



## SCIENCES DE L'INGENIEUR

Séquence 3 – Activité 3

Pilotage des systèmes >> Chaines d'énergie et d'information

Durée : 04H00

### Objectifs :

- **Faire évoluer** le produit pour qu'il passe du statut de « mécanisé » à « automatisé ».
- **Comprendre** l'organisation des chaînes d'énergie et d'information.
- **Appréhender** les phénomènes physiques mis en jeu.

### Mise en situation :

Le ventilateur est un produit simple et très répandu. Celui proposé (voir figure 1) est le modèle VEL323H de la marque « King d'Home ». Ses caractéristiques techniques sont données dans le dossier technique disponible en ligne.



Figure 1 : ventilateur VEL323H

### Préalable :

📄 **Récupérer** par copier/coller le dossier de travail de la tâche à mener.

📁 Dossier source : (où sont les fichiers à copier)

Serveur >> Votre classe >> Documents en consultation >> SI >> Séquence 03 >> Activité 3

📁 Dossier de destination : (où coller les fichiers copiés)

Serveur >> Mes documents >> .....où bon vous semble..... >> Activité 3

📄 **Accéder** au contenu du dossier « Activité 3 >> Modélisation Matlab » et, comme le logiciel Matlab est long à démarrer, **ouvrir** dès à présent le fichier « ventilateur sans blocage.slx ». Passer à la partie A sans attendre.

## PARTIE A

*Etude fonctionnelle du produit de base*

**Q1 – Consulter** les éléments d'analyse fonctionnelle disponible en ligne (SADT et SysML) et **donner** la fonction principale du système étudié.

→ Fonction principale : \_\_\_\_\_

# PARTIE B

## Étude structurelle du produit de base

**Q2 – Consulter** le dossier technique en ligne et **préciser** l'énergie dont le système a besoin pour fonctionner.

- Énergie pneumatique – pression = \_\_\_\_\_ ; débit = \_\_\_\_\_
- Énergie hydraulique – pression = \_\_\_\_\_ ; débit = \_\_\_\_\_
- Énergie électrique – courant continu ; tension = \_\_\_\_\_
- Énergie électrique – courant alternatif monophasé ; tension = \_\_\_\_\_ fréquence = \_\_\_\_\_
- Énergie électrique – courant alternatif triphasé ; tension = \_\_\_\_\_ fréquence = \_\_\_\_\_

**Q3 – Proposer** un schéma électrique simple en ne considérant qu'une seule vitesse de marche.

Remarques : On rappelle qu'il suffit d'appuyer sur un interrupteur pour que le moteur se mette en marche.

Faire un schéma consiste à utiliser des symboles ; le moteur à son symbole, l'interrupteur à le sien, la source d'alimentation aussi.

Les symboles à utiliser sont disponibles dans les fiches de cours n°2 et n°3 du chapitre 2 (voir en ligne).



**Q4 – Compléter** la chaîne fonctionnelle figure 3.

Remarque : vous aurez besoin de « modifier » la structure proposée en **rayant tout ce qui est inutile**.

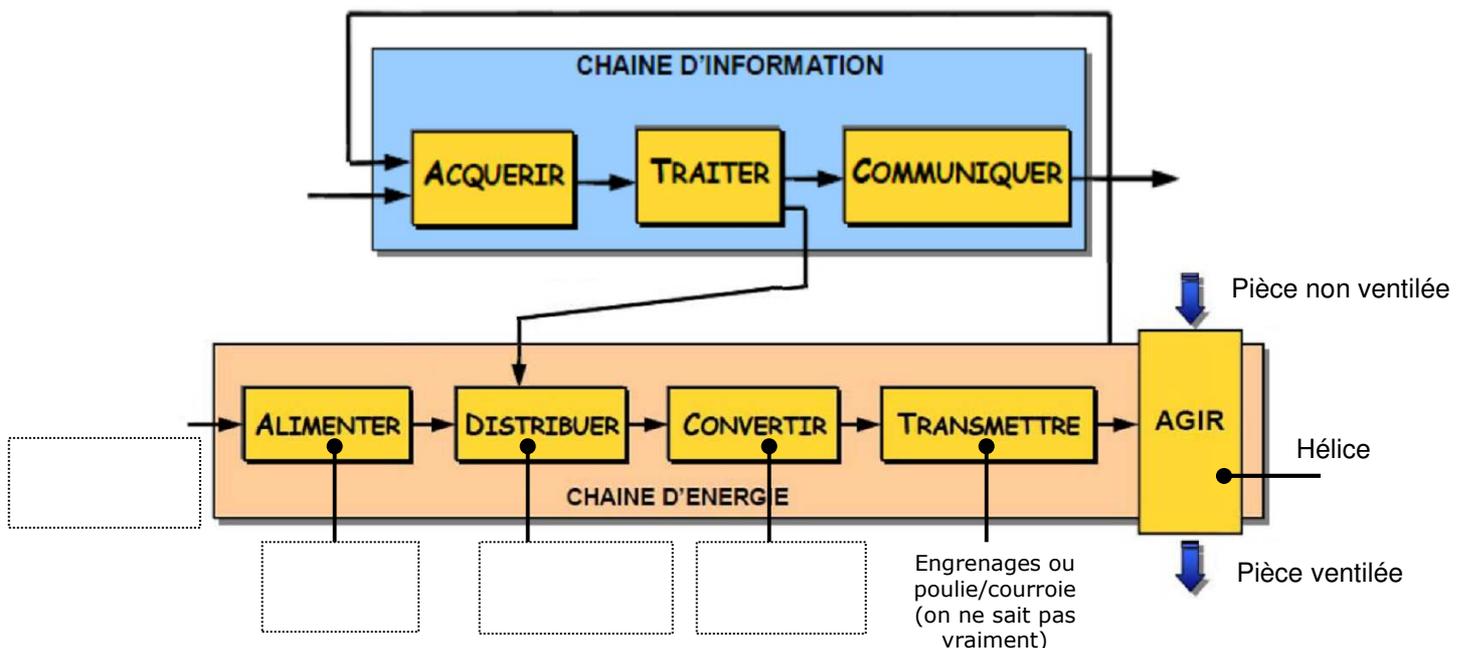


Figure 3 : chaîne fonctionnelle du ventilateur de base

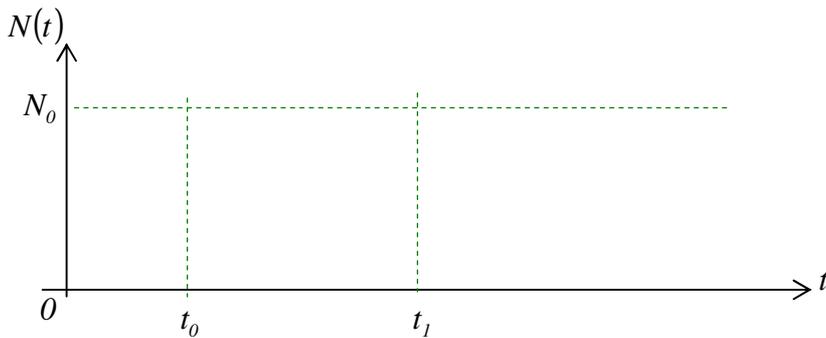
**Q5 – Tracer en vert** sur la figure 2 l'allure de la vitesse de rotation du moteur  $N(t)$  en fonction du temps  $t$ .

☞ La courbe à reprendre est fournie par le logiciel de simulation multiphysique Matlab à partir du fichier « ventilateur\_sans\_blocage.slx ».



☞ Consulter le document « Aide Matlab SANS blocage.pdf » pour savoir quoi et comment faire avec ce logiciel.

☞ Ce document est disponible en ligne (avec l'activité) ou sur le serveur avec le copier/coller qui a été fait.



Valeurs observées sous Matlab :

$t_0 =$  \_\_\_\_\_

$t_1 =$  \_\_\_\_\_

$N_0 =$  \_\_\_\_\_

Figure 2 : allure de la vitesse de rotation  $N(t)$

**Q6 – Analyser la courbe.**

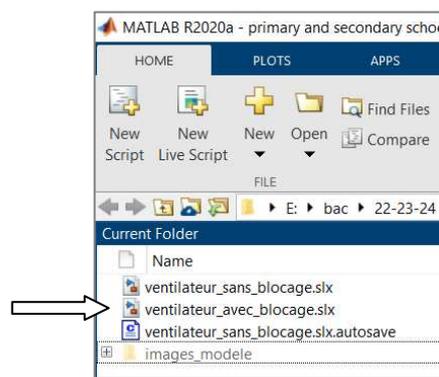
	$0$	$\infty$	$t_0$	$t_1$	$t_0 < t < t_1$	$t > t_1$	$\Delta t = t_1 - t_0$	$N_0$	$0 < N(t) < N_0$
Le moteur est mis en marche à la date $t = \dots$									
On peut considérer que la vitesse de rotation nominale $N_0$ est atteinte à la date...									
La durée du régime transitoire vaut...									
Pour $0 < t < t_0$ , la vitesse de rotation $N(t)$ vaut...									
Pour $t_0 < t < t_1$ , la vitesse de rotation $N(t)$ vaut...									
Au-delà de la date $t_1$ , la vitesse de rotation $N(t)$ vaut...									
$\lim_{t \rightarrow \infty} N(t) = \dots$									

# PARTIE C

## Étude de la destruction du moteur à cause d'une surintensité

Un objet est introduit au travers de la grille de protection et vient bloquer l'hélice. Se pose alors la question de savoir comment se comporte le système d'un point de vue physique : comment évolue la vitesse de rotation et aussi l'intensité du courant électrique qui alimente le moteur ? Va-t-il survivre à cela ?

➤ Ouvrir le fichier Matlab « ventilateur\_avec\_blocage.slx ».



Q7 – Tracer sur la figure 4 les deux courbes suivantes (chacune à son propre axe des ordonnées) :

- **En vert** l'allure de la vitesse de rotation du moteur  $N(t)$  en fonction du temps  $t$ .
- **En rouge** l'allure de l'intensité du courant  $i(t)$  qui alimente le moteur en fonction du temps  $t$ .

☞ Les courbes à reprendre sont fournies par le logiciel de simulation multiphysique Matlab à partir du fichier « ventilateur\_avec\_blocage.slx ».

☞ Consulter le document « **Aide Matlab AVEC blocage.pdf** » pour savoir quoi et comment faire avec ce logiciel.

- Ce document est disponible en ligne (avec l'activité) ou sur le serveur avec le copier/coller qui a été fait.

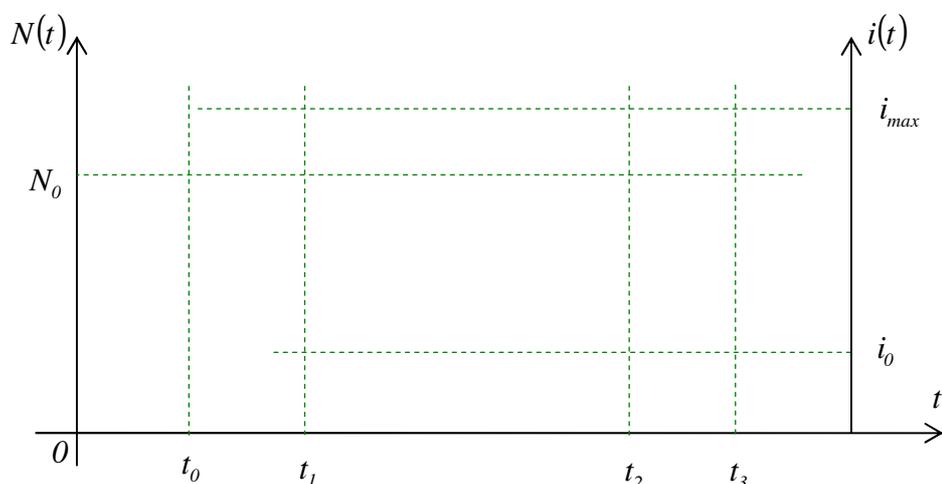


Figure 4 : allure de la vitesse de rotation  $N(t)$  et de l'intensité du courant  $i(t)$

Valeurs observées sous Matlab :

$t_0 =$  \_\_\_\_\_

$t_1 =$  \_\_\_\_\_

$t_2 =$  \_\_\_\_\_

$t_3 =$  \_\_\_\_\_

$N_0 =$  \_\_\_\_\_

$i_0 =$  \_\_\_\_\_

$i_{max} =$  \_\_\_\_\_

**Q8 – Analyser les courbes.**

Phase	Horodatage	La vitesse de rotation du moteur $N(t)$ est...			L'intensité du courant d'alimentation du moteur $i(t)$ est...			
		Nulle	Variable	Constante	Nulle	Constante positive	En augmentation rapide puis diminue pour atteindre une valeur nominale	En augmentation rapide, se maintient à un maximum
Anté démarrage	___ < $t$ < ___							
Régime transitoire	___ < $t$ < ___							
Régime nominal	___ < $t$ < ___							
Dysfonctionnement	___ < $t$ < ___							
Crash	$t > \text{___}$							

On a parlé d'intensité du courant électrique.

**Q9 – Rappeler** l'unité légale de cette grandeur physique : \_\_\_\_\_

**Q10 – Expliquer physiquement** l'allure de la courbe  $i(t)$  pour le régime transitoire ( $t_0 < t < t_1$ ).

---



---

**Q11 – Expliquer physiquement** la stabilisation de l'intensité  $i(t) = i_0$  et non  $i(t) = 0$  dans le régime nominal.

---



---

**Q12 – Expliquer physiquement** la montée rapide  $i(t) = i_{max}$  à la date  $t = t_2$ .

---



---

**Q13 – Décrire** ce qui se passe physiquement à la date  $t = t_3$ .

---



---

**Q14** – Proposer à l’aide d’un schéma électrique une solution technologiquement très simple permettant d’éviter la destruction du moteur (il s’agit de le protéger).

Remarque :

Faire un schéma consiste à utiliser des symboles.

➤ **Appeler** le professeur si vous ne voyez pas la solution ou pour lui montrer celle que vous avez trouvée...



## PARTIE D

*Amélioration simple visant à protéger l'utilisateur des risques électriques*

L'objectif est ici de découpler l'utilisateur du circuit de puissance pour **mieux garantir sa sécurité** et aussi, accessoirement, de **mieux le renseigner** sur l'état de marche ou d'arrêt du ventilateur à l'aide d'une LED.

Un **interrupteur** « Marche / Arrêt » est toujours présent pour l'utilisateur.

Une **LED verte** sera allumée pour prévenir l'utilisateur que le ventilateur est en marche.

Une **carte de commande** reçoit et traite les informations de la façon suivante :

→ Si (marche = 0) **alors** ne pas alimenter le moteur et éteindre la LED.

→ Si (marche = 1) **alors** alimenter le moteur et allumer la LED.

Un **transistor TIP120** assure la distribution du courant.

Voir aussi page suivante pour comprendre ces composants

**Q15** – Compléter la modélisation fonctionnelle de la solution envisagée figure 5.

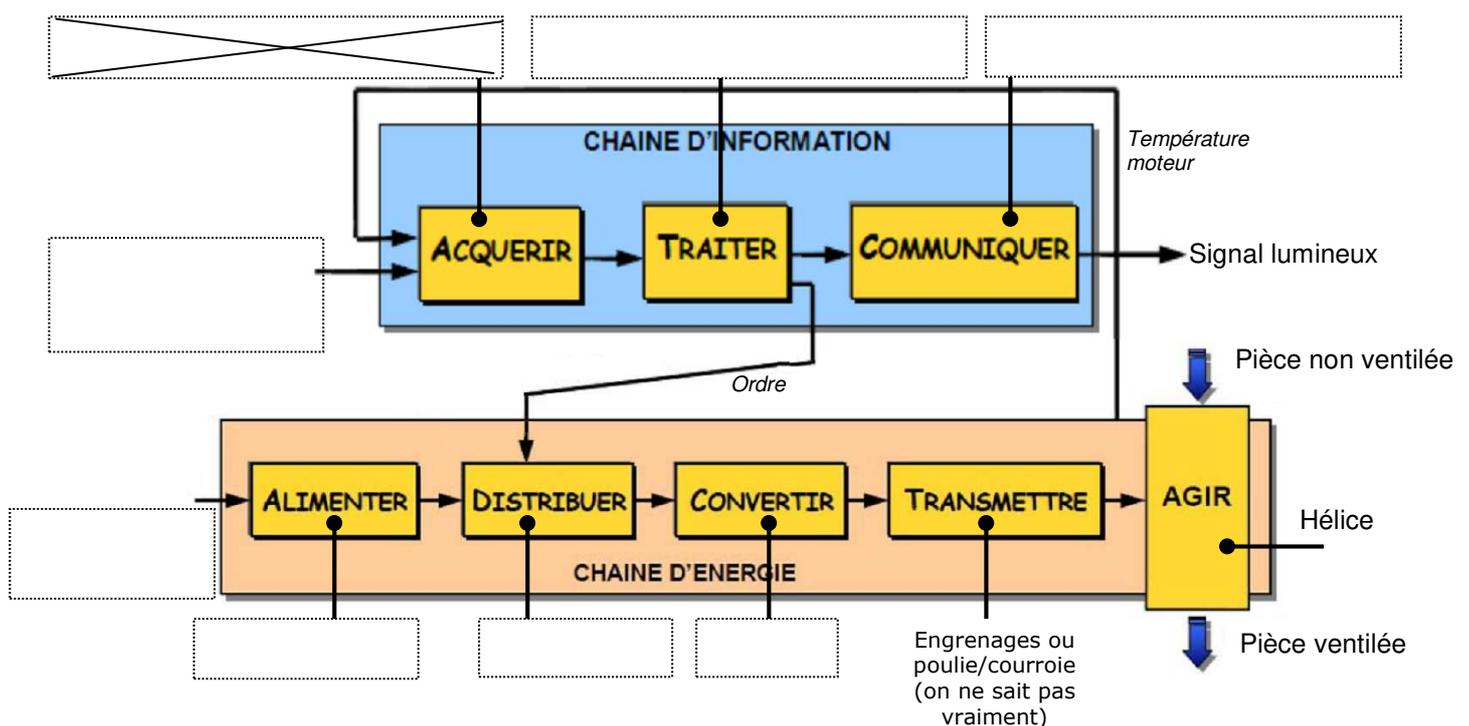


Figure 5 : chaîne fonctionnelle du ventilateur amélioré

Vous allez réaliser la simulation du fonctionnement sous TinkerCAD.

- ☞ Accéder à la classe sous TinkerCAD (le lien est disponible en ligne, section « Logiciels »).
- ☞ Pour le Nickname (pseudo) : voir avec votre professeur.



Le fonctionnement attendu pour le moteur uniquement (pas la LED) est décrit dans l'algorithme ci-contre.

### Matériel

La fonction « **ALIMENTER** » est assurée par une **pile 9 V** (votre sécurité est assurée face aux risques électriques).

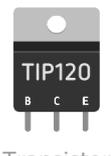
La fonction « **CONVERTIR** » est assurée par un **moteur à courant continu** (alimenté avec la pile 9 V).

La fonction « **TRAITER** » sera assurée par une **carte Arduino UNO**.

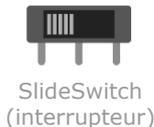
La fonction « **DISTRIBUER** » sera réalisée à l'aide d'un **transistor TIP120** (la *datasheet* est disponible en ligne, section « Matériels »).



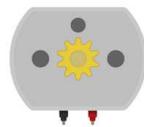
Pile 9V



Transistor TIP120



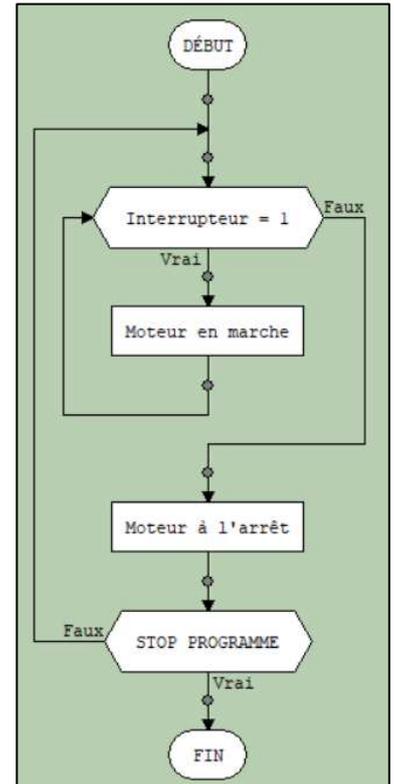
SlideSwitch (interrupteur)



Moteur à courant continu



Carte Arduino UNO



Algorithme du fonctionnement

### Programme Arduino

Le programme à faire doit traduire le comportement attendu, celui décrit dans l'algorithme.

### Instrumentation et mesures sur la simulation

Placer à l'écran **trois** multimètres pour mesurer :

→ La tension aux bornes de la pile :  $U_{alim} =$  \_\_\_\_\_

→ La tension aux bornes du moteur :  $U_{moteur} =$  \_\_\_\_\_

→ L'intensité du courant qui alimente le moteur :  $i_{moteur} =$  \_\_\_\_\_

Multimètre sous TinkerCAD



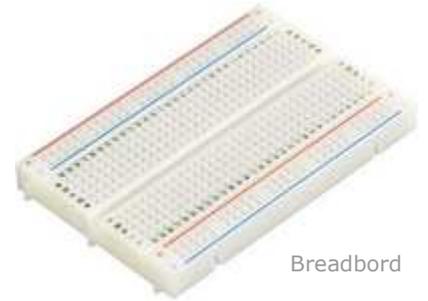
➤ Réaliser le montage en vrai.



**SECURITE : on prendra là aussi un MCC et une pile 9 V ou une alimentation stabilisée.**

Pour la fonction « **Distribuer** », choisir dans ce qui est disponible en stock (voir avec le professeur).

☞ Utiliser une breadboard si nécessaire.



Breadbord

### ➤ Programme Arduino

Le logiciel Arduino est normalement installé sur les PC.

Le programme à réaliser et à téléverser dans la carte Arduino est le même que celui de la simulation (on peut le copier/coller).



### ➤ Instrumentation et mesures sur le réel

Relever les grandeurs suivantes :

→ La tension aux bornes de la pile ou du générateur :  $U_{lim} =$  \_\_\_\_\_

→ La tension aux bornes du moteur :  $U_{moteur} =$  \_\_\_\_\_

→ L'intensité du courant qui alimente le moteur :  $i_{moteur} =$  \_\_\_\_\_



**Attention à ne pas griller des composants (capteur, moteur, etc.) avec des tensions ou des intensités incompatibles avec leurs plages de fonctionnement.**

### ➤ Et la surintensité dans tout ça ?

→ Lancer le programme => le moteur tourne. Relever la valeur de l'intensité nominale :  $i_{nom} =$  \_\_\_\_\_

→ Bloquer la rotation du rotor du moteur avec les doigts **mais pas plus de 2 secondes !** ⚠

→ Relever la valeur de l'intensité maximale au blocage :  $i_{max} =$  \_\_\_\_\_

→ Observe-t-on le pic d'intensité évoqué à la partie C ?  OUI  NON

**Q16** – En résumé, les améliorations apportées au ventilateur :

→ Protège l'utilisateur des risques électriques :  VRAI  FAUX

→ Protège le moteur des risques de destruction :  VRAI  FAUX