boulonnés : utilisation correcte de la visserie (taraudages/filetages) ou du goupillage
- Les solutions mécaniques d'assemblage (vis, goupilles, clavettes, ...), de guidage (paliers lisses, roulements à billes, ...) et d'entraînement (roues dentées, courroies, ...) doivent être choisis de préférence dans les familles et types de composants vus en cours. L'utilisation d'autres composants est tolérée si aucune des solutions du cours ne permet raisonnablement de satisfaire le besoin. Dans ce cas, le choix du composant doit être justifié.

## Etape 1:

### Cahier des charges & Spécifications

#### Brainstorming

- Générer des idées
- Pas de « Non, ..., mais ... » négatif
- Utiliser le « Oui, ... et ... » positif
- Utiliser le QQOQCP

Qui? Quoi? Où? Quand? Comment? (Combien?) Pourquoi?

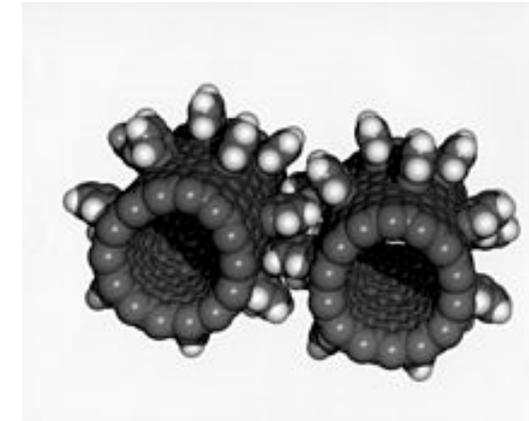
#### Concepts a étudier

**Hiérarchiser (critiquer) les concepts en fonction de leurs chances de succès, avantages et inconvénients.**

**Choisir le concept a développer pendant le projet**

- Nanotechnologie:

Dimensions < 1 micromètre



Engrenage moléculaire (NASA)

- Microtechnique:

1 micromètre < Dimensions < 1 millimètre



Calibre 9001 (Rolex)

- Mécanique

(grec « qui concerne les machines »):

1 millimètre < Dimensions



Moteur 1750TBi (Alfa Romeo)

En pratique, les frontières sont plus diffuses.

Techniques de fabrication à l'échelle submillimétriques, incluant les technologies de création, fabrication et utilisation des composants et des systèmes miniatures produits en série.

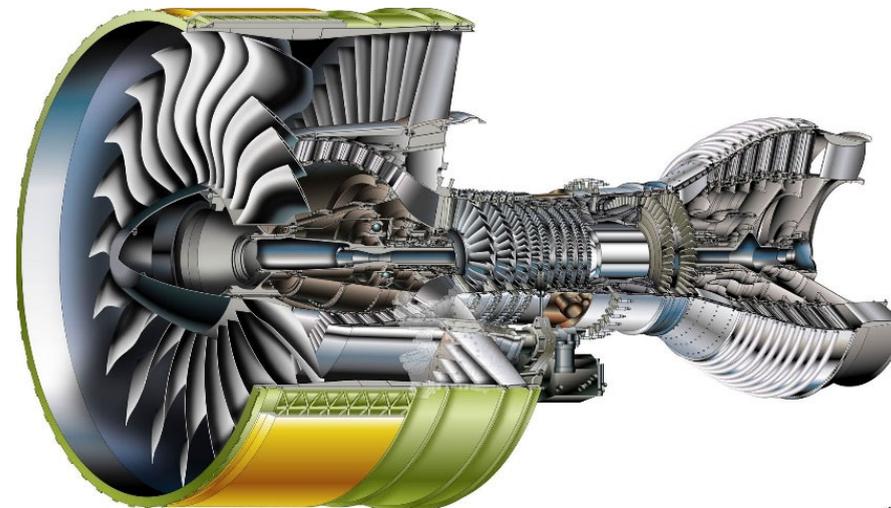
Exemples:

- Horlogerie (montres, horloges, appareils de chronométrage sportif),
- Bureautique (photocopieuses, machines à affranchir, agrafeuses),
- Informatique (imprimantes, fax, modem, scanner, lecteur/graveur DVD, disque dur, appareils photos)
- Instruments de métrologie (balances de précision, compteurs d'électricité, micromètres, pieds à coulisse),
- Appareils de commande (amplificateurs de signaux, commande à distance, installation de mesures à distance),
- Appareils de télécommunications (téléphone, fax, centraux domestiques, automates de téléphone),
- Electronique grand public (radio, téléviseur, vidéo, lecteur de cassettes, CD, DVD),
- Jouets techniques (trains miniatures, boîtes de construction, télécommande, modèles d'avion) ;
- Monétique (changeur de monnaie, distributeur de billets, distributeurs de monnaie, lecteurs de cartes magnétiques),
- Appareils optiques (microscope, appareils photo et caméras),
- Electroménager (mixer, lave-vaisselle, lave-linge) ;
- Equipements de production industrielle (dispositifs de palettisation, robots industriels, manipulateurs),
- Instrumentation médicale (robots, appareils d'analyse, stimulateurs cardiaques, endoscopes, prothèses),
- Composants de petite taille (relais, moteurs, capteurs, prises électriques).



Ensemble des connaissances liées à la mécanique, au sens physique (sciences des mouvements) et au sens technique (étude des mécanismes), de la conception d'un produit mécanique au recyclage de ce dernier en passant par la fabrication, la maintenance, etc.

- Conception de produit (analyse fonctionnelle, dessin industriel, conception assistée par ordinateur),
- Mécanique (statique, cinématique, dynamique, résistance des matériaux),
- Mécanique appliquée au bâtiment : calcul de la thermodynamique des édifices, domotique, électricité, préparation des plans et devis, surveillance des travaux, contrôle des prix, CAO .
- Construction mécanique (dimensionnement et calcul d'éléments standards: roulements à bille, vérins, moteurs)
- Fabrication assistée par ordinateur (FAO),
- Gestion de la production (GPAO),
- Production : Procédé de production.
- Automatisation
- Métrologie
- Qualité
- Maintenance (GMAO)
- Recyclage



## Activité Pluridisciplinaire

Ensemble des activités, méthodes et techniques liées à la conception et la réalisation de machines et mécanismes. But: réaliser un produit

Cours:

Mécanique des Structures  
Thermodynamique

Disciplines:

Aérodynamique  
Lubrification  
Résistance

Transfert de Chaleur  
Procédés de Fabrication  
des Matériaux

Cours de Construction Mécanique:

Roulements      Paliers  
Poulies            Guidages



Physique

Mécanique Générale

Mécanique des Fluides

Matériaux

Transmission de Puissance

Matériaux Ferreux/non-Ferreux

Plastiques

Turbomachines

Dynamique

Cinématique

Céramiques Composites

Moteur

Acoustique & Vibratoire

Contrôle

Aciers

Frottement

Accouplements

Transmission

Cames

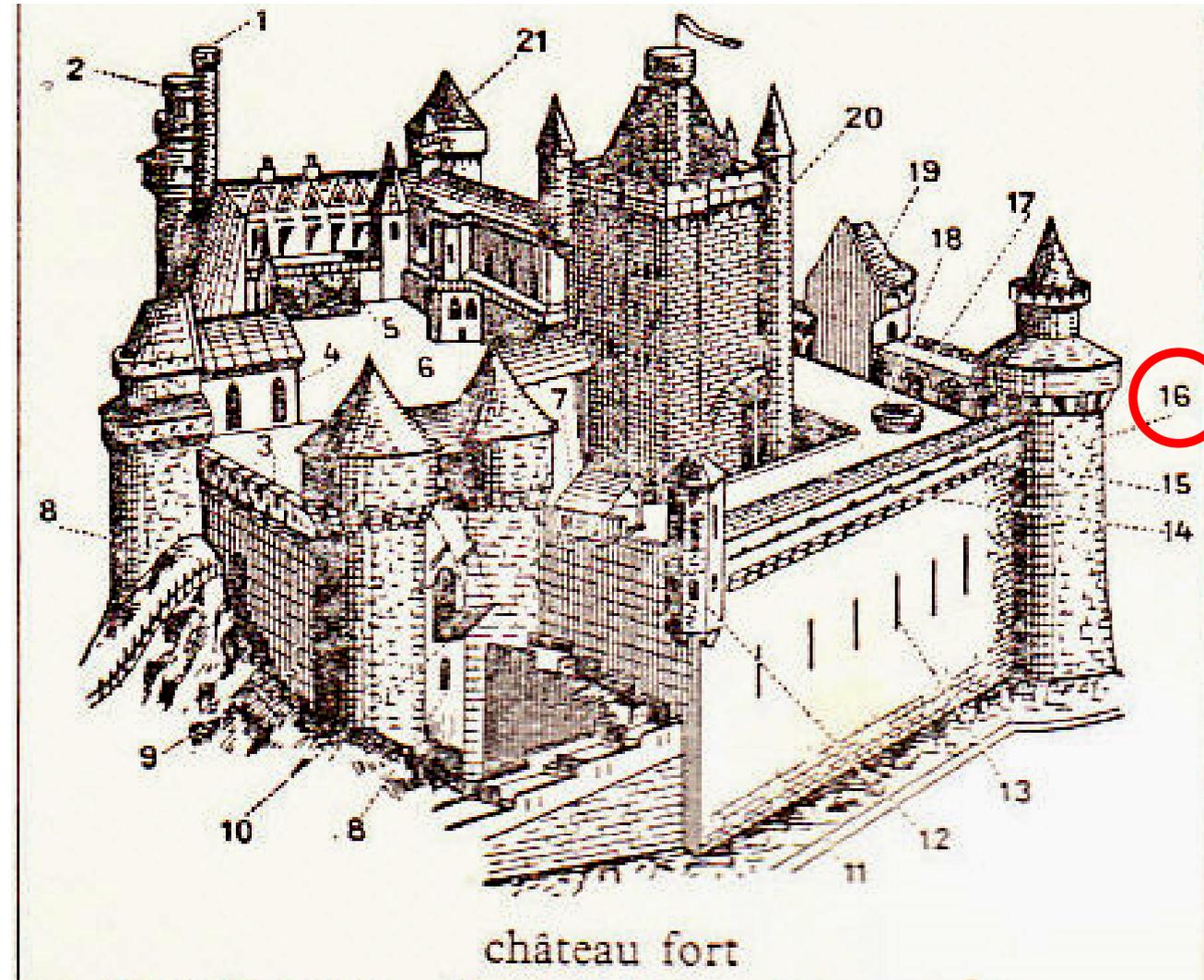
Céramiques

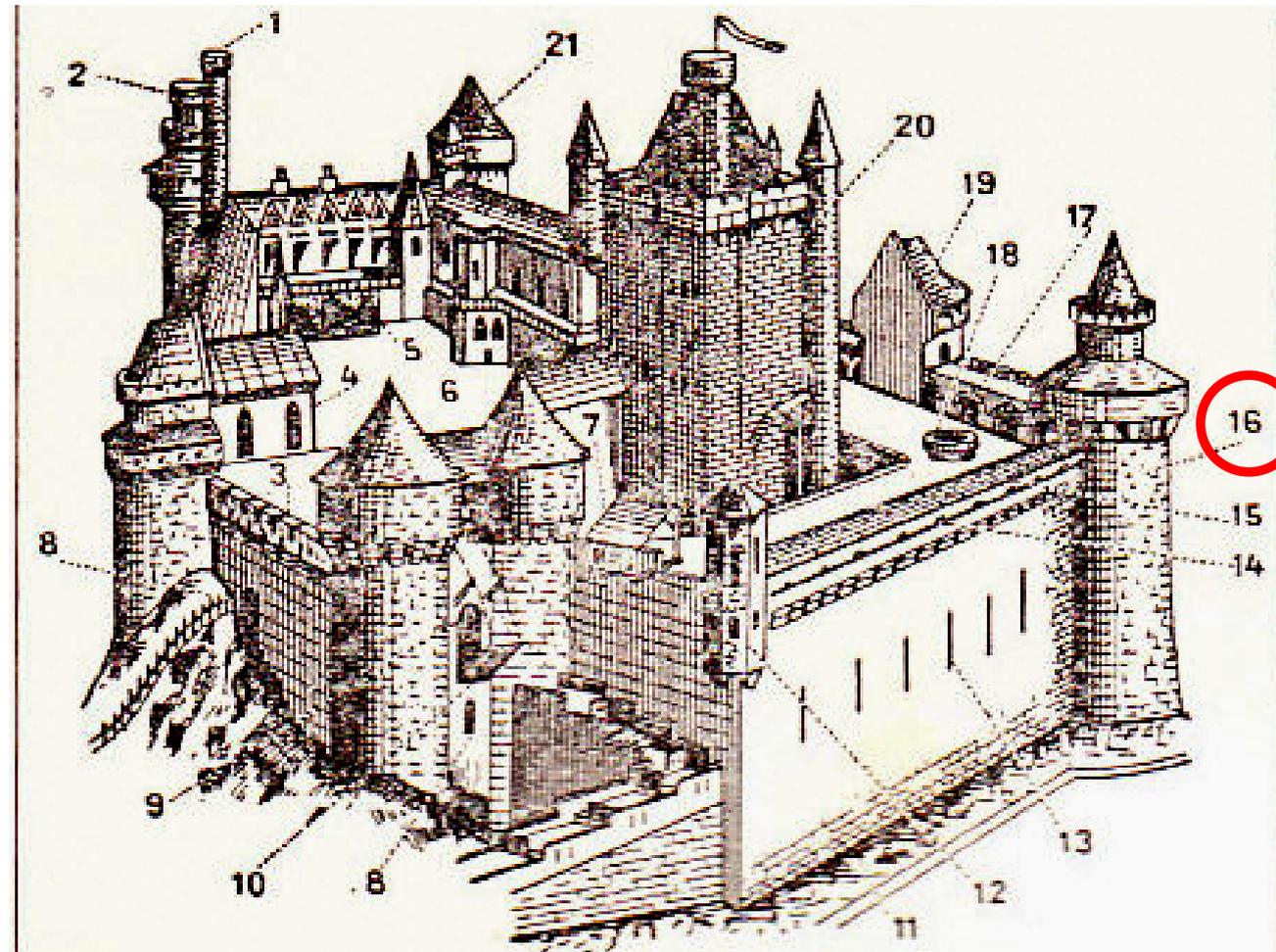
Usure

Embrayages

Engrenages

Ressorts





château fort

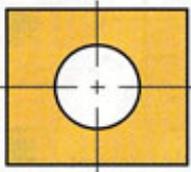
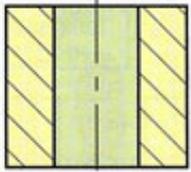
- |                    |                  |                      |
|--------------------|------------------|----------------------|
| 1. tour de guet;   | 8. poterne;      | 15. parapet;         |
| 2. tour d'angle;   | 9. herse;        | 16. tour à bec;      |
| 3. créneaux;       | 10. pont-levis;  | 17. chem. de ronde;  |
| 4. chapelle;       | 11. fossé;       | 18. citerne;         |
| 5. logis;          | 12. poivrière;   | 19. tour flanquante; |
| 6. cour;           | 13. meurtrières; | 20. donjon; [née.    |
| 7. hourds en bois; | 14. archères;    | 21. tour chaperon-   |

Alésage 	Arbre 	Arrondi 	Bossage 	Calotte sphérique 	Cannelures 	Carré d'entraînement 	Chambrage 
<u>Chanfrein</u> 	Chape 	Clavetage 	Collerette 	Collet 	Congé 	Vé 	Dégagement 
Dents 	Entaille 	Epaulement 	Ergot 	Evidement 	Fente 	Filetage 	Fraisure 
Gorge 	Lamage 	Languette 	Lumière 	Méplat 	Moletage 	Mortaise 	Nervure 
Pied de positionnement 	Profils 	Queues d'aronde 		Rainure 	Rainure en té 	Rotule 	Saignées 
Semelle 	Six pans 	Sphère 	Taraudage 	Tenon 	Téton 	Trou borgne 	Trou débouchant 

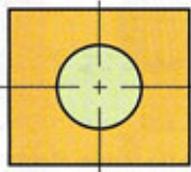
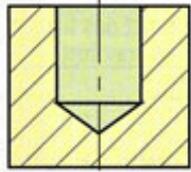
<http://www.forum-auto.com/scooters-125cm3/Mobylettes/sujet1981.htm>

Formes usuelles : vocabulaire

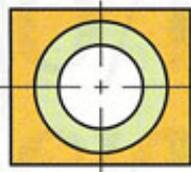
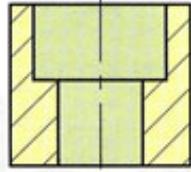
trou débouchant



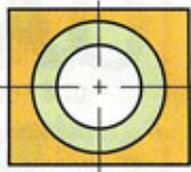
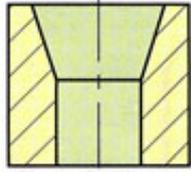
trou borgne



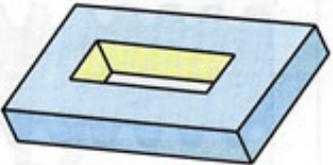
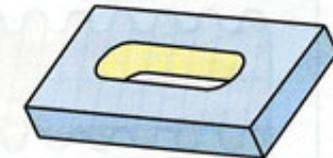
trou + lamage



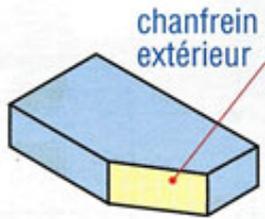
trou + fraisure



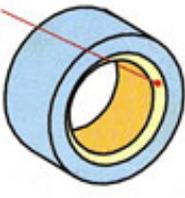
trou oblong (boutonnière)



lumière

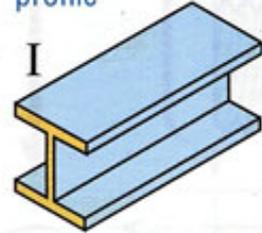


chanfrein extérieur

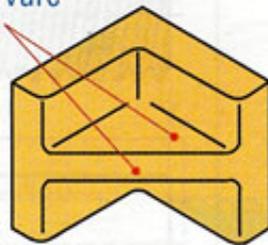


chanfrein intérieur

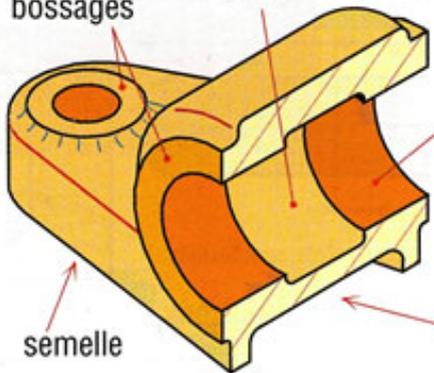
profilé



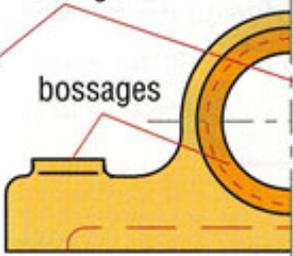
nervure



bossages



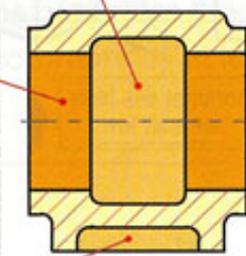
alésage



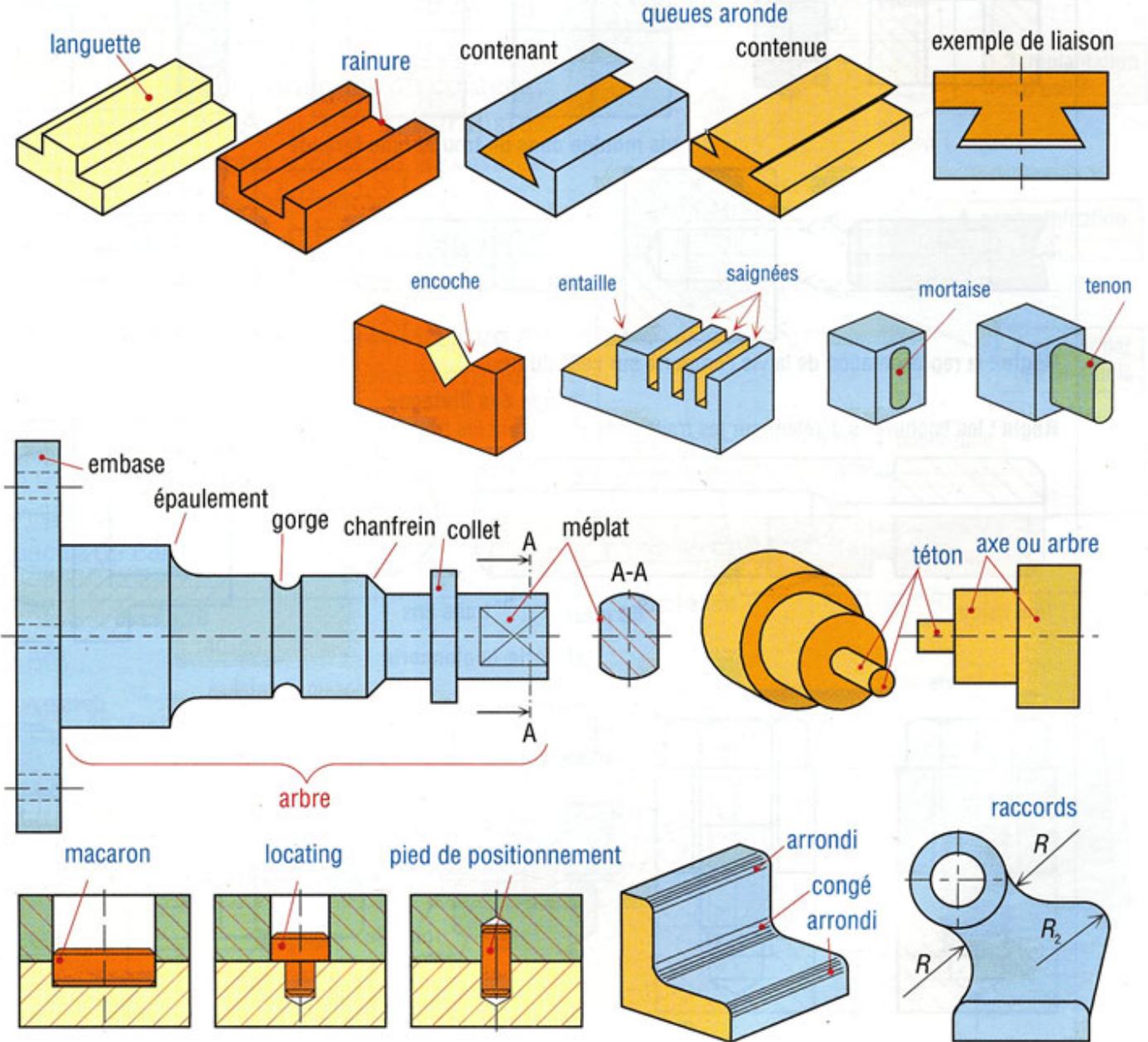
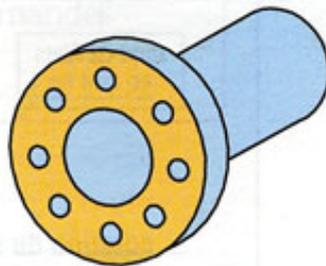
bossages

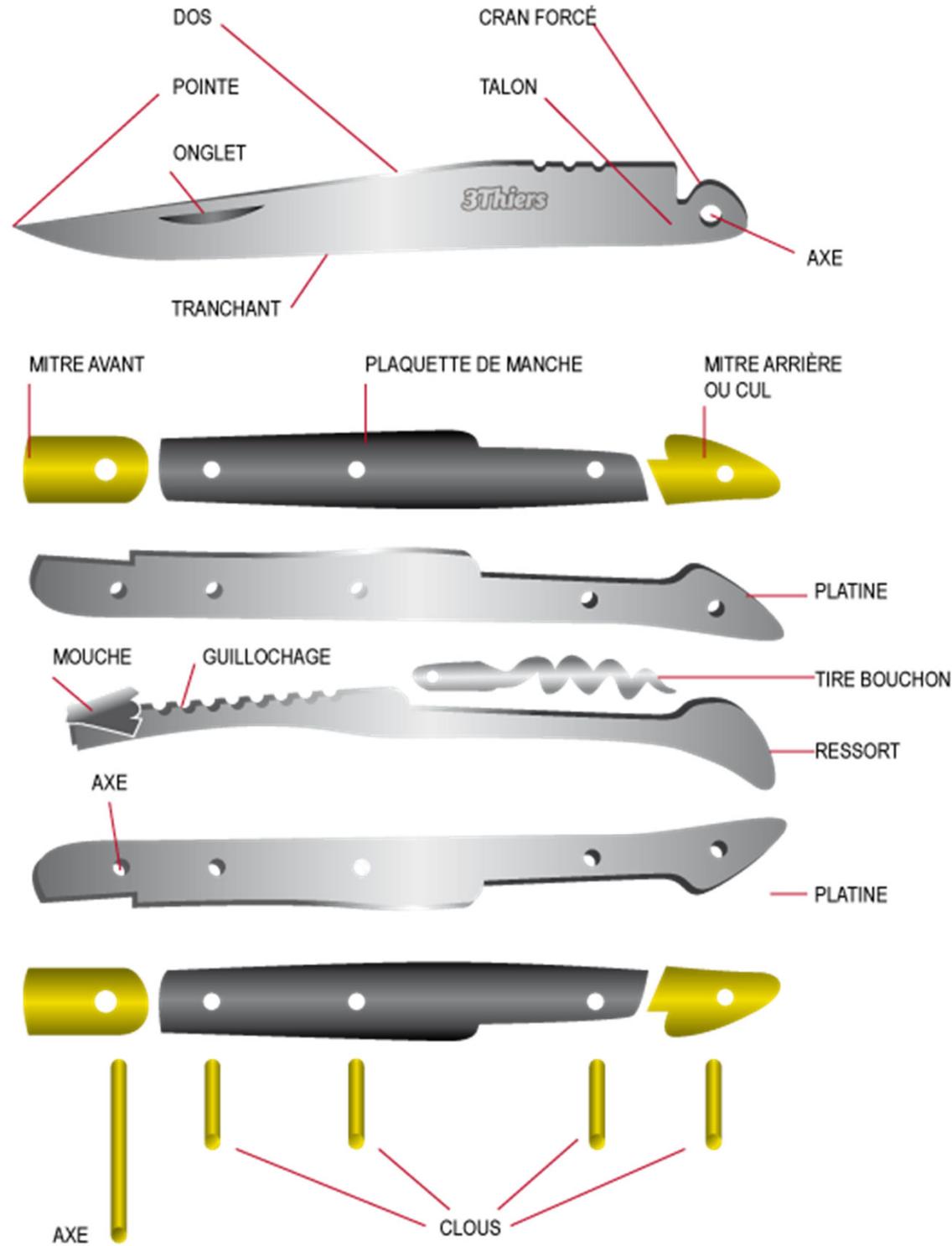
semelle évidement

chambrage

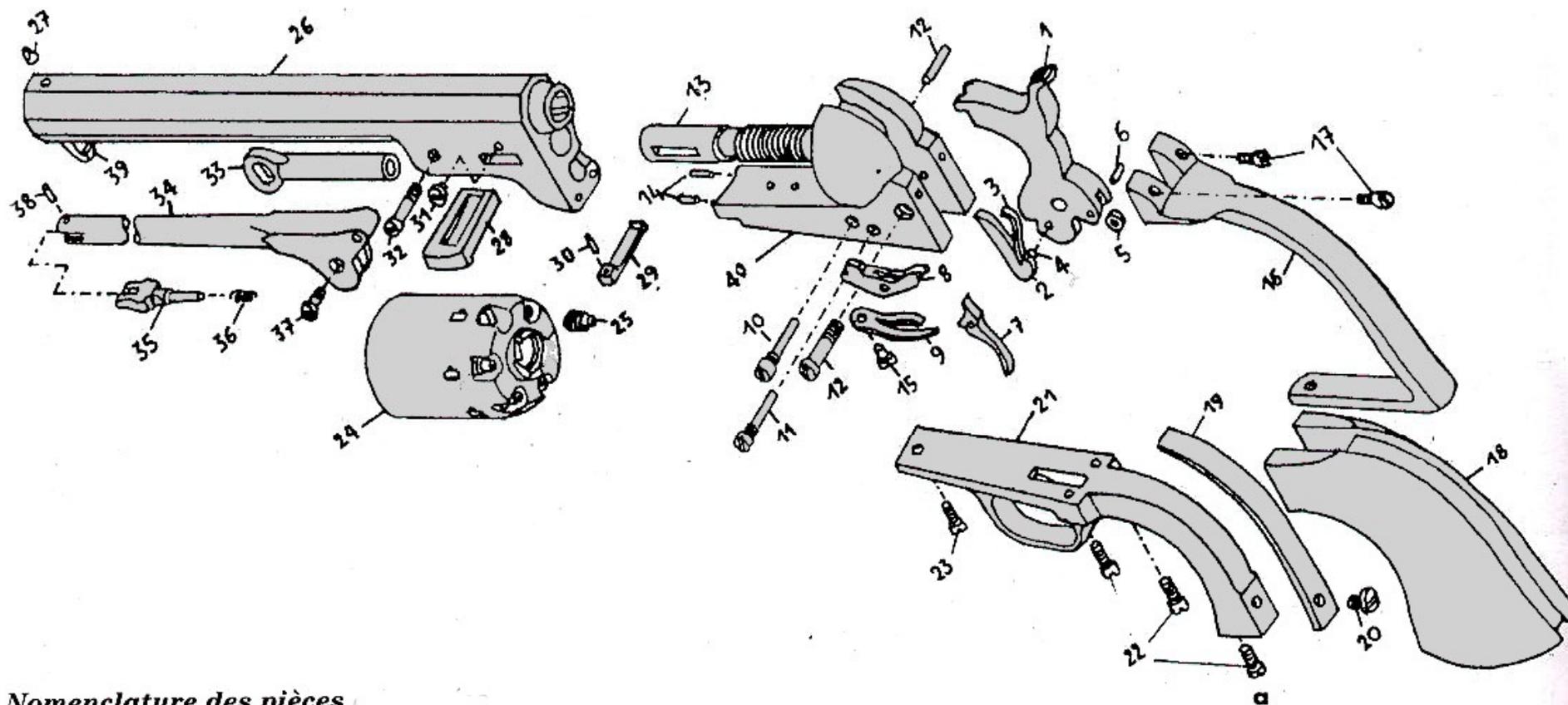


bride



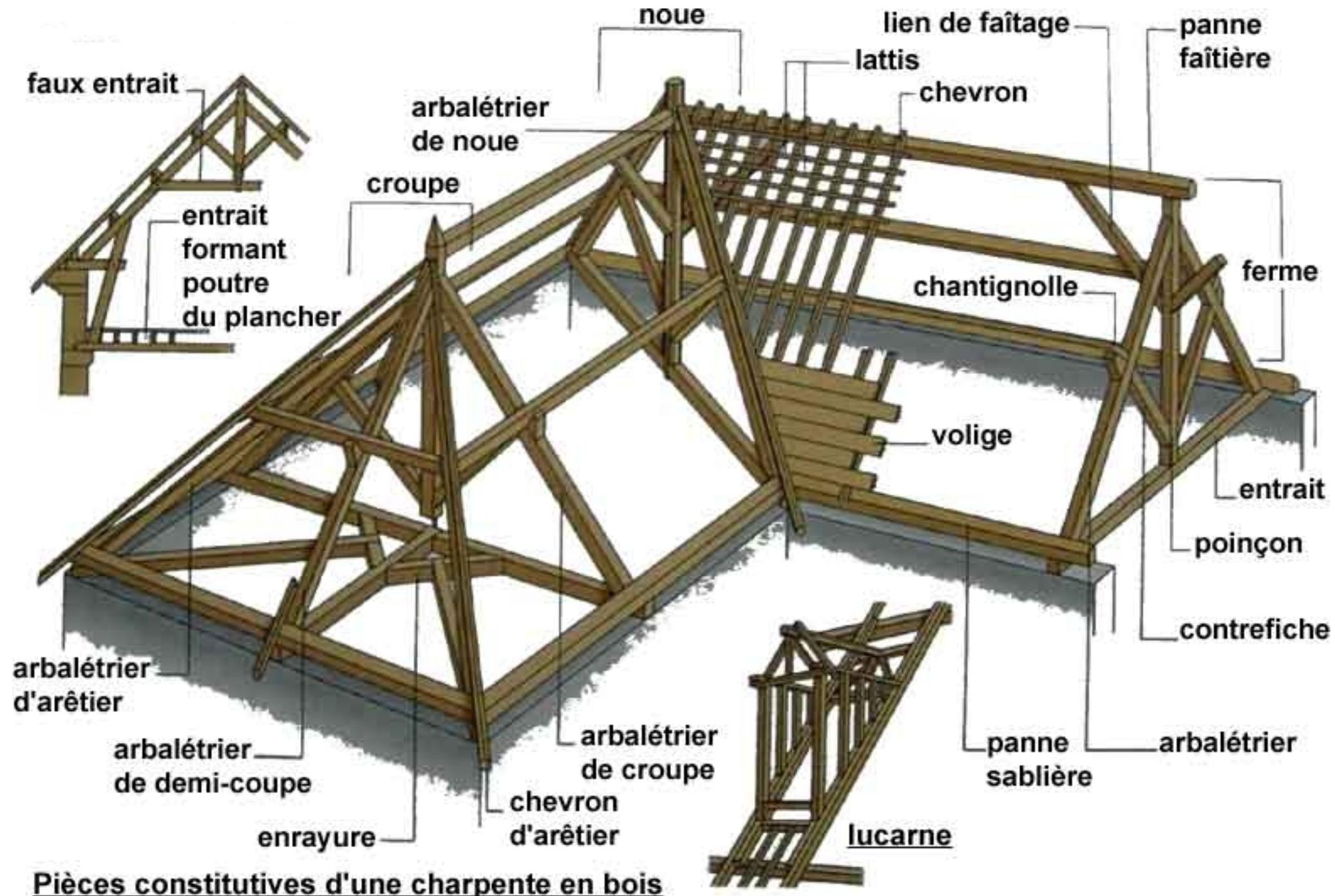


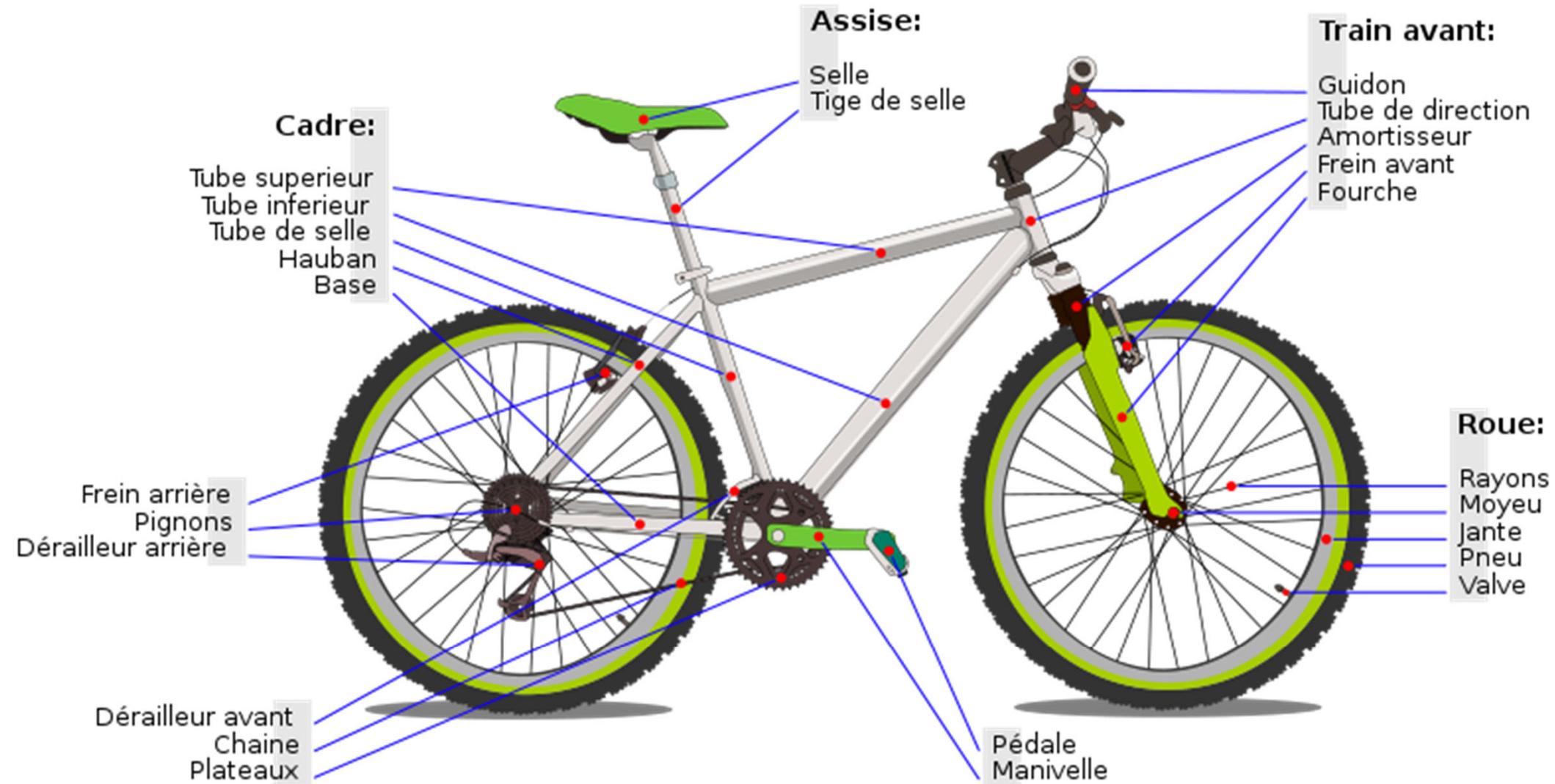
## Nomenclature d'un Colt Navy 1851

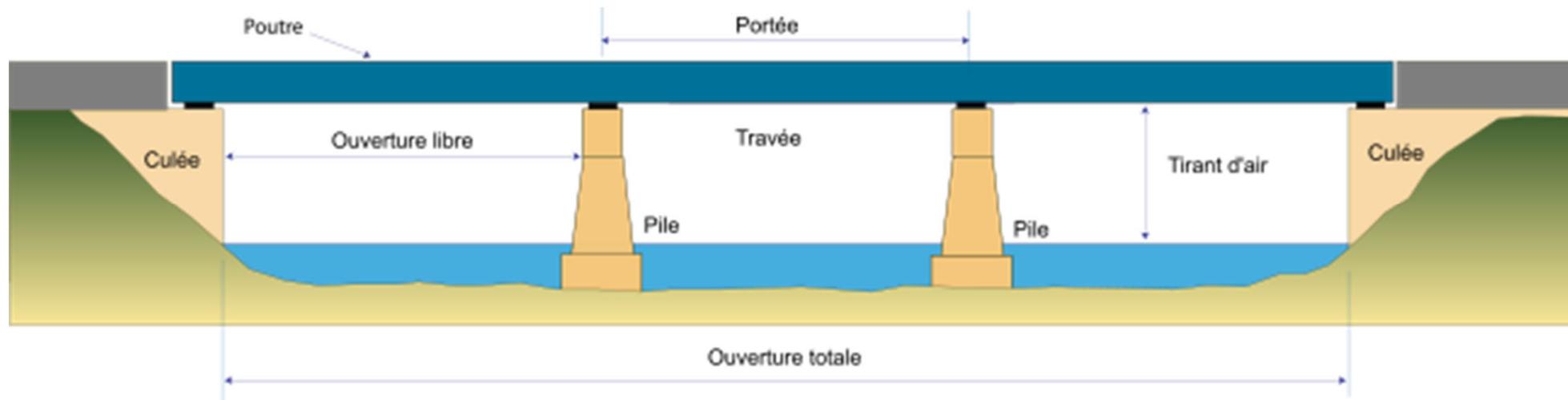
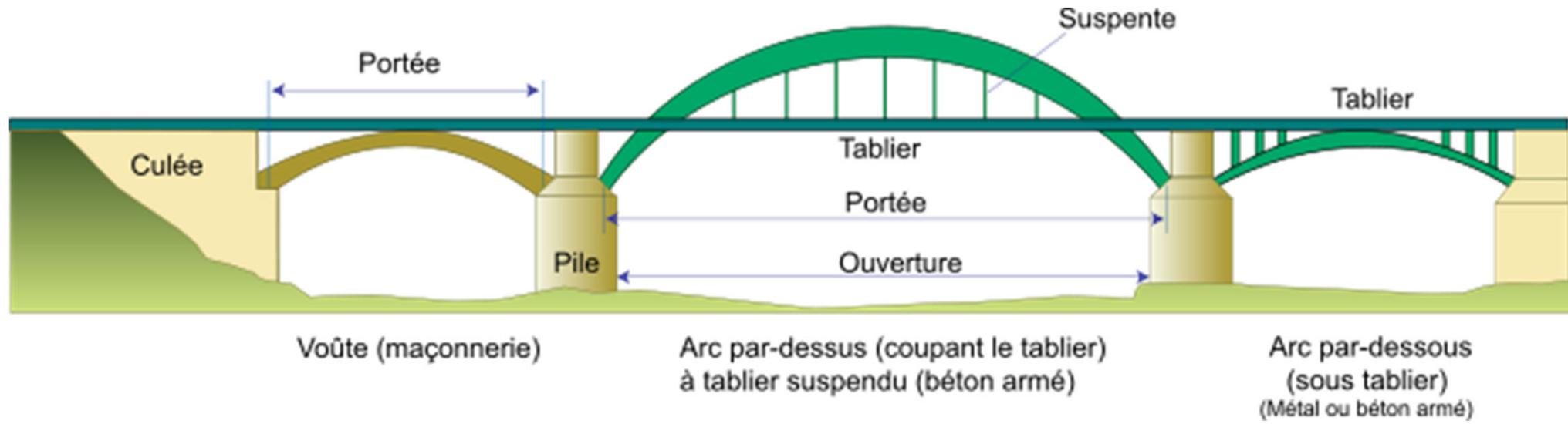


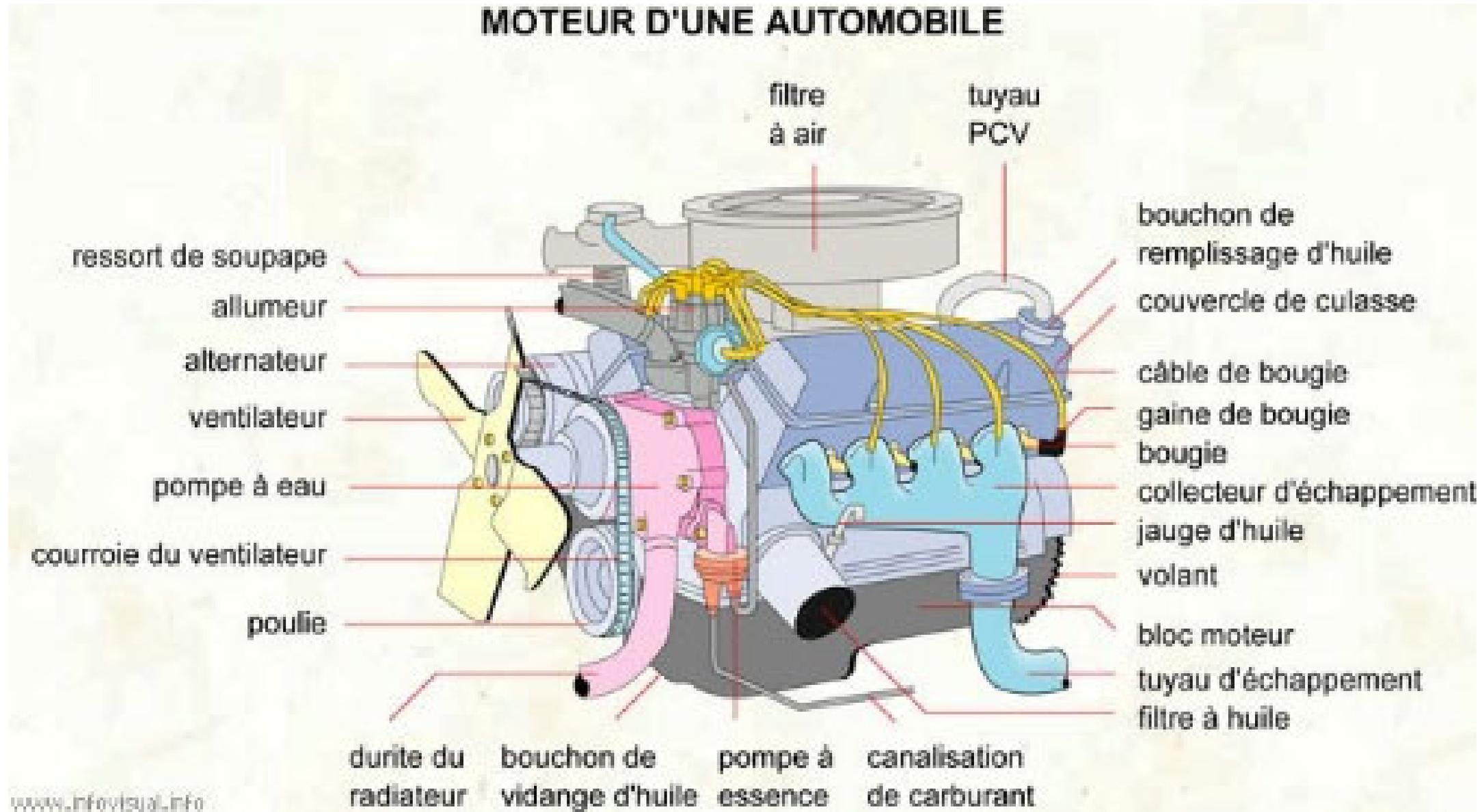
### Nomenclature des pièces

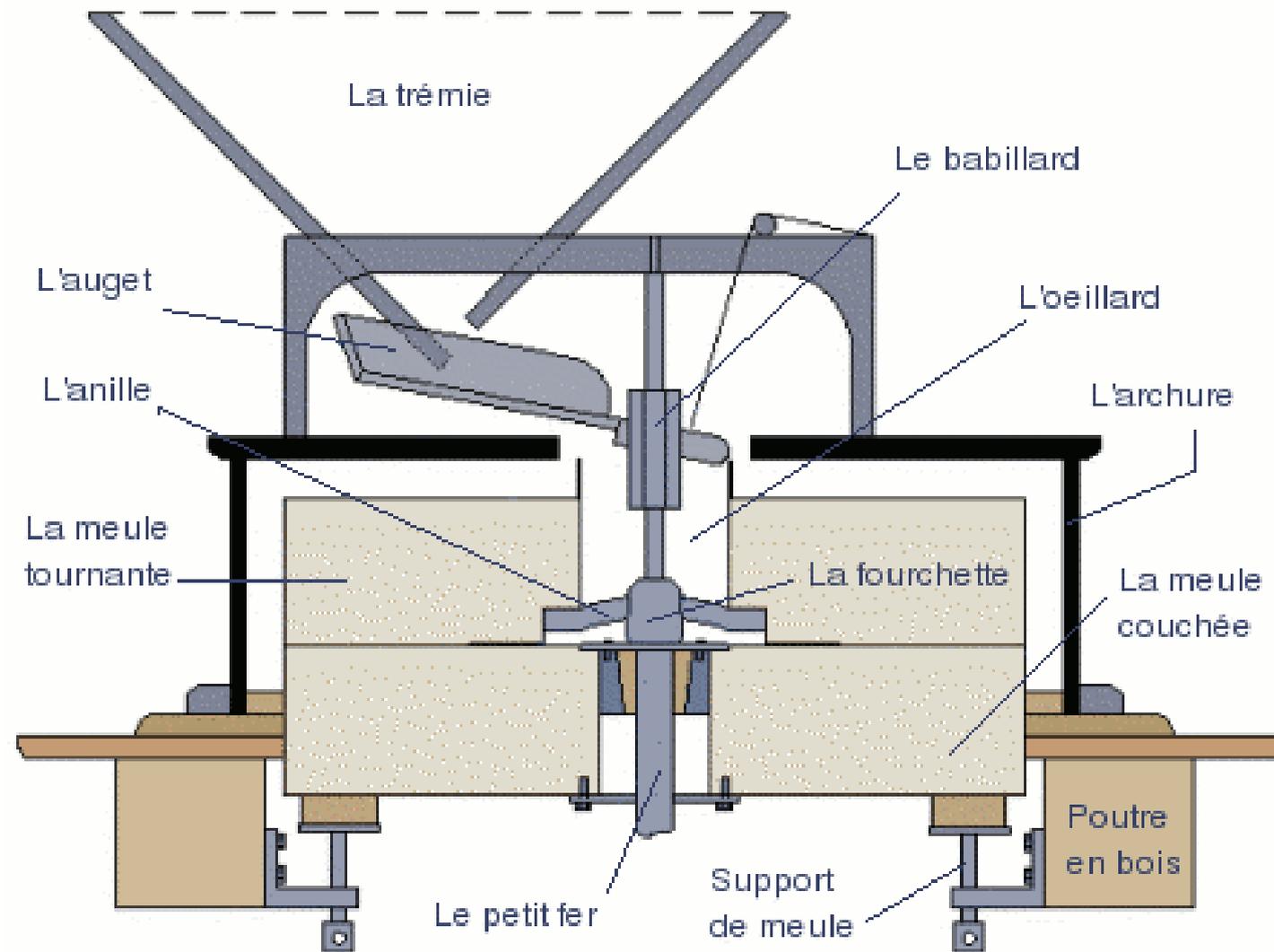
- |  |  |   |
|--|--|---|
| 1. Chien                                   | 13. Axe du barillet.                               | 23. Vis antérieure de sous-garde.               |
| 2. Doigt éleveur                           | 14. Tenons de positionnement du canon.             | 24. Barillet.                                   |
| 3. Ressort du doigt éleveur                | 15. Vis du ressort de came-arrêtoir et de détente. | 25. Cheminée (x 6)                              |
| 4. Axe du doigt éleveur                    | 16. Armature de poignée                            | 26. Canon.                                      |
| 5. Galet du chien.                         | 17. Vis hautes de poignée.                         | 27. Guidon.                                     |
| 6. Axe du galet du chien.                  | 18. Poignée.                                       | 28. Clavette d'assemblage.                      |
| 7. Détente.                                | 19. Ressort du chien.                              | 29. Ressort de clavette.                        |
| 8. Came-arrêtoir du barillet.              | 20. Vis de fixation du ressort du chien.           | 30. Axe du ressort de clavette.                 |
| 9. Ressort de came-arrêtoir et de détente. | 21. Sous-garde.                                    | 31. Vis de clavette.                            |
| 10. Axe de came-arrêtoir.                  | 22. Vis postérieures de sous-garde.                | 32. Axe du levier de chargement.                |
| 11. Axe de détente.                        | 22a. Vis du talon de poignée.                      | 33. Bourroir.                                   |
| 12. Axe du chien.                          |  | 34. Levier de chargement.                       |
|  |  | 35. Loquet du levier de chargement.             |
|  |  | 36. Ressort du loquet du levier de chargement.  |
|  |  | 37. Axe du bourroir.                            |
|  |  | 38. Goupille du loquet du levier de chargement. |
|  |  | 39. Ergot d'accrochage du levier de chargement. |
|  |  | 40. Carcasse.                                   |
|  |  | 41. Goupille de blocage de l'axe du barillet.   |

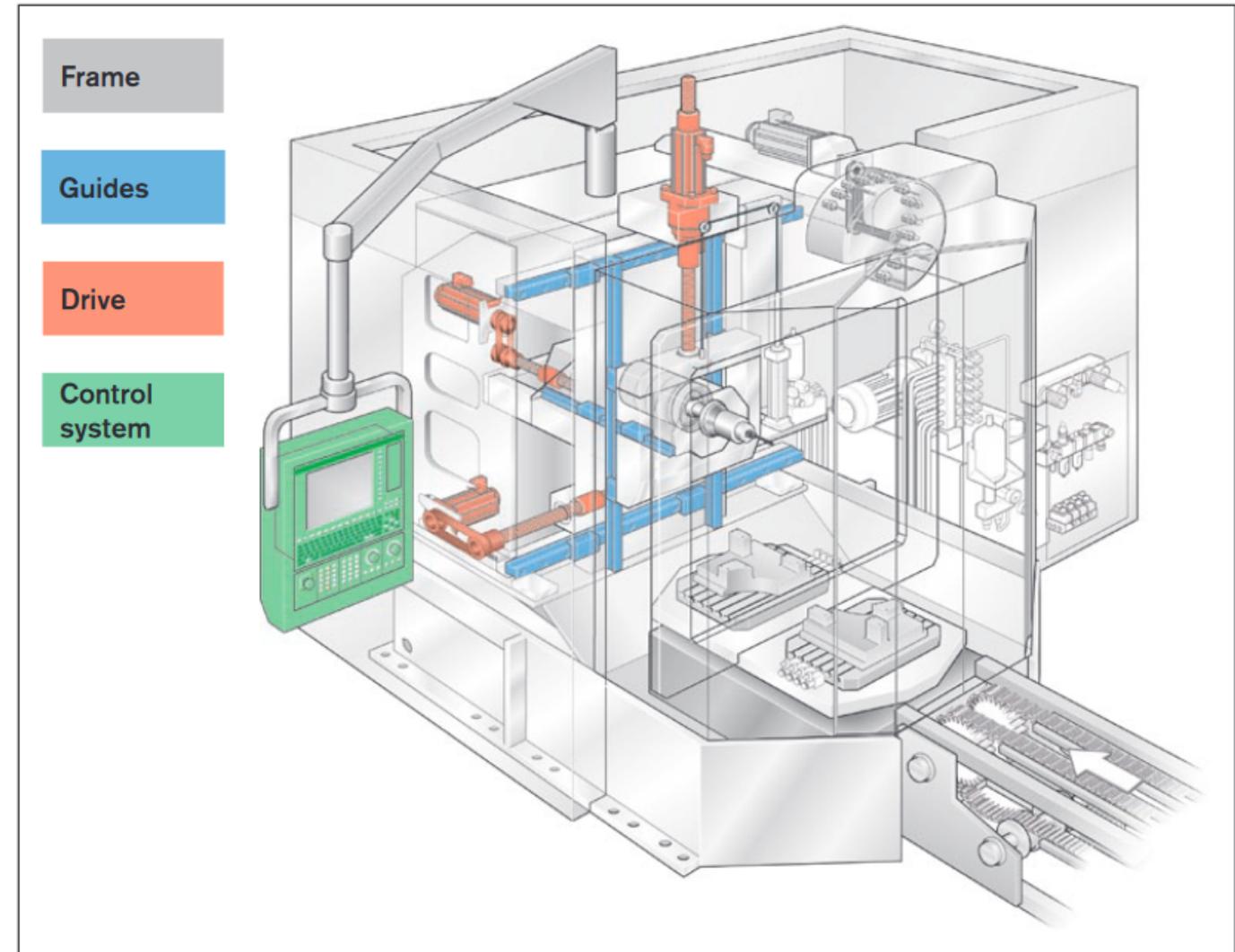
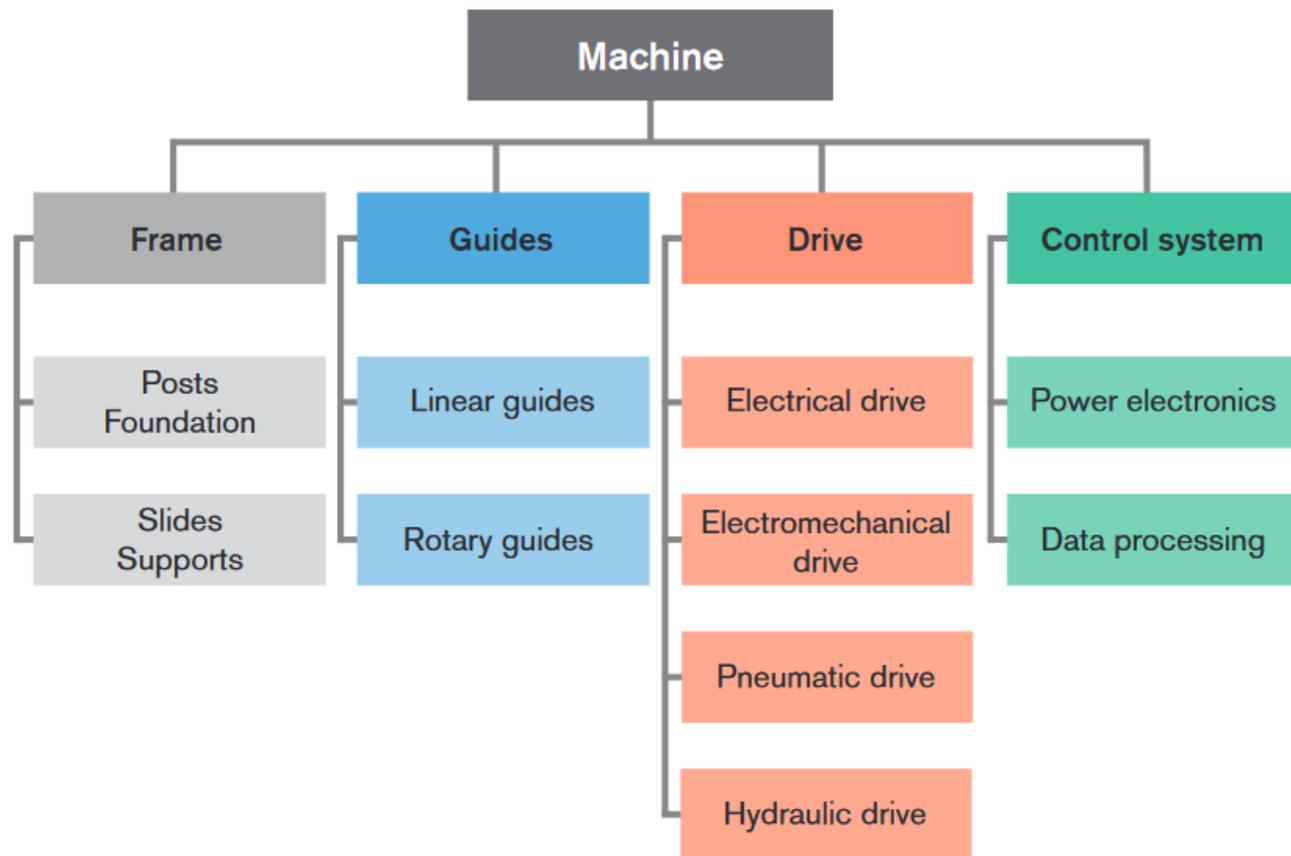




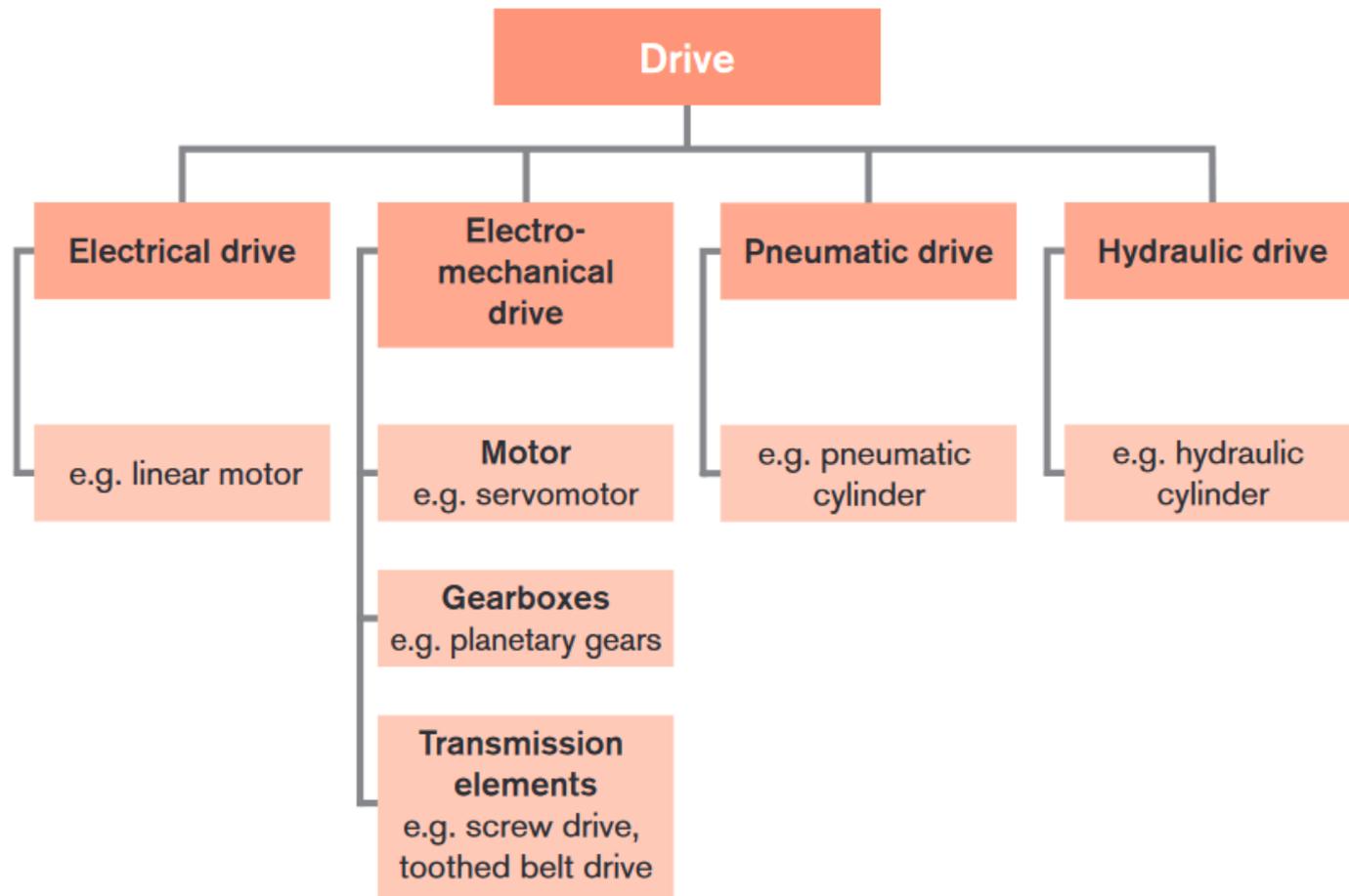




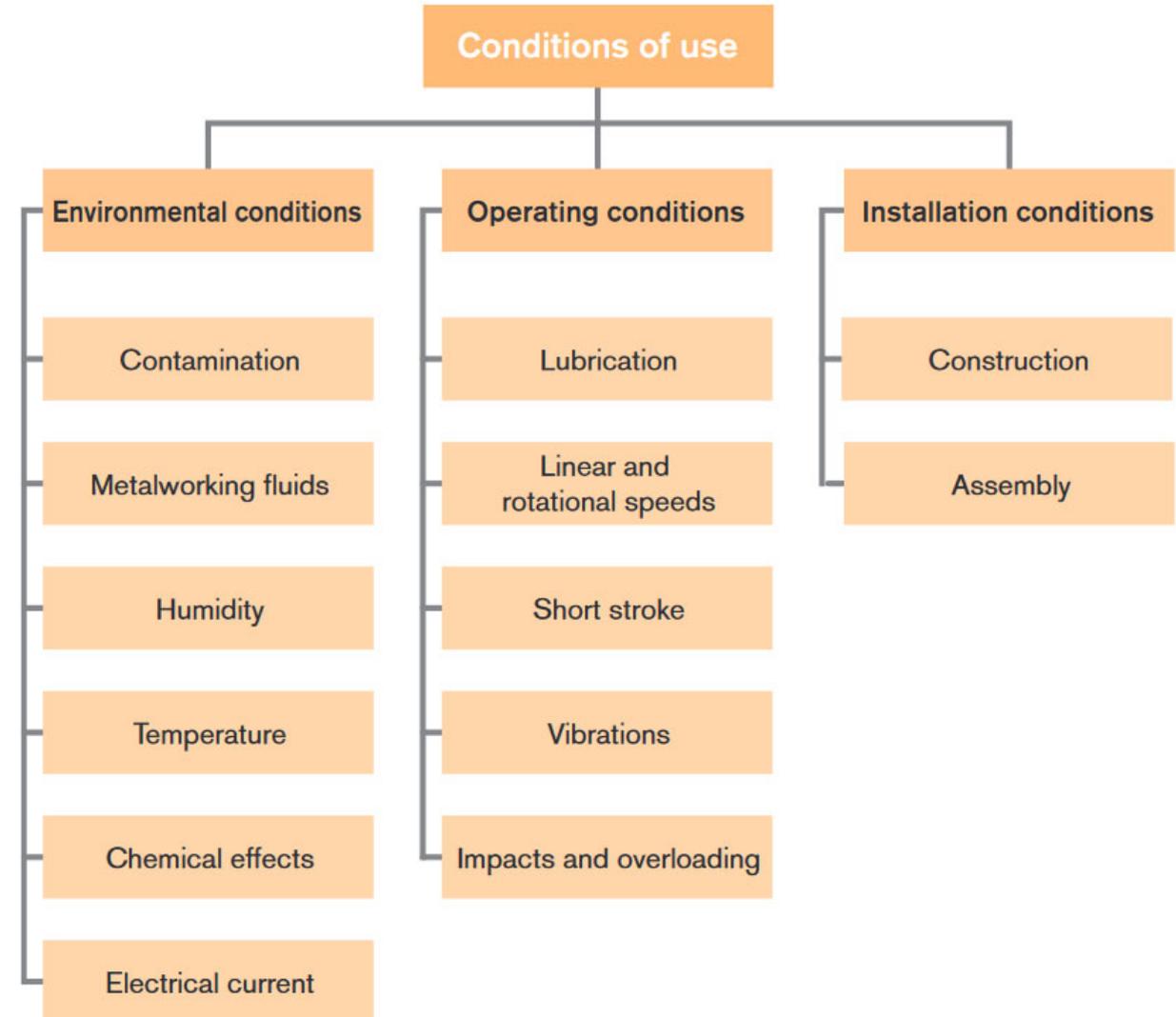




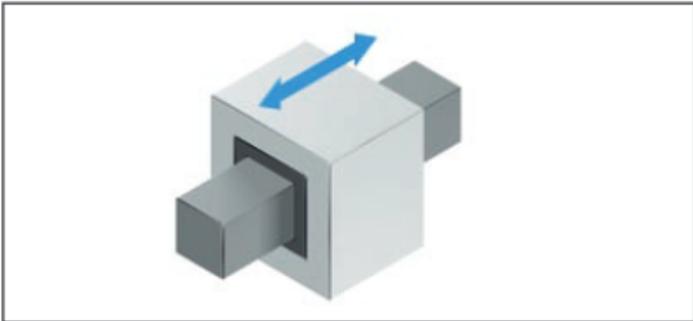
## Eléments de Machine



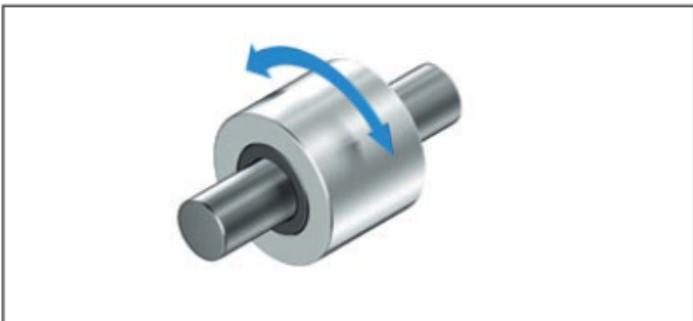
## Conditions d'utilisation



## Éléments de Machine



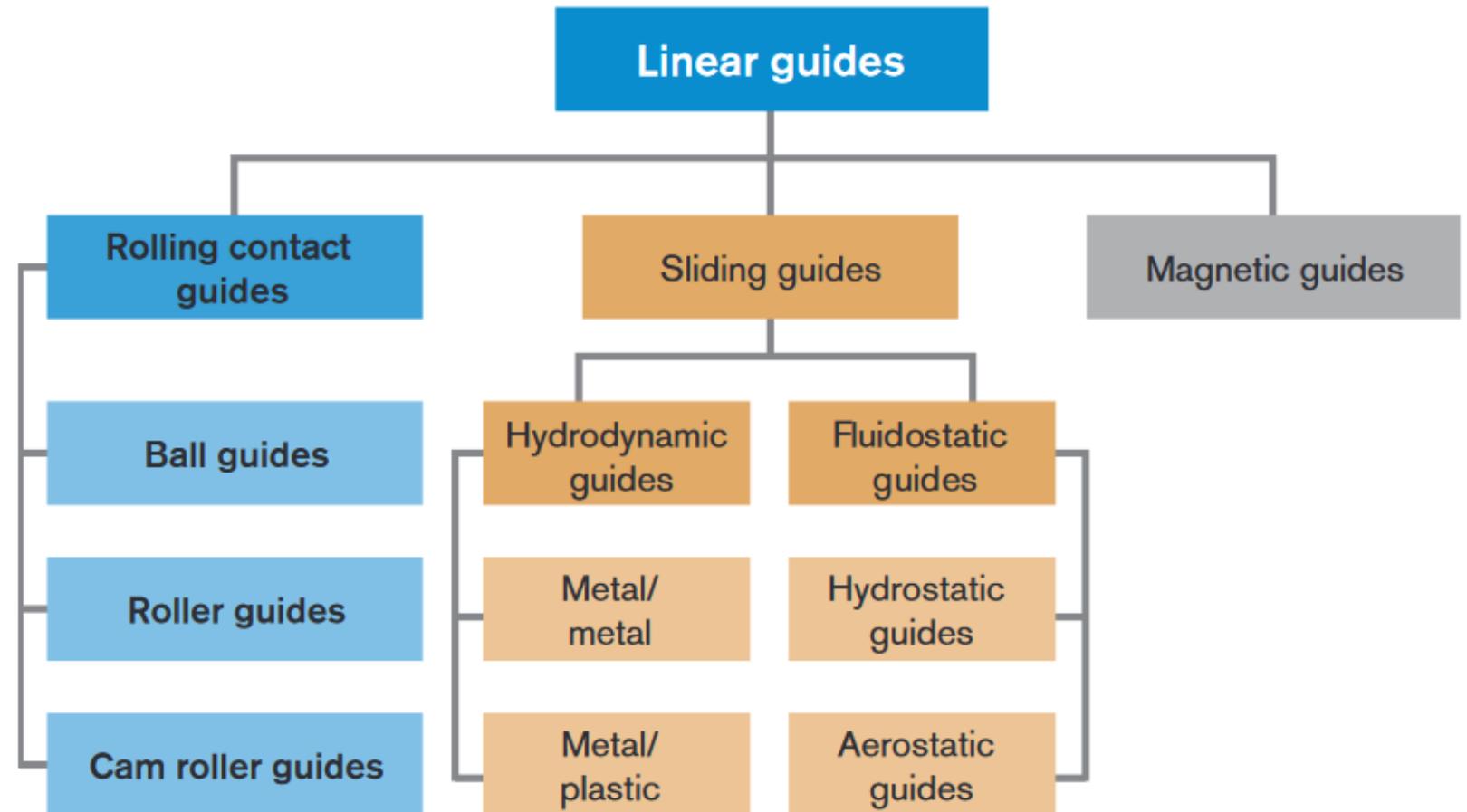
Linear guide



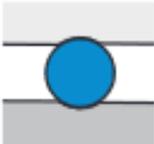
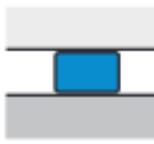
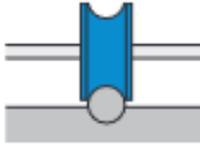
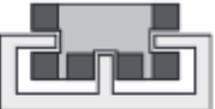
Rotary guide



Screw drive



## Eléments de Machine

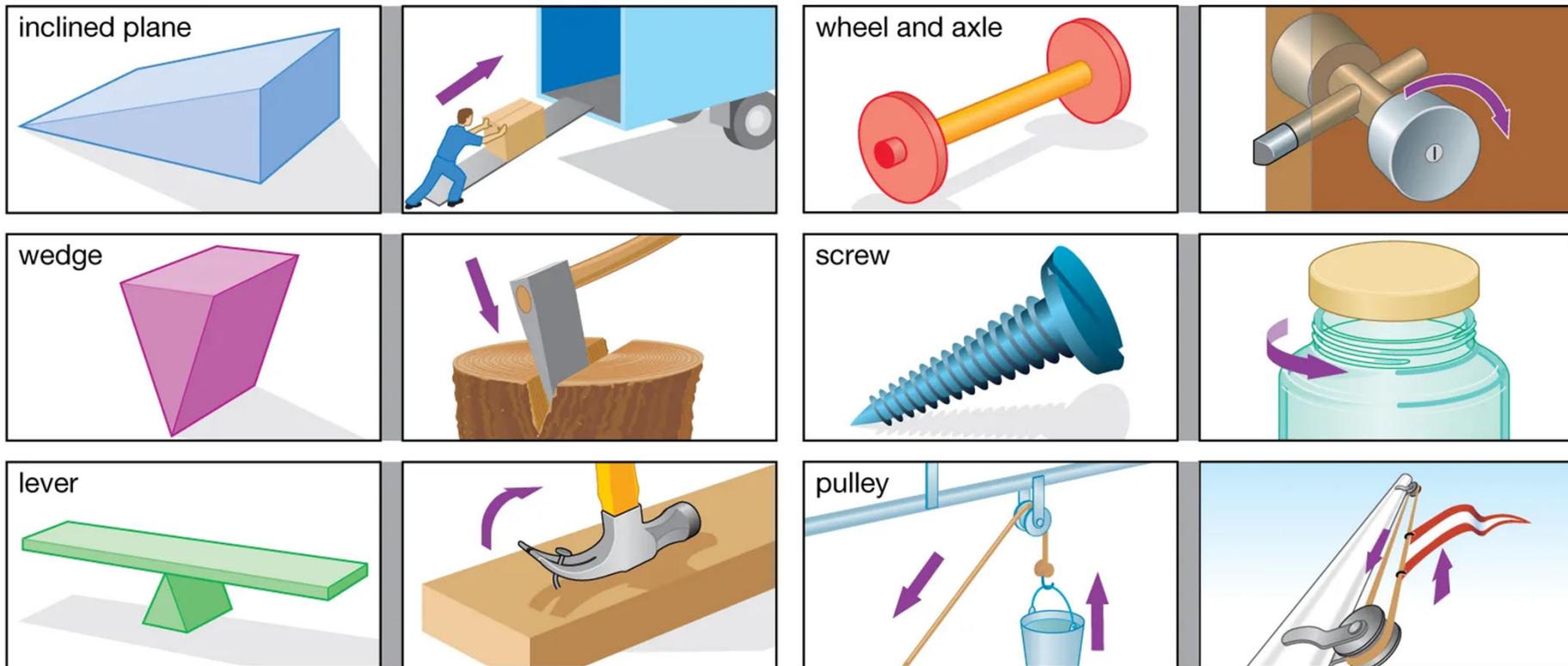
Characteristics	Rolling contact guides			Hydrodynamic sliding guides		Fluidostatic sliding guides		Magnetic guide
	Ball guide	Roller guide	Cam roller guide	Metal/metal	Metal/plastic	Hydrostatic guide	Aerostatic guide	Magnetic suspension
								
Load-bearing capability	+++	+++	++	+++	+++	+++	o	+++
Rigidity	++	+++	+	+++	++	+++	o	+
Accuracy	++	++	++	+	+	++	++	+++
Friction characteristics	++	++	++	+	+	+++	+++	+++
Speed	+++	+++	+++	+	+	+++	+++	+++
Damping characteristics	+	+	+	+++	+++	+++	+++	+++
Operating safety	+++	+++	+++	+++	+++	+	+	+
Standardization	+++	+++	+++	+	+	o	o	o
Service life	++	++	++	++	++	+++	+++	+++
Costs	++	++	++	+++	+++	+	+	o

+++ Very good  
++ Good

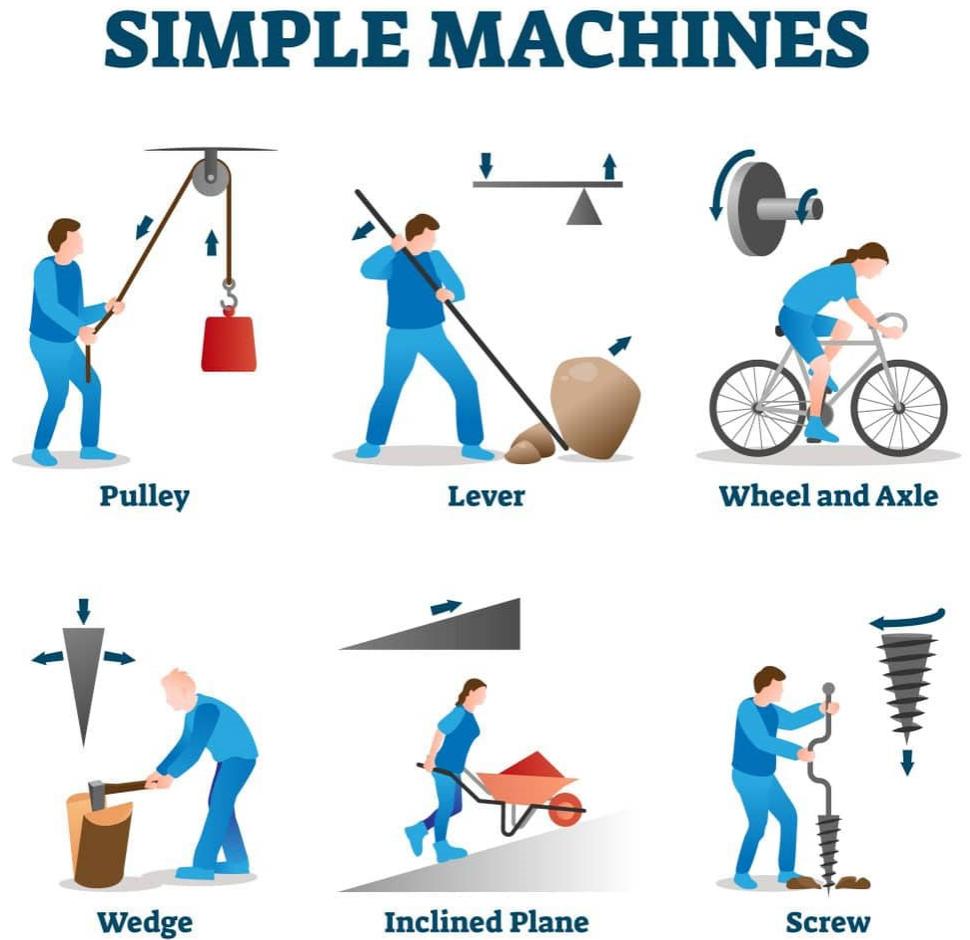
+ Satisfactory  
o Adequate

## Les 6 Machines Simples (5 étudiées depuis le 1<sup>er</sup> siècles après J.C.)

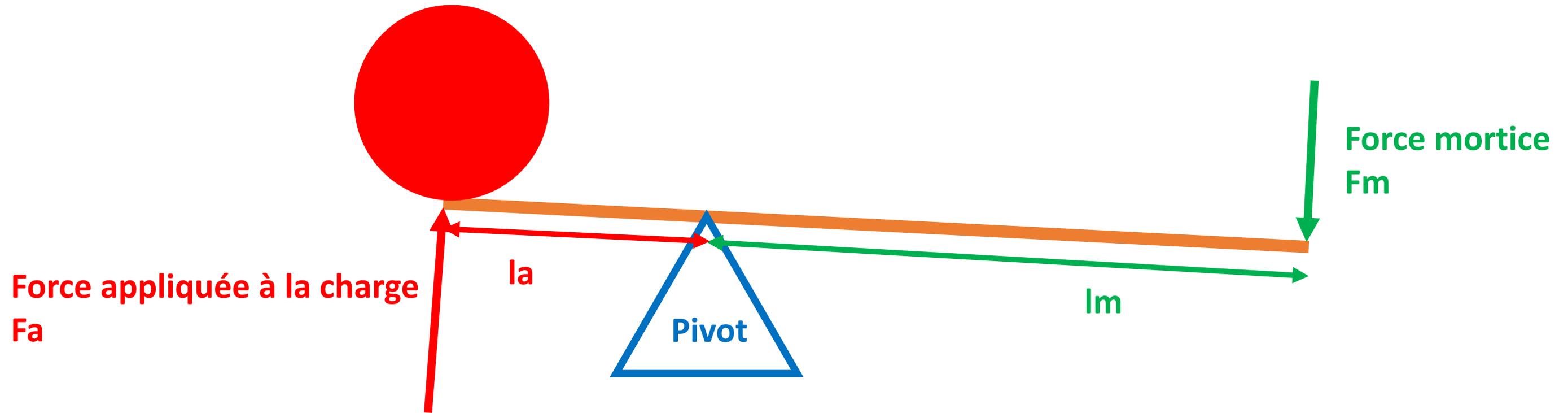
= Dispositif mécanique élémentaire permettant de transformer une force de module et de direction déterminés en une force dont le module ou la direction sont différents



© Encyclopædia Britannica, Inc.



## Les Machines Simples (Exemple) Le levier:



Avantage Mécanique:

$$AM = \frac{F_a}{F_m} = \frac{l_m}{l_a}$$