

Chapitre IV

Etude comparative

IV.1 Introduction

Dans ce chapitre on va utiliser une programmation des deux méthodes de commande étudiés dans les chapitres II et III (commande vectorielle à flux orienté et la commande direct du couple), qui ont le même objectif que les machines à courant continu à excitation séparées où le courant et le flux sont naturellement découplés et peuvent être commandés indépendamment. La comparaison de ces deux techniques de contrôle est basée sur des divers critères comprenant les performances statiques et dynamiques de la caractéristique de contrôle de base.

La comparaison permet de choisir la méthode la plus fiable et robuste pour la commande d'une machine asynchrone. La programmation est faite à l'aide du logiciel **MATLAB**.

IV.2 Etude comparative

La simulation de chaque commande est faite à l'aide du MATLAB, cette simulation nous permet de comparer les performances des deux commandes utilisées dans notre travail.

IV.2.1 résultats et comparaison

IV.2.1.1 A vide

Vitesse rotorique

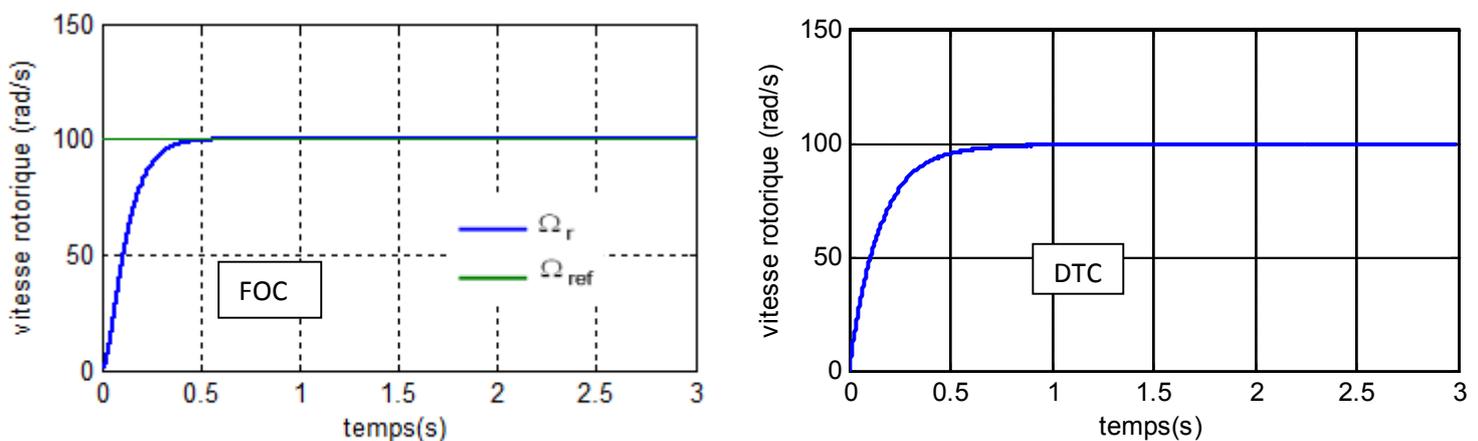


Figure IV . 1 Vitesse rotorique

On remarque que le temps de réponse en vitesse de la technique FOC ($t=0.3$ s) est plus rapide que celle de la DTC ($t=0.6$ s).

Couple électromagnétique

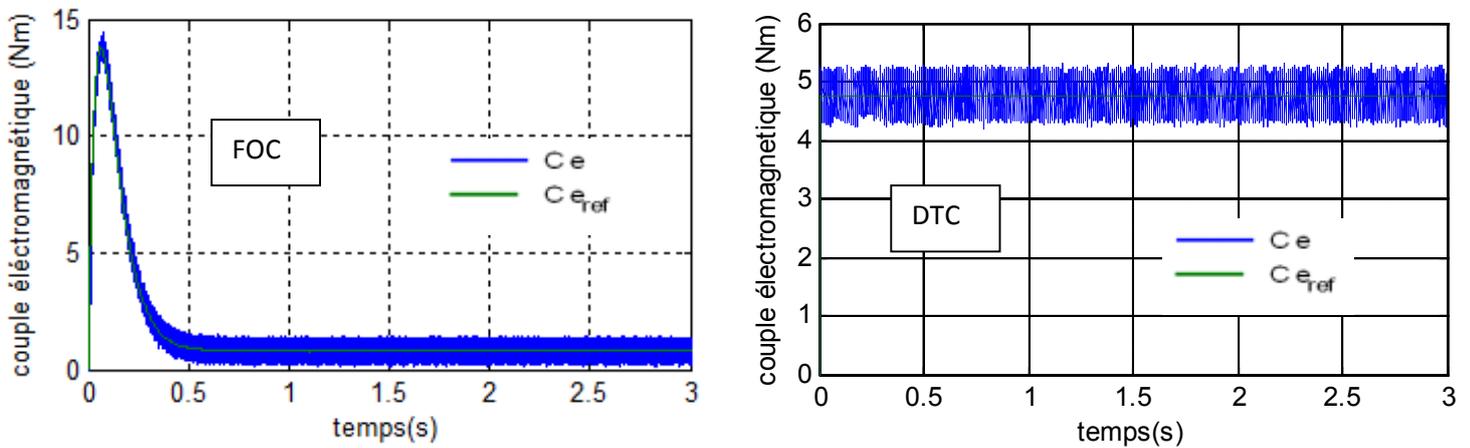


Figure IV . 2 Couple électromagnétique

Le temps d'établissement du couple, dans le cas de la commande directe du couple, est beaucoup plus rapide comparé à la commande vectorielle directe. Le couple suit toujours le comportement du courant I_q dans les deux techniques. (équation II.7 FOC)

Courant I_{sd} , I_{sq}

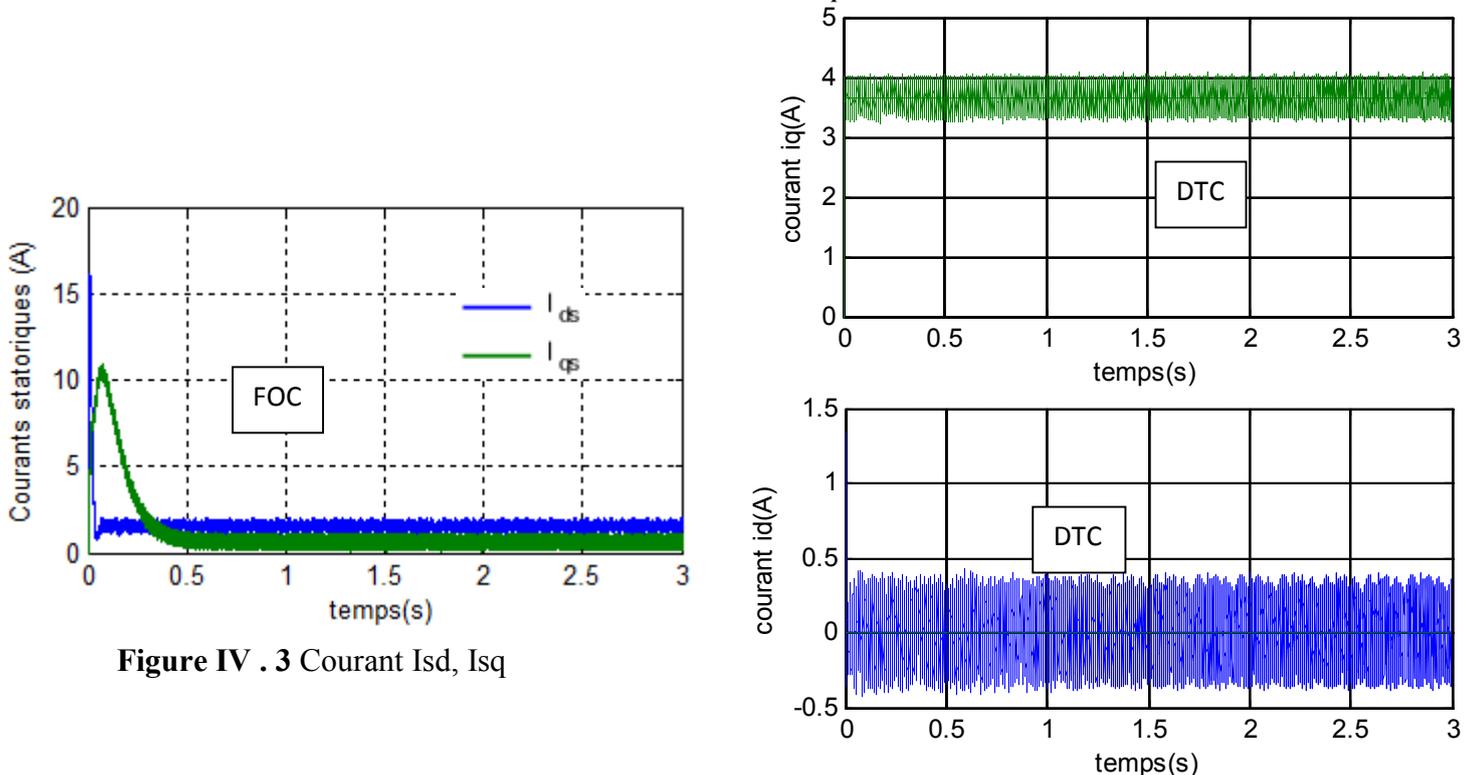


Figure IV . 3 Courant I_{sd} , I_{sq}

On remarque que dans le cas du FOC le courant I_q a un dépassement au démarrage mais il se stabilise après un certain temps par contre dans le cas du DTC le courant I_q est stable des le début.

Flux rotoriques $\Phi_{rd}\Phi_{rq}$

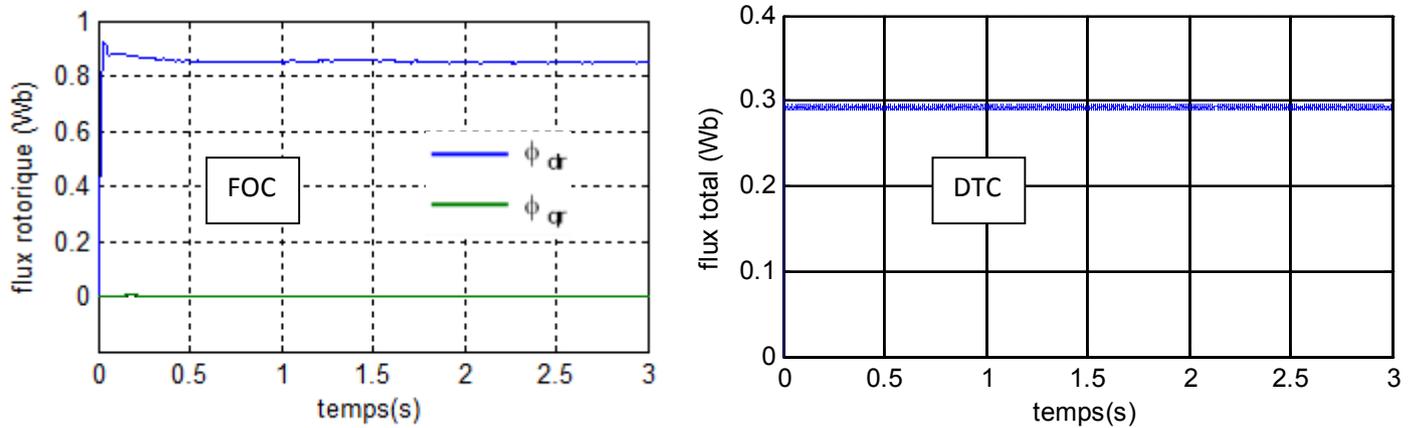


Figure IV . 4 Flux rotoriques $\Phi_{rd}\Phi_{rq}$

Le flux total dans la DTC est plus ondulé par rapport aux flux du FOC et il suit une consigne de 0.29 (Wb).

Un Dépassement au démarrage en ce qui concerne la commande FOC, avec le temps il se stabilise avec peu de fluctuation .

IV.2.1.2 Inversement du sens de rotation

On applique un inversement de sens de rotation a $t=1.5s$

Vitesse rotorique

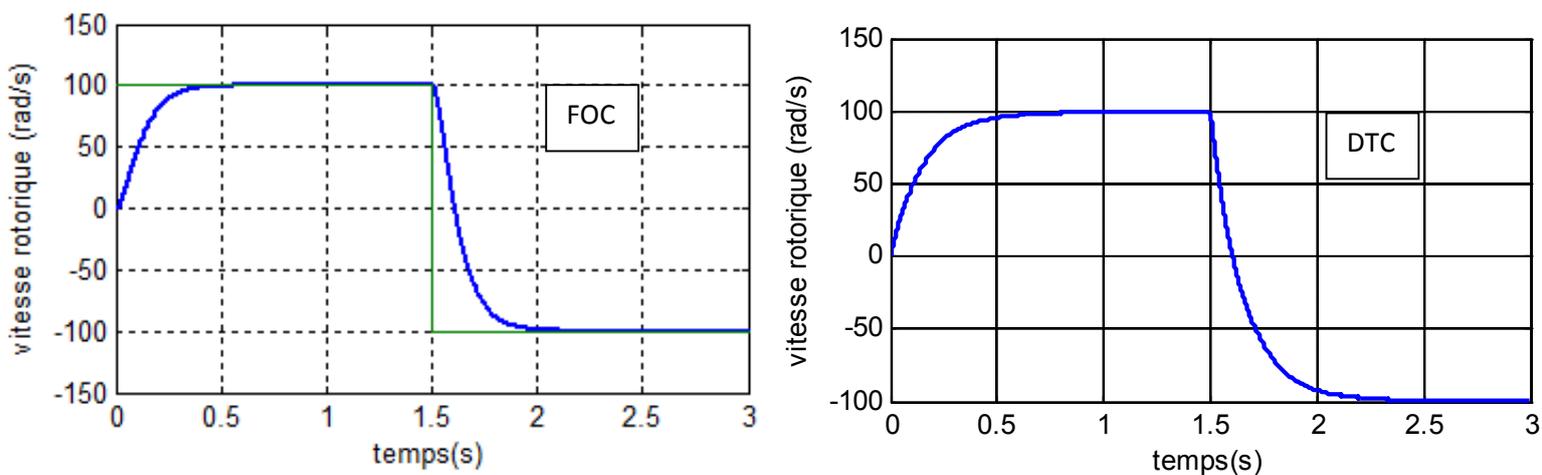


Figure IV . 5 Vitesse rotorique à l'inversement

même chose pour la vitesse rotorique a vide (le temps de dépassement du FOC est plus rapide que celle du DTC).

Couple électromagnétique

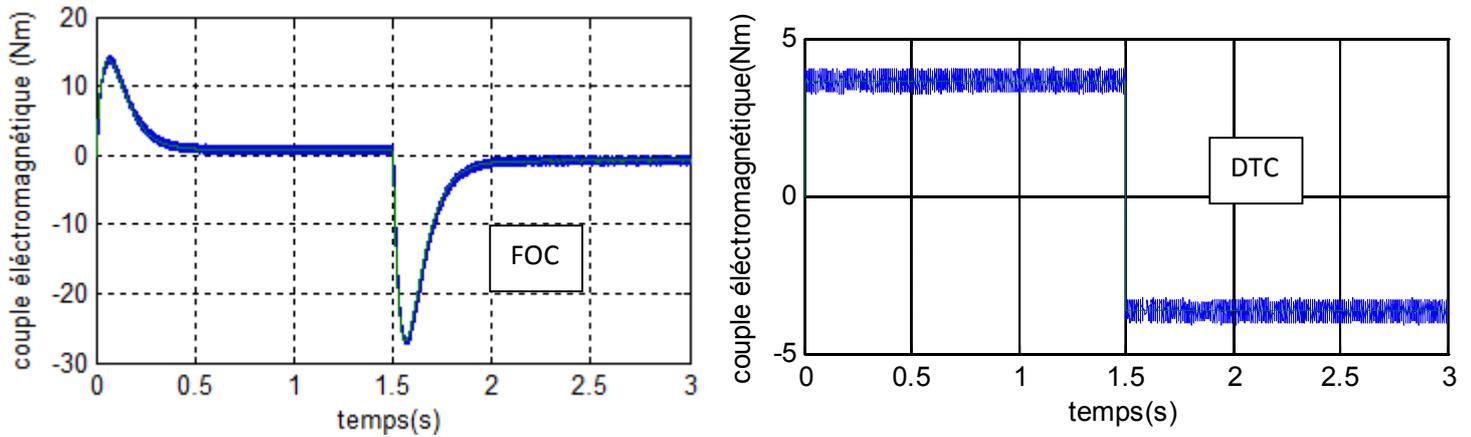


Figure IV . 6 Couple électromagnétique à l'inversement

Le couple dans le cas du FOC est influencé à l'inversement du sens de rotation après (0.2 s) il revient a sa valeur, il suit le courant Isq (Fig IV.7).

Le couple dans le cas du DTC suit aussi le comportement du courant Isq.

courant Isd Isq

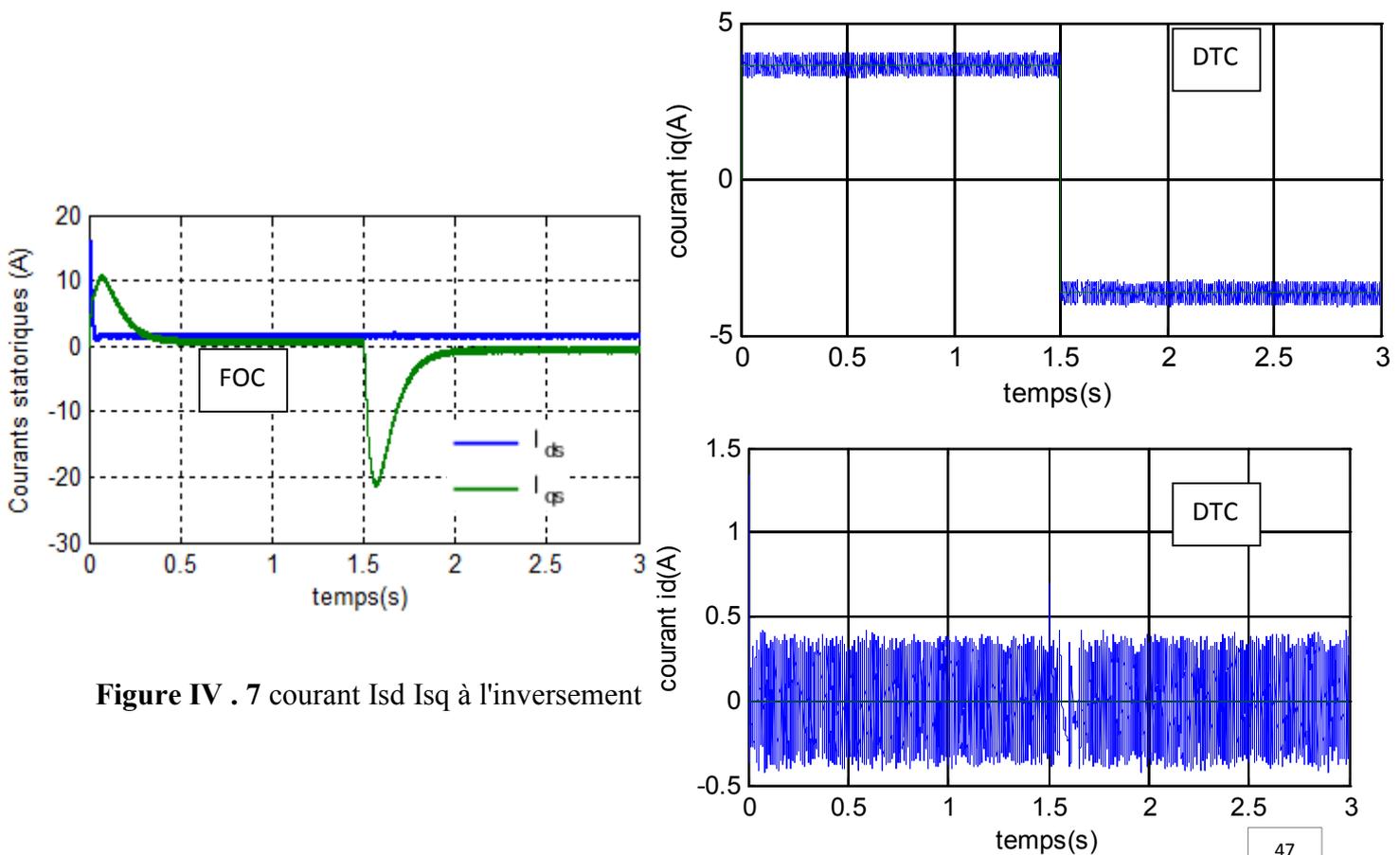


Figure IV . 7 courant Isd Isq à l'inversement

le courant I_{sd} toujours suit la consigne 0, et le courant I_{sq} suit le comportement du couple électromagnétique.

Flux rotorique

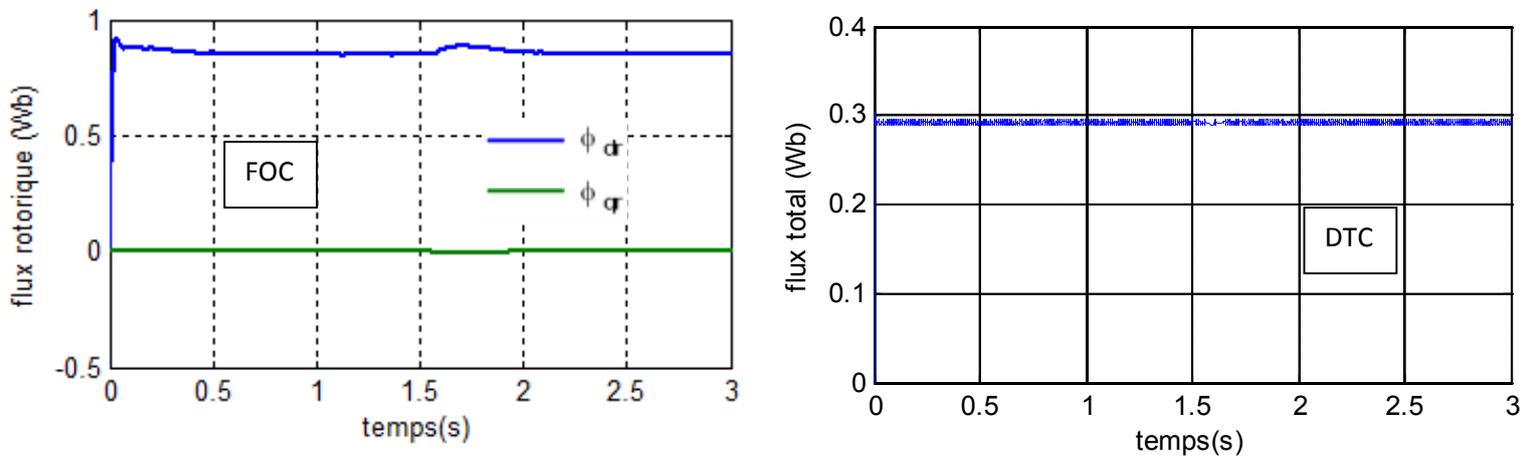


Figure IV . 8 Flux rotorique à l'inversement

On remarque l'influence de l'inversement du sens de vitesse sur le flux rotorique (dépassement) dans la commande FOC , par contre pour la DTC il reste stable.

Courants statoriques (Ia,Ib,Ic)

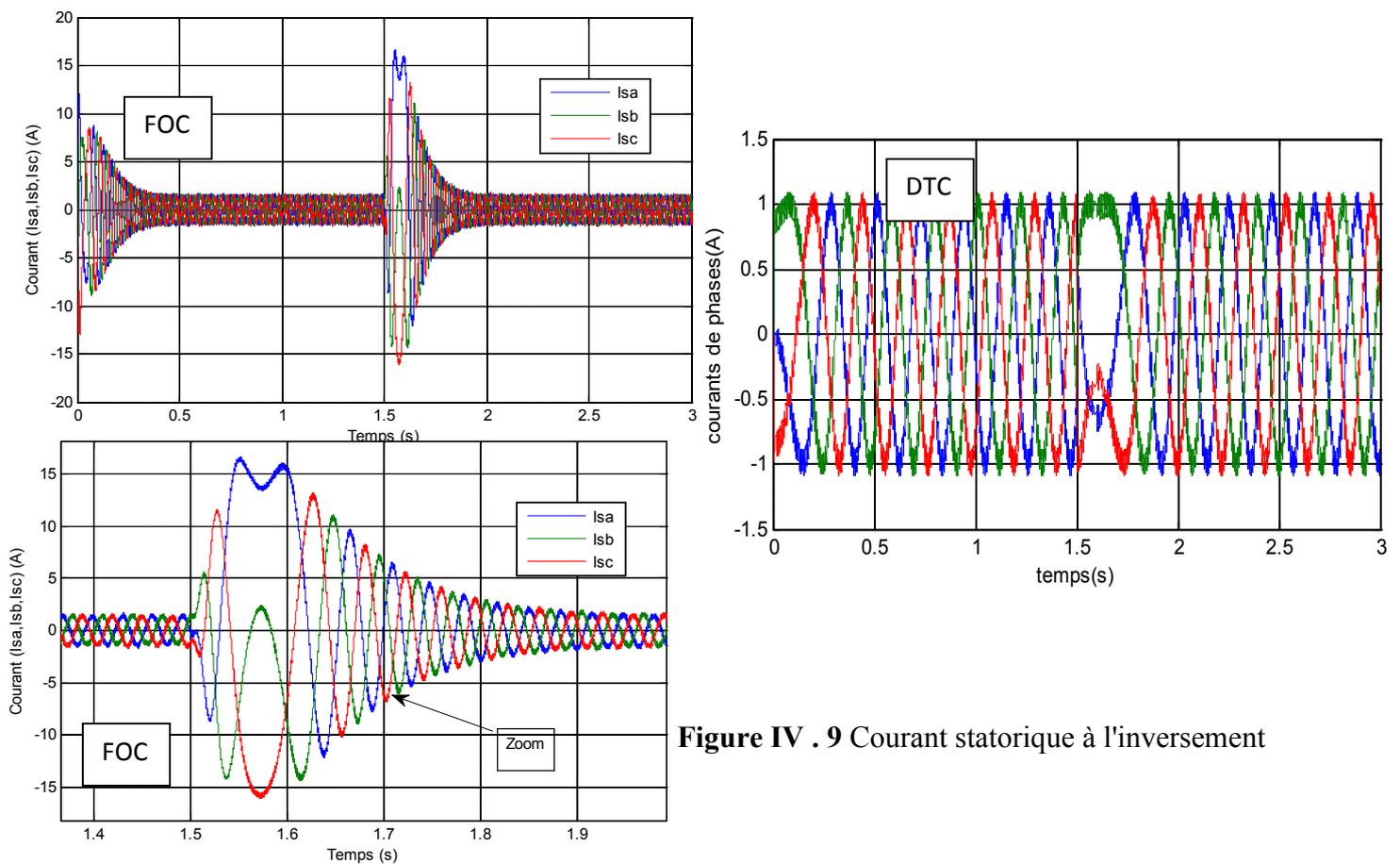


Figure IV . 9 Courant statorique à l'inversement

Dans le cas de la technique FOC il y a un appel du courant au démarrage (11 fois I_s) et à l'inversement du sens de rotation (15 fois I_s).

Contrairement à la technique FOC, la technique DTC ne présente aucun dépassement du courant au démarrage ni à l'inversement du sens de rotation, alors il ne nécessite pas un régulateur de courant. C'est un des avantages de cette technique.

IV.2.1.3 influence de la résistance rotorique sur la robustesse du FOC vitesse de rotation

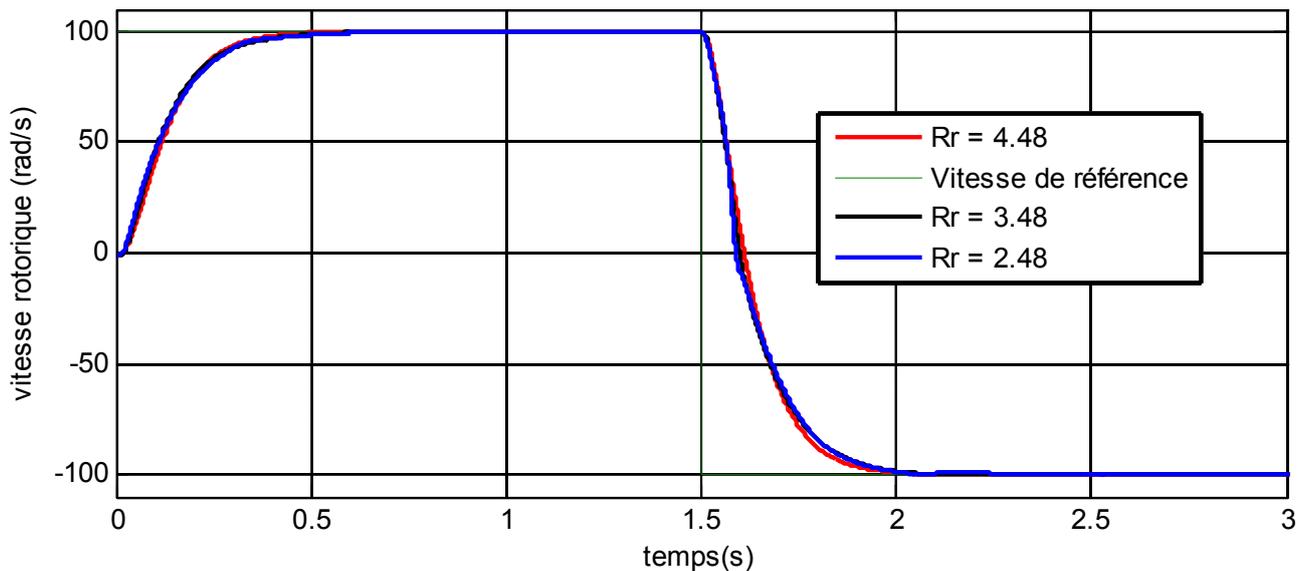


Figure IV . 10 vitesse de rotation pour des différente R_r

couple électromagnétique

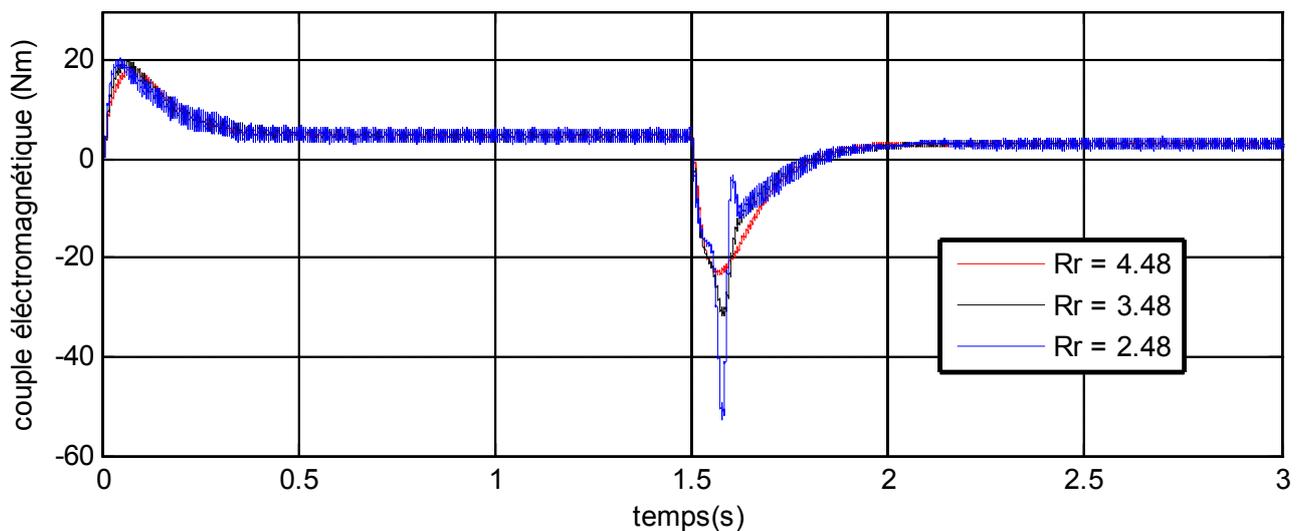


Figure IV . 11 couple électromagnétique pour des différente R_r

Courant Isd

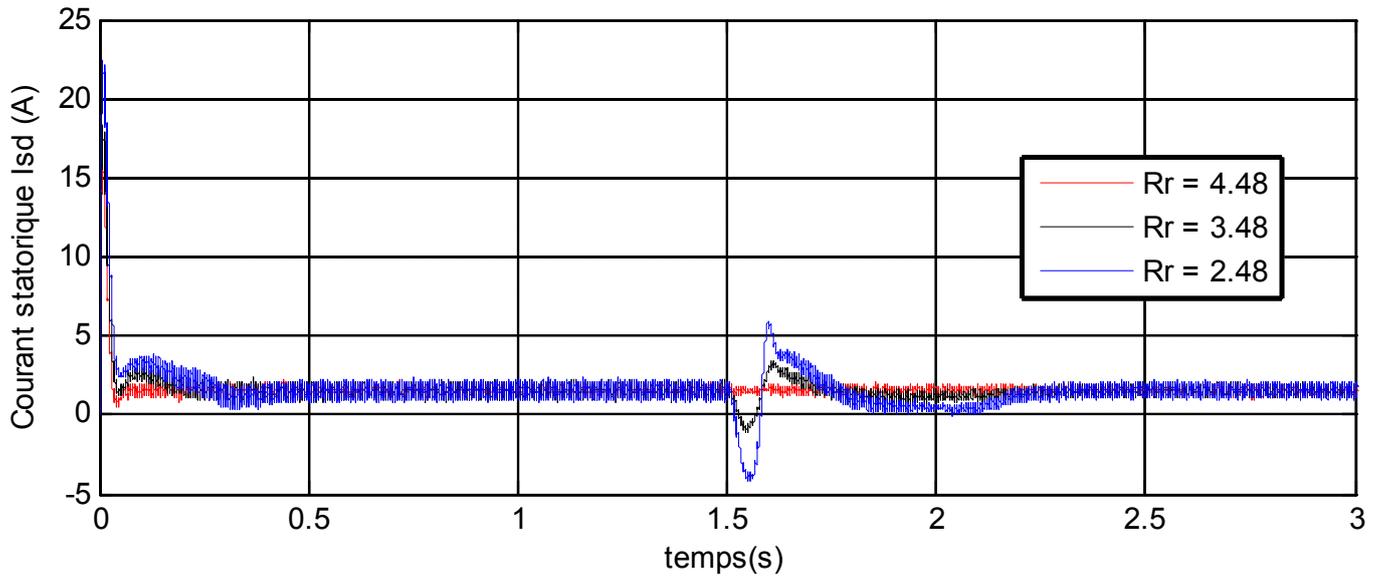


Figure IV . 12 courant *Isd* pour des différente R_r

Courant Isq

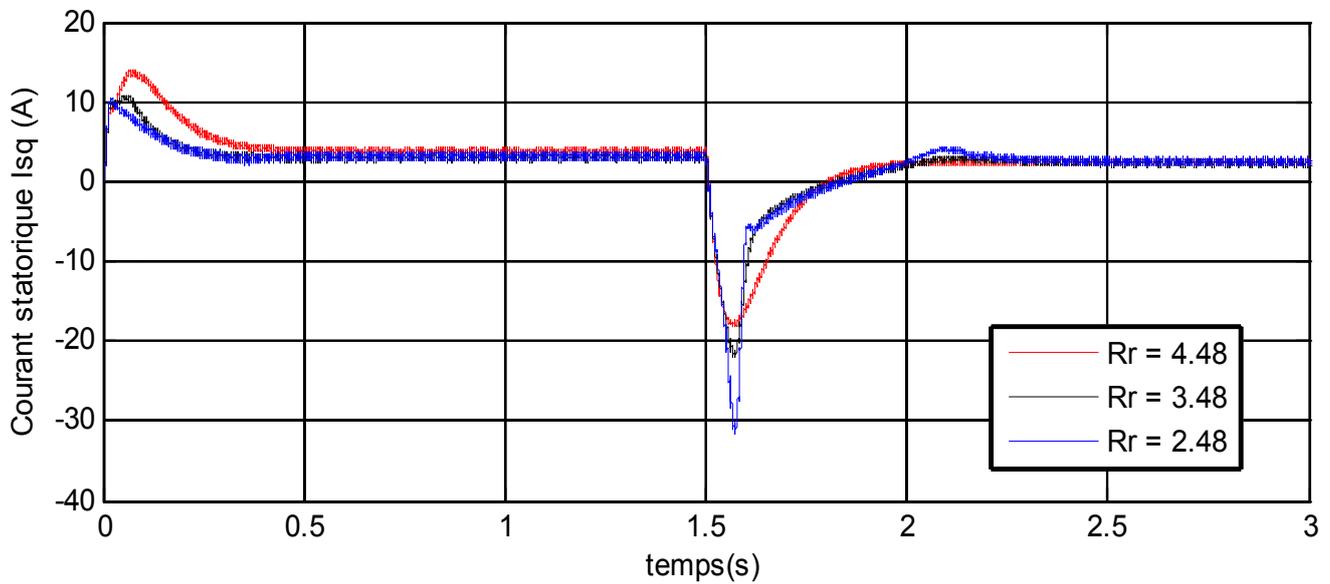
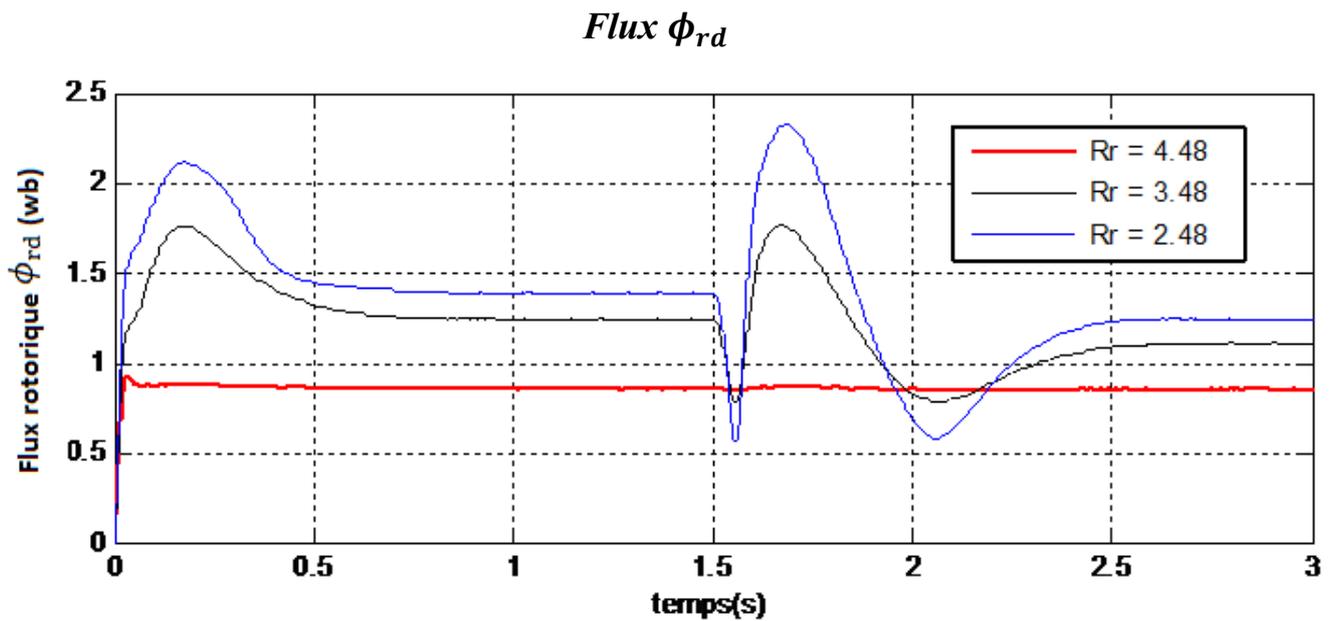
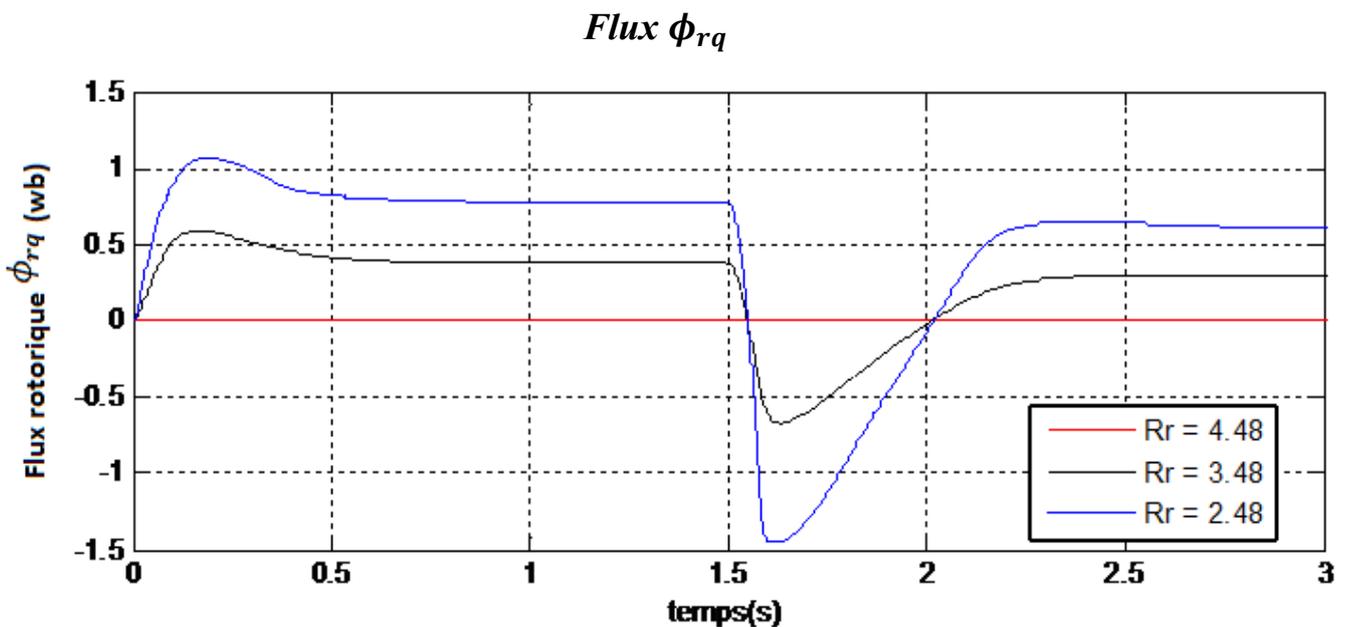


Figure IV . 13 courant *Isq* pour des différente R_r

Figure IV . 14 Flux ϕ_{rd} pour des différentes RrFigure IV . 15 Flux ϕ_{rq} pour des différentes Rr

Nous remarquons l'influence du changement de valeur de la résistance rotorique sur la commande à flux rotorique orienté. Ce changement de paramètre est l'inconvénient de cette commande.

$R_r = 4.48$ Ohms est la valeur nominale de la résistance rotorique, $R_r = 3.48$ Ohms et $R_r = 2.48$ Ohms est la diminution de sa valeur . Le temps de réponse de la vitesse rotorique n'est pas trop influencé.

	Commande vectorielle à flux orienté	Commande directe du couple
Variable commandé	-Couple -Flux rotorique	-Couple -Flux statorique
Variable essentielles	-Vitesse mécanique -Coutant statorique	-Tension statorique -Courant statorique
Variable estimée	-Fréquence -Flux rotorique de position	-Couple -flux statorique
Régulateur	-Trois courants statoriques Régulateur (hysteresis)	-Régulateur de couple(hysteresis) -Régulateur du flux statorique(hysteresis)
Contrôle du couple	-Directement contrôlé par le courant statorique -Haute dynamique -Ondulations du couple	-Contrôlé directement -Haute dynamique -Contrôle les ondulation du couple
Contrôle du flux	-Indirectement contrôlé par le courant statorique -Dynamique lente	-Contrôlé directement -Dynamique rapide
Complexité d'implémentation	-Complexité élevée	-Complexité moyenne
Référence	dq tournant	dq stationnaire

Tableau IV.1 Etude comparative entre les schémas du FOC et le DTC

Conclusion IV. 3

Dans ce chapitre, on a présenté une étude comparative entre deux méthodes de commandes, la commande FOC et la commande DTC.

Chaque commande a ces propres performances, Cet étude a amené à repérer les différences, dans le temps de réponse, le taux d'ondulation. Selon la comparaison faite en ce mémoire, la période d'établissement du couple de la commande directe du couple est inférieure comme période correspondante à la commande vectorielle à flux orienté. Cette différence est provoquée par l'inertie des régulateurs de PI utilisés dans la stratégie à flux orienté directe qui causent un retard dans la réponse du couple. A partir de ces critères on peut choisir la technique de commande la plus convenable aux besoins des utilisateurs.