

Séquence : 01

Document : TD02  
Lycée Dorian  
Renaud Costadoat  
Françoise Puig



Avec Correction

## Etude structurelle



Référence	S01 - TD02
Compétences	A3-C3: Architecture générale d'un produit A3-C10: Capteurs Exp1-C1: Chaîne d'énergie et d'information Com1-C2: Schémas cinématique, d'architecture, technologique, électrique, hydraulique et pneumatique
Description	Montrer le lien entre un système (et ses sous-systèmes) et les fonctions puis retourner le problème en montrant que pour une fonction il existe un certain nombre de solutions
Système	Barrage, Remplissage toners, Treuil électrique, Voiture

# 1 Automobile

## 1.1 Présentation du produit



Figure 1 – Audi A5

La chaîne d'énergie d'une voiture est complexe et intéressante à étudier. Les éléments qui la composent sont les suivants :

- moteur,
- boîte de vitesse,
- réservoir,
- roue,
- différentiel,
- arbre de transmission.

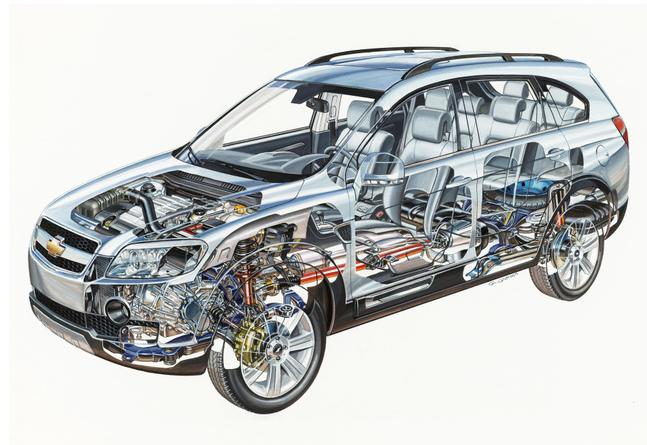
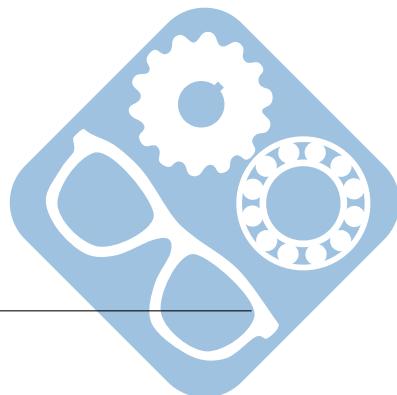


Figure 2 – Vue ouverte d'une Chevrolet

**Question 1 :** A la vue du schéma de la figure 3 et des éléments qui composent la chaîne d'énergie, quelle est l'énergie utilisée pour cette automobile ?

**Question 2 :** Compléter la figure 3 en indiquant, dans chaque case, à quel composant parmi ceux cités plus haut cela correspond.



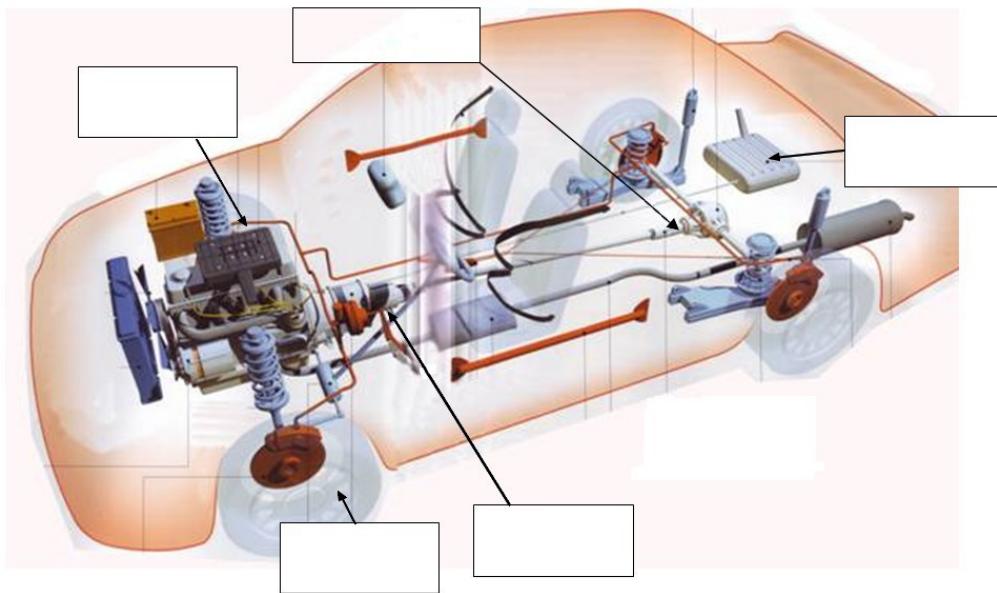


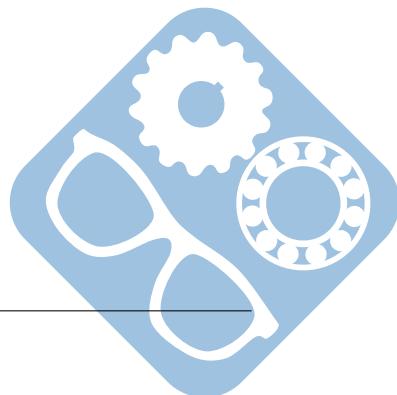
Figure 3 – Schéma simplifié de la chaîne d'énergie d'une voiture

**Question 3 :** Tracer le diagramme de définition de blocs de la voiture en utilisant les composants cités précédemment.

**Question 4 :** Indiquer à quels maillons de la chaîne d'énergie (Alimenter, Distribuer/Moduler, Convertir, Transmettre, Agir) appartiennent les composants cités.

La combustion dans le moteur de l'énergie d'entrée de l'automobile génère une augmentation de la **pression** dans la chambre du piston. Cette pression exerce un **effort** sur le piston, ce qui entraîne un déplacement de celui-ci. La vitesse du déplacement du piston, ainsi que l'effort qui lui est soumis permettent de donner à la voiture de la **puissance** afin de la mettre en mouvement.

**Question 5 :** Donner les unités SI de ces trois grandeurs (pression, effort et puissance) et donner leur équivalent en unités SI de base.



## 2 Barrage hydroélectrique

### 2.1 Présentation du produit



Figure 4 – Barrage

Les barrages sont en général situés en altitude ou sur des zones à fort courant et installés sur des rivières à fort débit. Des lignes à haute tension permettent alors d'acheminer l'énergie où elle est nécessaire.

La chaîne d'énergie d'un barrage se compose des éléments suivants :

- alternateur,
- lac de retenue,
- transformateur,
- conduite forcée,
- ligne à haute tension,
- canal de fuite,
- turbine,
- barrage.



Figure 5 – Ligne électrique

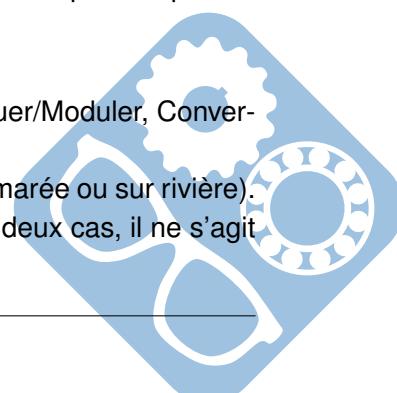
**Question 1 :** A la vue du schéma de la figure 6 et des éléments qui composent la chaîne d'énergie, quelle est l'énergie utilisée par le barrage ? Pourquoi le texte à côté de la figure 5 indique ces précisions ?

**Question 2 :** Compléter la figure 6 en indiquant, au dessus de chaque flèche, à quel composant parmi ceux cités plus haut cela correspond.

**Question 3 :** Tracer le diagramme de définition de blocs du barrage en utilisant un bloc par composant cité précédemment.

**Question 4 :** Indiquer à quels maillons de la chaîne d'énergie (Alimenter, Distribuer/Moduler, Convertir, Transmettre, Agir) appartiennent les composants cités.

Il existe, comme cela est dit plus haut, deux types de barrages (en altitude/sur marée ou sur rivière). Ces deux types de barrage récupèrent l'énergie (en Joule) de l'eau mais dans les deux cas, il ne s'agit pas de la même énergie.



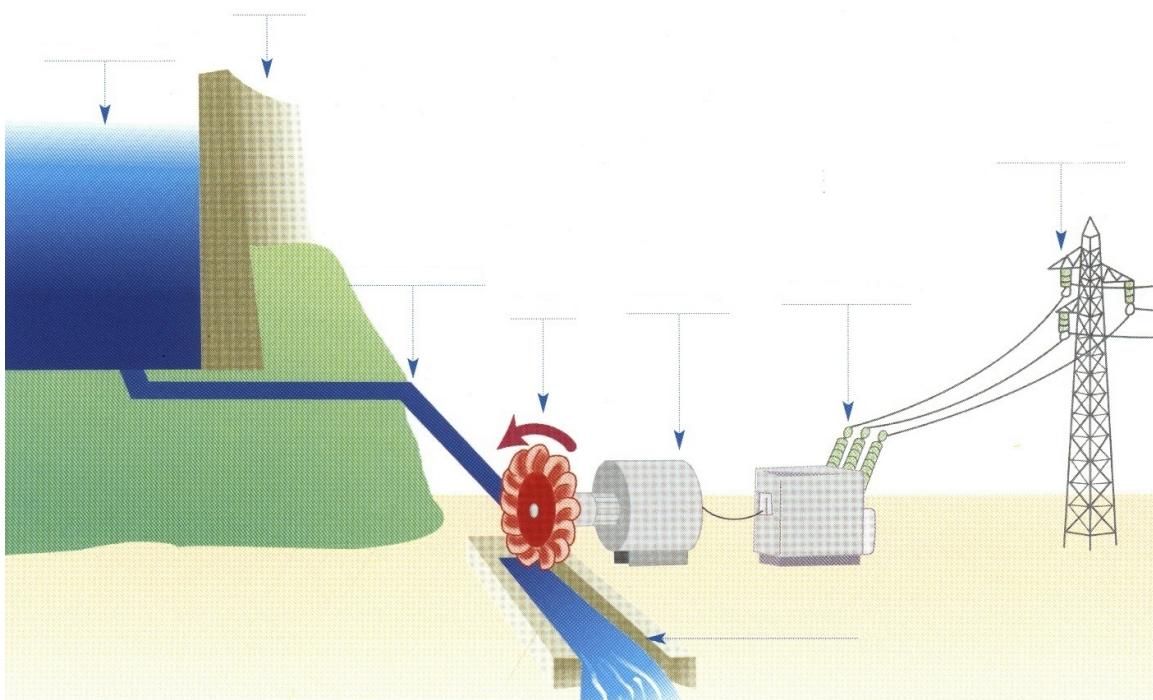
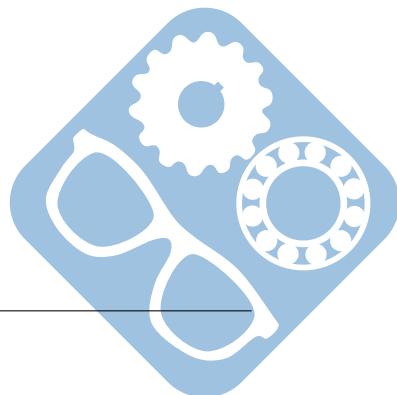


Figure 6 – Schéma simplifié de la chaîne d'énergie d'un barrage

**Question 5 :** Donner les types d'énergie utilisés et en utilisant les formules que vous connaissez, montrer que les deux énergies ont le même équivalent en unités SI de base.



### 3 Chaîne de fabrication de toners

#### 3.1 Introduction



Le toner ou encre en poudre est l'encre utilisée dans les appareils d'impression photo-électrique, procédé appelé « Xéographie » (inventé par la compagnie Xerox), comme les imprimantes laser et les photocopieurs. C'est une poudre, constituée en majeure partie de fines particules de matière plastique, de résine et de pigment magnétique.

Figure 7 – Toner noir

À l'aide d'une charge électrique (statique), l'encre est polarisée pour être transférée sur le papier. Ainsi, l'encre se trouvant dans la cartouche est transportée par un rouleau magnétique sur le cylindre photo-sensible et finalement elle est déposée sur la feuille de papier. L'encre est ensuite fixée de façon permanente sur la feuille en étant chauffée, à environ 180 degrés Celsius, dans l'unité de fusion.



Figure 8 – Photocopieur laser

#### 3.2 Présentation du système

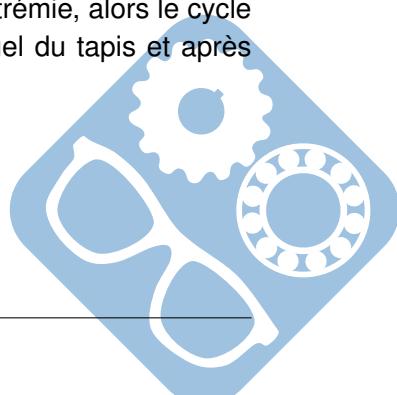
Le schéma de la figure 9 présente le fonctionnement de la chaîne de production des toners.

Ainsi, si les deux vérins V1 et V2 sont sortis et s'il y a présence de poudre dans la trémie de remplissage, un appui sur le bouton pousoir MA fait démarrer le cycle.

Par mouvement successif des vérins V1 et V2, le toner se remplit d'une dose de poudre correspondant au volume E.

En fin de ce cycle 2 cas sont envisageables :

1. Le sélecteur est en position automatique et il reste de la poudre dans la trémie, alors le cycle reprend après une intervention de l'opérateur sur l'avance manuel du tapis,
2. Le sélecteur est en position cycle par cycle et il reste de la poudre dans la trémie, alors le cycle pourra reprendre après une intervention de l'opérateur sur l'avance manuel du tapis et après appui sur MA par l'opérateur.



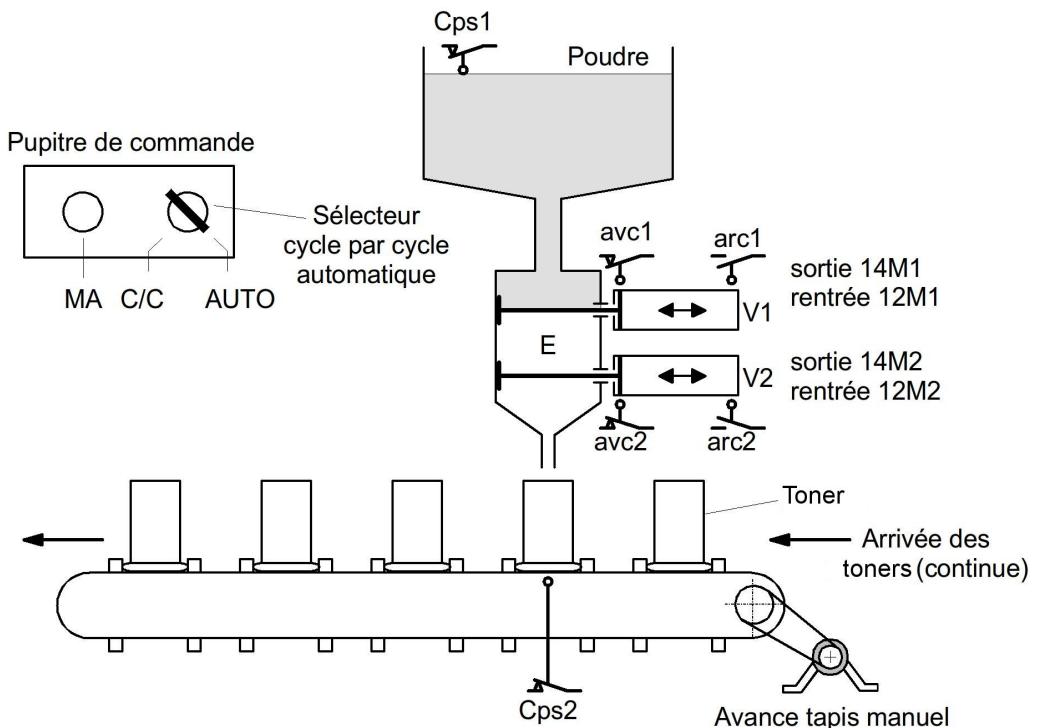


Figure 9 – Ligne de production

**Question 1 :** Tracer le diagramme de blocs interne du système de remplissage des toners.

**Question 2 :** Donner pour chaque exemple de capteur utilisé sur le système, un exemple technologique (inductif, optique,...) qui pourrait convenir. Vous pourrez utiliser le tableau 11.

**Question 3 :** Proposer une séquence pour le remplissage d'un toner en utilisant les description des entrées/sorties du tableau 11. Cette séquence sera écrite sous la forme d'un organigramme qui pourra avoir une forme quelconque.



Figure 10 – Machine de remplissage

Entrées		Sorties	
Description	Codage TSX	Description	Codage TSX
Capteur arc1	Cparc1	Electrovanne 12M1	D12m1
Capteur avc1	Cpavc1	Electrovanne 14M1	D14m1
Capteur arc2	Cparc2	Electrovanne 12M2	D12m2
Capteur avc2	Cpavc2	Electrovanne 14M2	D14m2
Capteur S1	Cps1		
Capteur S2	Cps2		
Bouton poussoir MA Com AUTO / CC	Bps3 Coms8 ou AUTO		

Figure 11 – Tableau des entrées/sorties

## 4 Treuil électrique

### 4.1 Introduction



Figure 12 – Treuil

Un treuil est un dispositif mécanique permettant de commander l'enroulement et le déroulement d'un câble, d'une chaîne ou de tout autre type de filin destiné à porter ou à tracter une charge. Très souvent, il est utilisé afin de soulever de lourdes charges dans des endroits où des personnes sont susceptibles de passer, c'est pourquoi, de nombreuses règles de sécurité sont liées à son fonctionnement.

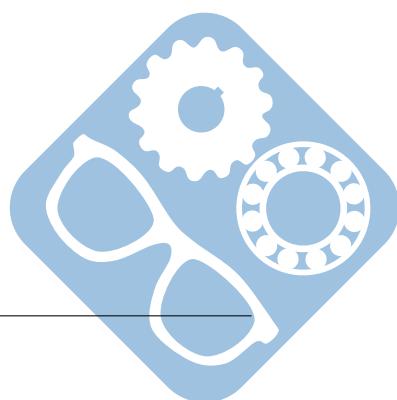
### 4.2 Description du système

Le treuil électrique possède les caractéristiques suivantes :

- Moteur asynchrone triphasé 220/380 1kW,
- Commande par bouton poussoir MO (montée), DE (descente) et STOP,
- Bouton poussoir d'arrêt d'urgence,
- Alimentation par sectionneur,
- Protection moteur par fusible et relais thermique,
- Arrêt automatique par capteurs mécaniques de fin de course.



Figure 13 – Câble tendu par un treuil



### 4.3 Étude du schéma électrique

**Question 1 :** En utilisant les schémas électriques de la partie puissance et de la partie commande présentés ci-après, expliquer le rôle des 4 boutons poussoirs S1, S2, S3 et S4.

**Question 2 :** Que se passe-t-il s'il on ouvre le sectionneur Q1 lorsque le circuit est en charge. Expliquer l'intérêt du contact de pré-coupe Q1 dans la partie commande.

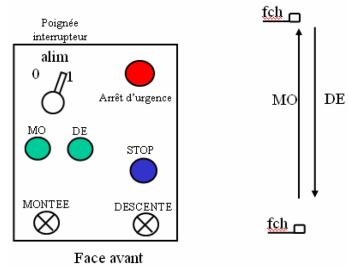


Figure 14 – Tableau de commande

**Question 3 :** Donner le but de F1 et le rôle du contact F1 se trouvant dans la partie commande.

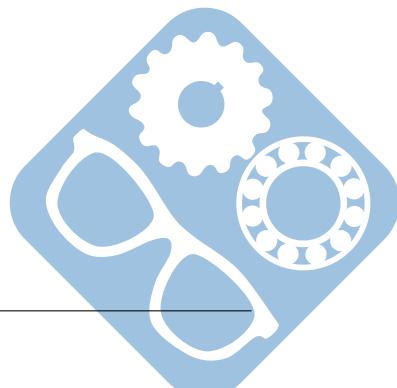
**Question 4 :** L'utilisateur appuie sur le bouton poussoir S3. Expliquer ce qu'il se passe

**Question 5 :** Expliquer comment KM1 et KM2 permettent la commande du moteur en marche avant et en marche arrière.

**Question 6 :** Compléter la partie commande permettant de commander les 2 voyants Montée et descente

**Question 7 :** Que se passe-t-il si l'utilisateur appuie simultanément sur les boutons poussoirs S3 et S4 ?

**Question 8 :** Un interrupteur différentiel permet de protéger les personnes contre un contact direct. La partie commande ne possède pas d'interrupteur différentiel. Pourquoi ?



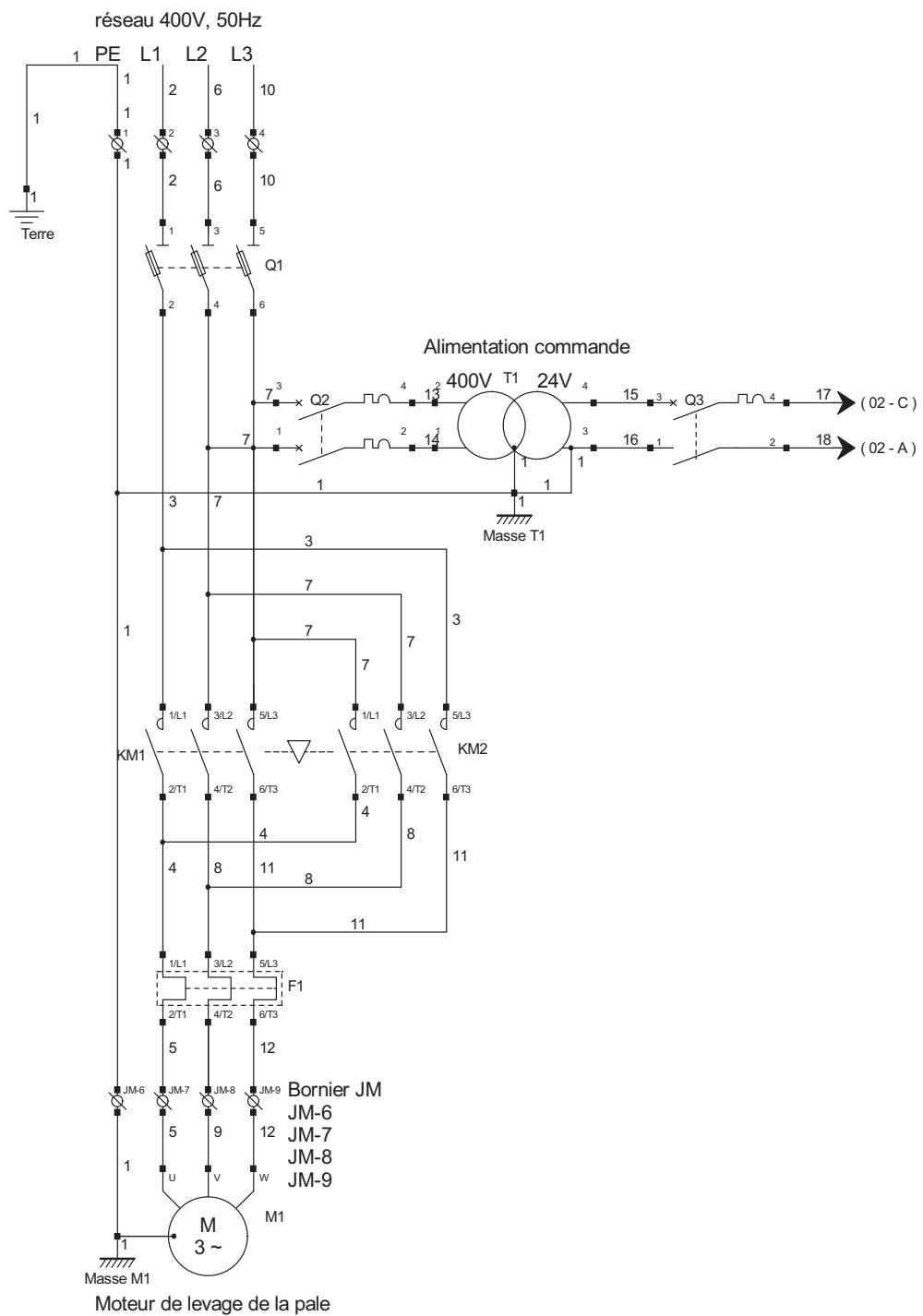
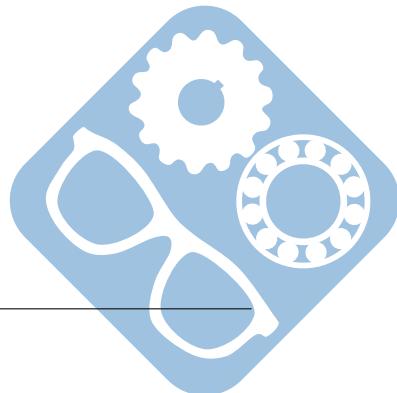


Figure 15 – Schéma électrique de puissance



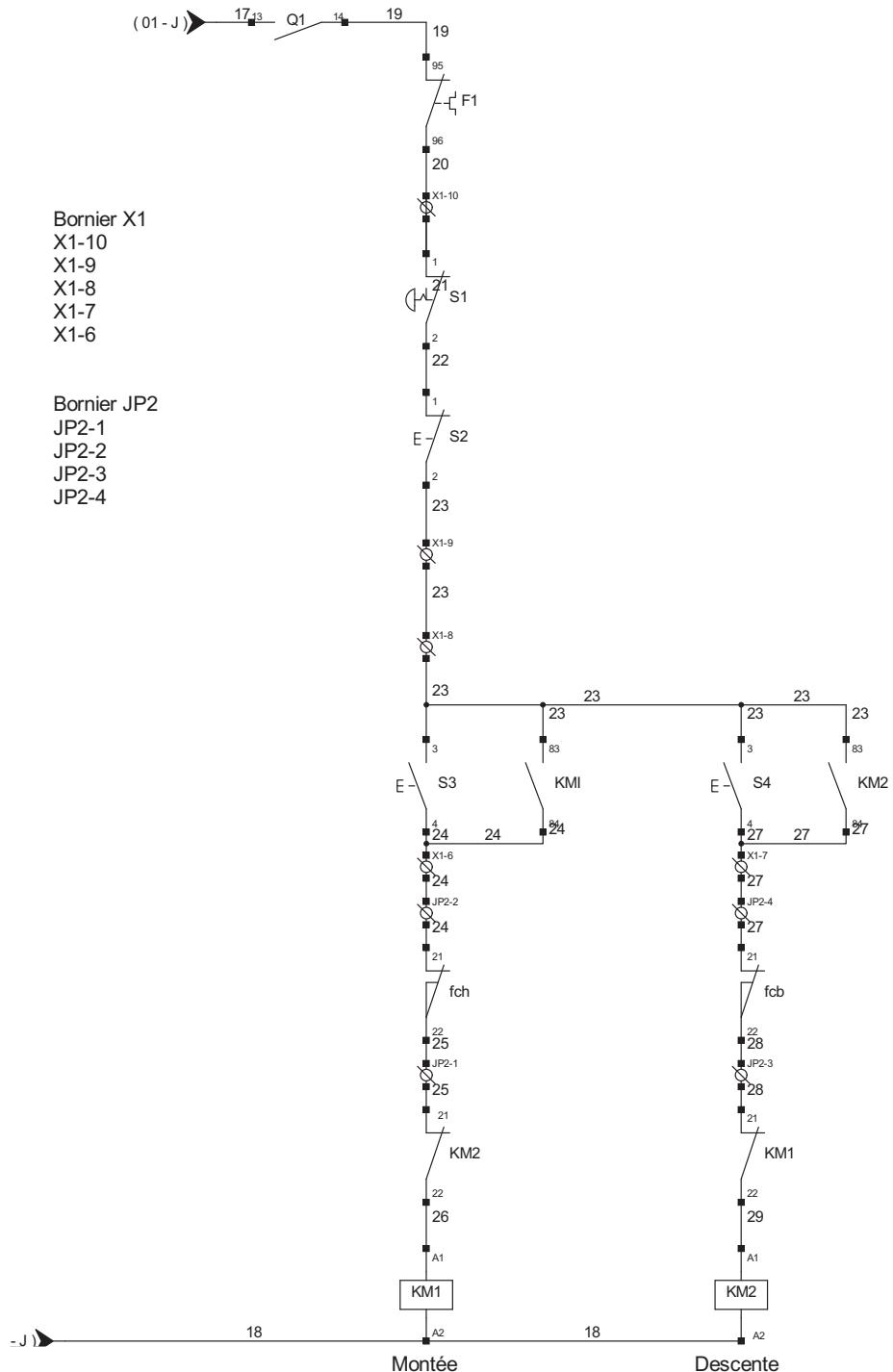
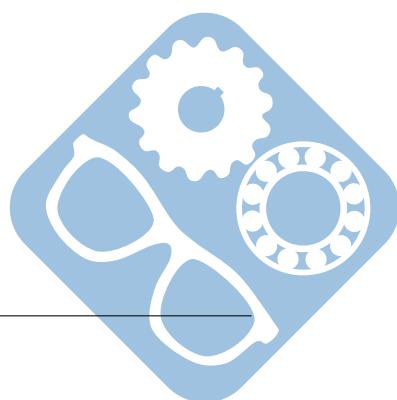


Figure 16 – Schéma électrique de commande

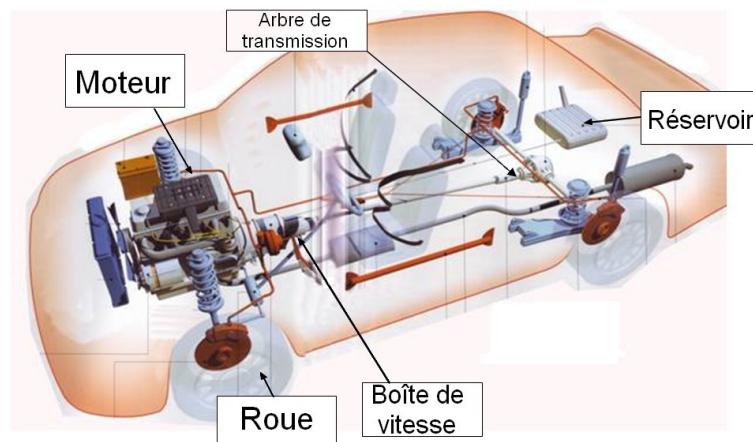


## 5 Correction

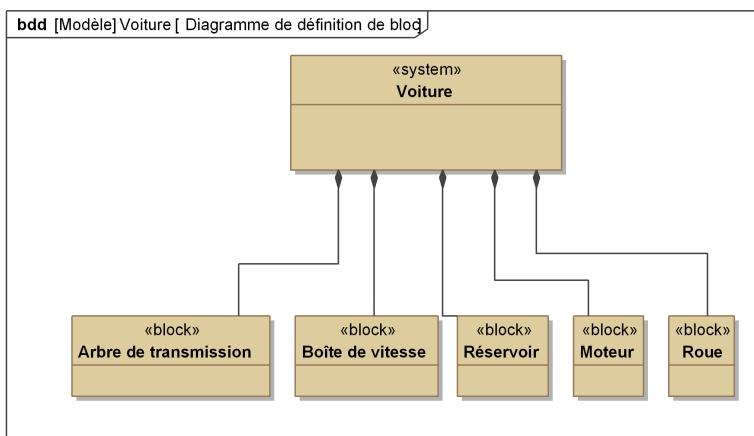
### 5.1 Automobile

**Question 1 :** Le stockage est fait dans un réservoir, il s'agit donc d'énergie fossile (essence ou gas-oil).

**Question 2 :**

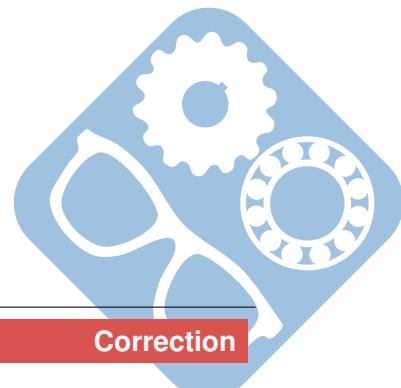


**Question 3 :**



**Question 4 :** Maillons de la chaîne d'énergie :

- moteur : converti, (distribuer),
- boîte de vitesse : transmettre,
- réservoir : alimenter,
- roue : agir,
- différentiel : transmettre,
- arbre de transmission : transmettre.

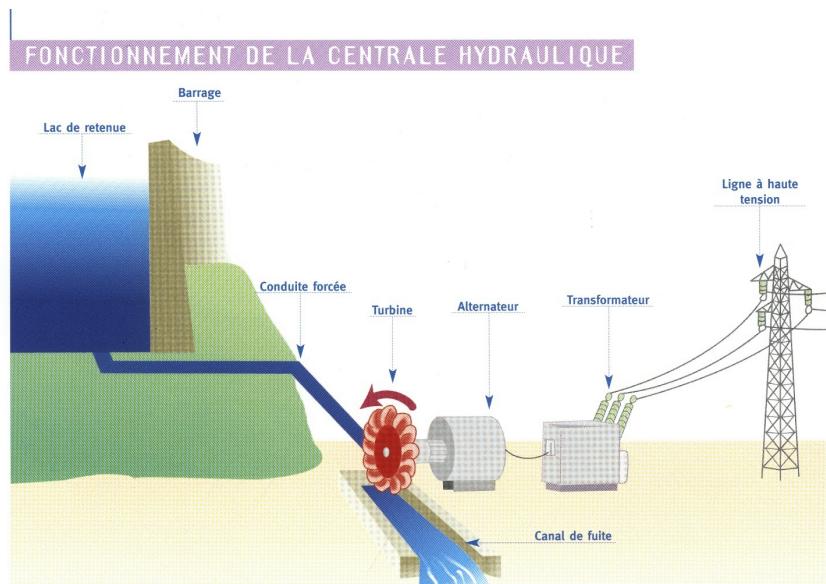
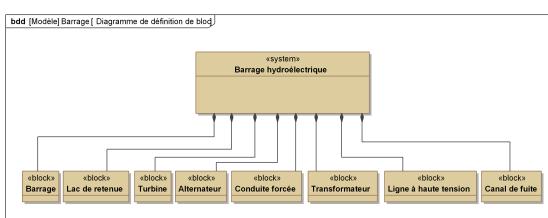


**Question 5 :**

Nom de la grandeur dérivée	Nom de l'unité dérivée	Symbole Symbole	Formule mnémonique	Unité SI Unité SI
Force	Newton	N	$P = m.g$	$m \cdot kg \cdot s^{-2}$
Pression	Pascal	Pa	$P = F/S$	$m^{-1} \cdot kg \cdot s^{-2}$
Puissance	Watt	W	$P = V.F = C.\Omega$	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3}$

## 5.2 Barrage hydroélectrique

**Question 1 :** L'énergie utilisée est mécanique, la précision du texte à côté de la figure indique que le fait de mettre le barrage en altitude permet d'obtenir de l'énergie potentielle, et les rivières à fort débit permettent d'obtenir de l'énergie cinétique.

**Question 2 :**

**Question 3 :**

**Question 4 :**

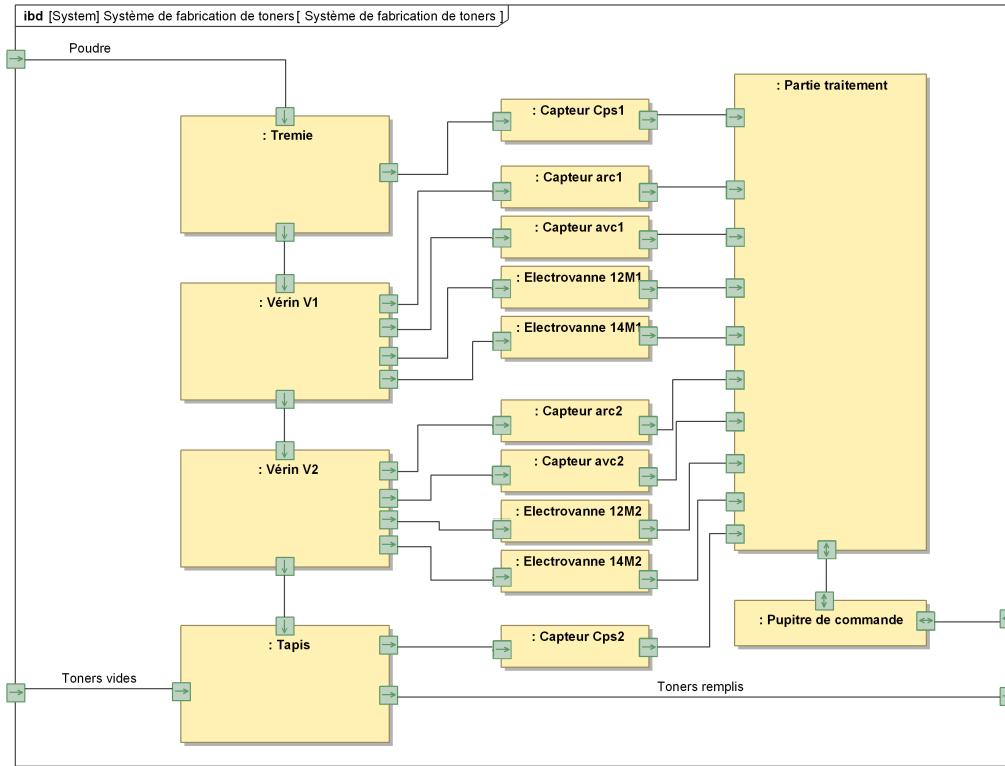
Barrage + Lac de retenue	Alimenter
Conduite forcée	Distribuer
Turbine + alternateur	Convertir
Transformateur	Transmettre
Ligne à haute tension	Transmettre
Canal de fuite	Pertes

**Question 5 :**

Nom de la grandeur dérivée	Nom de l'unité dérivée	Symbole Symbole	Formule mnémonique	Unité SI Unité SI
Énergie cinétique	Joule	J	$E = \frac{1}{2}m.v^2$	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2}$
Énergie potentielle	Joule	J	$E = m.g.h$	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2}$

## 5.3 Chaîne de fabrication de toners

Question 1 :



Capteur arc1	Seuil de pression ou ILS
Capteur avc1	Seuil de pression ou ILS
Capteur arc2	Seuil de pression ou ILS
Capteur avc2	Seuil de pression ou ILS
Capteur S1	Capteur de contact ou optique
Capteur S2	Capteur de contact, capacitif ou optique

Question 2 : Conditions initiales : *Cps2 détecte l'arrivée d'un toner, Cps1 confirme qu'il y a de la poudre.* (Il est possible de considérer que Cps1 sert à déetecter l'arrêt du remplissage de la trémie auquel cas il n'a pas à rentrer en compte ici.),  $avc1=1$ ,  $avc2=1$ ,  $arc1=0$ ,  $arc2=0$

1. Entrée V1 (12M1)  $avc1=0$ ,  $avc2=1$ ,  $arc1=1$ ,  $arc2=0$
2. Sortie V1 (14M1)  $avc1=1$ ,  $avc2=1$ ,  $arc1=0$ ,  $arc2=0$
3. Entrée V2 (12M2)  $avc1=0$ ,  $avc2=0$ ,  $arc1=1$ ,  $arc2=1$
4. Sortie V2 (14M2)  $avc1=1$ ,  $avc2=1$ ,  $arc1=0$ ,  $arc2=0$

## 5.4 Treuil électrique

**Question 1 :**

- S1 est un bouton d'arrêt d'urgence,
- S2 est un bouton d'arrêt,
- S3 est le bouton de montée,
- S4 est le bouton de descente.

**Question 2 :** En coupant Q1 avec un système en charge, on provoque la chute de l'élément porté par le treuil. Il s'agit d'une sécurité visant à empêcher le système de redémarrer au retour de la fermeture de Q1.

Souvent un frein magnétique est là pour éviter ce genre de problème.

**Question 3 :** F1 est un sectionneur thermique sur la partie opérative. Comme pour Q1, l'interrupteur sur la partie commande permet au système de ne pas redémarrer en cas de réarmement de F1.

**Question 4 :** Cela provoque la montée du treuil. La mise en place de l'interrupteur lié à la bobine KM1 en parallèle permet l'auto-maintien de l'ordre.

**Question 5 :** Le passage de KM1 à KM2 a pour effet d'inverser 2 fils d'alimentation du moteur triphasé. Ainsi, cela modifie l'ordre de déphasage des bobines et donc le sens de rotation du moteur.

**Question 6 :** Les voyants de montée et de descente doivent se situer en série avec les bobines KM1 (montée) et KM2 (descente).

**Question 7 :** Rien ne va se passer. Par contre en cas de léger décalage, le premier ordre reçu sera validé et empêchera l'autre de s'exécuter.

**Question 8 :** Cela ne sert à rien car aucune énergie dangereuse ne transite par la partie commande.

