

Partie 1 : Validation du moteur et du réducteur pour le respect du critère « effort de coupe Maxi ».

On étudie la phase de coupe d'une branche nécessitant un effort de coupe de 1000 N au niveau de la lame.

✓ 1. Détermination de la puissance nécessaire à la came pour couper une branche

Q.1.1 Détermination de la vitesse de rotation de la came

Considérant en première approximation que la came réalise une rotation de 90° lors de la coupe d'une branche (cf. schéma 1) et sachant que le temps de coupe d'une branche dans ces conditions doit être de 1 seconde, montrer que la came doit alors avoir une vitesse de rotation : $\omega_{\text{came}} = 1,57 \text{ rad/s}$.

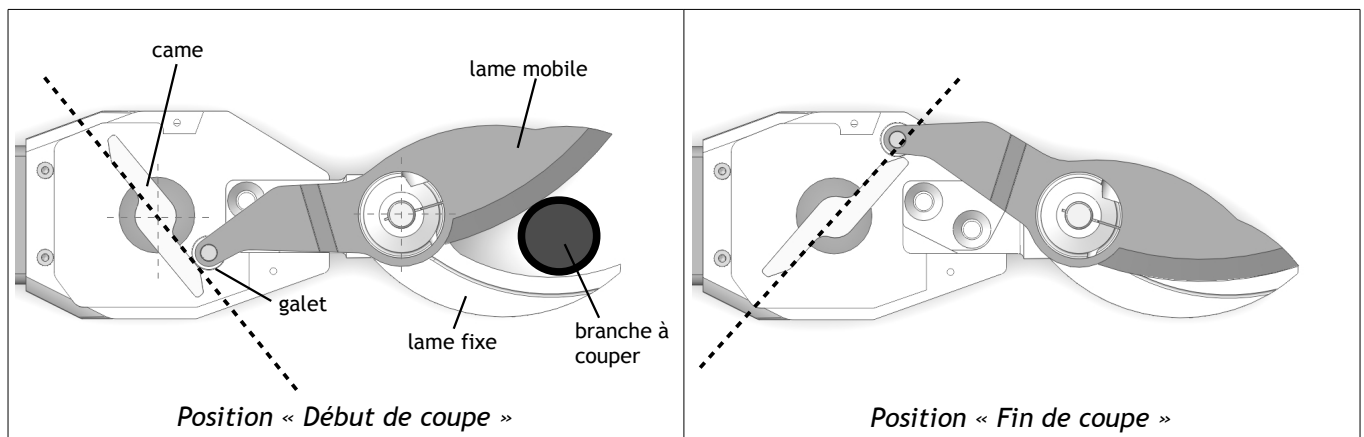
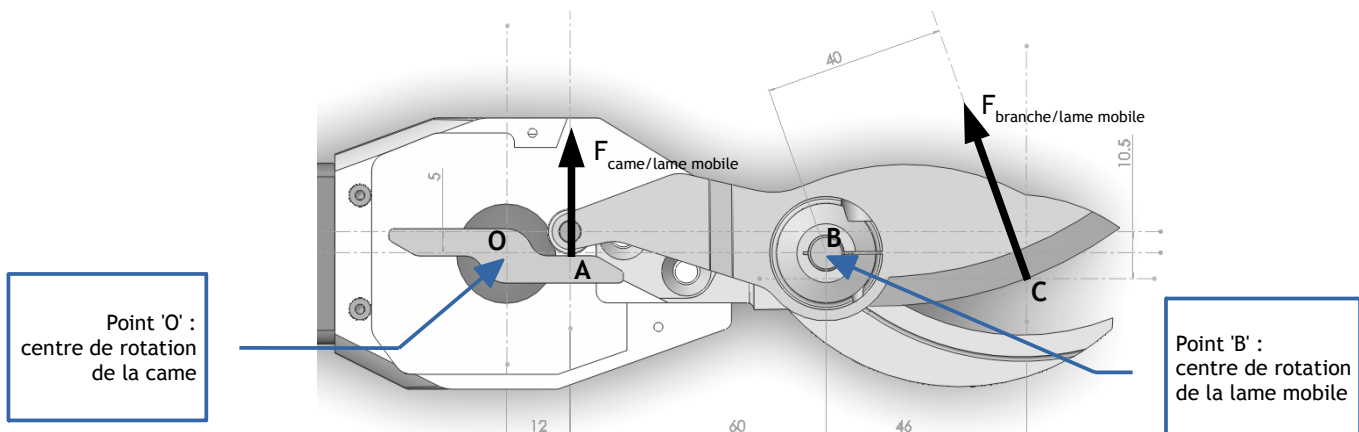


Schéma 1 : Positions initiales et finales de la lame et de la came lors de la coupe d'une branche (pièces montrées : bâti, came, lame fixe et lame mobile)

$\frac{1}{4}$ de tour en 1 seconde \Rightarrow 1 tour en 4 secondes \Rightarrow 15 tr/min \Rightarrow 1,57 rad/s

Q.1.2 Détermination du couple à exercer sur la came

En exploitant le schéma ci-dessous, justifier que le couple à exercer sur la came doit être de 8 Nm pour assurer une intensité de l'effort de coupe $F_{\text{branche/lame mobile}}$ égale à 1000 N.



La lame est soumise à 3 forces : $F_{\text{branche/lame}}$ au point C, $F_{\text{came/lame}}$ au point A et $F_{\text{bati/lame}}$ au point B.

Calculons les moments de ces forces au point B :

$$M_{B, F_{\text{branche/lame}}} = 1000 \times 0,040 = 40 \text{ Nm}$$

$$M_{B, F_{\text{came/lame}}} = - F_{\text{came/lame}} \times 0,060$$

$$M_{B, F_{\text{bati/lame}}} = 0 \text{ Nm (puisque cette force s'applique au point B)}$$

Le PFS appliqué à la lame au point B nous dit alors que la somme de ces trois moments en B est nulle :

$$40 - 0,06 F_{\text{came/lame}} + 0 = 0 \Rightarrow F_{\text{came/lame}} = 40 / 0,060 = 2000/3 \text{ N}$$

Calculons alors le moment de cette force au point O (donc avec un bras de levier de 0,12m) :

$$C_{\text{came}} = 2000 \times 0,012 / 3 = 2000 \times 0,004 = 8 \text{ Nm}$$

Nota bene : ce résultat reprend exactement la démarche de la partie statique du devoir : une rédaction sommaire était par conséquent acceptée.

Q.1.3 Puissance nécessaire à la coupe

En utilisant les données des questions précédentes, montrer que la puissance nécessaire à fournir à la came dans ce cas est de $P_{\text{came}} = 12,57 \text{ W}$

Avec les résultats précédents : $C_{\text{came}} = 8 \text{ N.m}$ et $w_{\text{came}} = 1,57 \text{ rad/s}$, il vient :

$$P_{\text{came}} = C \times w = 8 \times 1,57 = 12,57 \text{ W}$$

✓ 2. Détermination des vitesses de rotations des différents éléments du sécateur.

Q.2.1 Vitesse de rotation en sortie du réducteur

Montrer que la vitesse de rotation à la sortie du réducteur $N_{\text{réducteur}}$ est égale à 45 tr/min.

$$Z_{\text{pignon}} = 15 \text{ dents}, Z_{\text{roue}} = 45 \text{ dents} \Rightarrow r = Z_{\text{roue menante}} / Z_{\text{roue menée}} = 1/3 \\ \Rightarrow N_{\text{pignon}} = 3 \times N_{\text{came}} = 45 \text{ tr/min}$$

Q.2.2 Vitesse de rotation en sortie du moteur

Montrer que la vitesse de rotation à la sortie du moteur N_{moteur} est égale à 3240 tr/min.

$$R_{\text{red}} = 1/72 \Rightarrow N_{\text{arbre moteur}} = 72 \times N_{\text{pignon}} = 72 \times 45 = 3240 \text{ tr/min}$$

Q.2.3 Validation des vitesses

Justifier que ces vitesses de fonctionnement ne sont a priori pas incompatibles avec les recommandations constructeur pour le réducteur comme pour le moteur.

Doc constructeur réducteur (page 12 DT0.pdf) :

$$N_{\text{max entrée reducteur}} = 6000 \text{ tr/min} > 3240 \text{ tr/min} \Rightarrow \text{OK}$$

Doc constructeur moteur (page 11 DT0.pdf) :

$$N_{\text{max moteur}} = 9000 \text{ tr/min} > 3240 \text{ tr/min} \Rightarrow \text{OK}$$

✓ 3. Détermination des couples en sortie du réducteur et du moteur.

Q.3.1 Moment disponible en sortie du réducteur

Montrer que la puissance disponible en sortie du réducteur $P_{\text{réducteur}}$ est égale à 14,8 W.

En déduire la valeur du couple $C_{\text{réducteur}}$ disponible en sortie du réducteur et vérifier que ce couple vaut $C_{\text{réducteur}} = 3,14 \text{ Nm}$.

Dans sa configuration « 1/72 », le réducteur est composé de 3 étages successifs dont on suppose qu'ils ont des rendements égaux. Déterminer la valeur du rendement d'un étage du réducteur.

$$\text{Rendement engrenage conique} = 85 \% \Rightarrow P_{\text{sortie red}} = P_{\text{came}} / 0,85 = 12,57 / 0,85 = 14,8 \text{ W}$$

$$C_{\text{sortie red}} = P_{\text{sortie red}} / \omega_{\text{pignon}} = 60 \times 14,8 / (2 \cdot 3,14 \cdot 45) = 3,14 \text{ Nm} \quad (W = \text{oméga..})$$

Soit $n_{\text{étage}}$ le rendement d'un étage de réduction, puisqu'il y a trois étages successifs, le rendement final du réducteur $n_{\text{réducteur}}$ est égal au produit des rendements des étages successifs :

$$n_{\text{réducteur}} = n_{\text{étage}} \times n_{\text{étage}} \times n_{\text{étage}} = n_{\text{étage}}^3$$

$$\text{Finalement } n_{\text{étage}} = \sqrt[3]{n_{\text{réducteur}}}$$

Q.3.2 Moment disponible en sortie du moteur

Montrer que la puissance disponible en sortie du moteur P_{moteur} est égale à 22,8 W en justifiant de la valeur retenue pour le rendement du reducteur.

En déduire la valeur du couple C_{moteur} disponible en sortie du moteur et vérifier que ce couple vaut :

$$C_{\text{moteur}} = 0,067 \text{ Nm} = 67 \text{ mNm}$$

(nota bene : l'unité « mNm » est le « milliNewtonmetre » : $1 \text{ Nm} = 1000 \text{ mNm}$)

$$\text{Rendement reducteur} = 0,65 \text{ (cf. doc constructeur)}$$

$$\Rightarrow P_{\text{sortie moteur}} = P_{\text{sortie red}} / 0,65 = 14,8 / 0,65 = 22,8 \text{ W}$$

$$C_{\text{moteur}} = P_{\text{moteur}} / \omega_{\text{moteur}} = 60 \times 22,8 / (2 \cdot 3,14 \cdot 3240) = 0,067 \text{ Nm}$$

✓ 4. Validation des choix du réducteur et du moteur.

(NB : On se reportera pour cette partie aux fiches techniques du réducteur et du moteur fournies en annexe.)

Q.4.1 Validation du choix du réducteur

En expliquant votre démarche, vérifier si la combinaison des conditions de fonctionnement, couple et vitesse, du réducteur est compatible avec les recommandations du constructeur.

D'après graphique doc constructeur le point de fonctionnement (3.14, 45) appartient bien à la zone de fonctionnement continu du réducteur => choix du réducteur validé.

Q.4.2 Courant consommé par le moteur

En tenant en compte le rendement du moteur donné de 80 % ainsi que la tension délivrée par les batteries portables, calculer la valeur du courant électrique alimentant le moteur.
Vérifier la compatibilité de cette intensité avec les données constructeur.

**Pentrée moteur = Psortie moteur / 0,8 = 22,8 / 0,8 = 28,4 W => I = P / U = 28,4 / 48 = 0,59 A
Or d'après doc constructeur : I_{max} moteur = 1,4 A > 0,59 A => Intensité compatible avec données constructeur**

Q.4.3 Validation du choix du moteur

Expliquer si la puissance de fonctionnement du moteur dans le cas étudié est compatible avec le moteur choisi ?
En expliquant votre démarche, vérifier si la combinaison des conditions de fonctionnement, couple et vitesse, du moteur est compatible avec les recommandations du constructeur.
Justifier néanmoins l'emploi de ce moteur sur ce sécateur.

**Pfournie moteur = 22,8 W or le moteur est donné pour 27 W => « OK »
(ou bien : P_{reue} moteur = 28,4 W > 27 W constructeur => « moteur sous dimensionné »)
Le point de fonctionnement (67mNm, 3240tr/min) n'est pas dans la zone de fonctionnement continu du moteur mais est dans la zone de fonctionnement temporaire.
Comme on se situe dans le cas le plus défavorable (effort de coupe maxi), ce choix est acceptable car le cas étudié ne correspond pas à l'utilisation courante.**

Partie 2 : Validation du moteur pour le critère « fréquence de coupes à vide »

Q.5.1 Vitesses de rotations « à vide »

Indiquer quelle est la vitesse de rotation à vide du moteur donnée par le constructeur.
Calculer alors la vitesse de rotation de la came à vide et montrer qu'elle est égale à $N_{\text{came}} = 32 \text{ tr/min}$.

**Na vide moteur = 6900 tr/min
=> Na vide came = Na vide moteur / (72 x 3) = 6900 / 216 = 32 tr/min**

Q.5.2 Fréquence de coupe

Indiquer combien de coup(s) de lame sont donnés pour un tour de came.
Déterminer la fréquence des coupes à vide.
Conclure sur le respect de ce critère du cahier des charges fonctionnel.

**Deux coups de lame par tour de came (came symétrique) => 2 x 32 = 64 coupes / min < 150 coupe/min
=> ce critère n'est pas respecté... :(**