

# $\mu\text{C}$ 8 bits TP2 : séquencer un moteur pas à pas

David Delfieu & Vincent Pauvert

Mars 2008

L'objectif de ce TP est d'utiliser le  $\mu\text{C}$ , selon le schéma en figure 1, pour séquencer un moteur pas à pas. Avant de se lancer à corps perdu dans la programmation, la prédétermination vous aidera, sous forme de question très simple, à comprendre le fonctionnement de l'objet que l'on veut commander, le moteur pas à pas, ainsi que l'électronique de commande associée.

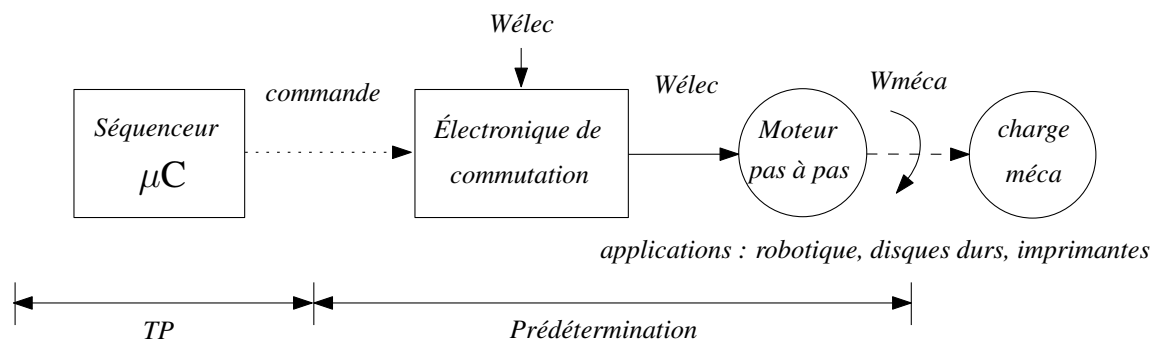


FIG. 1 – Schéma de principe pour le séquençage d'un moteur pas à pas.

## 1 Prédétermination : un peu d'électromag et d'électronique

On cherche à commander un moteur pas à pas à **aimant**. La figure 2.a rappelle l'allure des lignes de champ générées par un aimant qui, par convention, sortent depuis le pôle Nord et rentrent par le pôle Sud. La représentation graphique d'un aimant retenue pour ce TP sera celle de la figure 2.b.

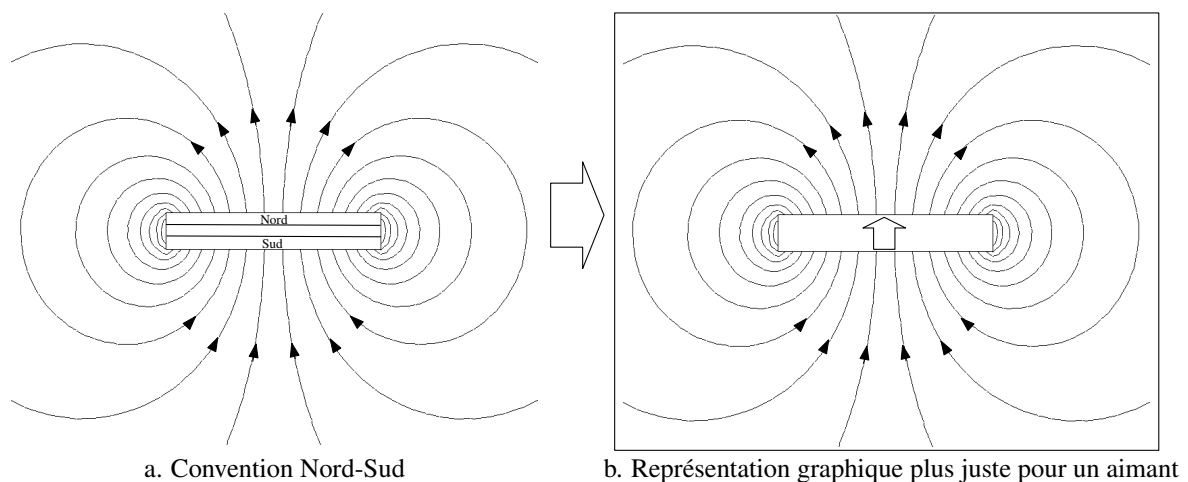


FIG. 2 – Lignes de champ générées par un aimant

Le principe d'un actionneur électromécanique est de transmettre un effort entre un stator et un rotor et ceci sans contact mécanique. Les solutions technologiques pour mettre en oeuvre ce type de transmission sont nombreuses. Néanmoins nous nous focaliserons sur une solution courante représentée en figure 3. Celle-ci est basée sur l'interaction de deux champs magnétiques. Un premier généré par un bobinage enroulé autour d'une pièce ferromagnétique, un second généré par un aimant. Toujours en figure 3, lorsqu'on ferme l'interrupteur K, l'aimant est attiré vers la pièce ferromagnétique car les flux magnétiques  $\varphi_a$  et  $\varphi_b$  ( $\varphi = B.S$ ) générés par l'aimant et le bobinage tendent à s'aligner.

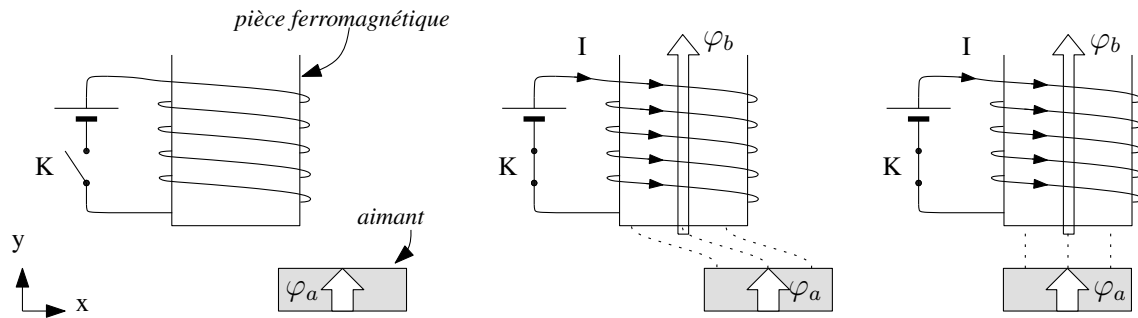
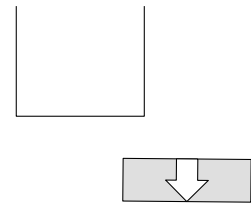


FIG. 3 – Attraction d'un aimant par un bobinage

**QUESTION 1 :** La figure ci-contre présente le cas où l'aimant est dans l'autre sens. Compléter le schéma en dessinant le bobinage et son alimentation permettant d'attirer l'aimant. N'oubliez pas de flécher le courant dans le bobinage ainsi que le flux généré par le bobinage.



Sur ce principe d'attraction, il est possible de penser un premier moteur pas à pas ... archaïque, il ne comporte que quatre pas. C'est à dire que le rotor réalise un tour complet en quatre pas de  $\frac{\pi}{2}$  successifs.

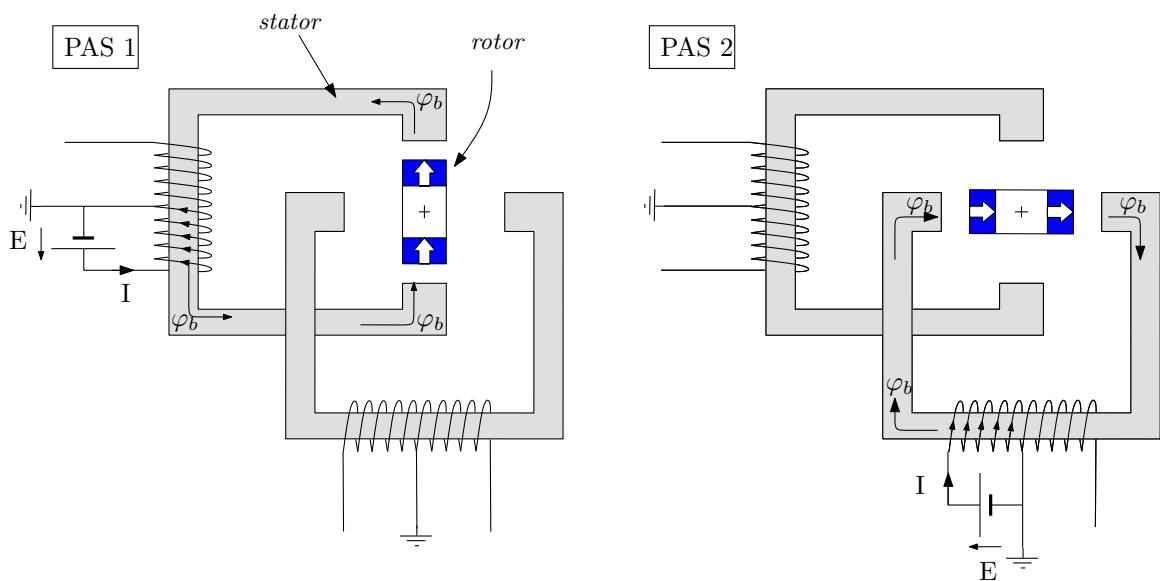


FIG. 4 – Un moteur pas à pas archaïque, pas 1 et 2

**QUESTION 2 :** Etudier sur la figure 4 précédente l'alimentation des bobinages pour les pas 1 et 2. Compléter ensuite la figure 5 suivante en alimentant le bon bobinage correspondant à la position du rotor pour les pas 3 et 4. N'oubliez pas de flécher le courant dans le bobinage ainsi que le flux généré par le bobinage.

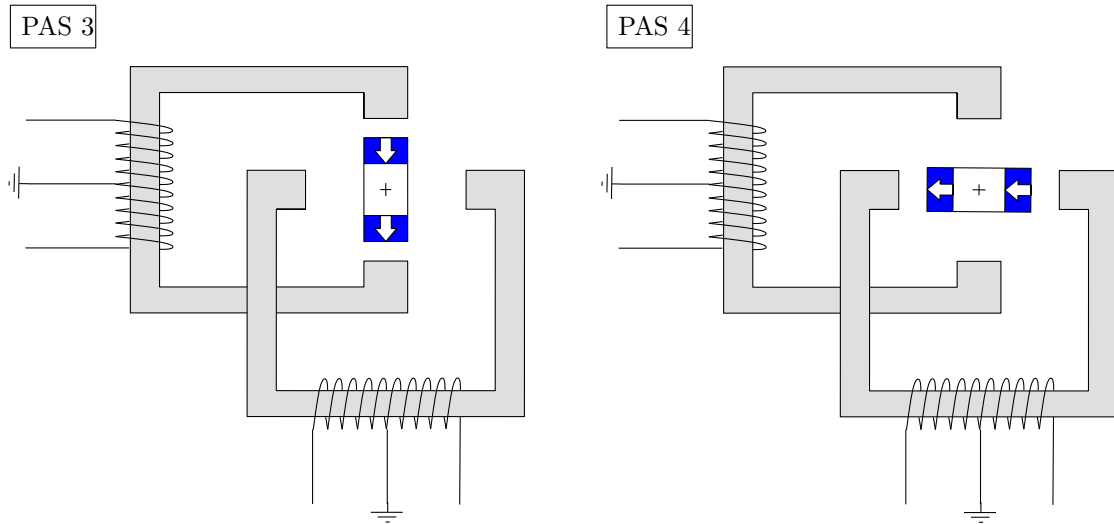


FIG. 5 – Un moteur pas à pas archaïque, pas 3 et 4

La figure 6 représente un moteur à 8 pas et la rotation de son rotor en fonction des quatres séquences élémentaires d'alimentation.

**QUESTION 3 :** Depuis la position initiale, repérer sur la figure 6 quel est l'angle de rotation en radians effectuée après la succession des quatres séquences d'alimentation? Que proposez-vous pour effectuer une rotation de  $2.\pi$ ?

**QUESTION 4 :**

Soit,

- $n_p$  : le nombre de pas,
- $n_a$  : le nombre d'aimants,
- $n_{4s}$  : le nombre d'enchaînement des quatres séquences élémentaires d'alimentation pour obtenir une rotation du rotor de  $2.\pi$ ,
- $\theta_p$  : rotation du rotor en radians pour un pas.

Remplir le tableau suivant :

$n_p$	$n_a$	$n_{4s}$	$\theta_p$
4			
8			
$n_p$	$f(n_p)=$	$f(n_p)=$	$f(n_p)=$
48			

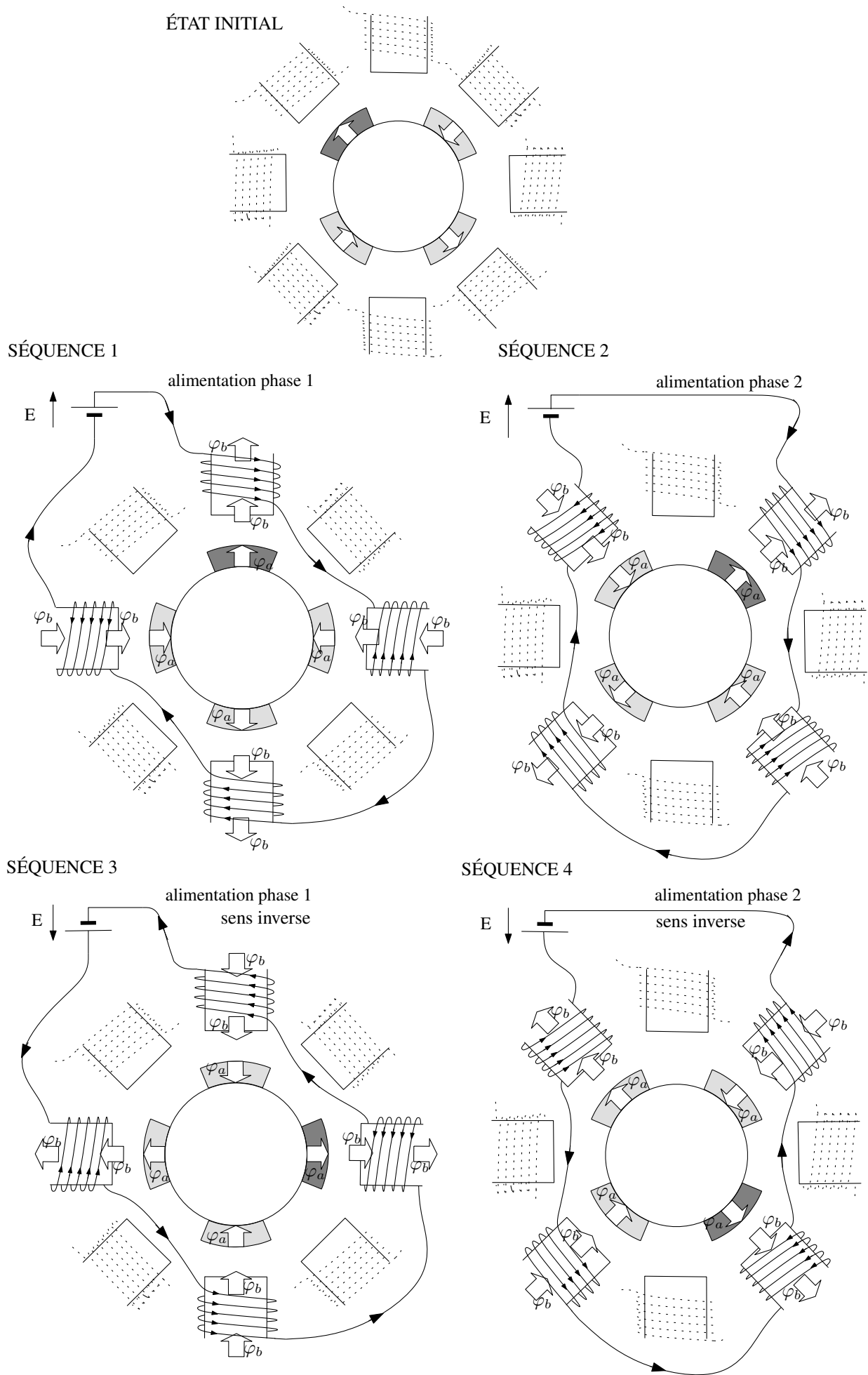


FIG. 6 – Moteur à 8 pas.

On constate que le passage de 4 à 8 pas complique la structure du moteur ... imaginons pour 48 pas! (cas du moteur que l'on va utiliser). Néanmoins, du point de vue du séquençage, on pourra se représenter un "moteur archaïque 4 pas" (Fig.4 et 5). La différence consiste au fait qu'il faut répéter 12 fois la séquence élémentaire pour que le rotor tourne de  $2\pi$ .

Notre moteur, comportant 48 pas, est donc représenté en figure 7 sous sa "forme archaïque" de manière à bien repérer les enroulements. En effet, on associe maintenant l'électronique dédiée à la commutation de ces enroulements. Elle consiste à utiliser 4 transistors bipolaires PNP fonctionnant en bloqué (interrupteur ouvert) ou saturé (interrupteur fermé). Chacune des bases de ces transistors est commandée grâce à une sortie du microcontrôleur.

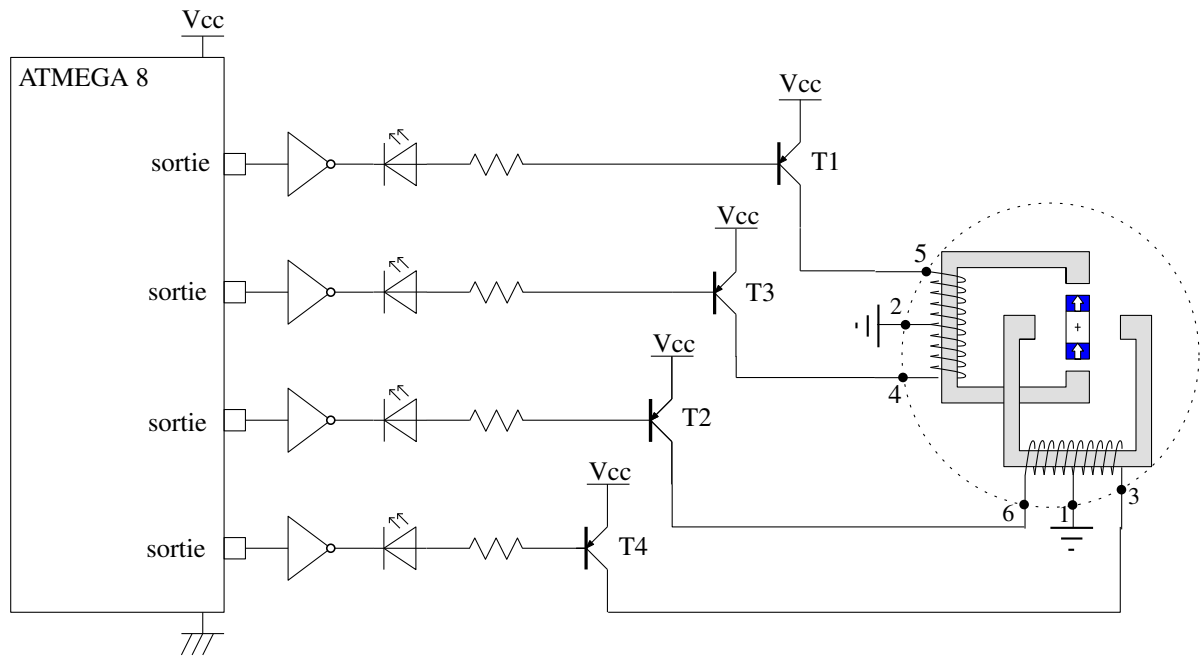


FIG. 7 – Moteur à 8 pas.

**QUESTION 5 :** En expliquant sans équation, quel niveau logique TTL faut-il appliquer avec une sortie du microcontrôleur pour fermer ou ouvrir un interrupteur? Donner dans les deux cas l'état de la LED. Dans quel ordre faudra-t-il fermer les interrupteurs pour faire tourner le moteur pas à pas? (Voir question 2)

... ça y est ! Vous êtes prêt(es) (du moins je l'espère) à programmer l'Atmega 8 afin de séquencer le moteur pas à pas.