

***Rapport de projet 2<sup>ème</sup> année***  
***Projet tutoré***

***Double hacheur***  
***4 quadrants***

Axel BONTEMPS, Quentin CLEMENT, Thomas CANOY  
2<sup>ème</sup> Année – Q2  
2007/2009

Enseignants  
Jérôme BILOUET  
Sophie ROTHÉ



***Etude et réalisation d'un  
double hacheur  
4 quadrants***

**Axel BONTEMPS, Quentin CLEMENT, Thomas CANOY**  
**2<sup>ème</sup> Année – Q2**  
**2007/2009**

**Enseignants**  
**Jérôme BILOUET**  
**Sophie ROTHÉ**

# Sommaire

## Introduction

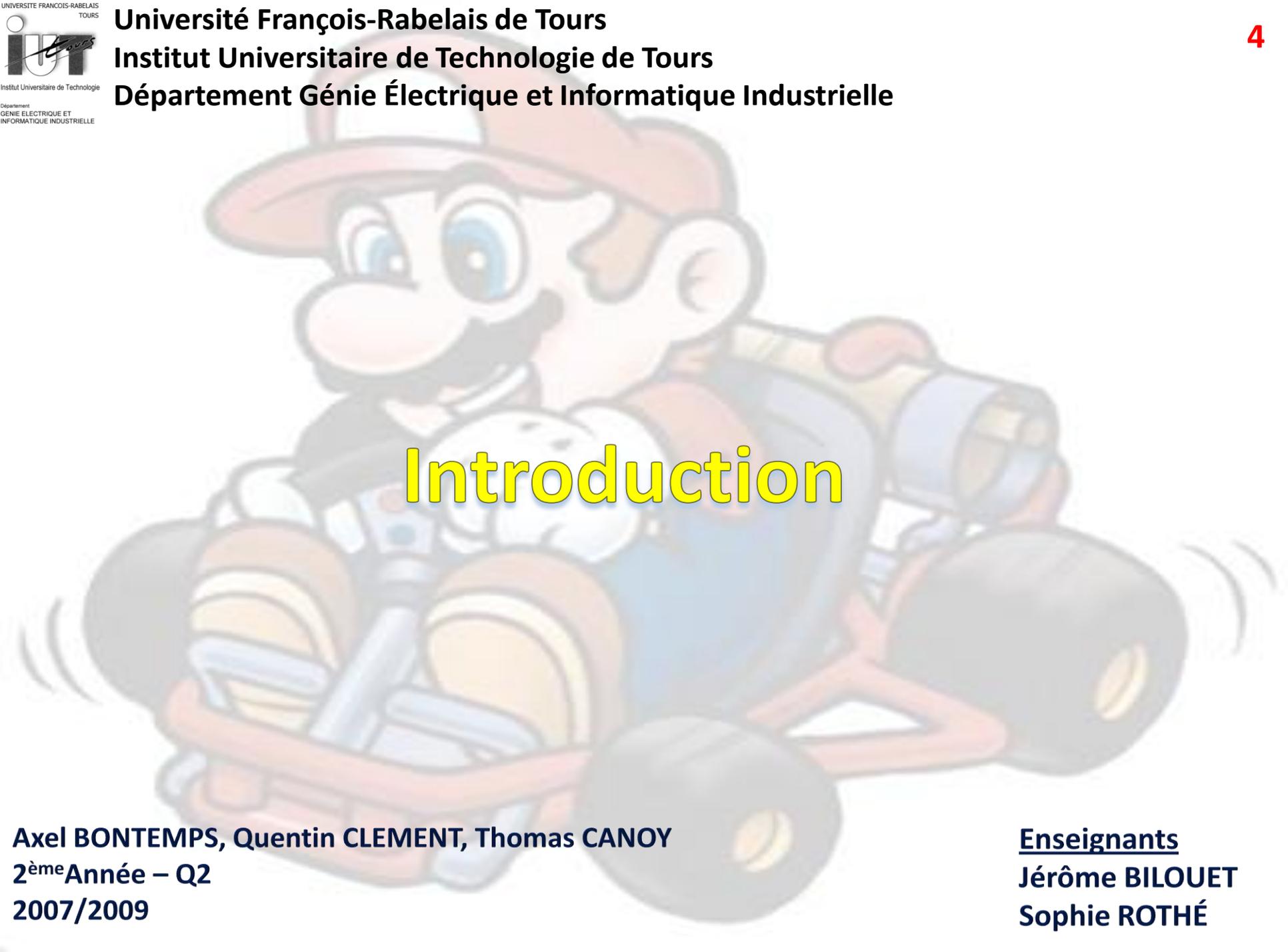
## A) Présentation du projet

## B) Conception de la maquette d'essai

## C) Réalisation de la carte finale

## Conclusion



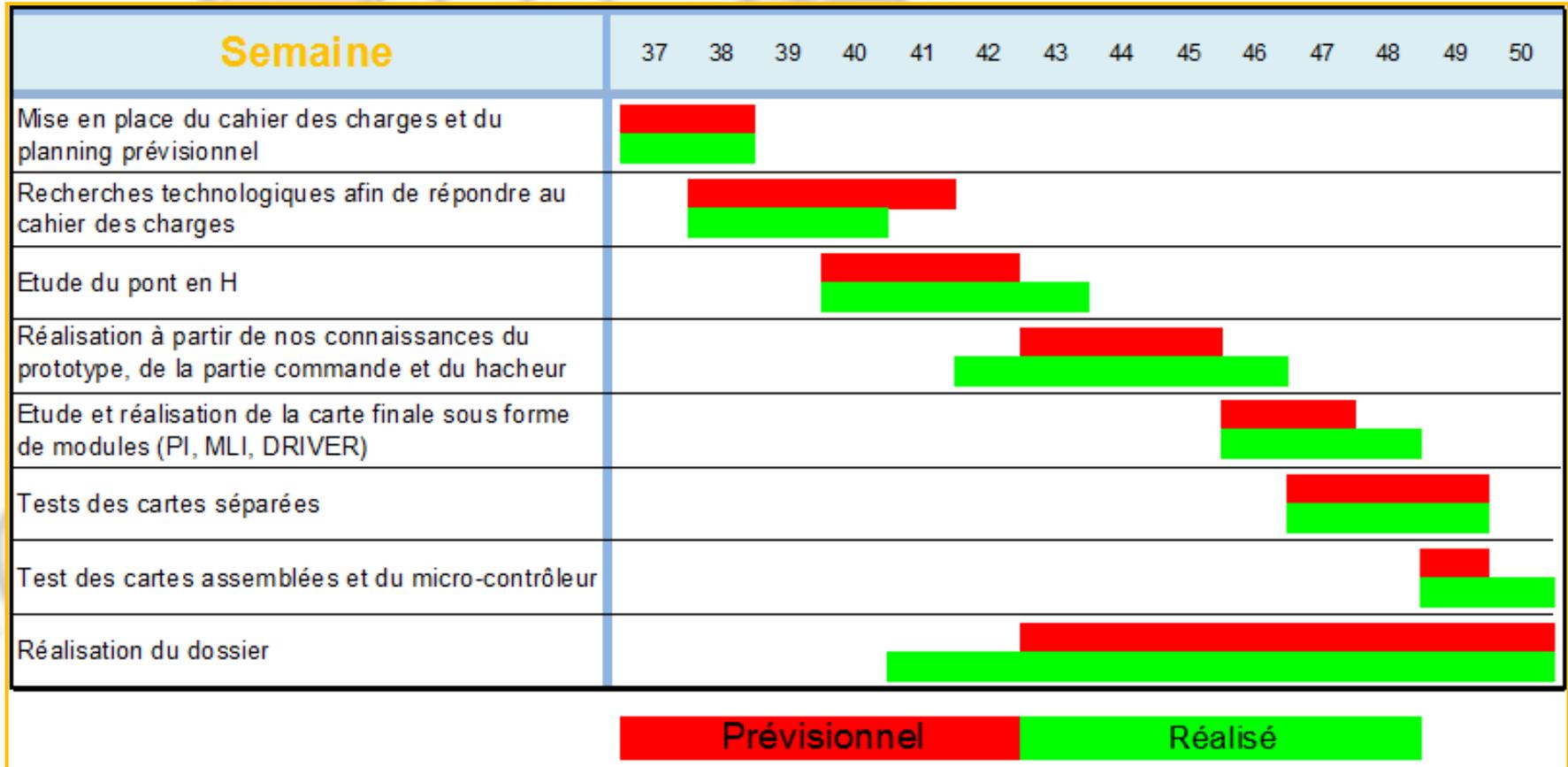


# Introduction

**Axel BONTEMPS, Quentin CLEMENT, Thomas CANOY**  
**2<sup>ème</sup> Année – Q2**  
**2007/2009**

**Enseignants**  
**Jérôme BILOUET**  
**Sophie ROTHÉ**

## Planning prévisionnel



**Axel BONTEMPS, Quentin CLEMENT, Thomas CANOY**  
**2<sup>ème</sup> Année – Q2**  
**2007/2009**

**Enseignants**  
**Jérôme BILOUET**  
**Sophie ROTHÉ**

- ➔ **A ) Présentation du projet**  
**B ) Conception de la maquette d'essai**

## 1 – Fonctionnement du kart

### Le « cœur » du kart électrique

- ✗ contrôle de la vitesse des moteurs.

### Variateur de vitesse

- ✗ interface entre la tension de commande et la puissance appliquée au moteur.

### Hacheur 4 quadrants

- ✗ traite le signal de commande.
- ✗ fait varier la vitesse proportionnellement.

- ➔ **A ) Présentation du projet**  
**B ) Conception de la maquette d'essai**

## 2 – Le cahier des charges

### Alimentation & commande

- ✗ 4 batteries 12V
- ✗ commande de +/-5V

### Le hacheur

- ✗ rendement supérieur à 90%
- ✗ fréquence inaudible

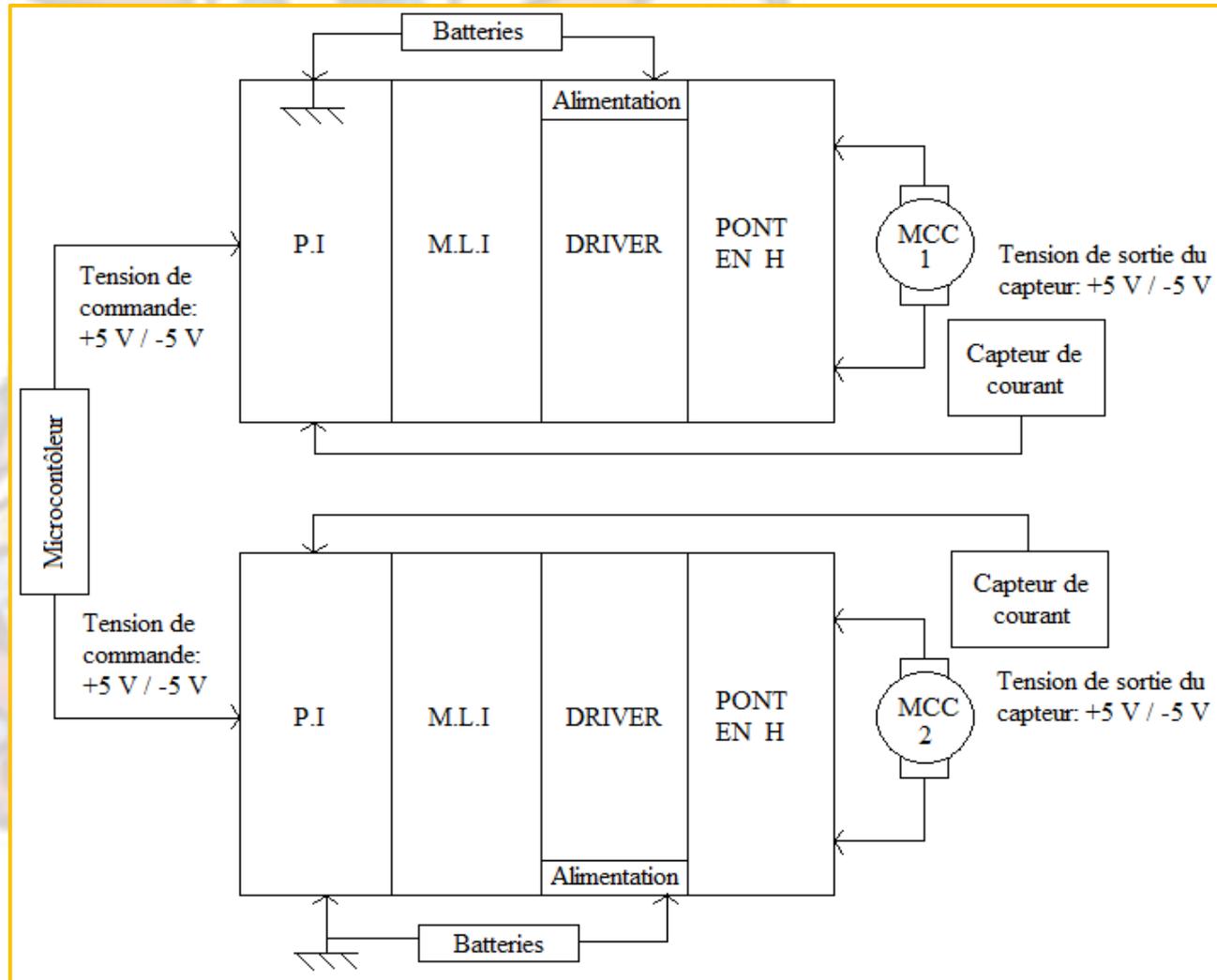
### Le système

- ✗ résistance aux chocs
- ✗ IP21
- ✗ régulation du courant

- ➔ **A ) Présentation du projet**  
**B ) Conception de la maquette d'essai**

## 2 – Le cahier des charges

### Schéma synoptique



- ➔ **A ) Présentation du projet**  
**B ) Conception de la maquette d'essai**

## 3 – Analyse technique du projet

### Les moteurs

- ✗ deux moteurs Lynch
- ✗ tension nominal: 48 Volts
- ✗ courant nominal: 200 A



### L'alimentation

- ✗ 4 batteries au plomb OPTIMA jaune
- ✗ technologie spiralée étanche
- ✗ faible résistance série
- ✗ capacité de charge et de décharge importante
- ✗ 12V et 48 A par heure



- ➔ **A ) Présentation du projet**
- B ) Conception de la maquette d'essai**

## 3 – Analyse technique du projet

### Le hacheur

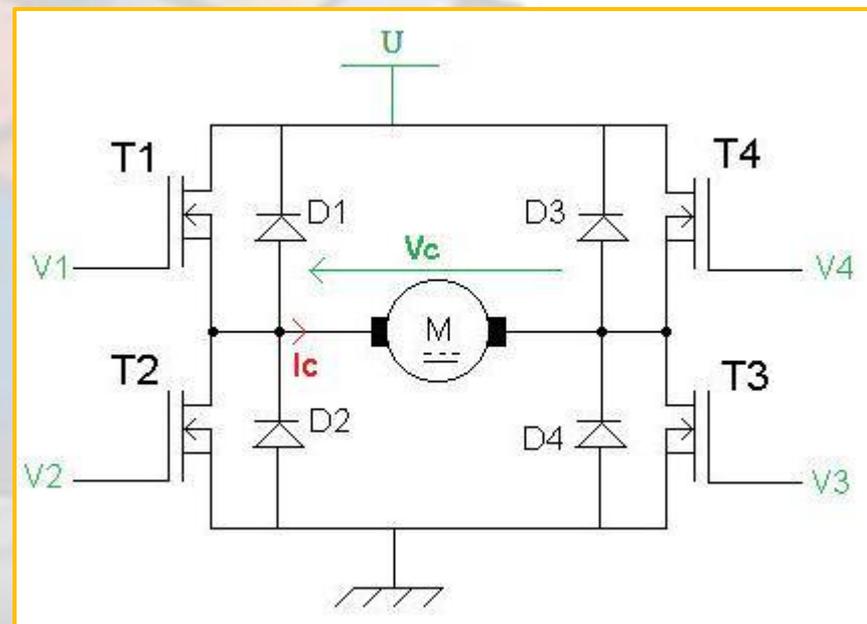
- ✗ type BUCK => hacheur abaisseur
  - ▶ tension moteur = tension batterie

- ✗ Pont en H => hacheur 4 quadrants

- ▶ 4 transistors
- ▶ 4 diodes

- ✗ Modélisation

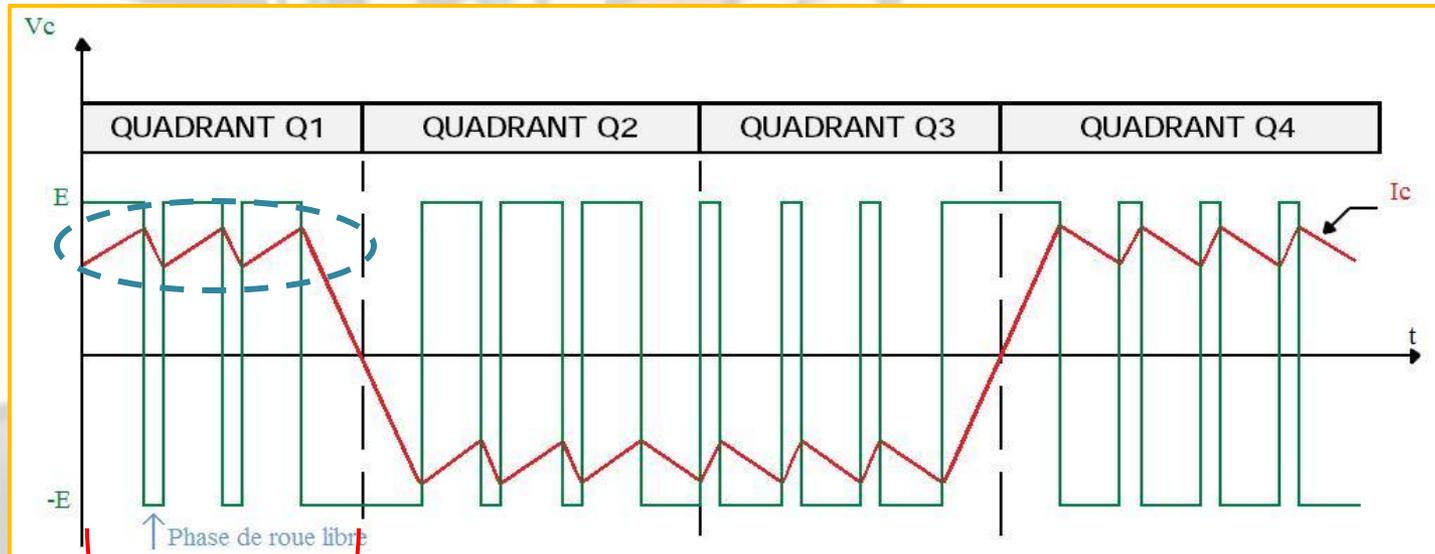
- ▶ transistor = interrupteur
- ▶ diode pour les phases de roue libre



- ➔ **A ) Présentation du projet**  
**B ) Conception de la maquette d'essai**

## 3 – Analyse technique du projet

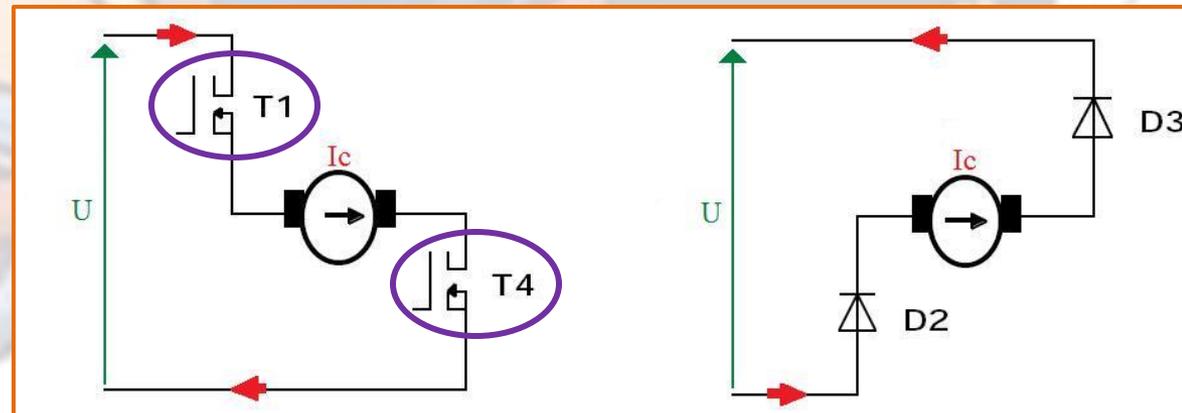
### Fonctionnement du hacheur 4 quadrants



✗ T1 et T4 sont fermés

✗ le courant  $I_c$  tend et se stabilise à  $+I_{MAX}$

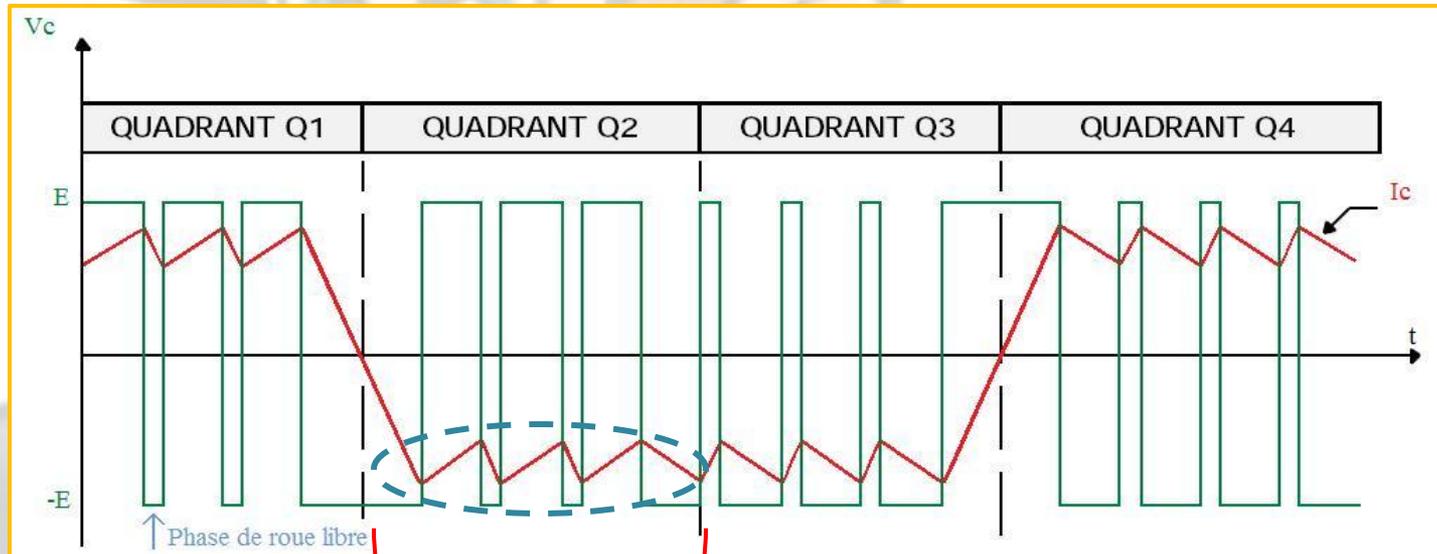
✗ le moteur tourne en marche avant et la tension moteur est positive



- ➔ **A ) Présentation du projet**  
**B ) Conception de la maquette d'essai**

### 3 – Analyse technique du projet

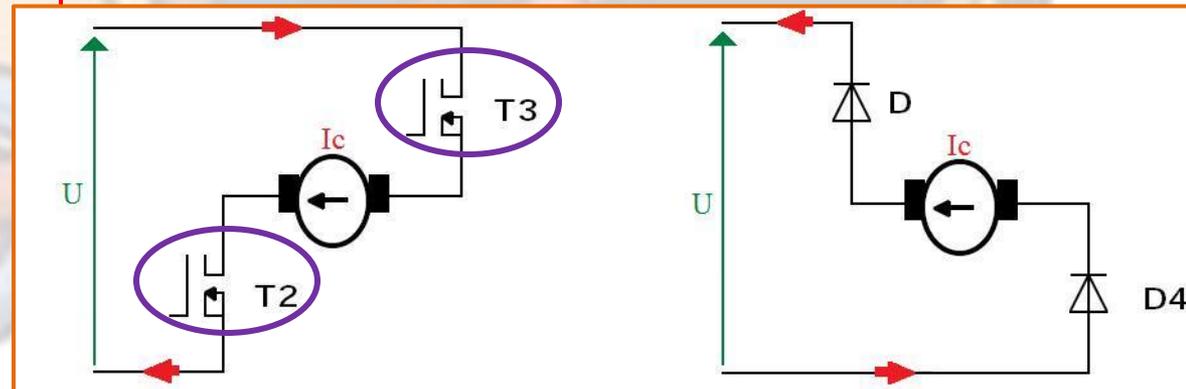
#### Fonctionnement du hacheur 4 quadrants



✗ T2 et T3 sont fermés

✗ le courant  $I_c$  tend et se stabilise à  $-I_{MAX}$ .

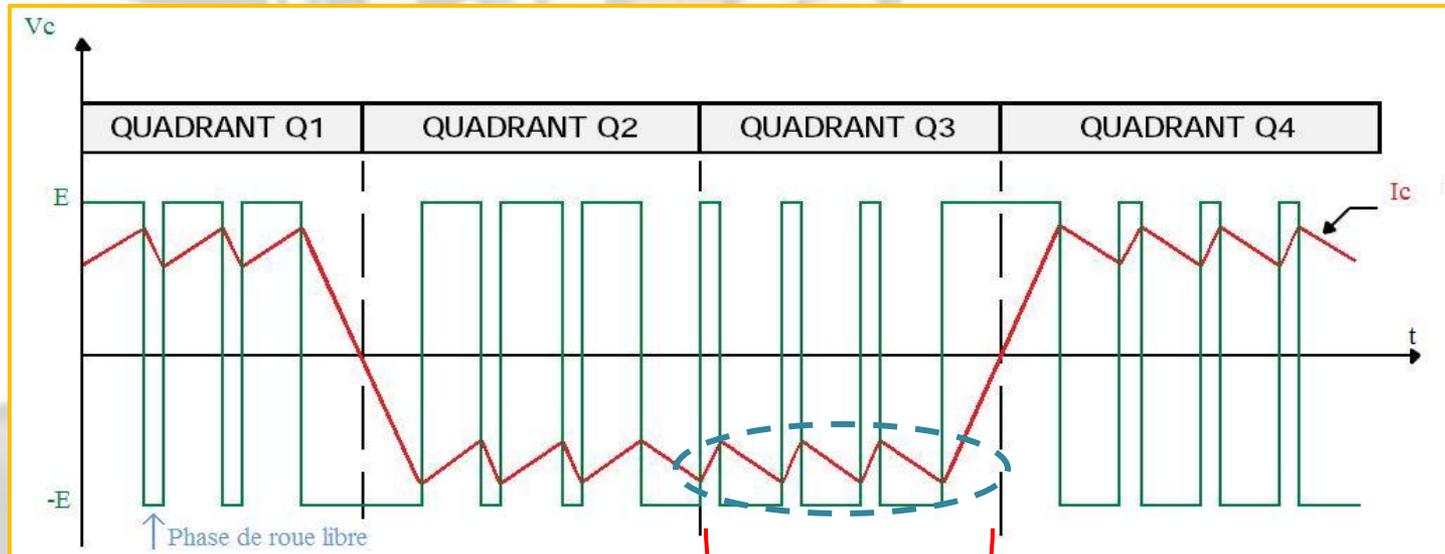
✗ le couple change de sens.



- ➔ **A ) Présentation du projet**  
**B ) Conception de la maquette d'essai**

## 3 – Analyse technique du projet

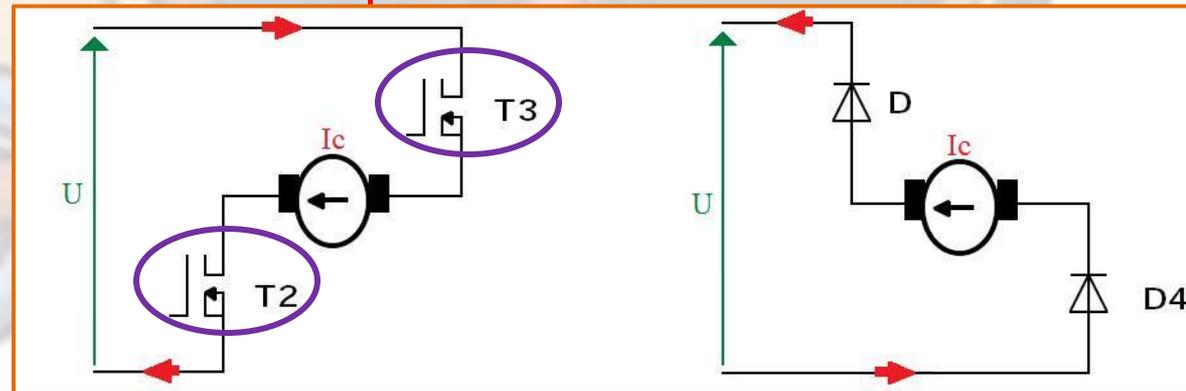
### Fonctionnement du hacheur 4 quadrants



✗ T2 et T3 sont fermés

✗ le courant  $I_c$  est stabilisé à  $-I_{MAX}$ .

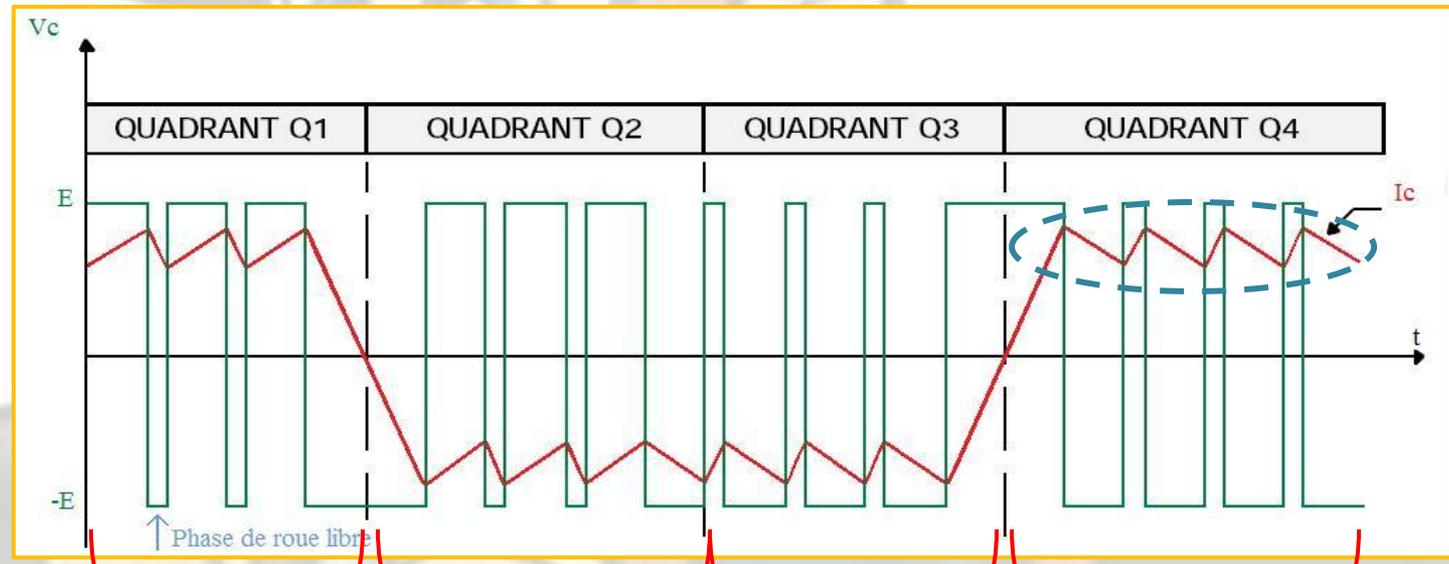
✗ le moteur tourne en marche arrière et la tension moteur est négative.



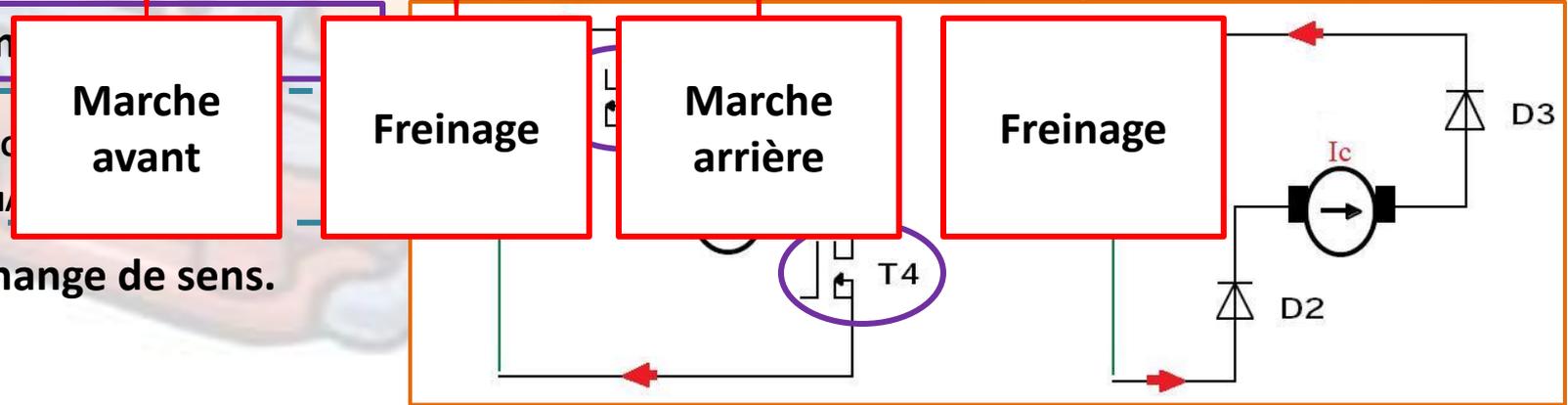
- ➔ **A ) Présentation du projet**
- B ) Conception de la maquette d'essai**

### 3 – Analyse technique du projet

#### Fonctionnement du hacheur 4 quadrants



- ✗ T1 et T4 sont
- ✗ le courant  $I_c$  stabilise à  $+I_{M}$
- ✗ le couple change de sens.



- ➔ **A ) Présentation du projet**  
**B ) Conception de la maquette d'essai**

## 3 – Analyse technique du projet

### Les transistors

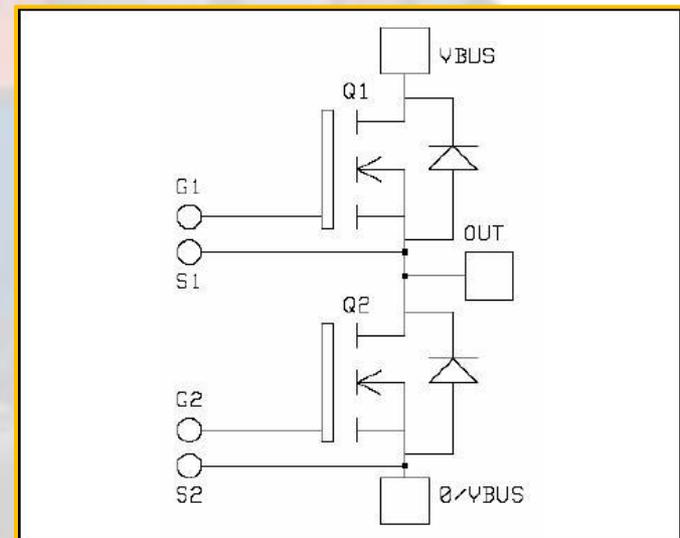
- ✗ contrainte en tension = 90V
- ✗ contraintes en courant:
  - ▶ courant maximum par pic = 400 A
  - ▶ courant moyen maximal = 215A

### Solution technologique

- ✗ le transistor APTM10AM02F
  - ▶  $V_{DSS} = 100 \text{ V}$
  - ▶  $I_{DM} = 1900 \text{ A}$
  - ▶  $I_D = 495 \text{ A}$
- ✗ un boîtier = 2 transistors et 2 diodes

### Les condensateurs

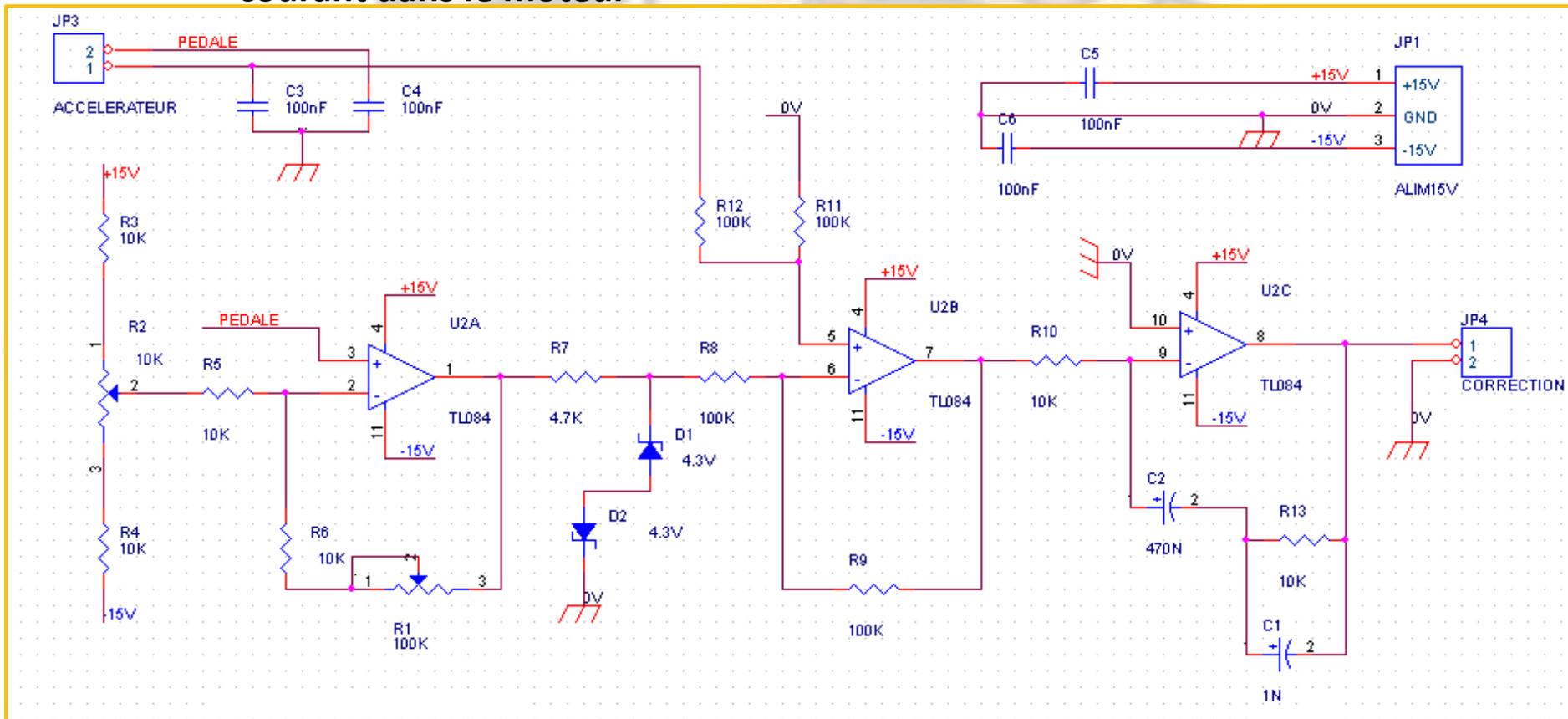
- ✗ stock l'énergie produite pendant les phases de roue libre
- ✗ puis restitution



➔ **B ) Conception de la maquette d'essai**  
**C ) Réalisation de la carte finale**

# 1 – Le correcteur PI

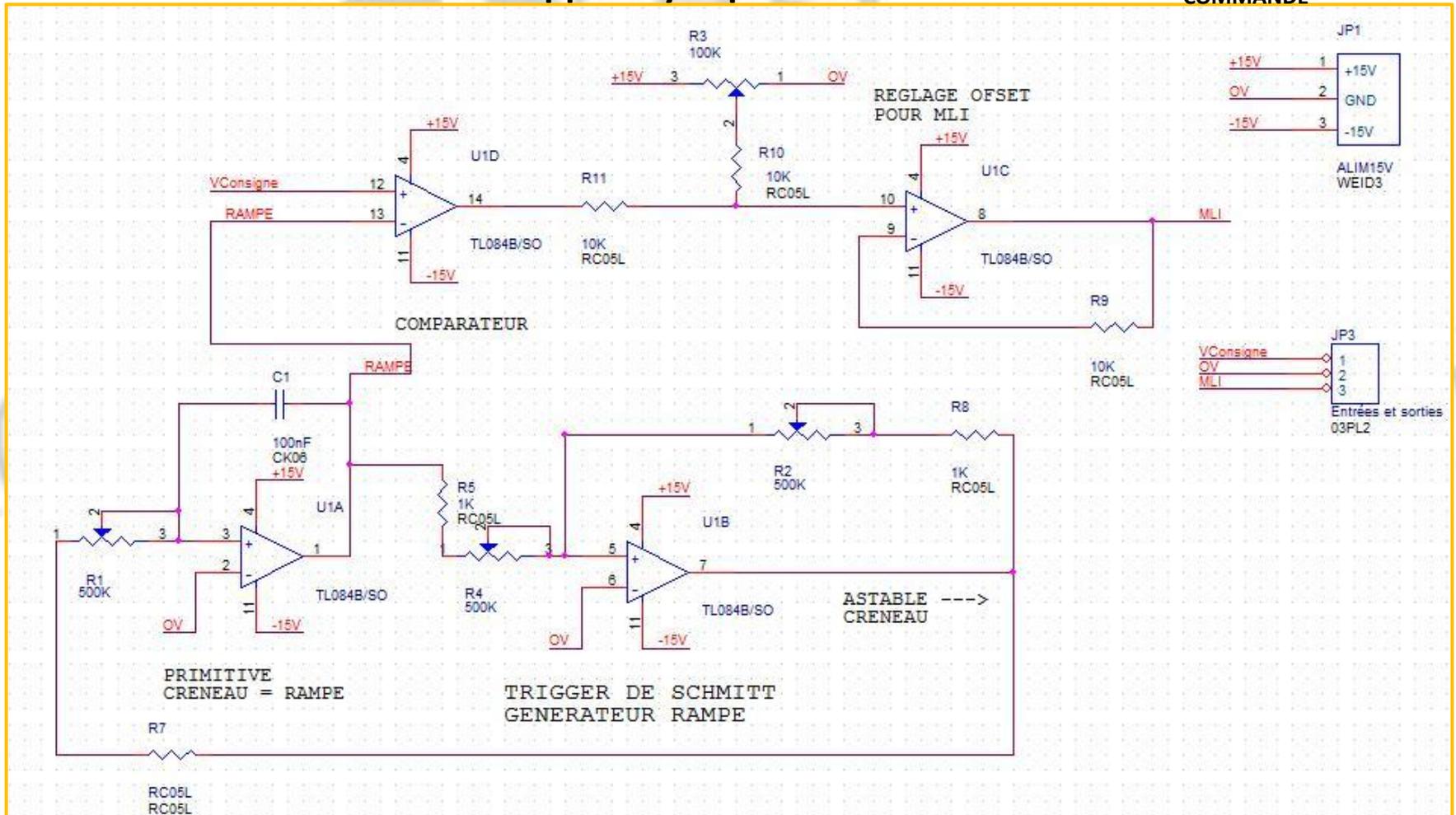
- ✗ augmente le rendement du système
- ✗ prend en compte le courant dans le moteur
- ✗ compare avec la tension de consigne la tension image du courant dans le moteur



➔ **B ) Conception de la maquette d'essai**  
**C ) Réalisation de la carte finale**

**2 – Le MLI**

- ✗ On a => Tension de consigne -5V/+5V
- ✗ On veut => MLI a rapport cyclique variant en fonction de  $V_{\text{COMMANDE}}$

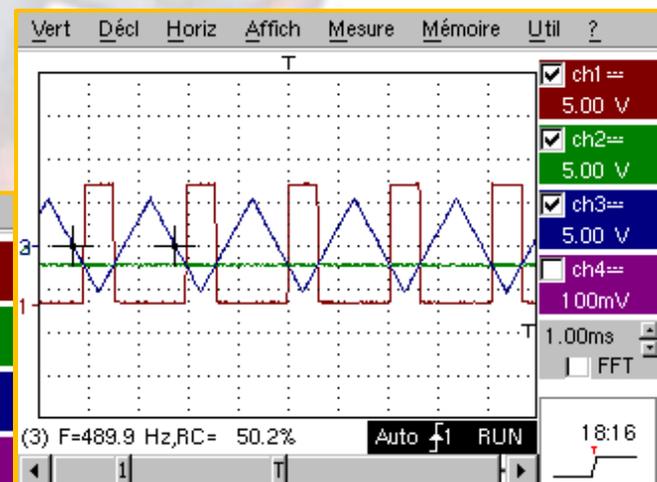
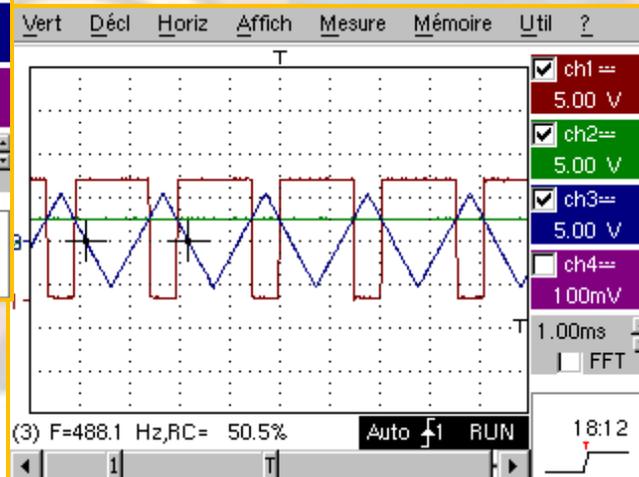
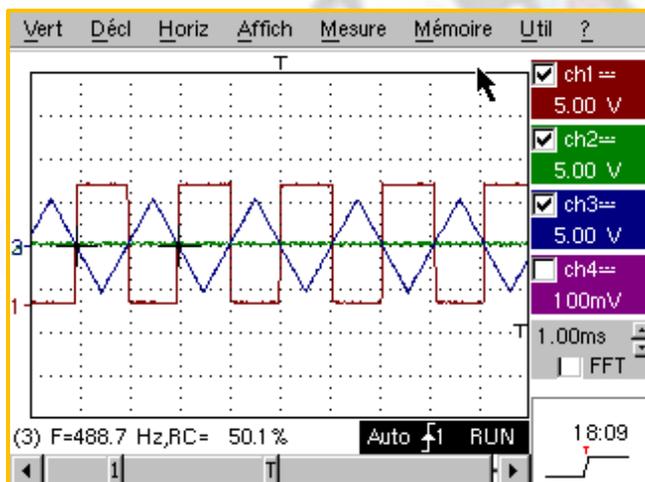


- ➔ **B ) Conception de la maquette d'essai**  
**C ) Réalisation de la carte finale**

## 2 – Le MLI

### Comment générer ce signal ?

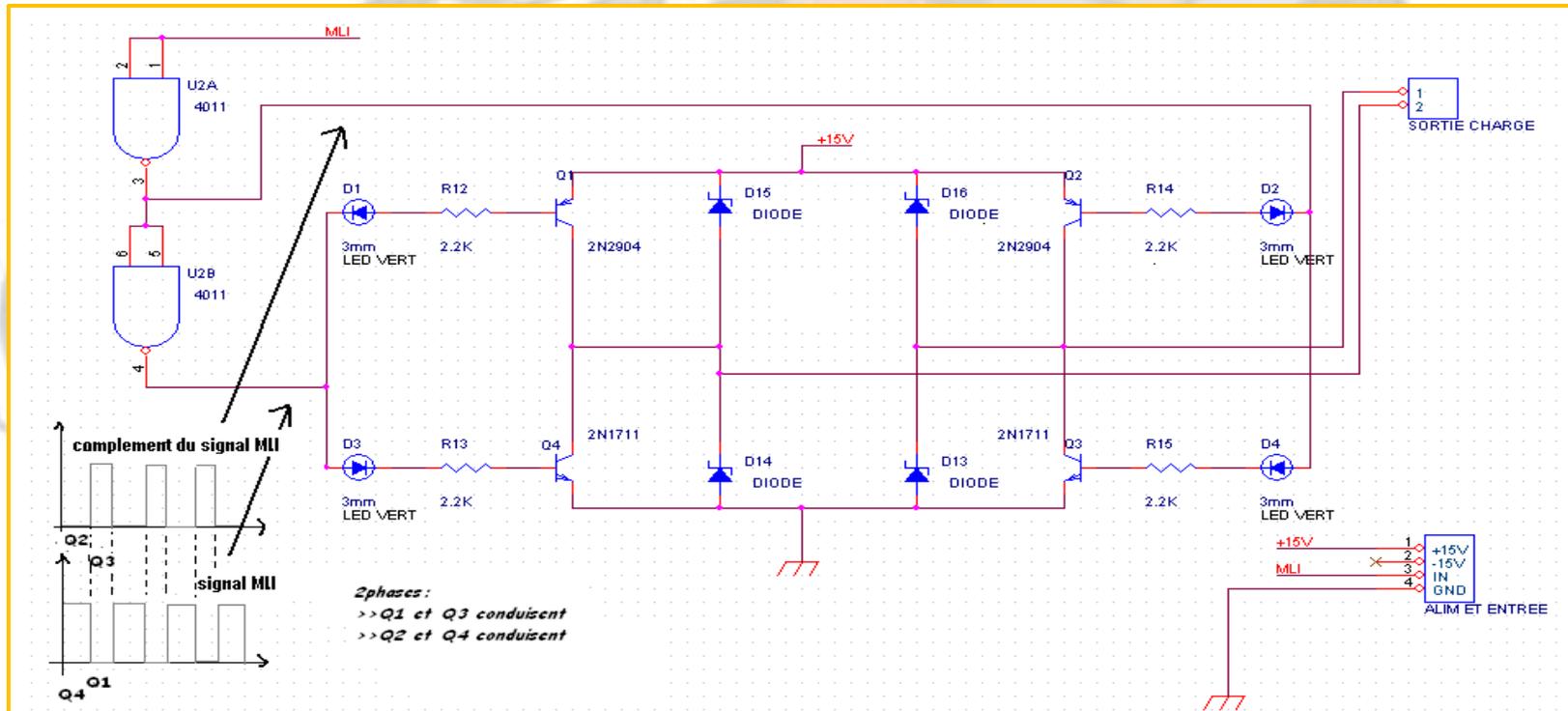
- ✗ principe:
- ✗ comparaison de  $V_{\text{COMMANDE}}$  avec une rampe
- ✗ la tension de sortie bascule entre  $+V_{\text{SAT}}$  et  $-V_{\text{SAT}}$
- ✗ alpha varie suivant la position de  $V_{\text{COMMANDE}}$



➔ **B ) Conception de la maquette d'essai**  
**C ) Réalisation de la carte finale**

### 3 – Le driver

- ✗ adaptation d'impédance
- ✗ compléter le signal



**B ) Conception de la maquette d'essai**

**➔ C ) Réalisation de la carte finale**

## 1 – Amélioration des cartes

### Le MLI

✗ **Changement de composant**

✗ **Avantages:**

- ▶ **une seule fonction**
- ▶ **réglages par deux potentiomètres**
- ▶ **pas d'offsets (ceux créés par les AOP)**

### Le driver

✗ **Changement de transistors**

✗ **Adaptation du driver**

**B ) Conception de la maquette d'essai**

**➔ C ) Réalisation de la carte finale**

## 2 – Assemblage des cartes en une seule

### La partie commande

✗ Une carte regroupant toutes les autres

✗ Avantages:

- ▶ un bloc
- ▶ facilité de montage sur le kart
- ▶ réduction des problèmes de CEM

✗ A finaliser une fois les transistors installé sur le dissipateur

### La partie puissance

✗ En cour de fabrication



# Conclusion

**Axel BONTEMPS, Quentin CLEMENT, Thomas CANOY**  
**2<sup>ème</sup> Année – Q2**  
**2007/2009**

**Enseignants**  
**Jérôme BILOUET**  
**Sophie ROTHÉ**

## Index des illustrations

○ <b>Illustration 1:</b> Schémas synoptique.....	8
○ <b>Illustration 2:</b> Photo du moteur Lynch.[1].....	9
○ <b>Illustration 3:</b> Batterie 12 V / 48 A.H, Optima jaune.[2].....	9
○ <b>Illustration 4:</b> Schéma de la structure du pont en H avec la MCC.[3].....	10
○ <b>Illustration 5:</b> Forme d'onde issue du système.[4].....	11
○ <b>Illustration 6:</b> Schémas du passage du courant dans le moteur pour le quadrant 1.[4].....	11
○ <b>Illustration 7:</b> Schémas du passage du courant dans le moteur pour le quadrant 2.[4].....	12
○ <b>Illustration 8:</b> Schémas du passage du courant dans le moteur pour le quadrant 3.[4].....	13
○ <b>Illustration 9:</b> Schémas du passage du courant dans le moteur pour le quadrant 4.[4].....	14
○ <b>Illustration 10:</b> Schéma du transistor (la composition interne d'un boîtier). [2].....	15
○ <b>Illustration 11:</b> Schéma du montage de la carte correcteur PI.....	16
○ <b>Illustration 12:</b> Schéma du montage de la carte MLI.....	17
○ <b>Illustration 13:</b> Relevé oscillographique pour une tension de commande de 0 V.....	18
○ <b>Illustration 14:</b> Relevé oscillographique pour une tension de commande de +2,5 V.....	18
○ <b>Illustration 15:</b> Relevé oscillographique pour une tension de commande de -2,5 V.....	18
○ <b>Illustration 16:</b> Schéma du montage de la carte driver, avec le pont en H.....	19

## Bibliographie

- [1] **Lynch motor company**, Site officiel de Lynch motor, 2008, <http://www.lmcltd.net>
- [2] **Thierry LEQUEU**, Site personnel, 2008, [www.thierry-lequeu.fr](http://www.thierry-lequeu.fr)
- [3] **Lycée Louis payen**, Site du laboratoire des sciences de l'ingénieur du lycée Louis payen, 2008, <http://louispayen.apinc.org>
- [4] **Résélec**, Réseau national de ressources en électrotechnique, 2008, <http://www.iufmrese.cict.fr>