



SEQUENCE 12

SCIENCES DE L'INGENIEUR

Palettiseur : unité de déplacement vertical

ETUDE
DE CAS

Durée de l'activité : 3 heures

Prendre rapidement connaissance du dossier technique.

⇒ Voir « Documents en consultation » sur le réseau ou en ligne.

Problématique :

Déterminer la charge maximale qu'est capable de soulever l'élévateur.

Pour se faire, l'étude se décompose en 4 parties :



Partie A : un peu d'analyse fonctionnelle (5 minutes maximum) pour situer les choses.

Partie B : une analyse structurale pour identifier qui est qui et qui fait quoi.

Partie C : une analyse cinématique de la chaîne de transmission de l'élévateur avec :

- ⇒ Une analyse détaillée de la transmission par engrenage de type « Pignon/crémaillère »,
- ⇒ Une analyse détaillée du réducteur à engrenage de type « Roue et vis sans fin ».

Partie D : une analyse énergétique de la chaîne de transmission de l'élévateur avec pour objectifs :

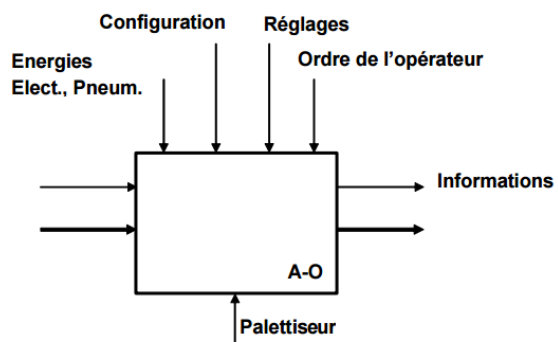
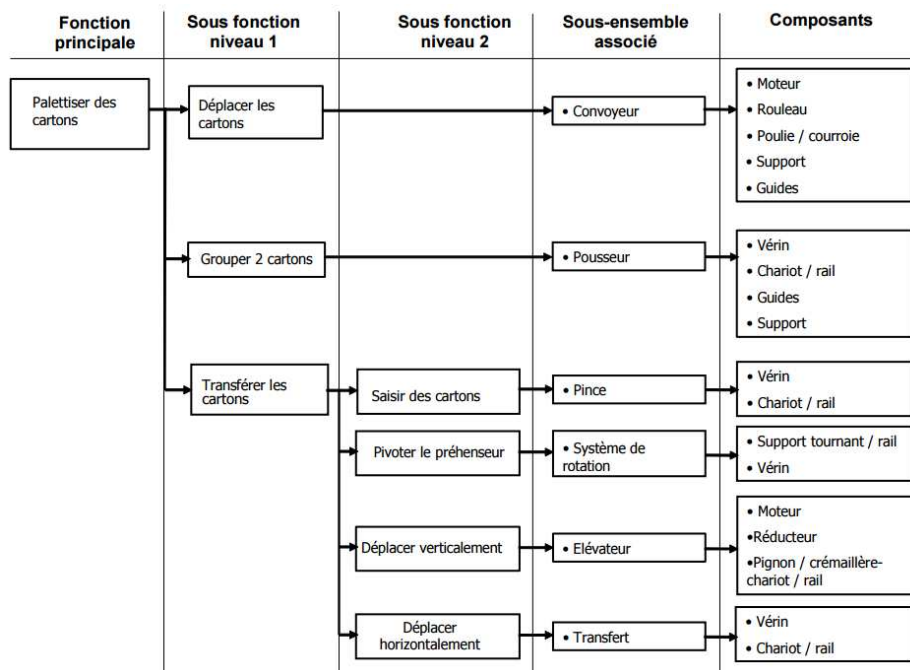
- ⇒ La recherche de la charge maximale pouvant être déplacée par l'élévateur et donc la masse maximale d'un carton,
- ⇒ La vérification du bon dimensionnement du module de la transmission par pignon/crémaillère.

PARTIE A

Analyse fonctionnelle

Q1 – Compléter le SADT A-0 avec les termes fournis.

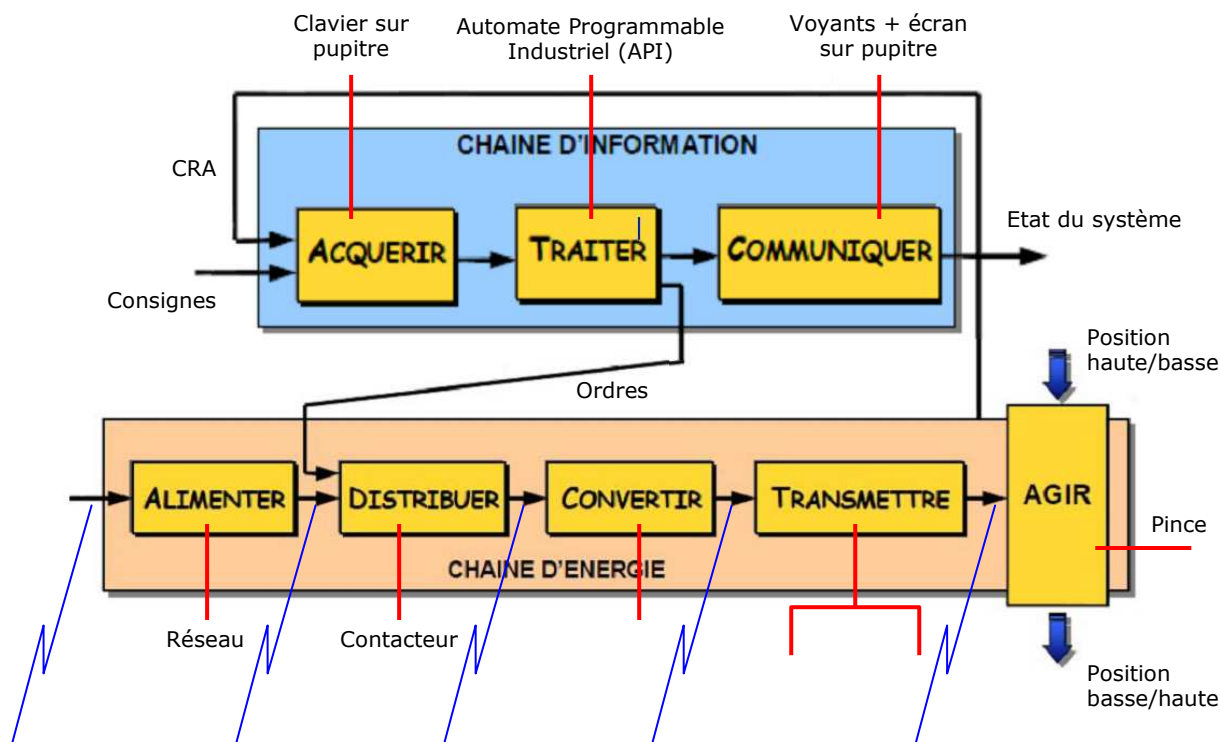
Carton | palette | palette de cartons | Palettiser les cartons



Q2 – En partant de la fonction principale, colorier sur le diagramme FAST partiel ci-contre la branche qui concerne la chaîne de transmission assurant la montée et la descente des cartons.

Q3 – Compléter le schéma fonctionnel de la chaîne de transmission assurant la montée et la descente des cartons en précisant les formes d'énergie et en positionnant les termes donnés.

Moteur | Réducteur | pignon/crémaillère



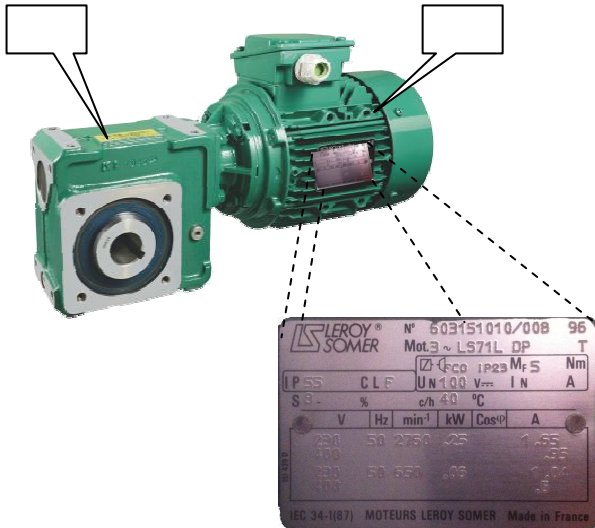
PARTIE B

Analyse structurelle

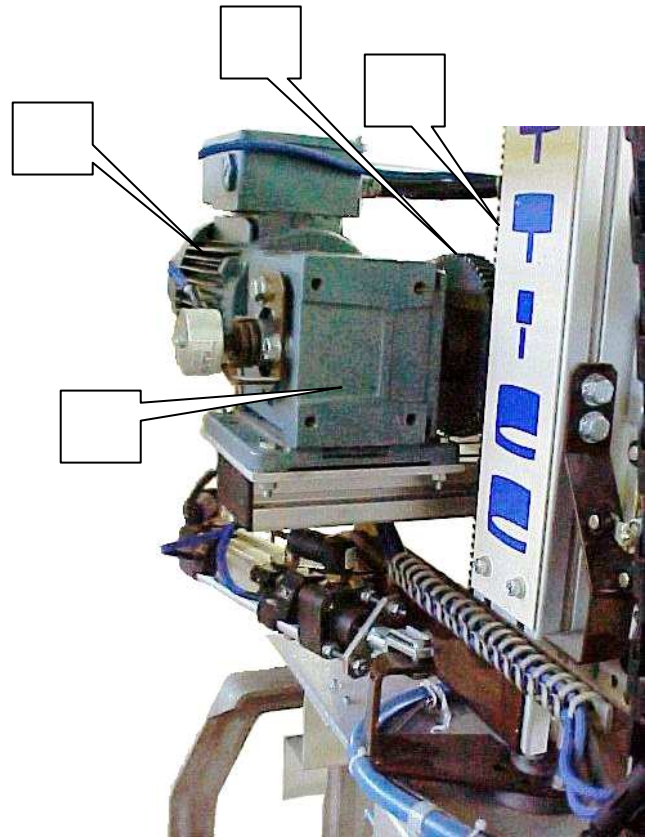
Q4 – Mettre en service l'unité de déplacement vertical uniquement et observer.

Q5 – Identifier sur la figure ci-contre les composants de la chaîne de transmission : (reporter les lettres)

M : Moteur - **R** : Réducteur - **P** : Pignon - **C** : Crémaillère



Plaque signalétique du moteur



Q6 – Partant de la plaque signalétique du moteur (voir dossier technique), préciser :

- | | | |
|--|--|---|
| ⇒ Vitesse de rotation* : | $N_{moteur} = 2750 \text{ tr} \cdot \text{min}^{-1}$ | $N_{moteur} = 650 \text{ tr} \cdot \text{min}^{-1}$ |
| ⇒ Tension de fonctionnement : | $U = \underline{\hspace{2cm}}$ | $U = \underline{\hspace{2cm}}$ |
| ⇒ Fréquence de la tension d'alimentation : | $f = \underline{\hspace{2cm}}$ | $f = \underline{\hspace{2cm}}$ |
| ⇒ Puissance mécanique disponible : | $P_{méca} = \underline{\hspace{2cm}}$ | $P_{méca} = \underline{\hspace{2cm}}$ |
| ⇒ Puissance électrique consommée : | $P_{elec} = \text{inconnue}$ | $P_{elec} = \text{inconnue}$ |
| ⇒ Rendement énergétique : | $\eta_{moteur} = \text{inconnu}$ | $\eta_{moteur} = \text{inconnu}$ |
| ⇒ | $\cos \varphi = 0,6$ | $\cos \varphi = 0,6$ |

* Le choix dépend du type de câblage de l'alimentation du moteur ; dans notre cas, on a $N_{moteur} = 650 \text{ tr} \cdot \text{min}^{-1}$.

PARTIE C

Analyse cinématique de la chaîne de transmission

Q7 – Entourer sur le schéma cinématique 3D (voir DR1) la chaîne de transmission étudiée.

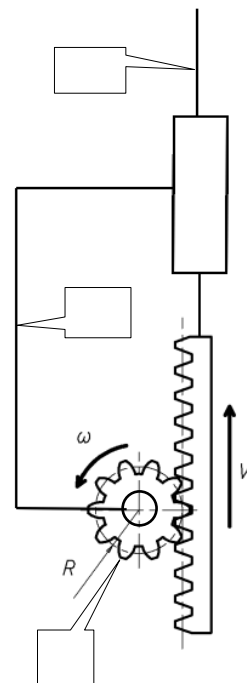
⇒ Inclure dans le cerclage les liaisons mécaniques assurant le guidage des composants.

Q8 – Compléter au mieux le schéma- bloc détaillé de la chaîne de transmission (voir DR2) en indiquant dans le flux les grandeurs cinématiques en bleu et énergétiques en rouge.

On ne s'intéresse maintenant qu'à la transmission par « pignon/crémaillère ».

Q9 – Compléter le schéma cinématique ci-contre avec :

- Les numéros donnés sur le schéma cinématique 3D,
- Les centres des liaisons mécaniques,
- Le repère $R_3(\vec{x}_3; \vec{y}_3; \vec{z}_3)$.



Q10 – A partir du schéma cinématique 3D, compléter les phrases suivantes :

Le pignon a le numéro (___) et la crémaillère (___).

Le pignon (___) tourne autour de l'axe : \vec{x}_3 \vec{y}_3 \vec{z}_3

↳ Il a un mouvement de : rotation translation

↳ Il est en liaison _____ avec l'ensemble numéro (___).

La crémaillère (___) translate le long de l'axe : \vec{x}_3 \vec{y}_3 \vec{z}_3

↳ Elle a un mouvement de : rotation translation

↳ Elle est en liaison _____ avec l'ensemble numéro (___).

Le pignon (___) entraîne la crémaillère (___) : vrai faux, c'est l'inverse

Dans cette transmission,

↳ Le pignon (___) est : moteur récepteur

↳ La crémaillère (___) est : motrice réceptrice

On donne le nombre de dents du pignon : $Z_{\text{pignon}} = Z_6 = 60$ et le module : $m_6 = m_7 = 2$.

Q11 – Calculer le diamètre primitif du pignon.

_____ $d_6 =$ _____ mm

Q12 – Etablir la loi d'E/S cinématique du pignon/crémaillère $v_{7/3} = f(N_{6/3})$ avec en $v_{7/3}$ en $mm \cdot min^{-1}$ et $N_{6/3}$ en $tr \cdot min^{-1}$ (le résultat attendu ici est une formule, pas une valeur).

_____ $v_{7/3} =$ _____

Q13 – **Mesurer** le temps d'une montée : $t =$ _____ s ; convertir en minutes : $t =$ _____ min

Q14 – **Mesurer** la distance parcourue par l'élévateur : $d =$ _____ mm .

Q15 – Calculer en $mm \cdot min^{-1}$ la vitesse de translation de l'élévateur : (vitesse supposée constante)

_____ $v_{7/0} =$ _____ $mm \cdot min^{-1}$

Q16 – Calculer en $tr \cdot min^{-1}$ la vitesse de rotation du pignon. (Attention aux unités...)

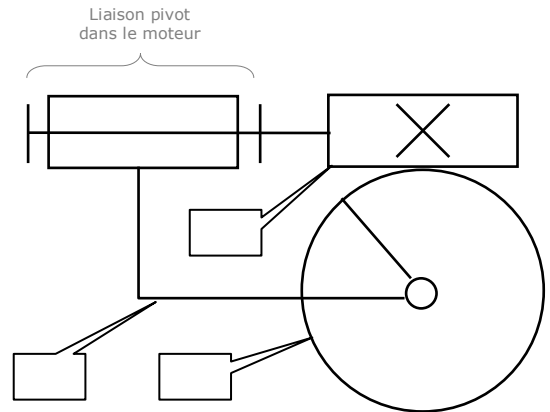
_____ $N_{6/0} =$ _____ $tr \cdot min^{-1}$

Q17 – Compléter le schéma-bloc détaillé avec ces nouvelles informations.

On ne s'intéresse maintenant qu'au réducteur à « roue et vis sans fin ».

Q18 – Compléter le schéma cinématique ci-contre avec :

- Les numéros donnés sur le schéma cinématique 3D,
- Les centres des liaisons mécaniques,
- Le repère $R_3(\vec{x}_3; \vec{y}_3; \vec{z}_3)$.



Q19 – Compléter les phrases suivantes :

La vis a le numéro (____) et la roue (____).

Qui est solidaire du rotor du moteur ? la vis (____) la roue (____)

Le rotor du moteur tourne autour de l'axe : \vec{x}_3 \vec{y}_3 \vec{z}_3

La vis (____) tourne donc autour de l'axe : \vec{x}_3 \vec{y}_3 \vec{z}_3

↳ Elle a un mouvement de : rotation translation

↳ La vitesse de rotation du moteur étant connue, on a : $N_{4/3} = 2750 tr \cdot min^{-1}$ $N_{4/3} = 650 tr \cdot min^{-1}$

↳ Elle est en liaison _____ avec le stator du moteur qui fait partie de l'ensemble numéro (____).

La roue (____) est montée sur le même arbre que le pignon (____) du système « pignon/crémaillère ».

Elle tourne donc : plus vite que lui moins vite que lui à la même vitesse que lui

↳ Et sa vitesse de rotation est : $N_{5/3} =$ _____ $tr \cdot min^{-1}$

La roue (____) tourne autour de l'axe : \vec{x}_3 \vec{y}_3 \vec{z}_3

↳ Elle a un mouvement de : rotation translation

La vis (____) entraîne la roue (____) : vrai faux, c'est l'inverse

Donc, dans ce réducteur,

↳ La vis (____) est : motrice réceptrice

↳ La roue (____) est : motrice réceptrice

Q20 – Calculer le rapport de transmission $r_{4/5}$ du réducteur à roue et vis sans fin.

_____ $r_{4/5} =$ _____

Q21 – Compléter le schéma-bloc détaillé avec ces nouvelles informations.

PARTIE D

Analyse énergétique de la chaîne de transmission

Q22 – On admet que le réducteur est de bonne qualité, avec un bon graissage. Proposer une valeur pour son rendement énergétique : $\eta_{\text{red}} = \underline{\hspace{2cm}}$

Q23 – On admet que le moteur a le même rendement que le réducteur ; en déduire son rendement :

$$\eta_{\text{moteur}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

Q24 – On admet que le pignon/crémaillère a un rendement standard (celui dans le cours) : $\eta_{P/C} = \underline{\hspace{2cm}}$

Q25 – On considère la puissance mécanique maximale disponible sur le rotor du moteur (celle de plaque signalétique) : on a donc : $P_{\text{méca}} = \underline{\hspace{2cm}} W$

Q26 – Calculer en W la puissance électrique consommée par le moteur.

$$\underline{\hspace{10cm}} P_{\text{elec}} = \underline{\hspace{2cm}} W$$

Q27 – Calculer en kW la puissance mécanique disponible en sortie de réducteur.

$$\underline{\hspace{10cm}} P_{\text{méca}2} = \underline{\hspace{2cm}} W$$

Q28 – Calculer en kW et de deux façons différentes la puissance mécanique disponible sur la crémaillère.

$$\underline{\hspace{10cm}} P_{\text{méca}3} = \underline{\hspace{2cm}} W$$

Q29 – Compléter le schéma-bloc détaillé avec toutes ces nouvelles informations (rendements et puissances).

Q30 – Compléter avec précision les schémas-blocs encapsulés.

Q31 – Rappeler la vitesse déplacement de la crémaillère : $v_{7/0} = \underline{\hspace{2cm}} mm \cdot min^{-1}$.

Q32 – Calculer en N la force maximale T que peut développer la crémaillère dans son mouvement.

\Rightarrow On considèrera que cette force est le poids maximal que peut soulever l'élévateur, y compris son poids propre.

$$\underline{\hspace{10cm}} T = \underline{\hspace{2cm}} N$$

Le pignon, comme la crémaillère, sont fabriqués avec un acier dont la Résistance Pratique à l'extension vaut $R_{pe} = 650 MPa$.

Q33 – Calculer le module minimum que devrait avoir la denture pour qu'elle résiste à l'effort T .

\Rightarrow Prendre $k = 8$.

$$\underline{\hspace{10cm}} m = \underline{\hspace{2cm}} mm$$

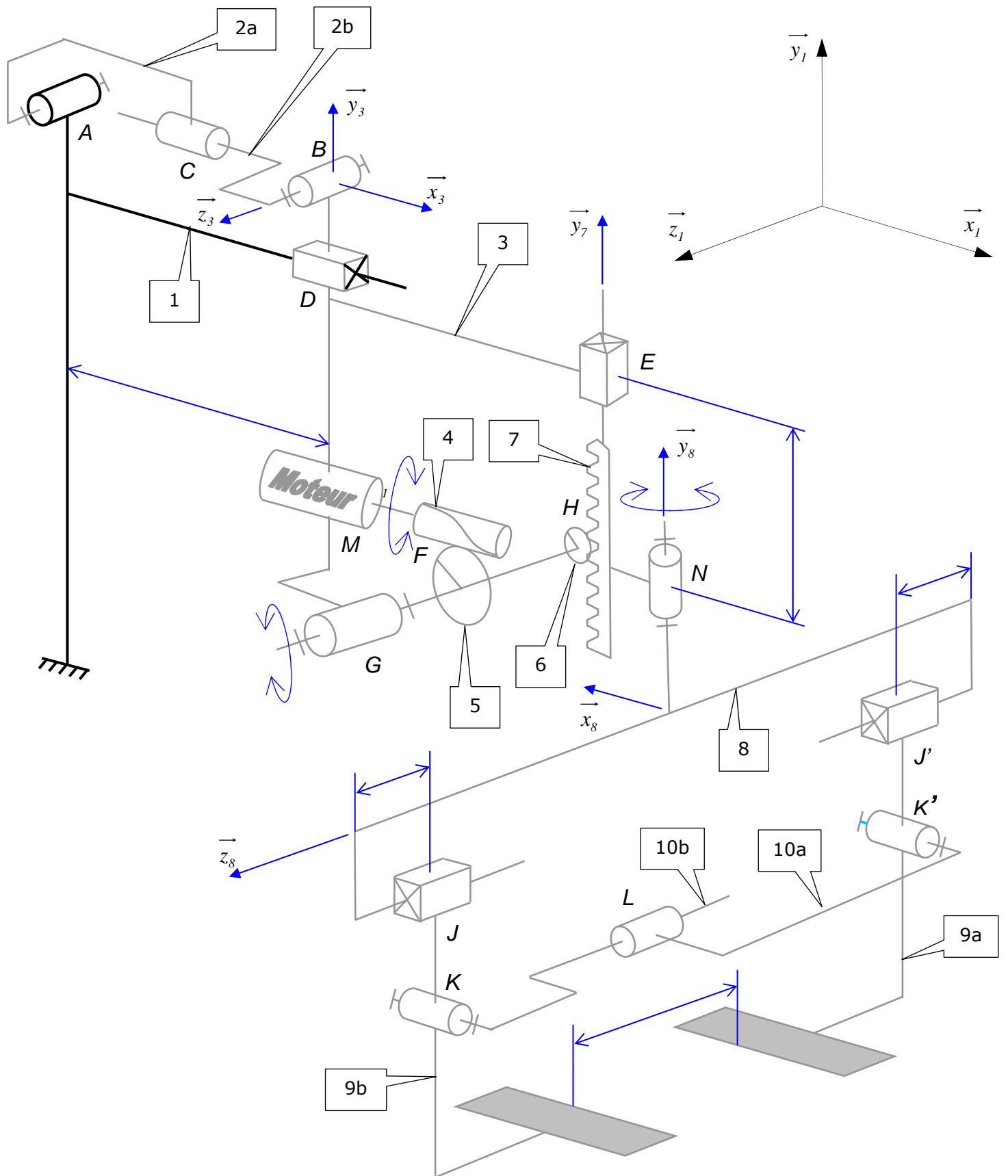
Q34 – Conclure (au regard de la puissance à transmettre) : le module de l'engrenage « pignon/crémaillère » est : très surdimensionné surdimensionné limite sous dimensionné

La partie mobile de l'élévateur a une masse $m_e = 38 kg$.

Q35 – Calculer en kg la masse maximale m_c du carton que peut lever l'élévateur.

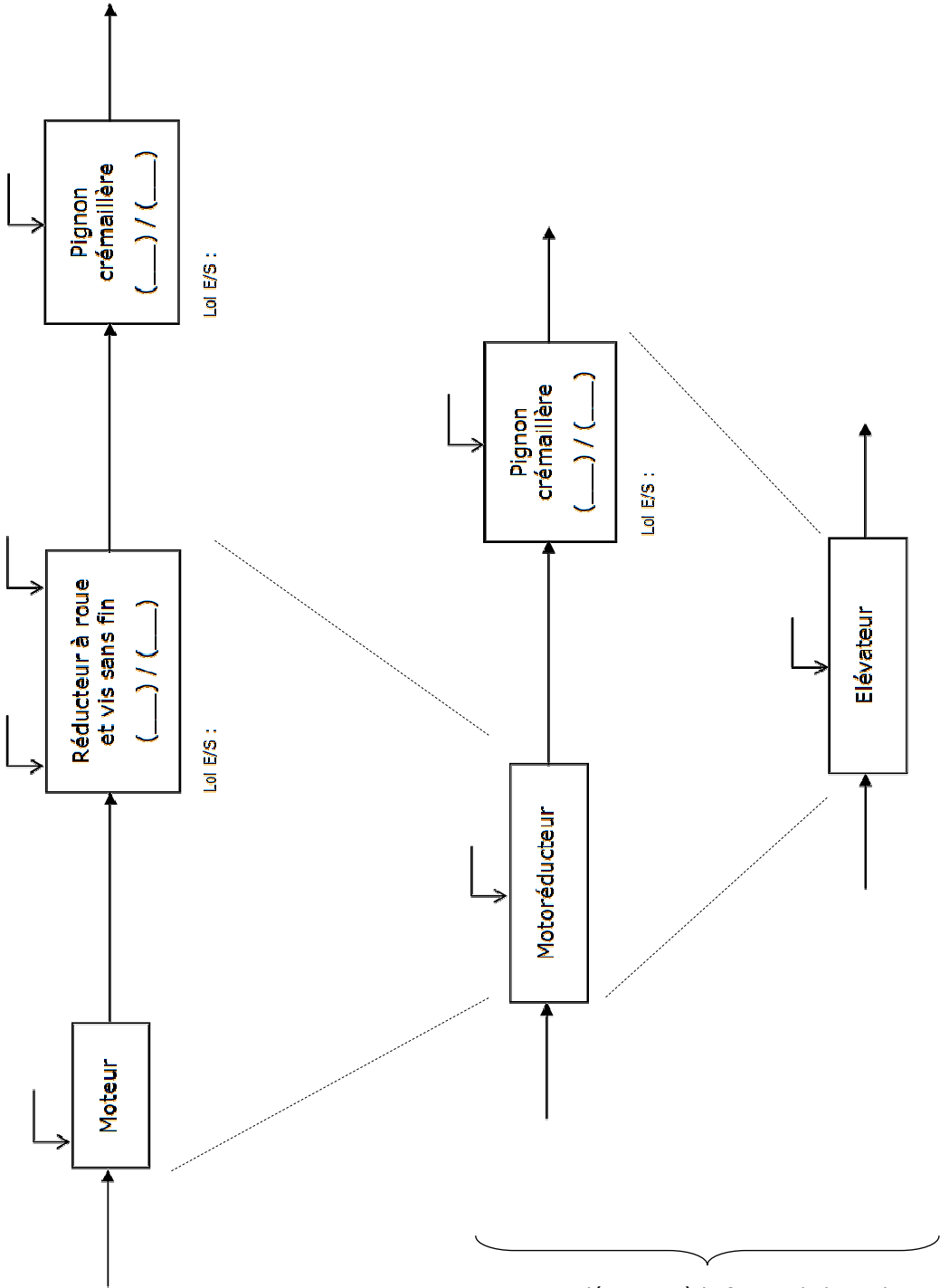
$$\underline{\hspace{10cm}} m_c = \underline{\hspace{2cm}} kg$$

DOCUMENT REPONSE 1
Schéma cinématique 3D du palettiseur



DOCUMENT REponse 2
Schéma-bloc de la chaîne de transmission de l'élévateur

Sur le schéma-bloc détaillé, représenter les grandeurs cinématiques en bleu et énergétiques en rouge.



A compléter tout à la fin, sur la base du schéma-bloc détaillé.

Schéma-bloc détaillé