

ANALYSER LE FONCTIONNEMENT D'UN SYSTEME :

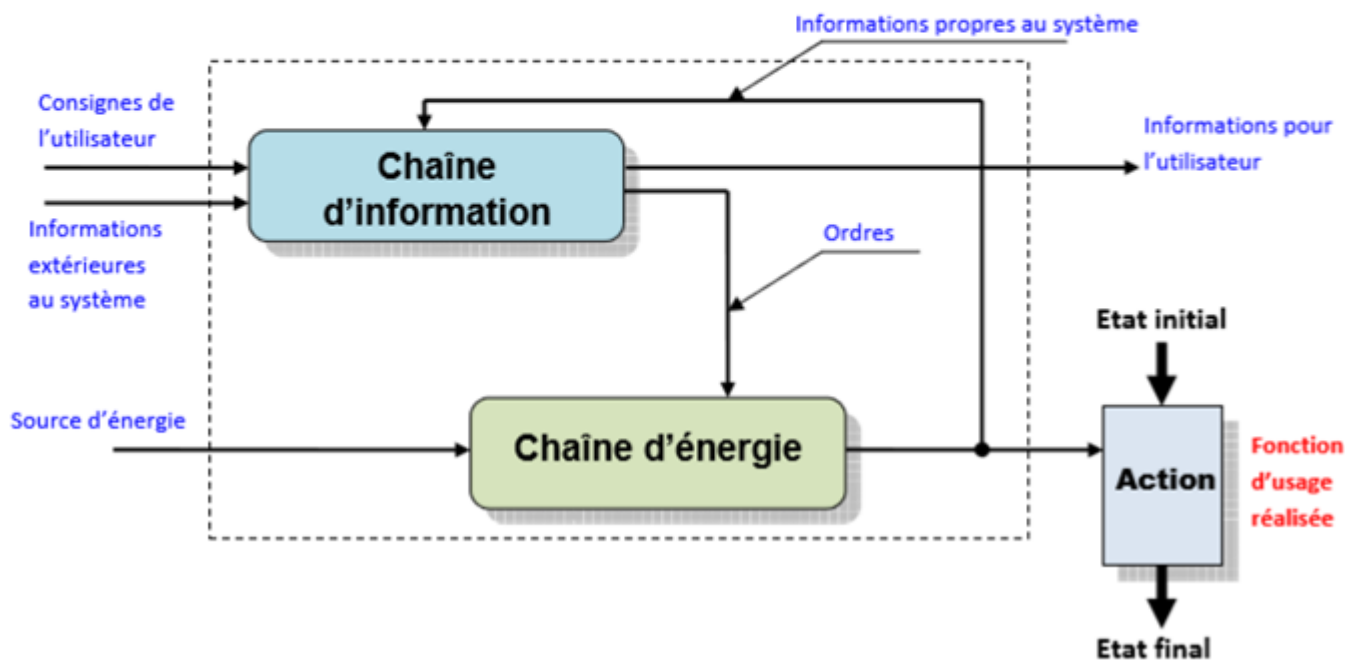
Activité découverte

1. UN SYSTEME AUTOMATISE

Un **système automatisé** est composé de plusieurs éléments qui exécutent **un ensemble de tâches programmées** sans que l'intervention de l'homme ne soit nécessaire.

Exemples : le passage à niveau automatique, la porte de garage, etc...

2. SCHEMA D'UN SYSTEME AUTOMATIQUE



3. CHAÎNE D'INFORMATION

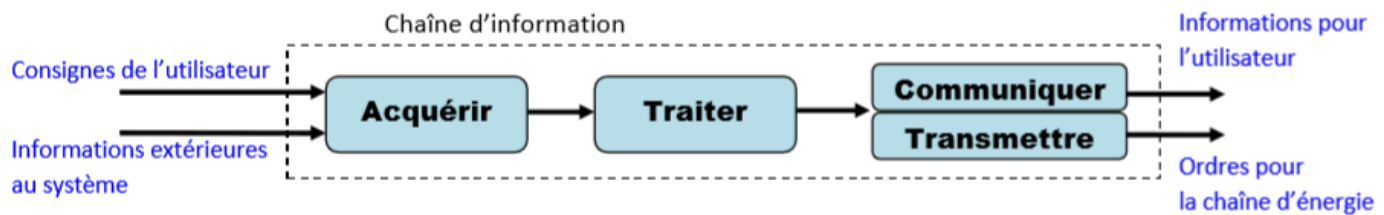
Définition : c'est la partie du **système automatisé** qui capte l'**information** et qui la **traite**.
On peut découper cette chaîne en plusieurs **blocs fonctionnels**.

Acquérir : Fonction qui permet de prélever des informations à l'aide de **capteurs**.

Traiter : C'est la **partie commande** composée d'un automate ou d'un microcontrôleur.

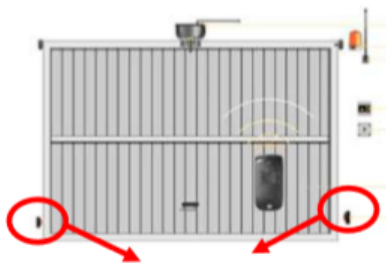
Communiquer : Cette fonction assure l'**interface** l'utilisateur et/ou d'autres systèmes.

Transmettre : Cette fonction assure l'**interface** avec l'environnement de la **partie commande**.



Exemple de chaîne d'information : la porte de garage

L'**opérateur** appuie sur le bouton de la télécommande pour fermer la porte du garage (**consigne de l'utilisateur**). La **chaîne d'informations**, composée d'un boîtier électronique et de capteurs, détecte le signal et ordonne, lorsqu'elle en reçoit l'ordre, la mise en route du moteur afin d'ouvrir la porte (**ordre**).

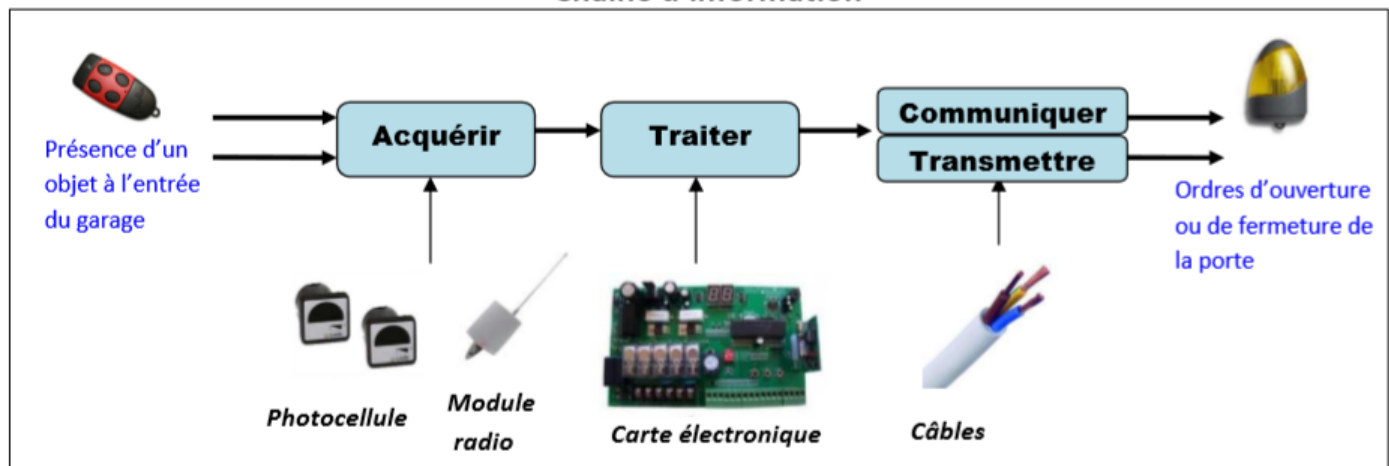


Capteur : photocellule

La **photocellule** empêche la fermeture de la porte si elle détecte la présence d'un objet (personne, voiture, animal...)

Il y a aussi des **capteurs** qui permettent de connaître l'état de la porte (ouverte ou fermée).

Chaîne d'information



4. LA CHAÎNE D'ÉNERGIE

Définition : dans un **système automatisé**, on appelle **une chaîne d'énergie** l'ensemble des procédés qui vont **réaliser une action**.

On peut découper cette chaîne en plusieurs **blocs fonctionnels**.

Les blocs fonctionnels de la chaîne d'énergie

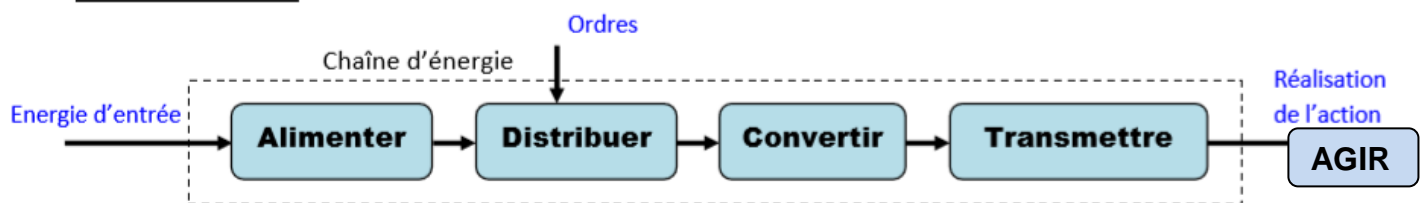
Alimenter : Mise en forme de l'énergie externe en énergie compatible pour créer une action.

Distribuer : Distribution de l'énergie à l'actionneur réalisée par un distributeur ou un contacteur.

Convertir : L'organe de conversion d'énergie appelé actionneur peut être un vérin, un moteur...

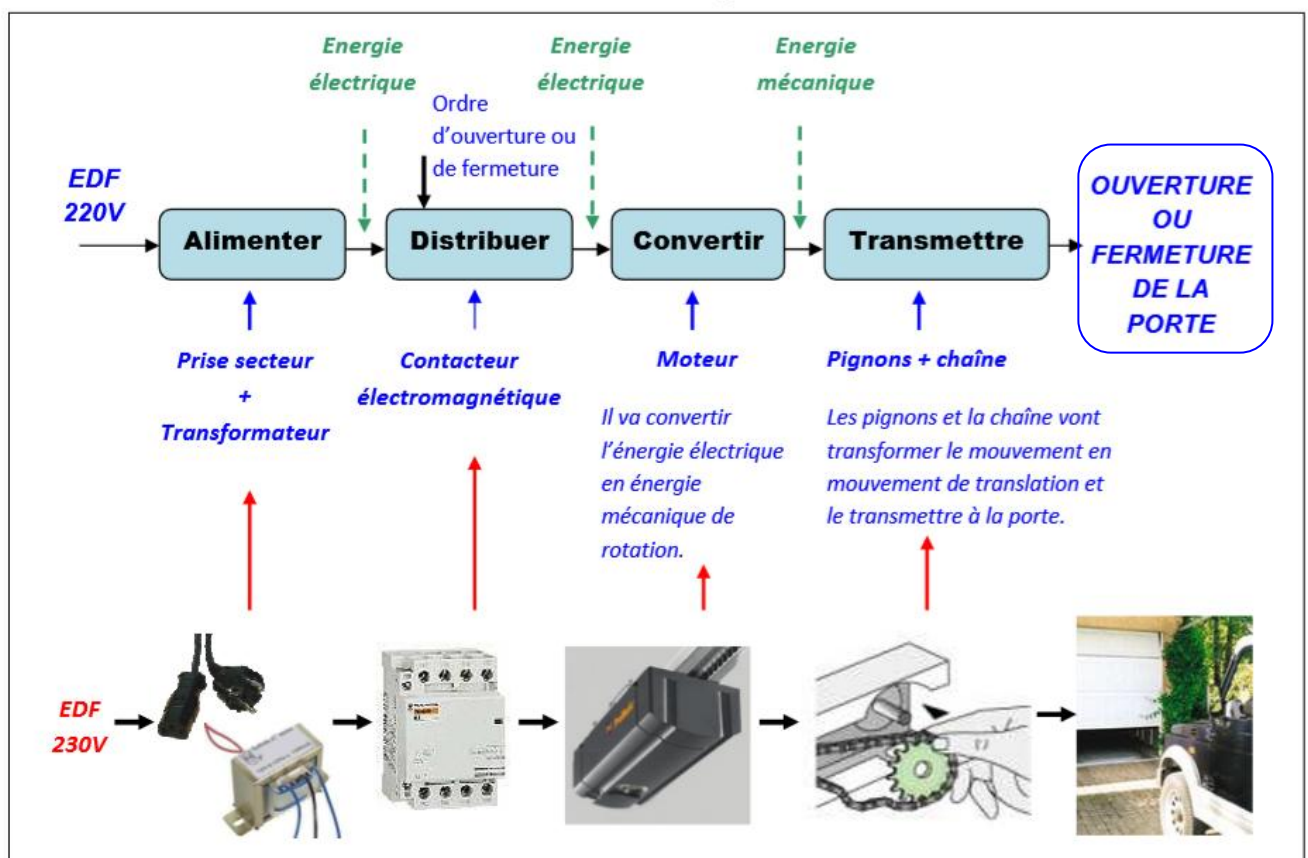
Transmettre : Cette fonction est remplie par l'ensemble des organes mécaniques de transmission de mouvement et d'effort : engrenages, courroies, accouplement, embrayage.....

Chaîne d'énergie :



Exemple de chaîne d'énergie : la porte de garage

Chaîne d'énergie



Travail à effectuer :

1. Vidéos de présentation de la chaîne d'énergie

Chaîne d'énergie visseuse électrique :

- Ouvrez le fichier « CHAÎNE d'ENERGIE d'une visseuse portative » dans le dossier ressources et visionnez la vidéo présentée

Chaîne d'énergie trottinette électrique :

- Ouvrez le fichier « La chaîne d'énergie de la trottinette électrique » dans le dossier ressources et visionnez la vidéo présentée

2. Appareils de la vie courante (répondre sur le document papier fourni)

Le type d'énergie utilisée par les appareils de la vie courante a changé au cours du temps. Pour éviter les pertes inutiles et avoir une bonne efficacité énergétique, l'énergie doit être utilisée et contrôlée au mieux.

1. Pour chacun des produits ci-dessous, indiquer, sous la photo, l'énergie utilisée.

2. Pour chaque type de produit du tableau, indiquer les principales évolutions techniques.

Voiture :

Mixeur :

Aspirateur :

Voiture à vapeur - 1771	Voiture à essence - 1949	Voiture électrique - 2012
		
.....
Batteur - 19 ^e siècle	Robot - 1973	Robot connecté - 2014
		
.....
Aspirateur à manivelle - 1869	Aspirateur électrique - 1970	Aspirateur autonome - 2014
		
.....

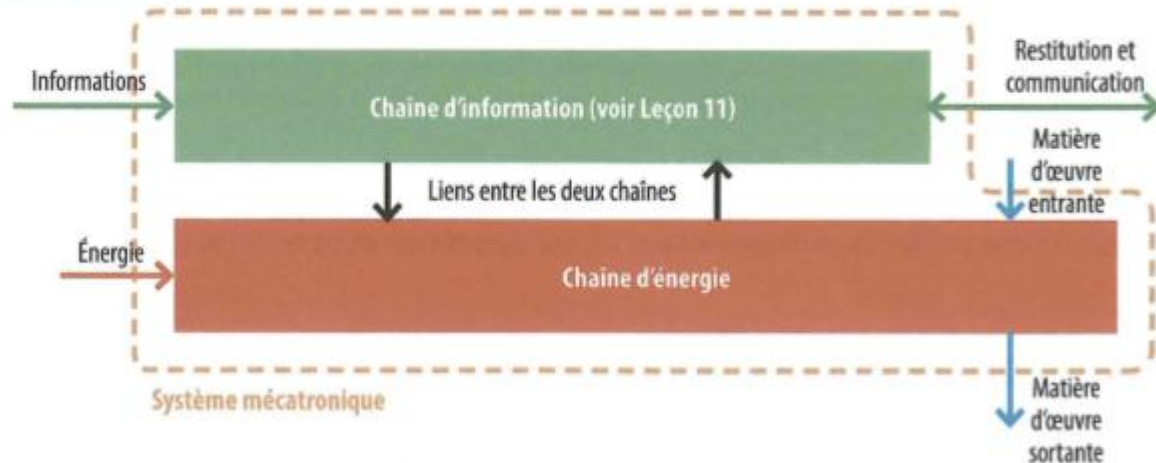
Conclusion : Les systèmes récents mêlent des parties mécaniques, électroniques et informatiques. Quel intérêt cela apporte-t-il ?

3. Systèmes mécatroniques

Les systèmes **mécatroniques** sont des systèmes mêlant des parties **mécaniques, électroniques et informatiques** et des **structures de contrôle** afin d'augmenter et d'optimiser leur fonctionnalités. Ils concernent tous les domaines (robotique, aérospatiale, transport, électroménager, loisirs,...).

Ce chapitre permettra d'étudier les systèmes **mono-source**.

La plupart des systèmes mécatroniques peuvent être modélisés sous la forme d'une **chaîne d'énergie** et d'une **chaîne d'information**.

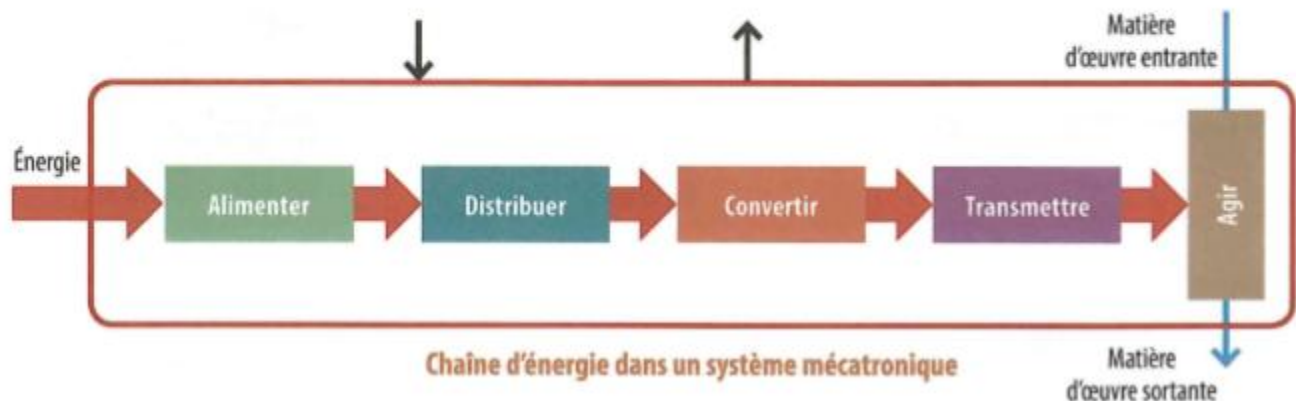


Ces chaînes sont composées de **blocs fonctionnels** élémentaires qui peuvent s'agencer de différentes manières.

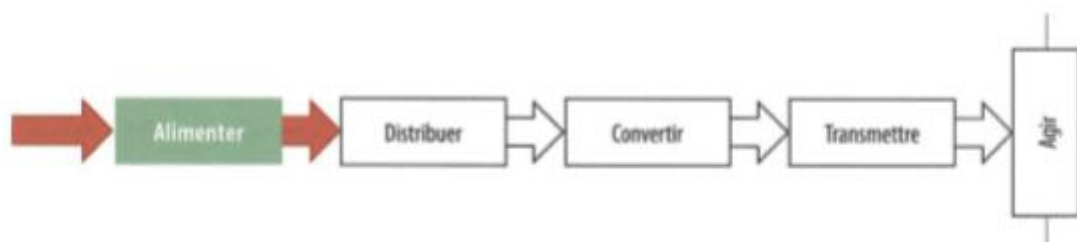
4. Chaîne d'énergie (répondre sur le document papier fourni)

La chaîne d'énergie permet d'amener l'énergie en quantité suffisante et sous la bonne forme afin de réaliser l'**action désirée**.

Elle est constituée de blocs dont les plus courants sont : **Alimenter, Distribuer, Convertir, Transmettre**.










a. Fonction Alimenter



Ce bloc indique comment le système est alimenté en énergie.

Les éléments les plus courants sont les suivants.

	Photo	Fonction détaillée	Caractéristiques	Symboles
Réseau EDF		Alimenter en énergie électrique	Courant alternatif triphasé ① (400 V entre 2 phases, 230 V entre phase et neutre) ou monophasé ② (230 V) - fréquence 50 Hz	① L1 ——— L2 ——— L3 ——— N ——— PE - - - - - ② L ——— N ——— PE - - - - -
Réseau pneumatique ou hydraulique		Alimenter en énergie pneumatique (air) ou hydraulique (huile, eau)	Pression P (en Pa), débit Q (en m ³ /s)	
Énergies renouvelables		Alimenter localement en énergie électrique à partir d'énergie solaire ou éolienne	Tension U (en V) et puissance nominale P (en W)	
Groupe électrogène		Alimenter localement en énergie électrique à partir d'une énergie fossile	Tension U (en V) et puissance nominale P (en W)	

Le bloc **Alimenter** peut aussi comporter un bloc **Stocker** si le système admet un stockage de l'énergie.

Batterie		Alimenter en énergie électrique préalablement stockée	Tension U (en V) et capacité (en Ah) Courant continu	
----------	---	---	---	---

APPLICATION 1 Fonction Alimenter

- Par quels moyens sont alimentés les systèmes suivants ?



a) Mixeur sans fil



b) Lampe de poche solaire


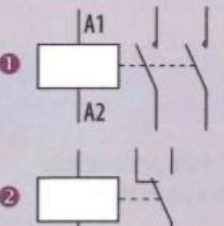

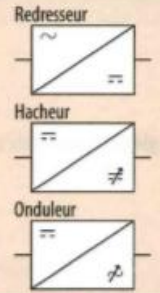

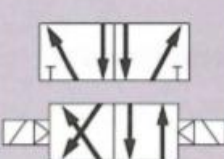


c) Ventilateur

b. Fonction Distribuer



Ce bloc explique comment l'énergie est distribuée à l'actionneur (bloc Convertir). Suivant les ordres de la chaîne d'information, il distribue l'énergie sous la forme qui convient. Les éléments les plus courants sont les suivants.

	Photo	Fonction détaillée	Caractéristiques	Symboles
Contacteur, relais et composants électroniques		Distribuer l'énergie électrique à partir d'un ordre de la chaîne d'information	Nombre de contacts et leurs positions Tension et intensité assignés Tension de bobine	
Modulateur		Moduler l'énergie électrique (peut comporter un redresseur, un onduleur, un hacheur,...) afin d'alimenter un récepteur électrique avec l'énergie adéquate	Tension d'alimentation Puissance du récepteur associé Plage de variation (vitesse, fréquence, tension, ...)	
Distributeur pneumatique		Distribuer l'énergie pneumatique aux bons éléments au bon moment	Nombre d'orifices et de positions Type de commande	

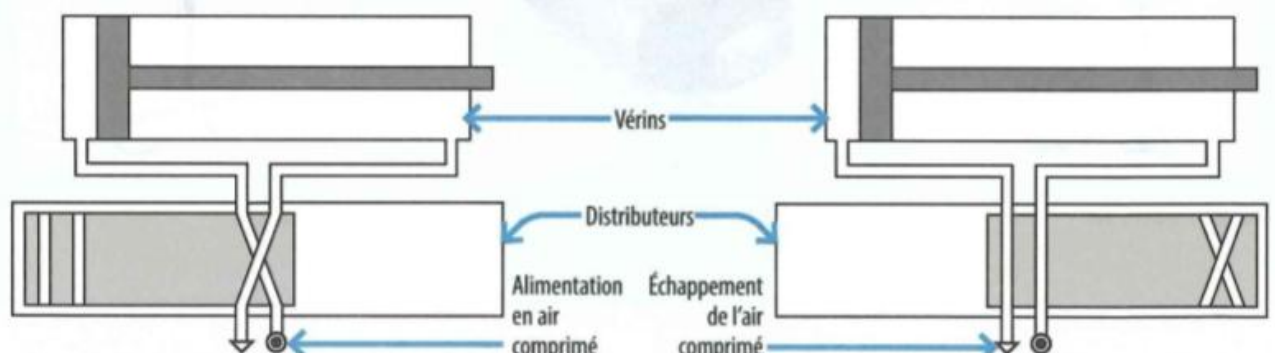
La fonction **Distribuer** peut comporter un bloc **Protéger**.

Interrupteur et protection		Distribuer l'énergie électrique et assurer la protection des biens et des personnes	Nombre de pôles Intensité nominale Seuil de déclenchement	
----------------------------	---	--	---	---

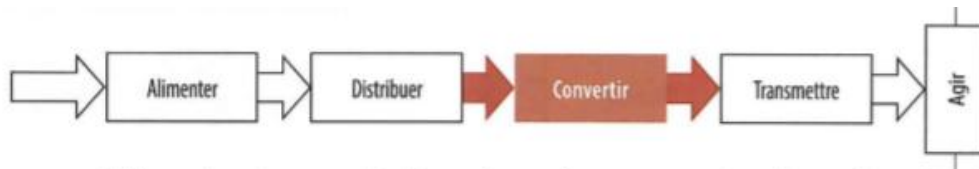
APPLICATION 2 Fonction Distribuer

1. Pour les deux positions de distributeur pneumatique suivantes, dessiner le trajet de l'air sous pression en **rouge** et de l'air à l'échappement en **bleu**.


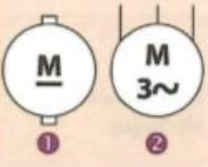



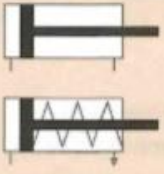




2. Indiquer par une flèche sur le vérin s'il va vers la droite ou vers la gauche.



c. Fonction Convertir



Ce bloc décrit comment l'énergie est convertie d'une forme à une autre dans le système. Les éléments les plus courants sont les suivants.

	Photo	Fonction détaillée	Caractéristiques	Symboles
Moteur électrique à courant continu ou à courant alternatif		Convertir l'énergie électrique en énergie mécanique de rotation	Alimentation, fréquence de rotation en tour/min et couple	
Moteur brushless		Convertir l'énergie électrique en énergie mécanique de rotation à des vitesses élevées	Alimentation, fréquence de rotation en tour/min et couple	
Vérin pneumatique ou hydraulique		Convertir l'énergie pneumatique ou hydraulique en énergie mécanique de translation	Diamètre et course en mm	
Résistance de chauffage		Convertir l'énergie électrique en chaleur par effet Joule	Puissance P et tension d'alimentation U	
Ampoule		Convertir l'énergie électrique en lumière	Puissance P, tension d'alimentation U et éclairage	

Note : Il existe aussi d'autres convertisseurs comme les ventilateurs, les pompes, les compresseurs,...

Petit formulaire pour le pneumatique

$$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2 \quad 1 \text{ bar} = 1 \text{ daN/cm}^2 \quad 1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$$

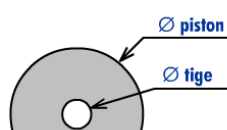


$$F_t = p \times S$$

F_t : effort théorique axial

p : pression de service à l'intérieure de la chambre du vérin

S : Section du piston sur laquelle la pression s'applique



Surface à prendre en compte

$$S = S_{\text{piston}} - S_{\text{tige}}$$

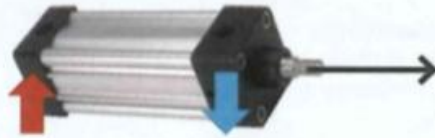
soit :

$$S = \frac{\pi}{4} \times (d_{\text{piston}}^2 - d_{\text{tige}}^2)$$

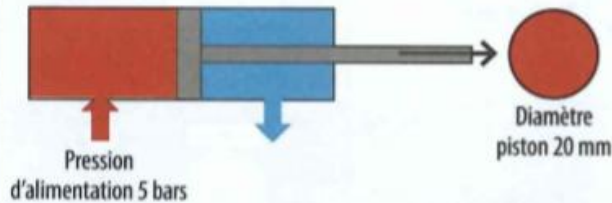
$$S = \pi \times (R_{\text{piston}}^2 - R_{\text{tige}}^2)$$

APPLICATION 3 Vérin

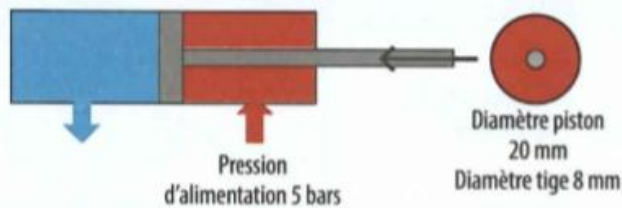
Pour le vérin suivant :



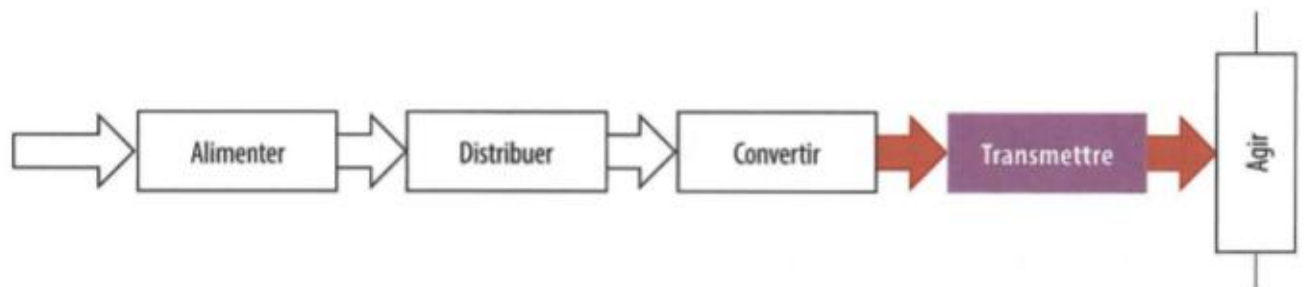
1. Calculer la force exercée lors de la sortie de la tige, sachant que $P = \frac{F}{S}$ avec P pression d'alimentation en Pa, F force exercée en N, S surface sur laquelle s'applique la pression en m^2 .



2. Calculer la force exercée lors de la rentrée de la tige.


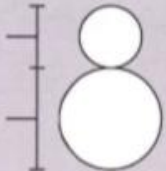

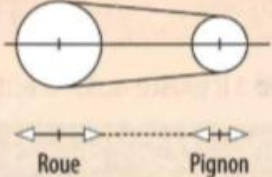



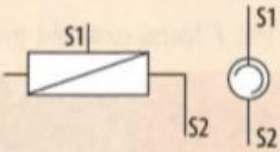

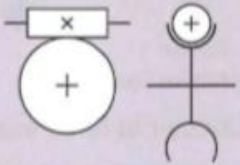



d. Fonction Transmettre



Ce bloc explique comment l'énergie fournie par l'actionneur est transmise au système. Les éléments les plus courants sont les suivants.

	Photo	Fonction détaillée	Caractéristiques	Symboles
Transformateur électrique		Adapter l'énergie électrique en modifiant sa tension et son intensité	Tensions d'entrée et de sortie	primaire 220 V ~ Secondaire 24 V ~
Échangeur thermique		Transmettre la chaleur d'un fluide à un autre sans aucun contact entre les deux	Débit en m^3/h Surface d'échange en m^2	
Accouplement permanent ou non		Transmettre la vitesse et le couple entre deux arbres	Angle ou décalage entre les axes	

Engrenage droit et à axes parallèles		Adapter l'énergie mécanique en modifiant sa vitesse et son couple	Nombre de dents Z Diamètres primitifs D	
Chaîne		Adapter l'énergie mécanique en modifiant sa vitesse et son couple	Diamètres primitifs des deux roues $D1$ et $D2$	
Pignon crémaillère		Transformer l'énergie mécanique de rotation en énergie mécanique de translation	Diamètre primitif de la roue D	
Vis écrou		Transformer l'énergie mécanique de rotation en énergie mécanique de translation	Pas de la vis P	
Roue vis sans fin		Adapter l'énergie mécanique en modifiant sa vitesse, son couple et sa direction	Pas de la vis P	
Réflecteur de lumière		Transmettre le maximum de luminosité	Forme et matière du réflecteur	

Note : Pour des engrenages, le rapport de réduction r se calcule de la manière suivante :

$$r = \frac{\omega_{\text{sortie}}}{\omega_{\text{entrée}}} = \frac{D_{\text{entrée}}}{D_{\text{sortie}}} = \frac{Z_{\text{entrée}}}{Z_{\text{sortie}}}$$

avec ω vitesse de rotation en rad/s, D diamètre primitif en mm, Z nombre de dents d'une roue

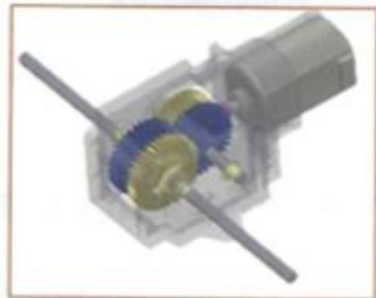
APPLICATION 4 Réducteur

Le réducteur ci-contre est utilisé dans certaines voitures radiocommandées. Toutes les roues sont libres sur leur axe, sauf la roue 4.

Le premier rapport de réduction vaut : 0,235.

$Z_{\text{roue 1}} = Z_{\text{roue 2b}} = Z_{\text{roue 3b}} = 12$ dents

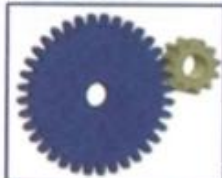
$Z_{\text{roue 2a}} = Z_{\text{roue 3a}} = Z_{\text{roue 4}} = 36$ dents



1. Calculer les rapports de réduction des différents étages d'engrenage.

r_1

Roue 2a
(sortie)



Roue 1
(Entrée)

r_2

Roue 2b
(entrée)



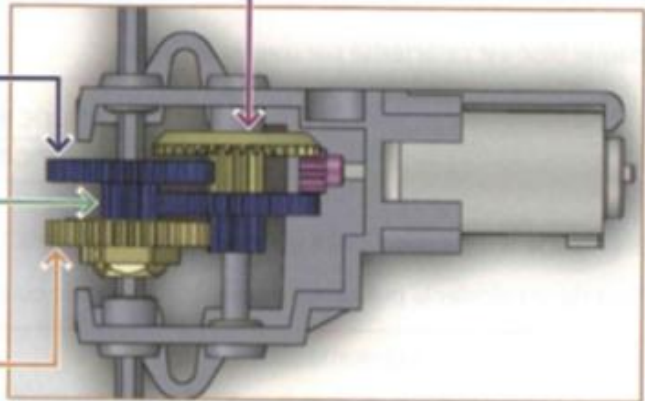
Roue 3a
(sortie)

r_3

Roue 4
(sortie)



Roue 3b
(Entrée)



a) $r_1 =$

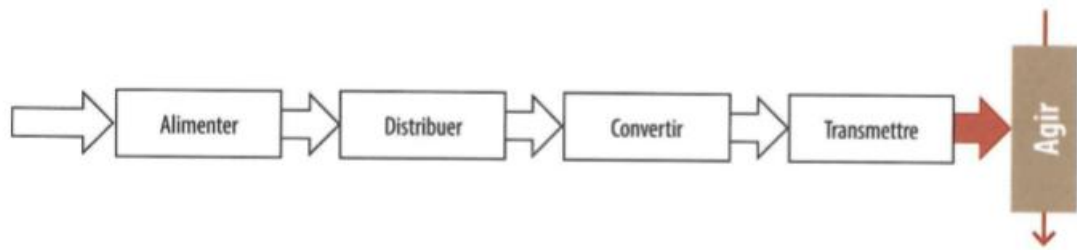
b) $r_2 =$

c) $r_3 =$

2. Calculer le rapport de réduction global en les multipliant entre eux.

$r_g = r_1 \times r_2 \times r_3 =$

e. Fonction Agir



Ce bloc explique comment est utilisée l'énergie transmise pour réaliser l'action demandée par le cahier des charges du système.

APPLICATION 5 Fonction Agir

- Entourer et nommer l'élément qui agit sur la matière pour les cas suivants.



a)



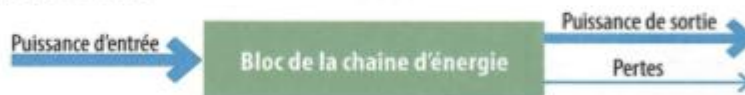
b)



c)

5. Puissances et rendements (répondre sur le document papier fourni)

Lorsque l'énergie parcourt les différents blocs de la chaîne d'énergie, elle est distribuée, convertie, transformée, adaptée,... Il y a forcément des pertes.



Chaque bloc est caractérisé par son rendement :

$$\eta = \frac{\text{Puissance de sortie}}{\text{Puissance d'entrée}}$$

Le rendement η n'a pas d'unité et est toujours inférieur à 1.

Il faut donc calculer la puissance disponible en entrée ou en sortie pour différents cas.

Puissance pneumatique :

$$P_{\text{pneum}} = Q \times p \text{ avec } Q \text{ débit en m}^3/\text{s} \text{ et } p \text{ pression en Pa}$$

Puissance électrique :

Courant continu : $P_{\text{elec}} = U \times I$ avec U tension en V, I intensité en A

Courant alternatif monophasé : $P_{\text{elec}} = U \times I \times \cos \varphi$
avec $\cos \varphi$ facteur de puissance

Courant alternatif triphasé : $P_{\text{elec}} = U \times I \times \sqrt{3} \times \cos \varphi$

Puissance mécanique pour la translation :

$$P_{\text{méca}} = F \times v \text{ avec } F \text{ force en N et } v \text{ vitesse en m/s}$$

Puissance mécanique pour la rotation :

$$P_{\text{méca}} = C \times \Omega \text{ avec } C \text{ couple en Nm et } \Omega \text{ vitesse de rotation en rad/s}$$

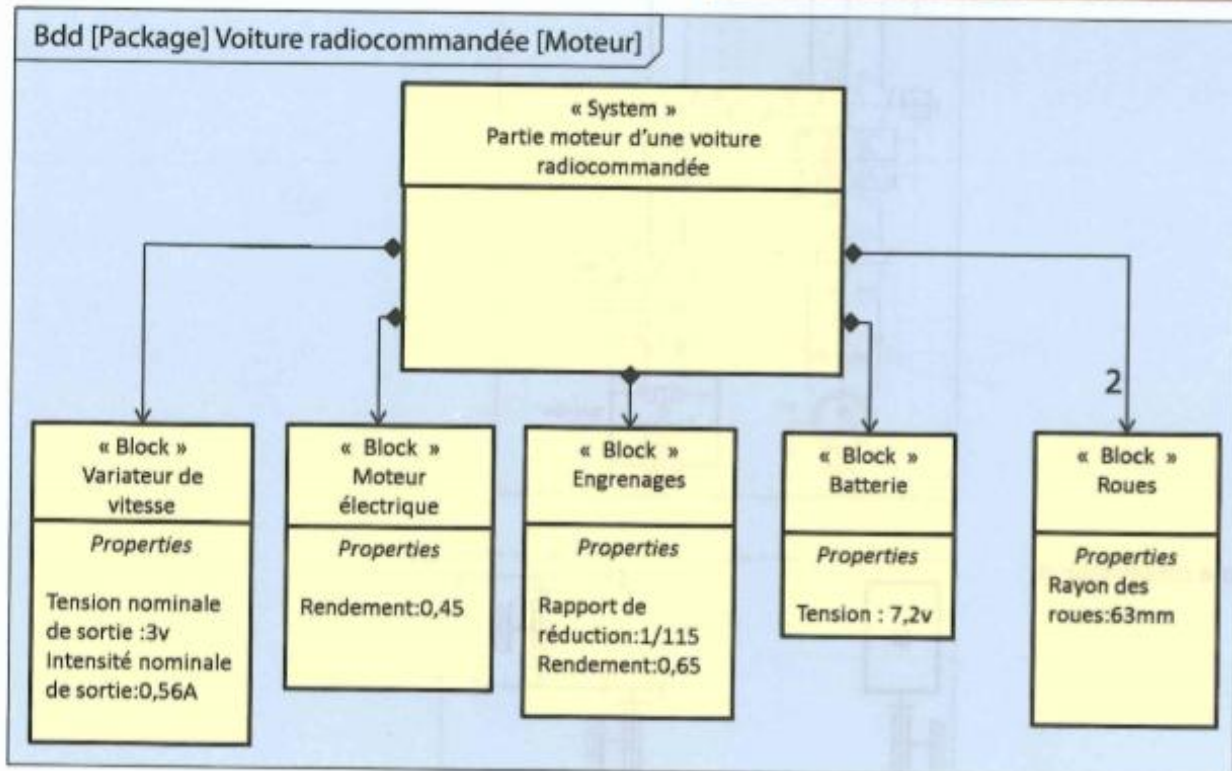
Puissance thermique pour une résistance :

$$P = R \times I^2 = \frac{U^2}{R} \text{ avec } R \text{ résistance en } \Omega, U \text{ tension en V, } I \text{ intensité en A}$$

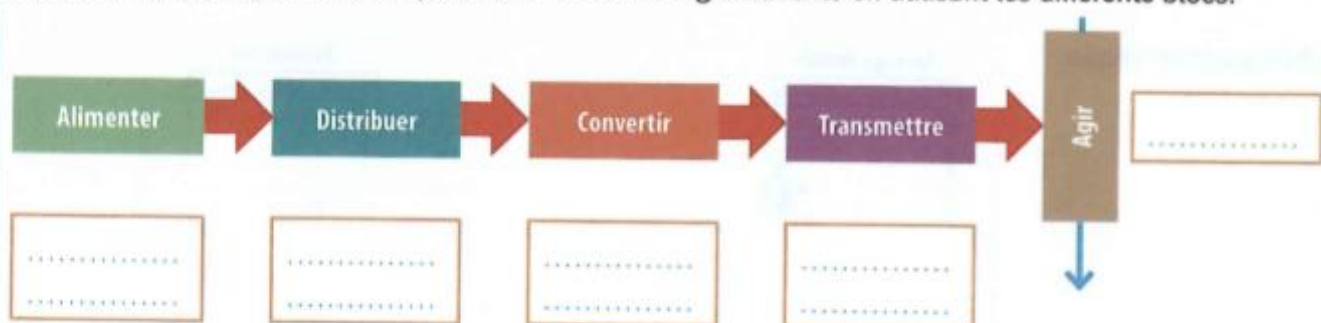
APPLICATION 6 Puissances et rendements

Le **diagramme de définition de blocs Bdd** permet de décrire la structure d'un système ou d'un sous-système.

Le diagramme Bdd ci-dessous indique les éléments essentiels constituant la partie moteur d'une voiture radio commandée.



1. À partir de ce diagramme, compléter la chaîne d'énergie suivante en utilisant les différents blocs.



2. Quelle est la puissance absorbée par le moteur en régime nominal ?

.....

3. À l'aide des différents rendements, donner la puissance disponible au niveau des roues.

.....

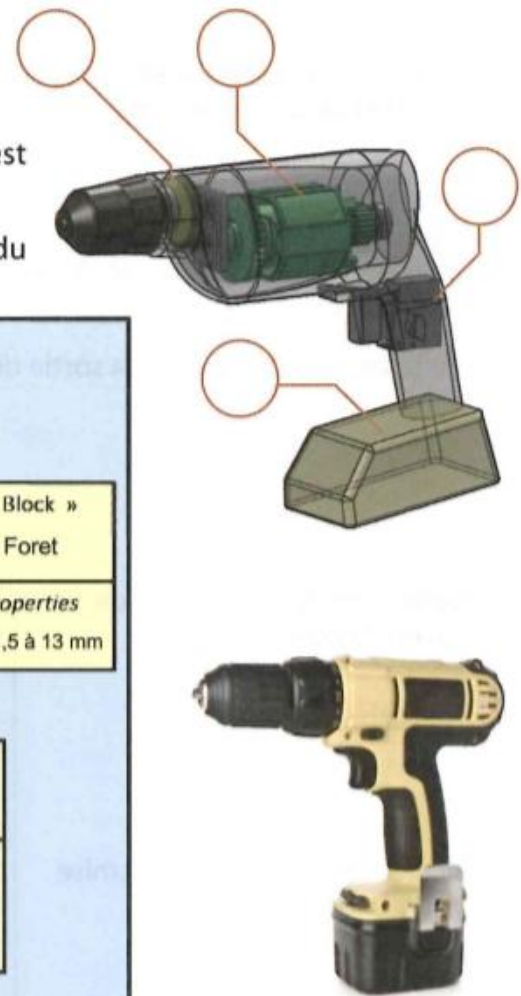
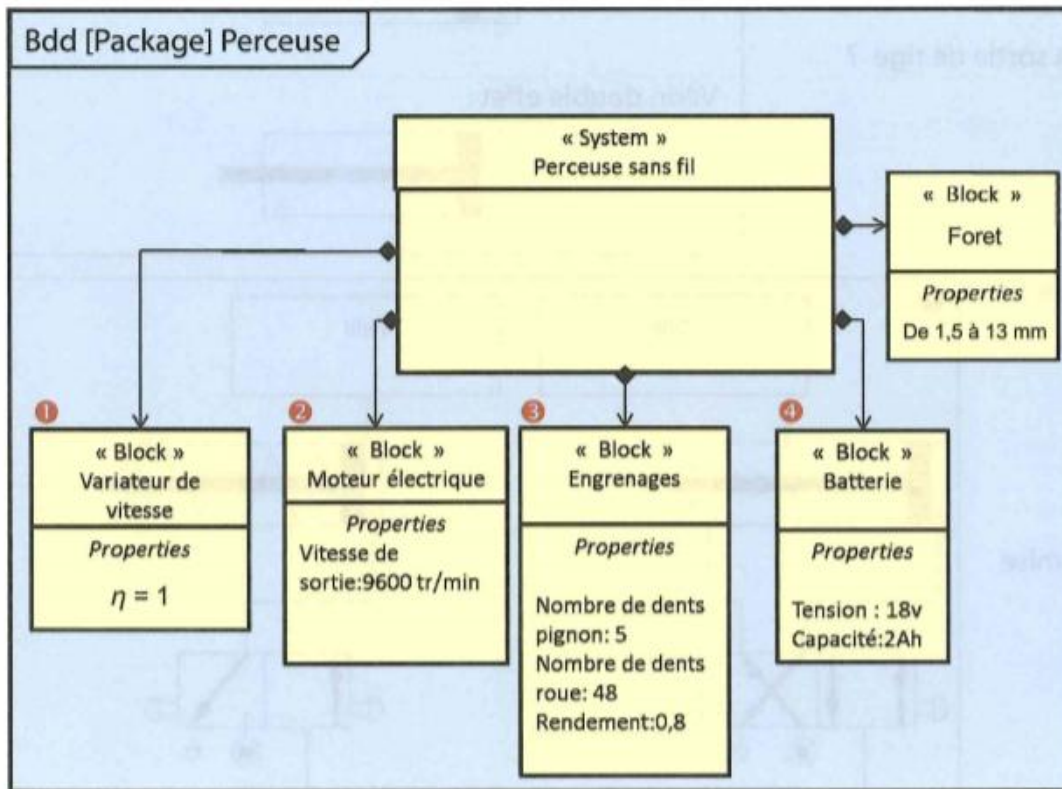
.....

.....

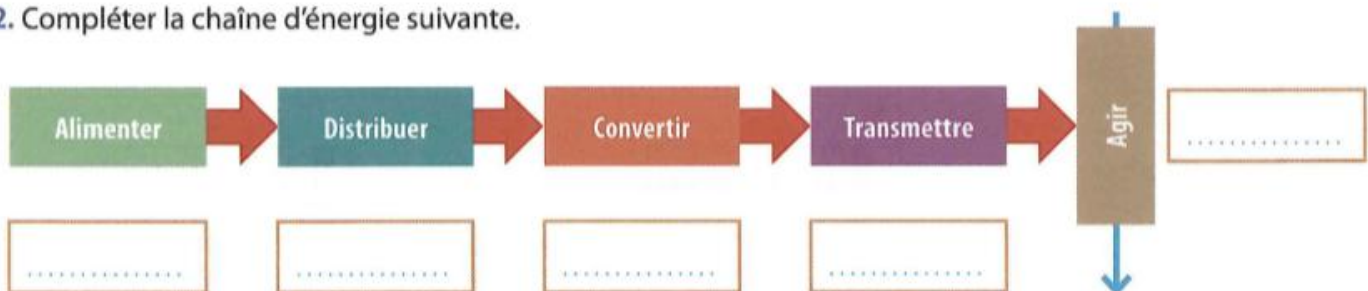
6. Etude d'une perceuse (répondre sur le document papier fourni)

La perceuse ci-contre fournit une puissance utile de 360 W. Elle est autonome en énergie grâce à sa batterie.

1. Numéroté les différentes parties sur le schéma en vous aidant du diagramme ci-dessus.



2. Compléter la chaîne d'énergie suivante.



3. Quel est le rapport de réduction du réducteur à engrenages ?
4. Calculer la vitesse de rotation du foret de perçage.
5. Calculer le couple disponible au niveau du foret.
6. Calculer la puissance P_u du moteur.
7. La batterie fournit un courant de 31 A. Calculer la puissance absorbée par le moteur. En déduire son rendement.

7. Distributeur pneumatique (répondre sur le document papier fourni)

!! Pour vous aidez, utilisez le logiciel « Guide des Sciences et Techniques », rubrique : sommaire,

chapitre : pneumatique, sous chapitre : les distributeurs pneumatique, naviguez à l'aide de



1. Sur le schéma ①, nommer les différents éléments en vous appuyant sur l'aide ci-contre.

2. Sur les schémas ① et ②, tracer le trajet de l'air sous pression en **rouge** et de l'air à l'échappement en **bleu**.

3. Sur les schémas ① et ②, représenter par une **flèche verte** le sens de déplacement des tiges de vérins.

Les vérins ont un diamètre de piston de 60 mm et des tiges de 15 mm. Ils sont alimentés avec une pression de 10 bars. La vitesse de sortie de la tige est de 0,05 m/s.

4. Quelle sera la force lors de la sortie de tige ?

.....

.....

.....

5. Quelle sera la force lors de la rentrée de tige ?

.....

.....

.....

6. Calculer la puissance transmise lors de la sortie de la tige.

.....

.....

.....

Aide :

Désignation d'un distributeur pneumatique

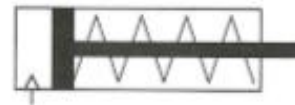
Exemple : Distributeur 5/2

Nombre d'orifices / Nombre de positions (cases)



Désignation d'un vérin

Vérin simple effet :



Vérin double effet :

