

PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DE L'HÉLICOPTÈRE

Comment ça marche ?



Aérodrome de Lognes

Emerainville

77185 LOGNES

01 60 05 71 20

01 60 05 58 54

contact@helico.org

FFH

Principe de fonctionnement de l'hélicoptère



Page 3 | Notion de base

Page 6 | Le principe du vol

Page 9 | Le rotor

Page 12 | La BTP

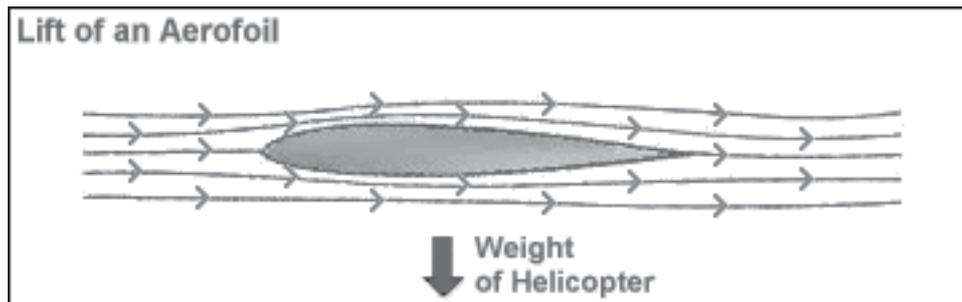
Page 14 | Les moteurs

Ceci est la reproduction in extenso d'un article publié sur le site „helicoptere.com“, site très bien documenté, aujourd'hui malheureusement disparu.

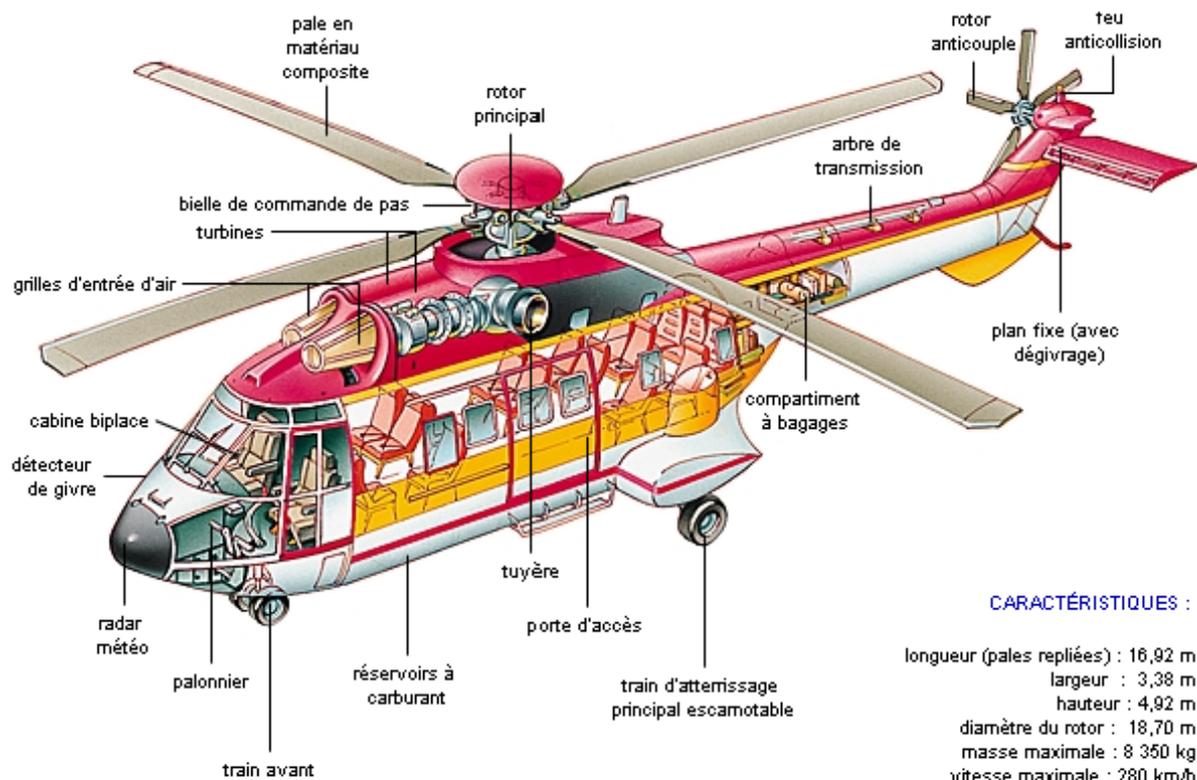
Comment ça marche ?

Notion de base

L'hélice de l'avion assure une traction, elle "tire" l'avion en se vissant dans l'air comme une vis dans du bois. Au décollage, lorsque l'avion va assez vite, son aile génère une portance qui lui permet de voler. "La portance est une fleur qui naît de la vitesse".



Le rotor de l'hélicoptère est à la fois l'aile et l'hélice. Il assure traction ET portance en tournant.

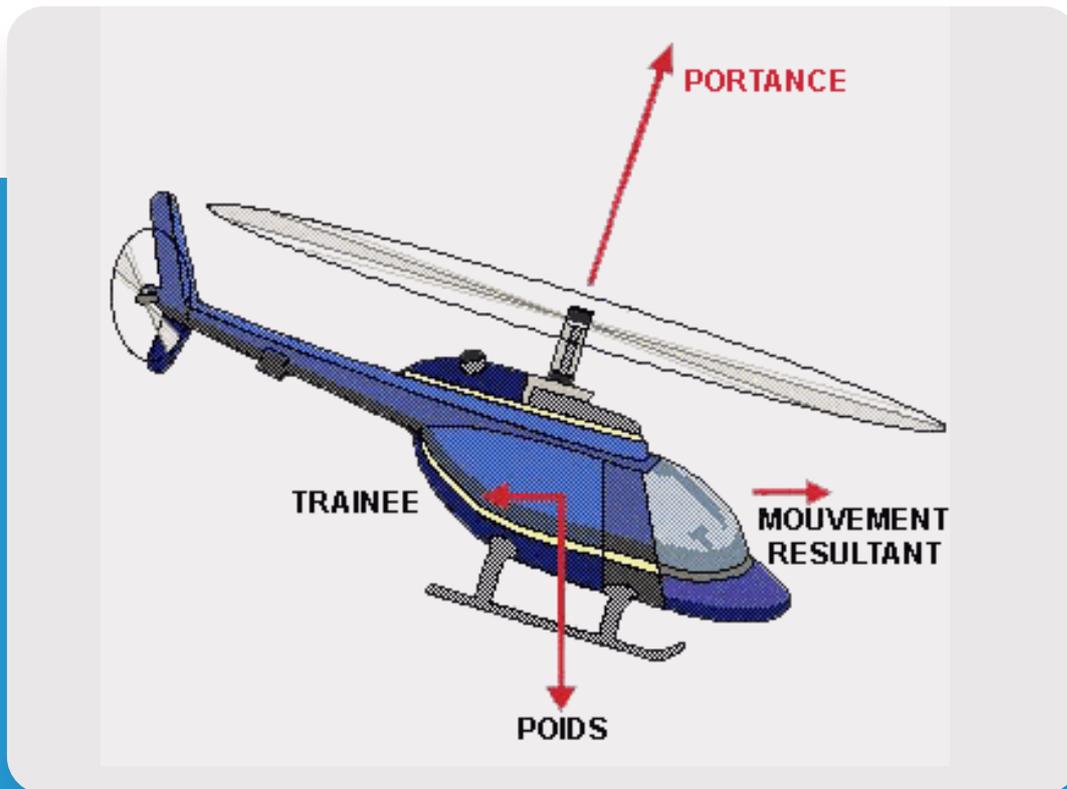


CARACTÉRISTIQUES :

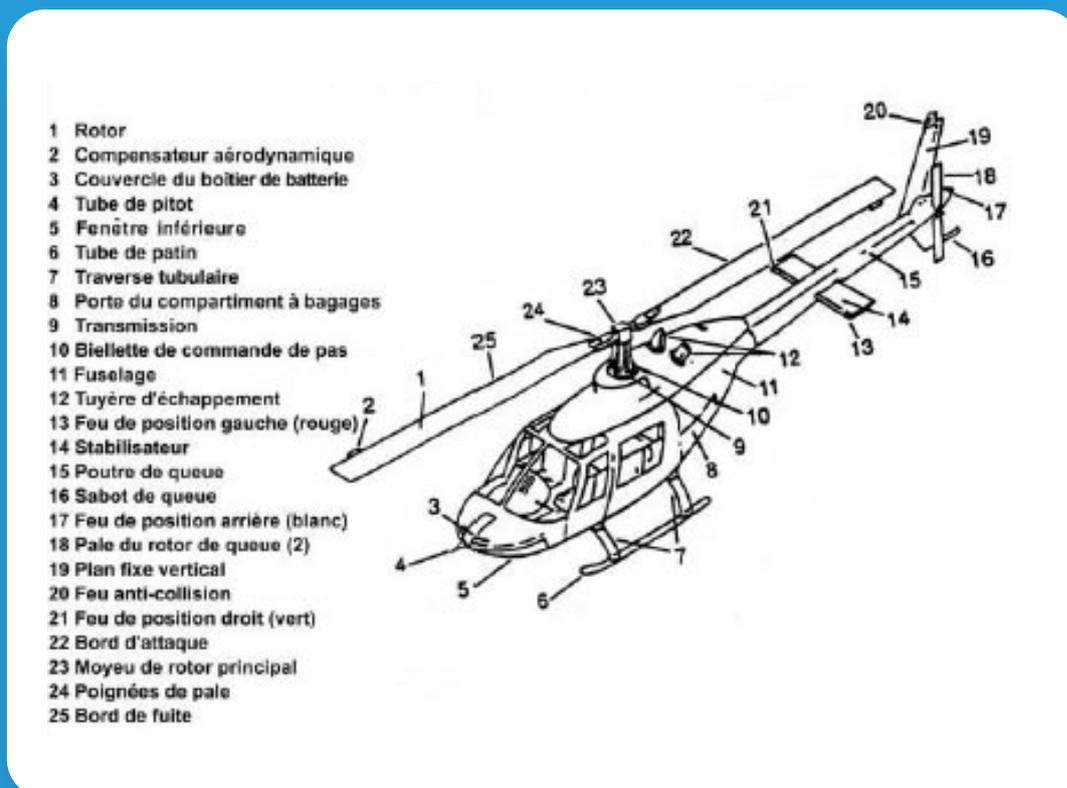
longueur (pales repliées) : 16,92 m
largeur : 3,38 m
hauteur : 4,92 m
diamètre du rotor : 18,70 m
masse maximale : 8 350 kg
vitesse maximale : 280 km/h

hélicoptère français Super-Puma 332

Les forces en présences :



Les différentes parties constituantes :



Pour résumer simplement :

L'hélicoptère vole en remplaçant les ailes fixes d'un avion "normal" par une voilure tournante : les pales.

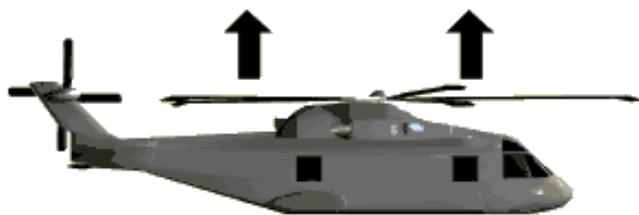
Lors de son déplacement dans l'air, le rotor génère une portance, de la même façon que le fait une voilure fixe.

La portance générée peut être contrôlée et manipulée par le pilote afin de produire un déplacement dans pratiquement toutes les directions.



Comment ça marche ?

Le principe du vol



Le rotor est entraîné en rotation par un groupe moto-propulseur, constitué d'un moteur (à pistons ou turbine), d'un embrayage et d'un réducteur aussi appelé BTP (boîtier de transmission principal).



Comme pour l'hélice, le rotor exerce sur l'air un couple dû à son mouvement. L'air en retour (principe action = réaction) exerce un autre couple d'intensité égale mais de sens opposé.

Imaginez que vous percez un mûr avec une perceuse de 1000 Cv. Vous tournerez avec la perceuse. C'est ce qui se passe avec le rotor principal. Pour permettre le vol on dispose généralement à l'arrière un rotor anti-couple (ou rotor de queue). Si ce système est le plus courant, on utilise parfois d'autre moyen comme le fenestron (Gazelle) ou un puissant jet d'air (Hughes 500 notar) ou bien 2 rotors contra rotatif sur 2 axes séparés (banane volante Piasecki) ou sur le même axe (Kamov).



Le rotor anti couple consomme en viron 10% de la puissance moteur. Il est bruyant, il est dangereux, il est sensible au vent de travers, il est couteux, il est fragile. Toutes ces raisons font que les constructeurs cherchent à l'optimiser et/ou si possible l'éviter.



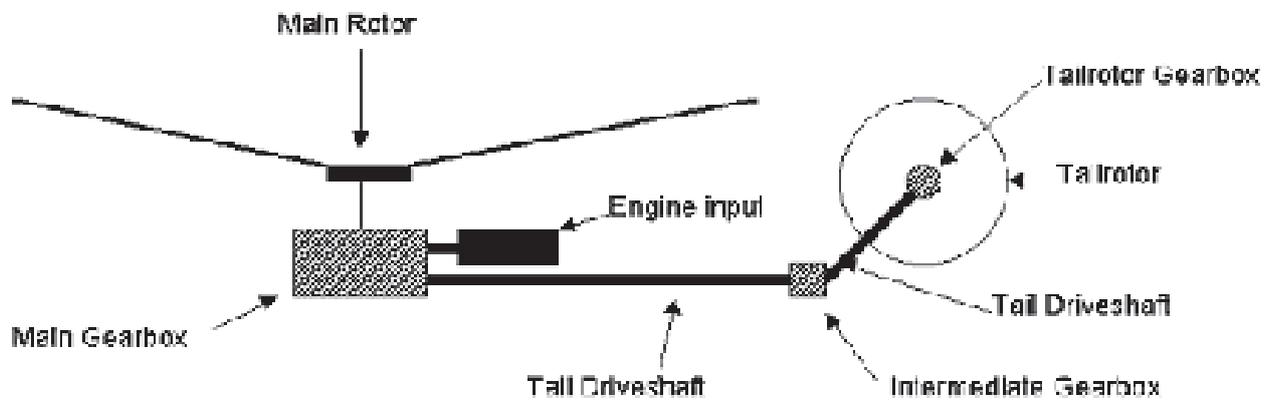
Pour évoluer dans toutes les directions, le pilote incline le disque rotor dans la direction choisie.

Le pilote dispose de trois commandes :

1. Le palonnier manipulé par les pieds qui contrôle l'axe de lacet c'est à dire le pas du rotor anti couple
2. Le manche à balais ou cyclique qui contrôle les axes de tangage et de roulis
3. Enfin le pas général ou collectif situé à gauche du pilote qui contrôle le moteur et le pas des pales.



Le principe de l'anti couple



Pour contrôler les organes mécaniques de sa machine, le pilote dispose d'instruments disposés sur une console. Il indique par exemple l'altitude, la vitesse, la régime du moteur et du rotor, les couples de ces derniers, la radio...

Concernant l'anticouple, il est utilisé en permanence par le pilote, à chaque variation de régime du rotor principal le pilote doit effectuer une correction sur l'axe de lacet (anticouple), comme par exemple lors du décollage. L'efficacité de cet organe est fondamentale car les capacités de vol d'un hélicoptère peuvent être limitées par vent de travers du fait de l'anticouple, le pilote risque en effet de se retrouver 'en butée' (commande braquée au maximum) !

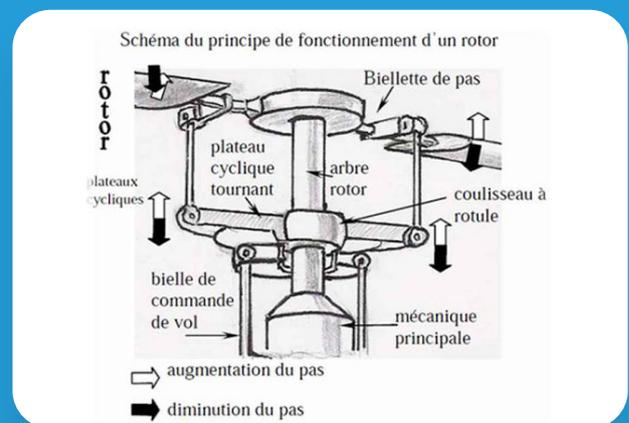
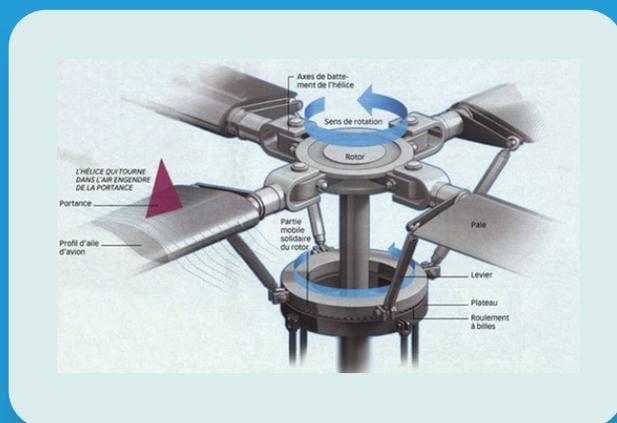
Enfin, en vol rectiligne stabilisé, le pilote veille à la symétrie de son vol grâce à un petit brin de laine fixé sur le Plexiglas de la cabine, en agissant sur l'axe de lacet. On retrouve ce petit ustensile sur les planeurs pour les mêmes raisons !

Comment ça marche ?

Le rotor

Vous l'avez compris, tout le principe du vol de l'hélicoptère est basé sur cette 'aile en hélice'. Tout le problème consiste à assurer la portance nécessaire au vol, mais aussi la possibilité de diriger précisément l'hélico. Il ne faut pas oublier qu'une pale même légère (quelques kilos), est soumise à des efforts très importants durant le vol (l'équivalent de plusieurs 'tonnes'), et qu'elle doit donc être solide mais en même temps rester souple !

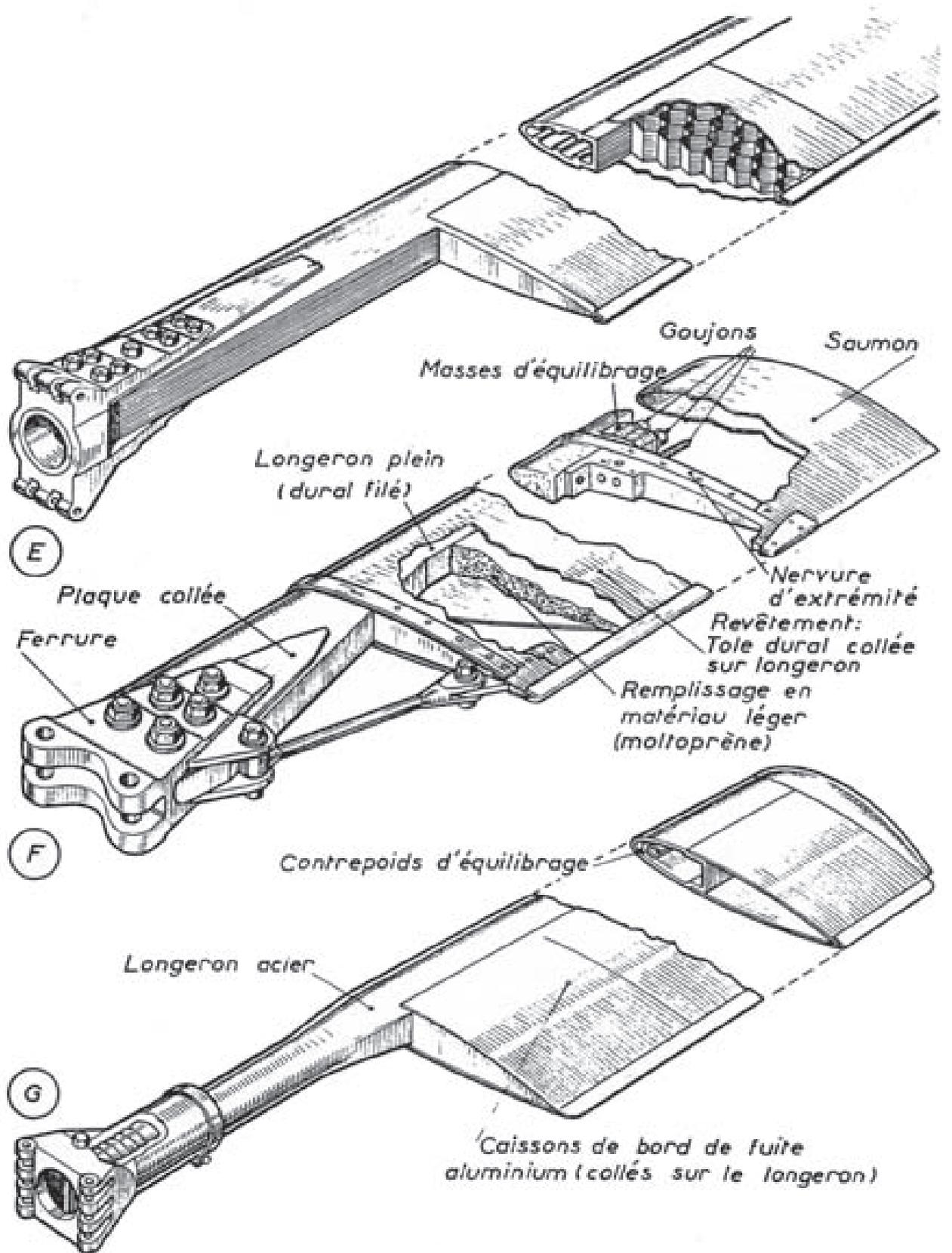
La principale difficulté est de 'transmettre' au rotor les 'ordres' mécaniques donnés par le pilote. Or si le rotor tourne, pas les commandes ! On utilise pour ce faire un système de plateaux tournants, le plateau inférieur est incliné ou déplacé suivant l'axe du rotor par les commandes, il transmet ces mouvements au plateau supérieur auquel il est lié. Seulement, le plateau supérieur est lié aux biellettes qui commandent le mouvement des pales !



Maintenant que l'on sait commander le rotor, on s'aperçoit en vol que pour des raisons de phénomène mécaniques (précession gyroscopique notamment), il faut assurer au niveau du pied de pale des articulations sans quoi le rotor est sa tête sont complètement rigides et cassent à la première sollicitation ! Elles sont au nombre de trois : articulation de : pas, traînée, et battement . Sur les rotors de technologie ancienne, on assure ces articulation à l'aide de pièces métalliques reliées entre-elles par des roulement à billes.

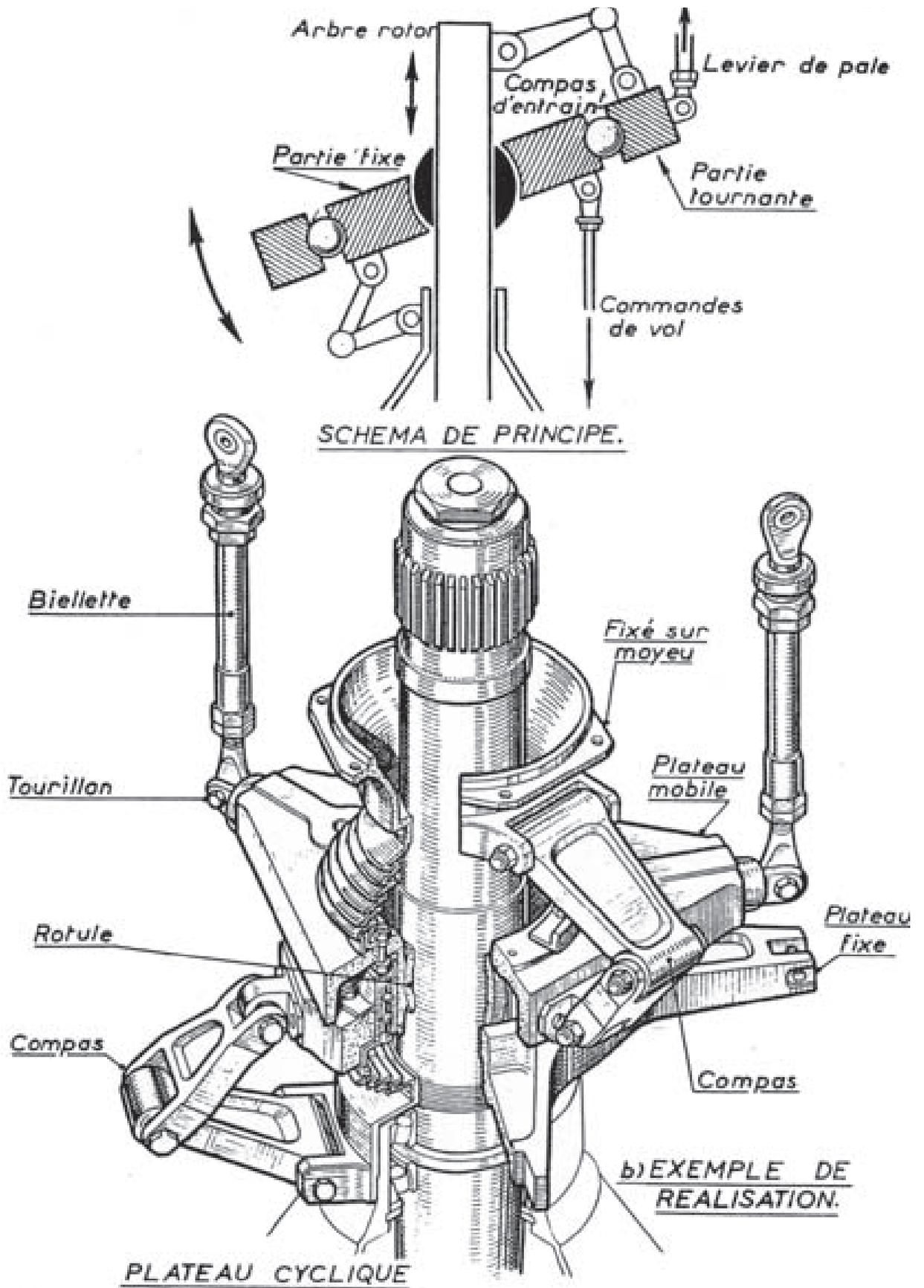
Cette technologie tend à disparaître, elle est lourde, chère, et nécessite une maintenance importante (lubrifications...). On tend à la remplacer par une technologie faisant appel aux matériaux composites qui assurent les articulations grâce à leur flexibilité naturelle !

Vues éclatées de pale de technologie ancienne. Les pales d'aujourd'hui sont réalisées entièrement en fibres composites.



QUELQUES TYPES DE PALES.

Schéma de principe et réalisation d'un plateau cyclique.



Comment ça marche ?

La BTP

Le rotor est entraîné en rotation par un groupe moto-propulseur, constitué d'un moteur (à piston ou à turbine), d'un embrayage et d'un réducteur aussi appelé BTP (boîtier de transmission principal).

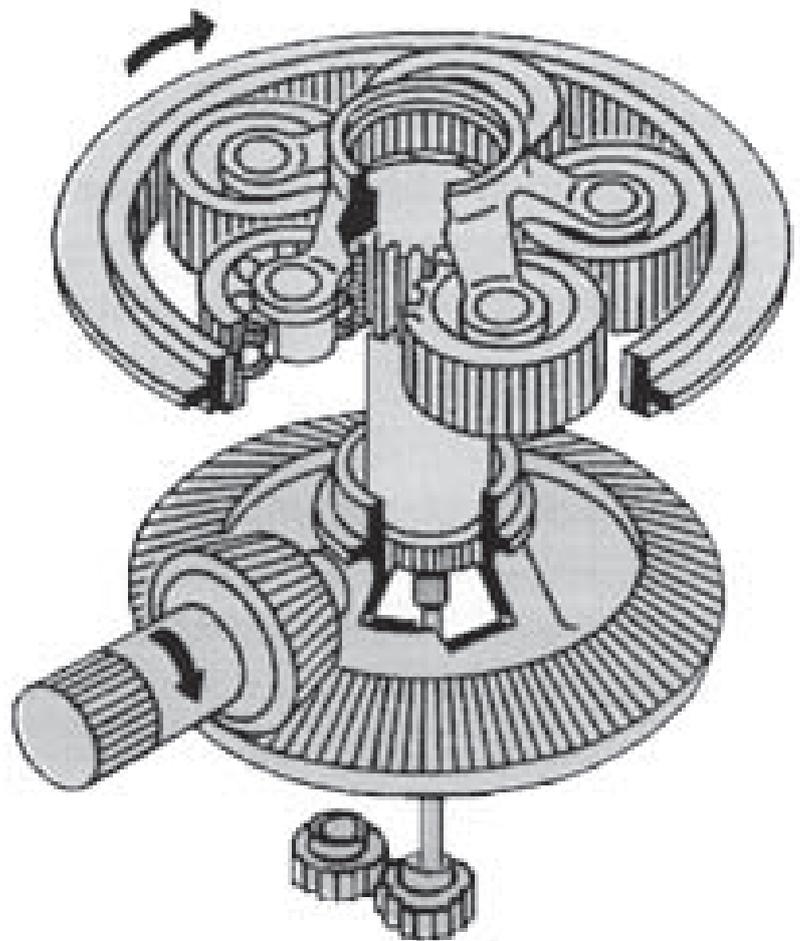


Schéma de principe de la BTP

Très bel éclaté en 3D d'une BTP d'une Alouette II. Notez la complexité de l'ensemble.

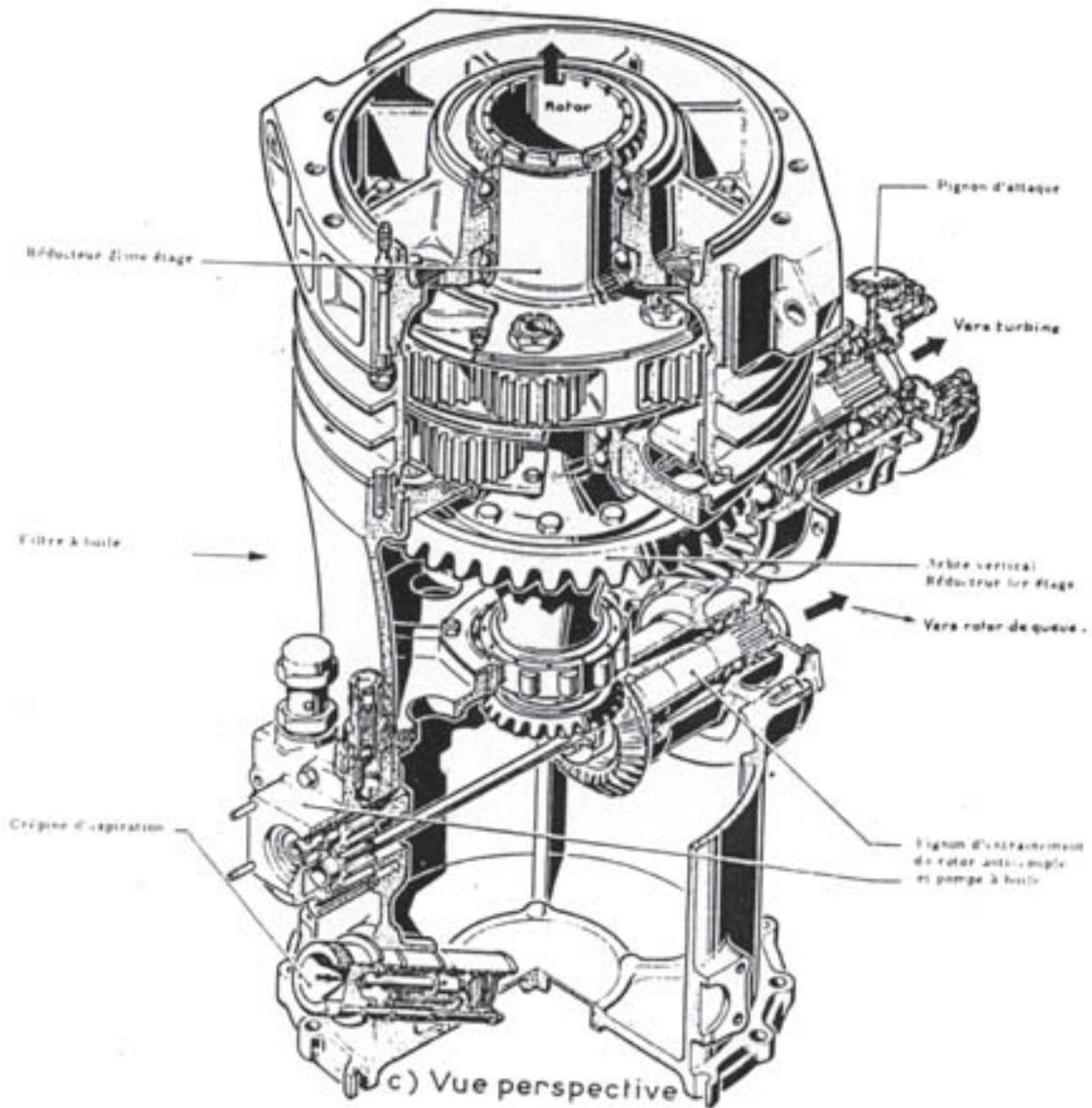


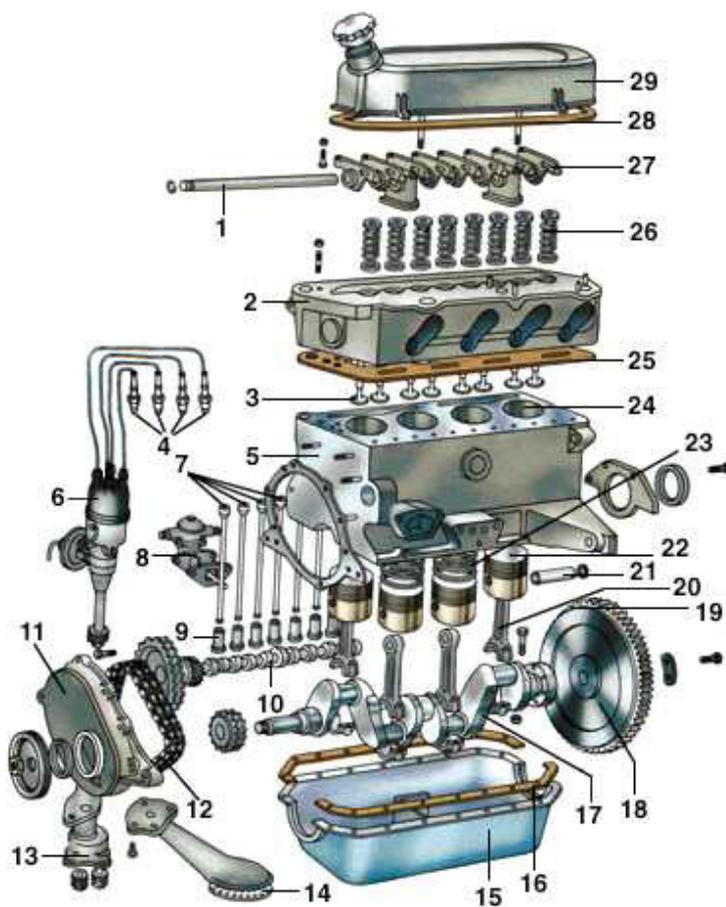
Fig. 9-8 - RÉDUCTEUR PRINCIPAL
pour hélicoptère à turbomoteur (SE 3130)

Comment ça marche ?

Les moteurs

Pour entraîner le ou les rotors, on utilise la puissance délivrée par un ou des moteurs. Ces derniers sont dits à combustion interne et sont de deux technologies : à piston ou à turbine.

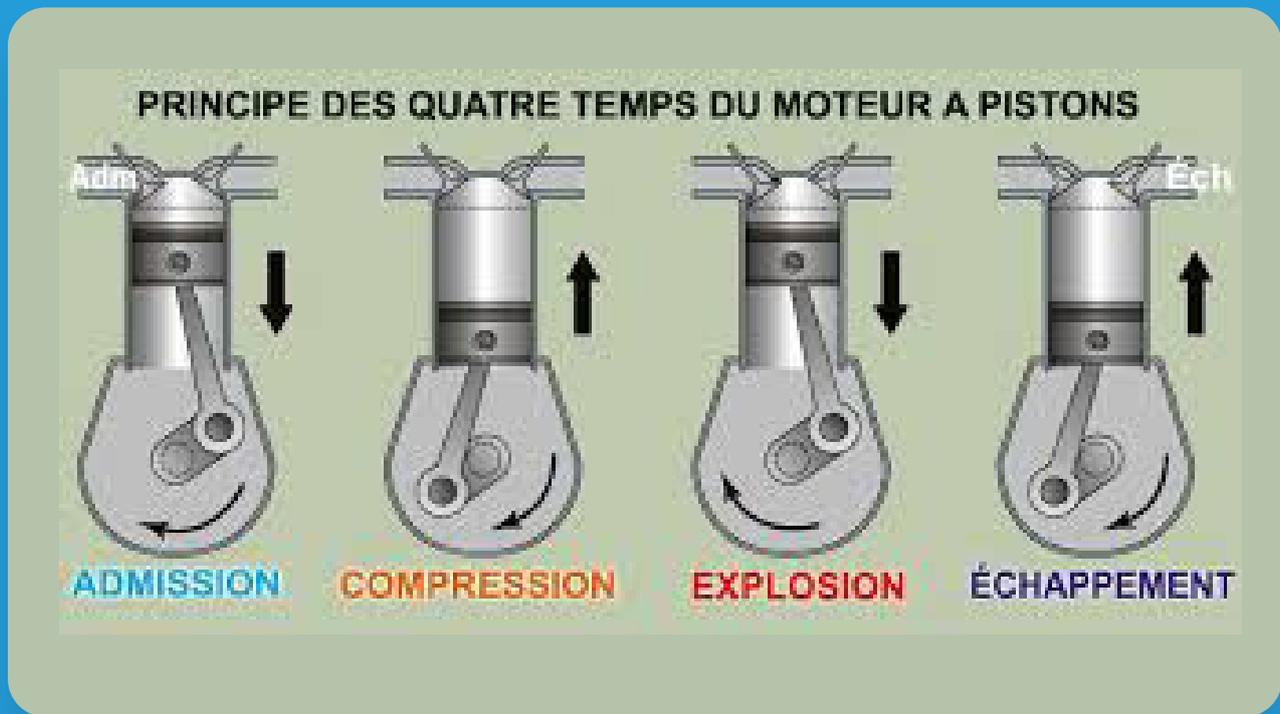
Dans le cas d'un moteur à piston, essence ou diesel (sachant qu'on ne trouve quasiment que de des moteurs à essence (100 LL)), le moteur brûle un mélange air-essence qui en s'enflammant expulse le piston vers le bas moteur, et fait ainsi tourner le vilebrequin (arbre qui relie tous les pistons). Les pistons montants et descendant chacun alternativement suivant un cycle bien établi, on obtient un mouvement de rotation régulier du vilebrequin qui entraîne alors la BTP.



Voici le schéma d'un moteur 4 cylindres - 4 temps



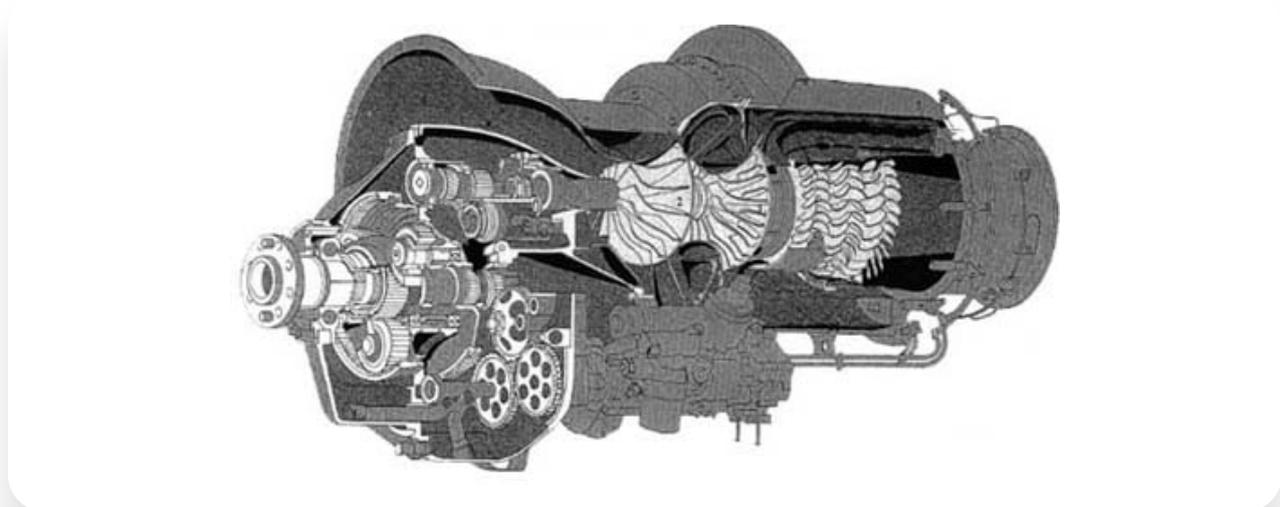
On voit bien ici le mouvement alternatif des soupapes entraînées par l'arbre à cames.



Voici donc pour les principes DE BASE.

Pour les turbines, on utilise aussi la transformation de l'énergie chimique d'un carburant en énergie mécanique par un principe cycle thermique - puissance mécanique. Ici la combustion du carburant le kérosène (un genre de fioul, moins 'pure' que l'essence) fait tourner des aubes de turbines qui entraînent la BTP. La turbine est plus puissante et moins encombrante qu'un moteur à piston mais elle coûte plus cher et consomme plus. Une turbine moyenne tourne à 25.000 trs/min, elle est donc très bruyante, mais elle est aussi plus fiable car ne risque pas le 'serrage' (blocage des pistons par manque d'huile ou surchauffe).

Ci-après une superbe coupe d'une turbine. On retrouve le compresseur, la chambre de combustion et la turbine.





Aérodrome de Lognes

01 60 05 71 20

Emerainville

01 60 05 58 54

77185 LOGNES

contact@helico.org