

CHAPITRE III

COMMANDE PAR MODE GLISSANT EN TENANT COMPTE DES DEFAUTS ROTORIQUES

III.1. Introduction

La commande par mode glissant a connu un essor considérable durant les dernières décennies .Ceci est dû principalement à la propriété de convergence rapide et en temps fini des erreurs, ainsi, que la grande robustesse par rapport aux erreurs de modélisation et certains types de perturbations extérieures , les lois de commandes sont généralement synthétisées à partir d'un modèle nominal simplifié qui ne tient pas en compte toute la complexité du système, car des dynamiques sont négligées, et les valeurs des paramètres du modèle sont considérées égales à leurs valeurs nominales[12].

Le système en boucle fermée ne glisse pas parfaitement sur la surface de glissement à cause de la commande discontinue qui produit du chatterons. Sa présence dégrade la stabilité et la qualité de poursuite des trajectoires et sollicite de manière énergétique les actionneurs [13].

Les modes glissants pour les systèmes non linéaires ont été largement étudiés et développés depuis leur introduction. L'objectif de la méthode est à l'aide d'une commande discontinue, de contraindre le système à évoluer et rester, en temps fini, sur une surface où le comportement résultant correspond aux dynamiques souhaitées [15].

La loi de commande par modes glissants est de conception relativement simple et présente des qualités de robustesse vis-à-vis d'une certaine classe de perturbations. Cependant, il existe quelques problèmes comme le phénomène de réticence et la brutalité de la commande discontinue. Ces inconvénients peuvent être vraiment néfastes pour le moteur en provoquant un échauffement important dans les enroulements. Pour pallier à ce défaut on peut remplacer les fonctions "signe" par des fonctions "sigmoïdes" plus lisses ou utiliser des commandes par modes glissants d'ordre supérieur au degré relatif du système par rapport à la variable de glissement choisie [14].

Dans la première partie de ce chapitre, l'objectif de la commande par mode glissant et le phénomène de broutement (chattering) puis les lois classiques pour la synthèse de la loi de commande à structure variable par mode glissant puis le choix de la surface de glissement en passant par l'expression analytique de la commande. en fin la détermination de la loi de commande et résultat de simulation du modèle de la MAS avec un Bloc de la commande à mode glissant en tenant compte des défauts rotorique . En effet, notre choix a été premièrement porté sur une méthode qui se base sur le choix de la surfaces de commutation et cela par l'introduction d'un terme intégral, nous examinerons le problème de l'amélioration des

performances tout en préservant l'invariance du mode glissant afin d'avoir plus de robustesse en régime permanent et en prenant en compte la simplicité de la commande.

III.2. Objectifs de la commande par Mode Glissant

L'objectif de la commande par mode glissant (MG) se résume en deux points essentiels [13]:

- Synthétiser une surface $S(x,t)$, telle que toutes les trajectoires du système obéissent à un comportement désiré de poursuite, régulation et stabilité.,
- Déterminer une loi de commande (commutation) $u(x,t)$ qui est capable d'attirer toutes les trajectoires d'état vers la surface de glissement et les maintenir sur cette surface.

III.3. Phénomène de broutement (chattering)

Le régime glissant idéal requiert une commande pouvant commuter à une fréquence infinie. Cependant, pour une utilisation pratique, la fréquence de commutation des organes de commande a une limite finie. Le caractère discontinu de la commande engendre un comportement dynamique particulier au voisinage de la surface appelé phénomène de réticence ou broutement « en anglais : chattering ». Celui-ci se caractérise par de fortes oscillations des trajectoires du système autour de la surface de glissement (Figure. 3.1). Ainsi, les commutations trop rapides peuvent exciter les dynamiques hautes fréquences non modélisées des actionneurs et des capteurs lors de la synthèse de la loi de commande provoquant leurs usures rapide et induisant des pertes énergétiques non négligeables surtout au niveau des circuits de puissance électrique. Elles peuvent aussi dégrader les performances et même conduire à l'instabilité du système [15].

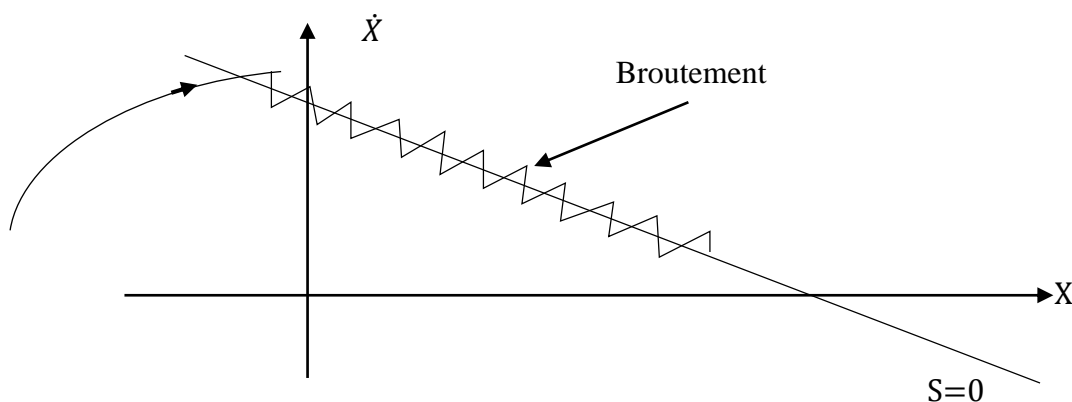


Figure 3.1. Phénomène de broutement.

III.4. Principe de la commande par mode glissant

La commande par mode glissant est une stratégie de commande non linéaire qui peut forcer les états du système à atteindre une surface de glissement prédéfinie et à converger vers le régime permanent tout le long de la surface en mode glissant. La synthèse de la régulation par MG passe par deux étapes principales, tout d'abord, le choix de la surface de glissement ou de commutation, et ensuite la conception de la loi de commande discontinue qui assure l'attractivité de la surface et la stabilité de la commande. Parmi les propriétés des systèmes à mode glissant [12]:

- L'ordre des équations différentielles régissant du modèle du système en mode glissant est réduit.
- La dynamique du système en mode de glissement dépend exclusivement des coefficients de la surface de commutation (c.-à-d. une robustesse accrue par rapport aux perturbations et aux variations de certains paramètres).
- La théorie des modes glissants est parfaitement adaptée aux systèmes dont la commande est discontinue, comme c'est le cas des convertisseurs électriques.

III.4.1. Commande par mode glissant d'ordre 1

La commande par mode glissant d'ordre 1 (MG) est une commande à structure variable pouvant changer de structure et commutant entre deux valeurs suivant une logique de commutation bien spécifique $S(x)$.

Le principe de la commande par modes glissants est de contraindre le système à atteindre une surface donnée appelée surface de glissement et d'y demeurer jusqu'à l'équilibre. Cette commande se fait en deux étapes : la convergence vers la surface et ensuite le glissement le long de celle-ci (Figure 3.2) [16].

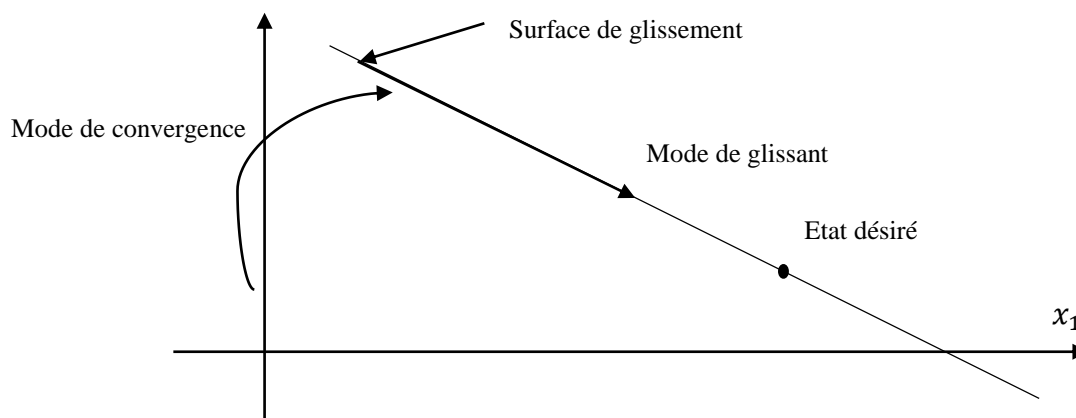


Figure 3.2 : différents modes de convergence pour la trajectoire d'état.

III.4.2. Synthèse de la commande par mode glissant

Soit un système continue, représenté par le système d'état [12]:

$$\begin{cases} \dot{X} = AX + BU \\ Y = CX \end{cases} \quad (\text{III.1})$$

Où $x \in R^n$: est le vecteur d'état du système, $\mu \in R^m$ est le vecteur de commande, $B \in R^{n \times m}$ est la matrice de commande, $Y \in R^m$ et est le vecteur de sortie.

Dans la commande à structure variable, la réponse d'un tel système passe en général par trois phases ou modes appelés, mode d'atteinte (Reaching Mode, RM), mode de glissement (Sliding Mode, SM), et le mode du régime permanent (steady-state mode, SS), ces modes sont illustrés dans le plan de phase sur (la Figure 3.3).

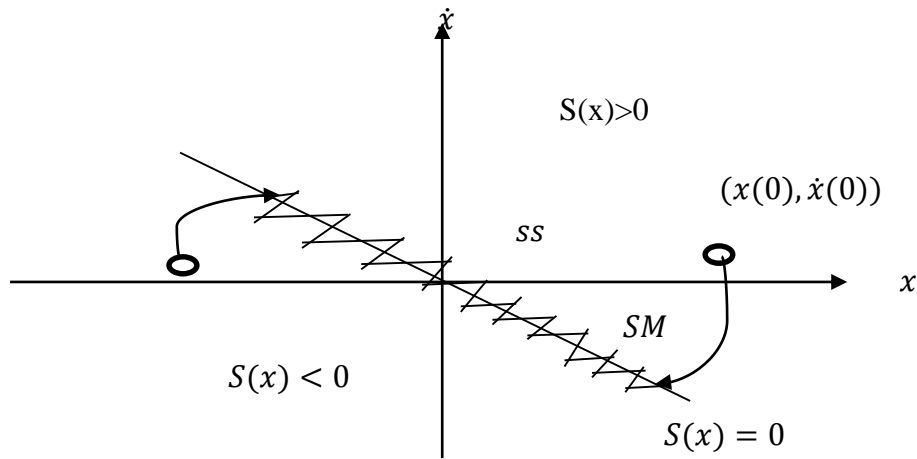


Figure 3.3 : Trajectoire du système sur le plan de phase.

III.4.3. Synthèse de la loi de commande

La synthèse de la commande par modes glissants se fait en deux étapes [16]:

- Choix de la surface de glissement,
- Etablir la condition de convergence,

III.4.4. Choix de la surface de glissement

Soit le système décrit par l'équation différentielle suivante (III.2) [16][2]:

$$\ddot{x} = f(x, t) + g(x, t)u \quad (\text{III.2})$$

Où f et g sont des fonctions non linéaires, g est supposée inversible.

u : L'entrée du système.

x : État du système.

Soit x_d la consigne désirée et e l'erreur de poursuite définie par :

$$e = x - x_d \quad (\text{III.3})$$

La formule générale de la surface de glissement est définie en fonction de l'ordre du système

Comme suit [2] [16] :

$$s(x) = \left(\frac{\partial y}{\partial x} + \gamma \right)^{r-1} e(x) \quad (\text{III.4})$$

Avec

x : Variable à réguler

$e(x)$: L'écart de la variable à réguler et sa référence ($x_{ref} - x$)

γ_x : Constante positive

r : Degré relatif, égale au nombre de fois qu'il fait dériver la sortie pour faire apparaître la commande.

Pour :

$$r = 1: S(x) = e(x) \quad (\text{III.5})$$

$$r = 2: S(x) = \gamma_x e(x) + \dot{e}(x) \quad (\text{III.6})$$

$$r = 3: S(x) = \gamma_x^2 e(x) + 2\gamma_x \dot{e}(x) + \ddot{e}(x) \quad (\text{III.7})$$

Pour $r > 1$, $S(x) = 0$ est une équation différentielle linéaire dont la réponse $e(x)$ tend vers zéro pour un choix correct du gain γ_x .

En d'autres termes, la difficulté revient à un problème de poursuite de trajectoire dont l'objectif est de garder $S(x)$ à zéro. Ceci est équivalent à une linéarisation exacte de l'écart tout en respectant une condition de convergence [2].

III.5. Condition d'existence du mode glissant

Le critère d'existence du mode glissant garantit que la surface glissante est bien atteinte par le système, on peut dire que lors de la phase d'atteinte du mode glissant, la condition suffisante de l'existence du mode glissant $S=0$, dans un temps fini est que la paire d'inégalité dans (III.8) soit vraie[12].

$$\begin{aligned} \lim_{s \rightarrow 0^-} \dot{S} &> 0 \\ \lim_{s \rightarrow 0^+} \dot{S} &< 0 \end{aligned} \quad (III.8)$$

Comme le problème d'existence ressemble à un problème de stabilité généralisé. Une autre façon très utilisée pour l'étude de l'existence du mode glissant, qui est la seconde méthode de Lyapunov.

La fonction scalaire de Lyapunov est définie-positive ($V(x) > 0$), la loi de commande doit faire décroître cette fonction, ç.-à- d. ($\dot{V}(x) < 0$). Fonction scalaire $V(x)$ est couramment choisie comme suit :

$$V(x) = \frac{1}{2} S^2(x) \quad (III.9)$$

Pour que (III.8) soit décroissante, sa dérivée doit être alors négative :

$$\dot{V}(x) = S(x)\dot{S}(x) < 0 \quad (III.10)$$

Tant que (III.9) est vérifiée, la dynamique du système sur $S(x)$ ainsi que sa stabilité sont Indépendantes du système (III.1), elles dépendent uniquement des paramètres de la surface choisie. Ceci explique l'invariance de ces lois de commande par rapport aux perturbations agissant sur la partie commande. Lorsque la trajectoire de phase reste sur la surface $S(x)$, le système est dit en mode de glissement et cela jusqu'à ce qu'il arrive à l'état d'équilibre (régime permanent). L'inégalité fondamentale (III.8) permet aussi de déterminer les gains de réglage des contrôleurs par mode glissant [12].

III.6. Calcul de commande

Une fois la surface de glissement choisie ainsi que la vitesse de convergence, il reste à déterminer la commande nécessaire pour attirer la variable à contrôler vers la surface et ensuite vers son point d'équilibre (origine du plan de phase) en maintenant la condition d'existence du mode de glissement[2].

III.6.1. Définition des grandeurs de commande

La structure d'un contrôleur comporte deux parties, une première concernant la linéarisation exacte et une deuxième stabilisante. Cette dernière est très importante dans la technique de commande non linéaire car elle est utilisée pour éliminer les effets d'imprécision du modèle et les perturbations extérieures.

Nous posons :

$$U = U_{eq} + U_n \quad (\text{III.11})$$

U_{eq} : correspond à la commande équivalente proposée par Filipov et Utkin. Cette commande est considérée comme la plus directe et la plus simple. Elle est calculée en reconnaissant que le comportement du système durant le mode de glissement est décrit par :

$$\dot{S}(x) = 0 \quad (\text{III.12})$$

La commande équivalente peut être interprétée comme la valeur moyenne (continue) que prend la commande lors de la commutation rapide entre U_{max} et U_{min} .

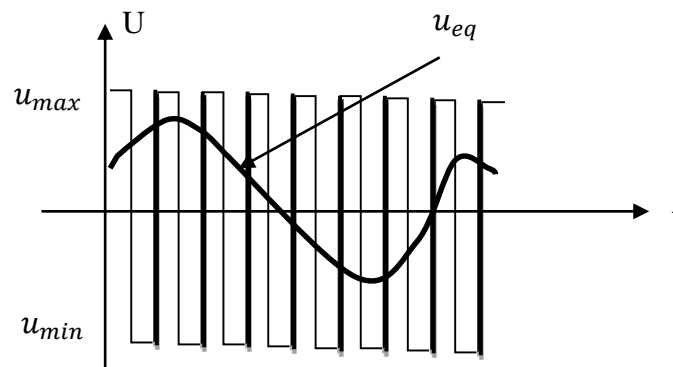


Figure 3.4 : La valeur continue (U_{eq}) prise par la commande lors des commutations entre U_{min} et U_{max}

La commande U_n est déterminée pour garantir l'attraction de la variable à contrôler vers la surface et satisfaite la condition de convergence $S(x). \dot{S}(x) < 0$.

En d'autres termes, elle définit le comportement dynamique de système durant le mode de convergence. Plusieurs solutions ont été proposées afin de réduire ou éliminer ce problème. On peut citer la commande avec correction intégrale en régime permanent ou l'utilisation d'un observateur pour estimer la commande équivalente. Parmi les autres solutions utilisées, la fonction "signe" est souvent remplacée par une fonction lisse "Fonction saturation". Cela

consiste à effectuer une approximation continue des discontinuités présentées dans la loi de commande au voisinage de la surface de glissement et assurer une commutation progressive par la droite de pente $1/\epsilon$ à l'intérieur d'une zone frontière de la surface appelée couche limite. Cette solution est connue. Aussi par le nom « boundary layer solution », Figure (3.5).

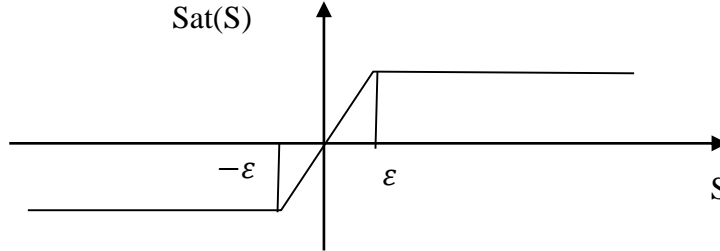


Figure 3.5 : Fonction saturation.

L'expression de cette fonction est donnée par:

$$sat(s) = \begin{cases} sgn(s) & si |S| > \epsilon \\ \frac{s}{\epsilon} si |S| \leq \epsilon \end{cases} \quad (III.13)$$

Bien que ces solutions permettent d'atténuer le phénomène de réticence, la robustesse de la commande s'en trouve dégradée avec une dépréciation du temps de réponse.

Pour passer outre ces inconvénients, une autre solution basée sur la commande par modes glissants d'ordre supérieur [14].

III.6.2. Expressions analytiques de la commande

Considérons le système:

$$[\dot{X}] = [A(x)] + [B][U] \quad (III.14)$$

Le vecteur U est composé de deux grandeurs U_{eq} et U_n .

$$U = U_{eq} + U_n \quad (III.15)$$

Nous nous intéressons à déterminer les expressions analytiques de ces grandeurs. Dans un premier temps nous nous occupons du calcul de la commande équivalente à partir des équations du système, ensuite du calcul de l'autre composante qui définit la dynamique du système.

Nous avons :

$$\dot{S}(x) = \frac{\partial S}{\partial t} = \frac{\partial S}{\partial x} \frac{\partial x}{\partial t} = \frac{\partial S}{\partial x} [A(x) + BU_{eq}] + \frac{\partial S}{\partial x} [BU_n] \quad (III.16)$$

Durant le mode de glissement et le régime permanent, l'expression de la surface est égale à zéro, sa dérivée est donc nulle, nous avons :

$$U_n = 0$$

$$U_{eq} = - \left[\frac{\partial S}{\partial x} B \right]^{-1} \left[\frac{\partial y}{\partial x} A(x) \right] \quad (\text{III.17})$$

Durant le mode de convergence, en remplaçant le terme U_{eq} par son expression (III.17) dans l'équation (III.19), nous obtenons l'expression de la dérivée de la surface suivante :

$$\dot{S}(x) = \frac{\partial y}{\partial x} B U_n \quad (\text{III.18})$$

Le problème revient à trouver U_n , telle que :

$$\begin{aligned} \dot{S}(x) S(x) &< 0 \\ S(x) \cdot \dot{S}(x) &< 0 \end{aligned} \quad (\text{III.19})$$

$$S(x) \cdot \dot{S}(x) = S(x) \frac{\partial S}{\partial x} B U_n < 0 \quad (\text{III.20})$$

Donc, il faut que le signe de U_n , soit l'opposé de celui de $S(x) \frac{\partial S}{\partial x} B$

La forme la plus simple que peut prendre U_n , est celle d'un relais (Figure.3.6)

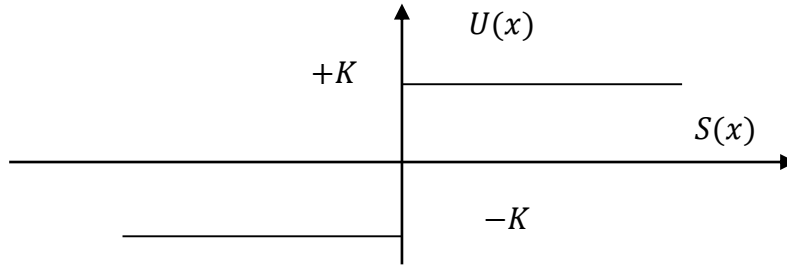


Figure 3.6: Définition de la fonction U_n .

III.7. Structure des régulateurs

Pour commander la machine asynchrone il faut :

- assurer la rapidité et la précision de la réponse des grandeurs régulées,
- assurer la robustesse du système vis-à-vis les perturbations et les variations des Paramètres et des charges mécaniques sur l'arbre du moteur.

On propose une structure en cascade des régulateurs à structure variable, dont le but est de contrôler la vitesse, le flux ainsi que les deux composantes du courant [2].

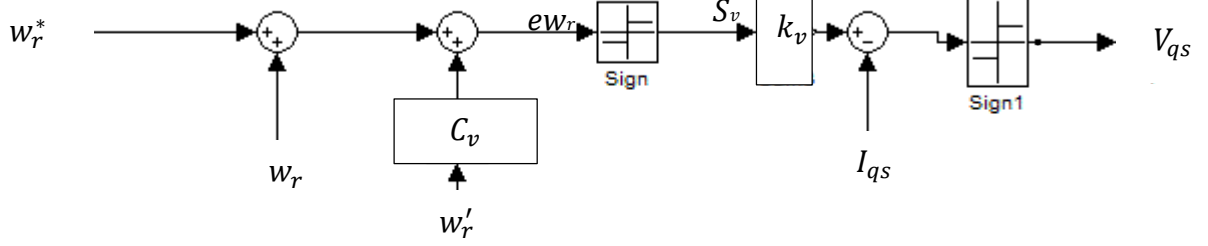


Figure 3.7 : Schéma bloc de régulateur de vitesse.

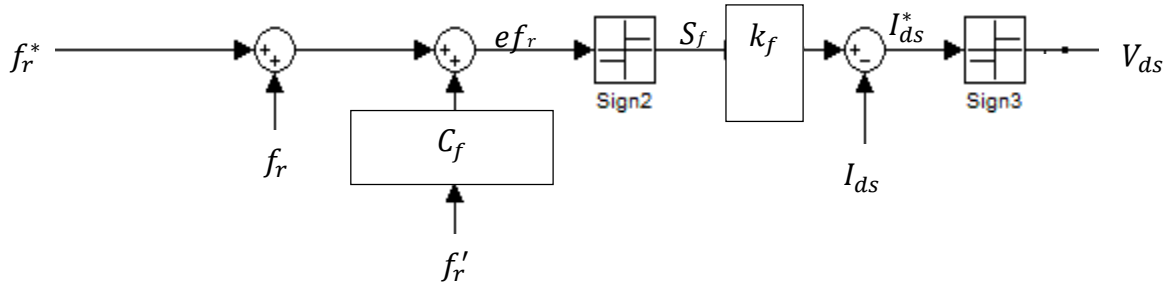


Figure 3.8 : Schéma bloc de régulateur de flux.

III.7.1. Détermination de la loi de commande

Dans la théorie des commandes à structure variables, il y a plusieurs manières de choisir les paramètres pour définir une logique de commutation, d'après la littérature il y a trois types de structures très répandues, la commande par contre-réaction linéaire à gains commutés, la commande par relais, et la commande équivalente. Les deux dernières approches, sont les préférées dans la commande des machines électriques parce qu'elles sont plus appropriées [12].

III.7.2. Sélection des surfaces de commutation

Le but consiste à générer une loi de commande $[V_{ds}, V_{qs}]^t$ en utilisant la théorie du contrôle Par MG. Les états considérés pour le contrôle de la machine asynchrone sont: la vitesse et le flux rotorique(w_r, f_r).

Pour la vitesse :

$$\begin{cases} S_v = C_v \dot{e}_v + e_v \\ e_v = w_r - w_r^* \end{cases} \text{ avec } C_v > 0 \quad (\text{III.21})$$

- pour le flux :

$$\begin{cases} S_f = C_f \dot{e}_f + e_f \\ e_f = f_r - f_r^* \end{cases} \text{ avec } C_f > 0 \quad (\text{III.22})$$

Pour la boucle des courants, les surfaces sont choisies pour assurer une réponse Instantanée. Les composantes I_{qs} et I_{ds} sont contrôlées indépendamment. Les surfaces Correspondantes sont :

- pour les courants I_{qs} et I_{ds} :

$$S_q = I_{qs}^* - I_{qs} \quad (\text{III.23})$$

$$S_d = I_{ds}^* - I_{ds} \quad (\text{III.24})$$

Les entrées de régulation correspondant sont données par :

$$I_{qs}^* = K_v \text{sign}(s_v) \quad (\text{III.25})$$

$$I_{ds}^* = K_f \text{sign}(s_f) \quad (\text{III.26})$$

$$v_{qs} = K_q \text{sign}(s_q) \quad (\text{III.27})$$

$$v_{ds}^* = K_d \text{sign}(s_d) \quad (\text{III.28})$$

III.8. Application de la commande par mode glissant à la machine asynchrone en tenant compte des défauts rotorique

Dans cette étude, nous établirons les expressions des valeurs de commande en S'appuyant sur le modèle établi au chapitre précédent. Rappelons que ce modèle a été Calculé par le principe 'orientation du flux rotorique. Ceci a permis de découpler la Machine selon les deux axes d et q et de faire la régulation sur chacun d'eux. La structure de régulateur impose un choix de deux surfaces sur chaque axe. Les Boucles internes permettent de contrôler les courants « i_{ds} , i_{qs} » et les boucles externes la vitesse et le flux w_r, f_r .

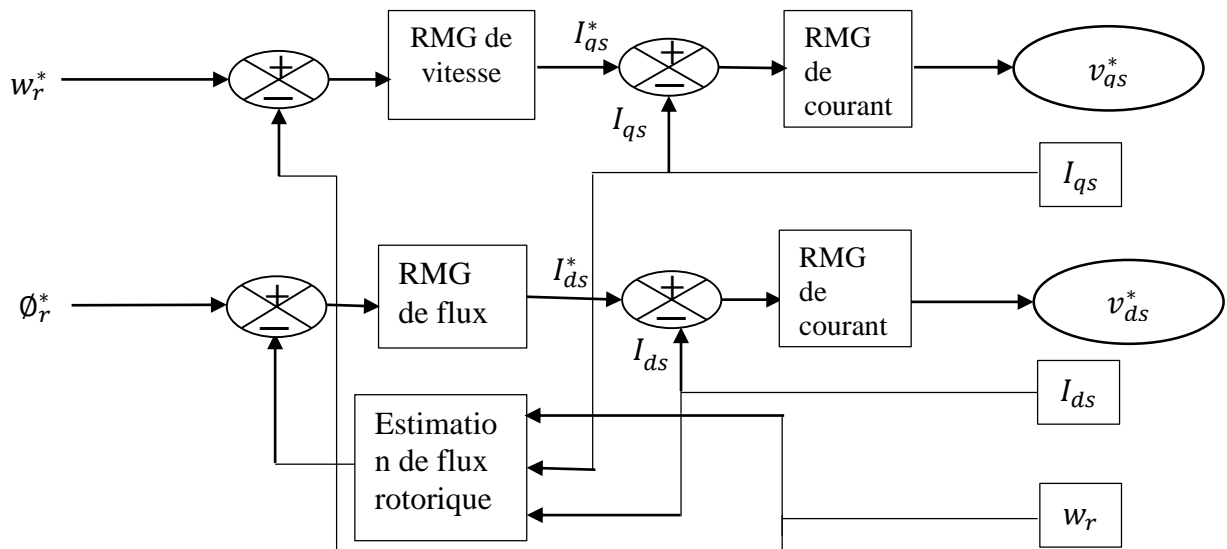


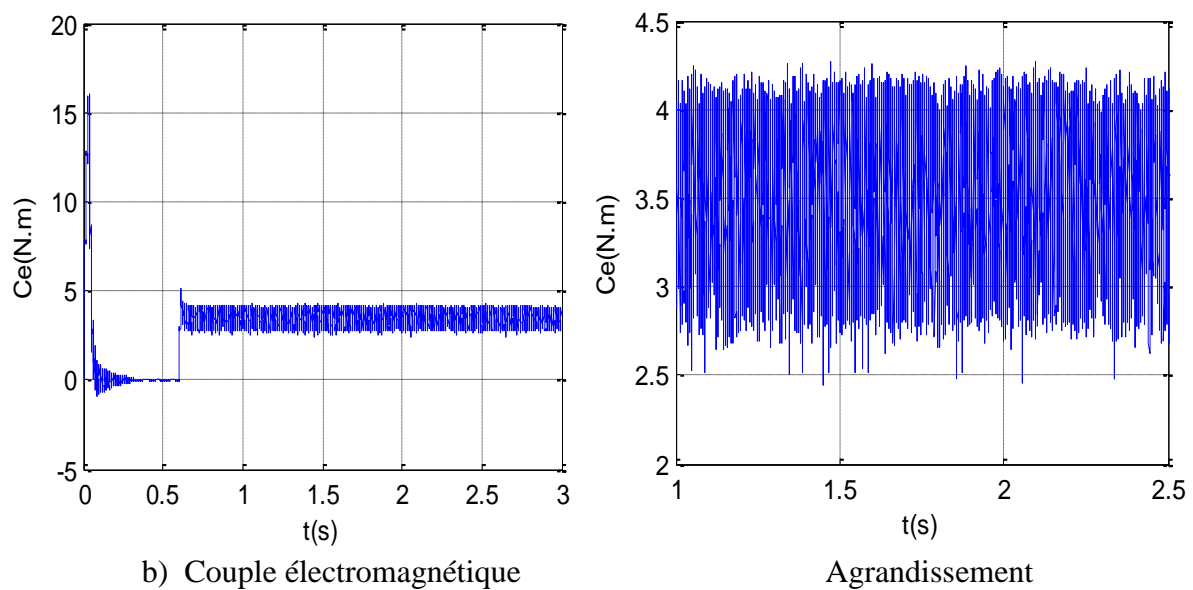
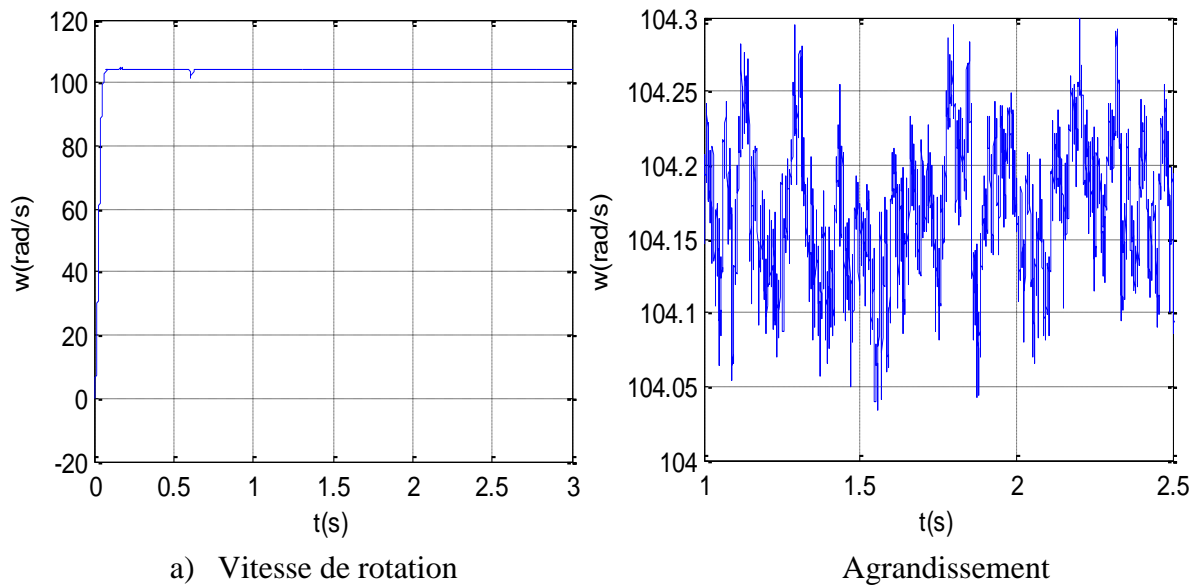
Figure 3.9 : Schéma bloc de la modèle de commande par mode glissant d'un moteur asynchrone.

III.8.1. Application la commande sur la machine asynchrone

Nous avons simulé la machine asynchrone (sans et avec défauts). On applique une charge $C_r=3.5\text{N.m}$ à l'instant $t=0.6\text{s}$, temps de simulation $t=3\text{s}$. la simulation a été effectuée sous (Matlab- Simulink).

III.8.1.1. Cas d'un Machine saine

Durant cette mode de fonctionnement, la machine tourne à une vitesse de 104 rad/s , puis à partir de l'instant ($t = 0.6\text{s}$) on applique un couple résistant égale à 3.5 Nm , les résultats de simulation sont illustrés par les figures ci-dessous :



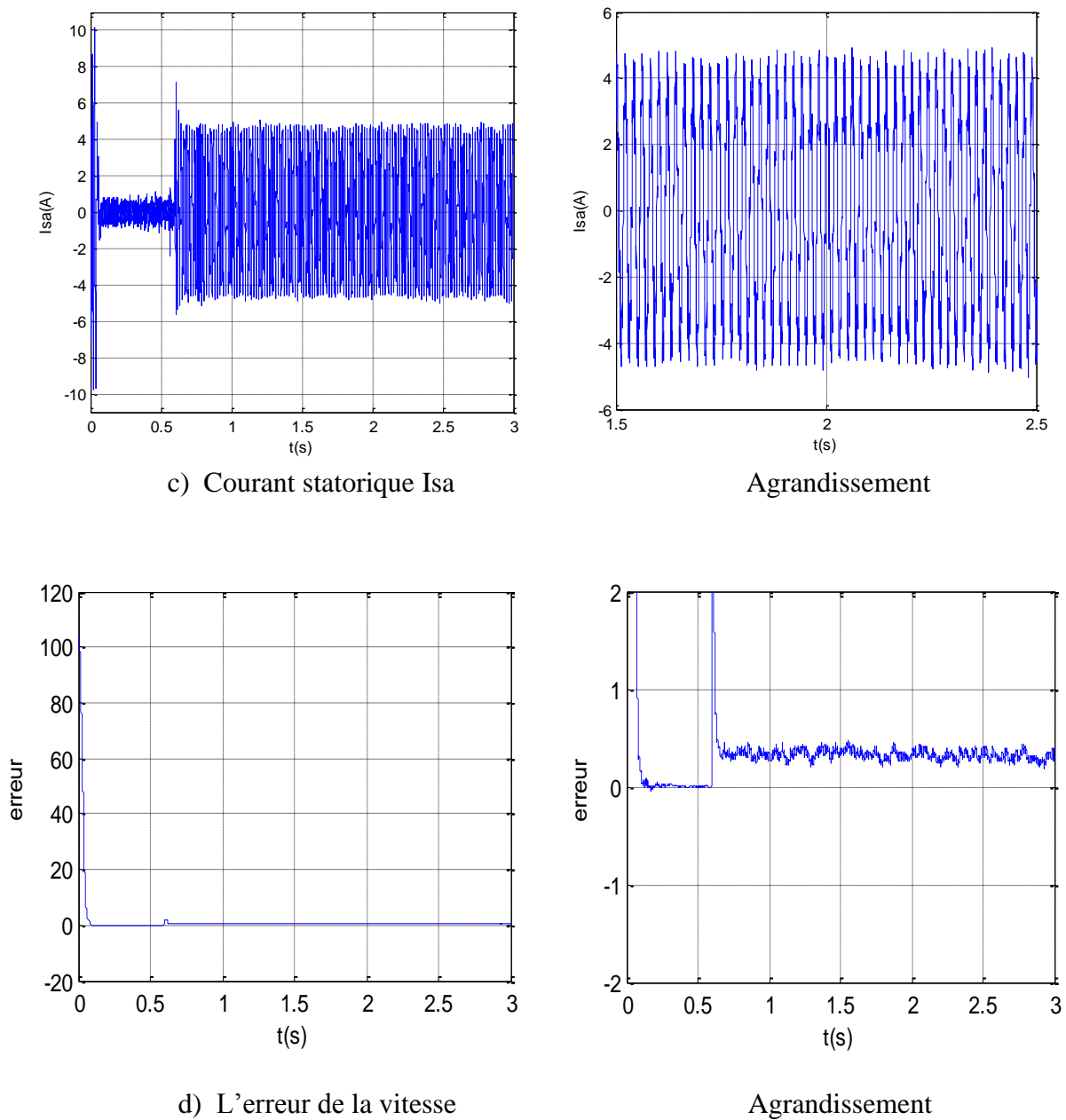


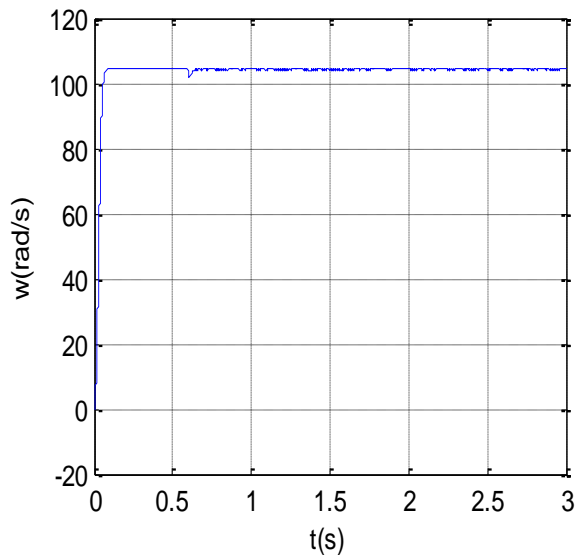
Figure 3.10 : Comportement de la MAS à l'état sain.

Interprétation des résultats :

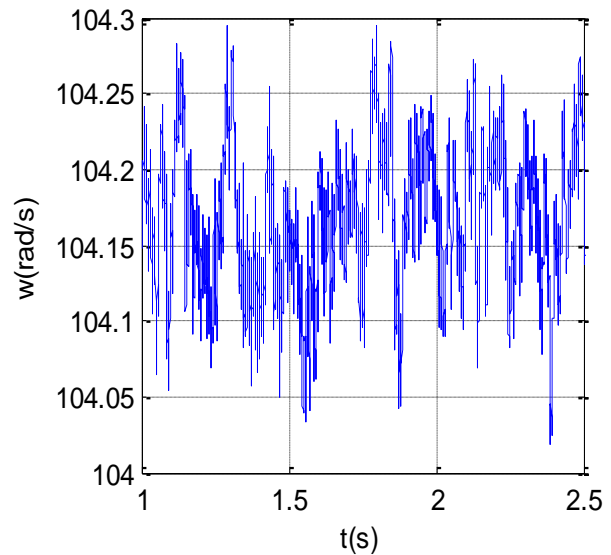
Dans la (Figure 3.10) A partir de l'instant $t=0.6$ s le courant dans la barre statorique est presque conserve la même amplitude d'amputions et le couple électromagnétique vient équilibrer le couple résistant. La vitesse est augmenté rapidement est vient à la vitesse référentielle 104rad/s.

III .8.1.2. Cas d'une cassure une barre rotorique

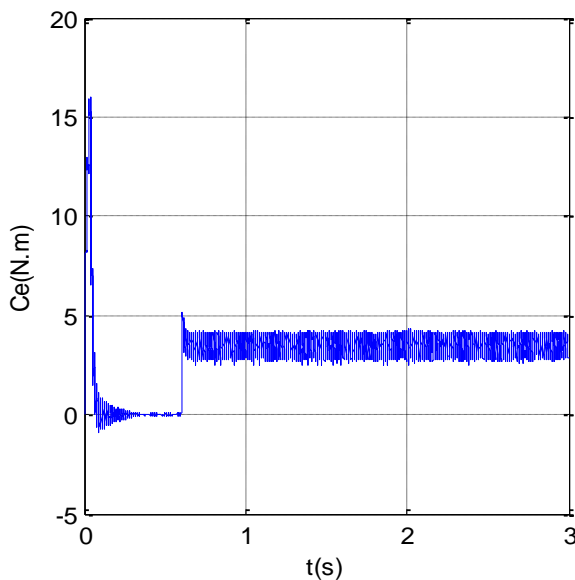
Dans cette simulation on applique sur la machine asynchrone une charge $C_r=3.5\text{N.m}$ à l'instant $t=0.6\text{s}$, temps de simulation $t=3\text{s}$. Les figures suivantes présentent les résultats de simulation du MAS avec le bloc de commande avec des défauts cassure d'une barre rotorique à l'instant $t=2\text{s}$. On peut obtenir les figures suivantes :



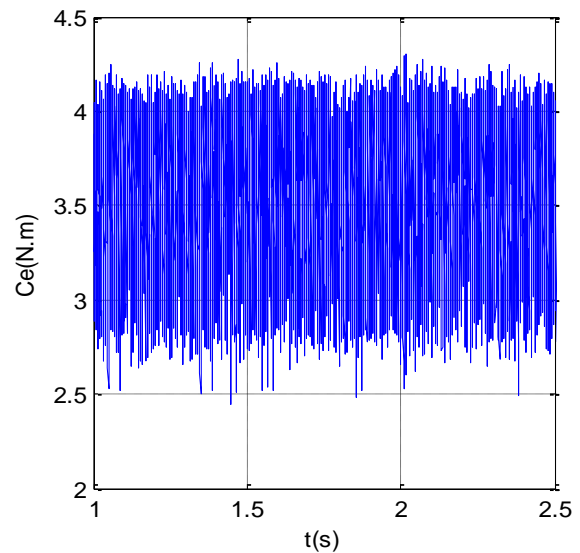
a) Vitesse de rotation



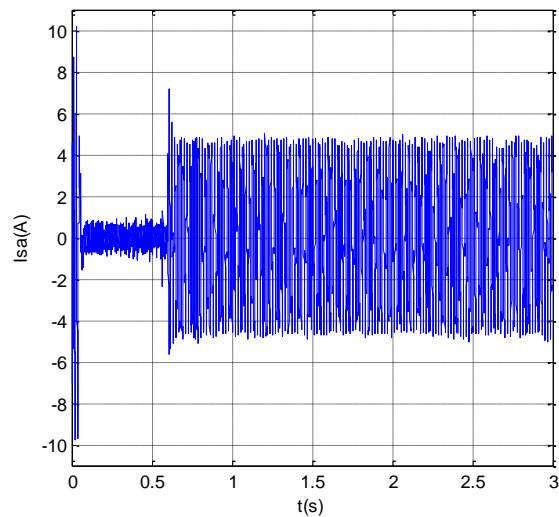
Agrandissement



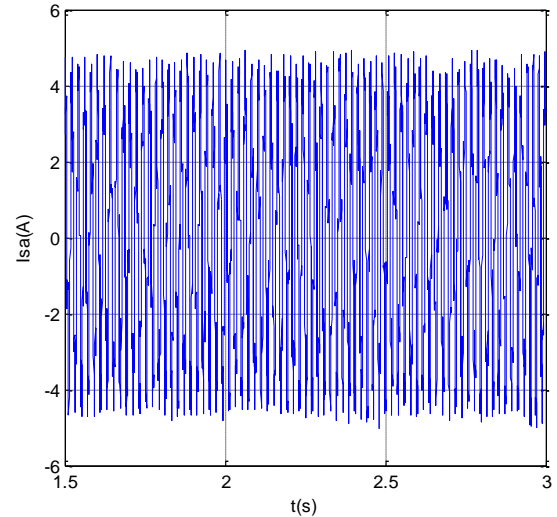
b) Couple électromagnétique



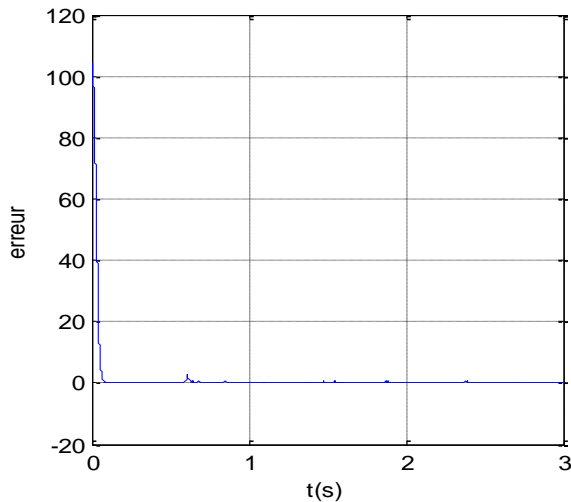
Agrandissement



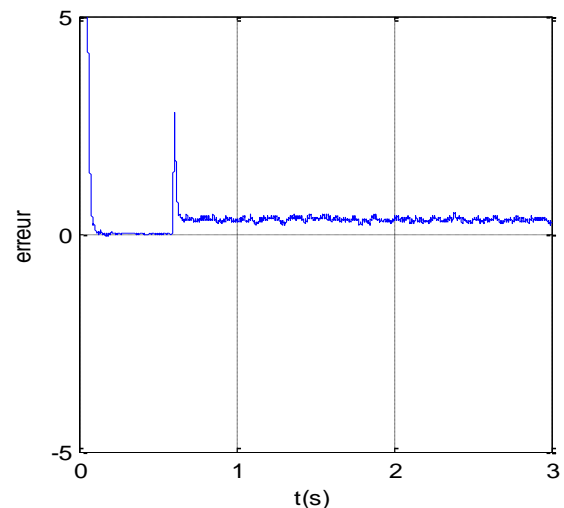
c) Courant statorique



Agrandissement



d) L'erreur de la vitesse



Agrandissement

Figure 3.11 : Comportement de la MAS avec cassure une barre.**Interprétation des résultats :**

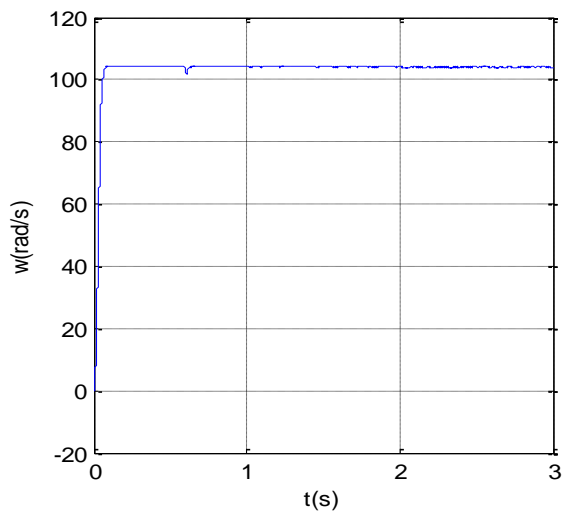
Dans la (Figure 3.11) A partir de l'instant $t=0.6$ s le courant dans la barre statorique est presque conserve la même amplitude d'ampérences et le couple électromagnétique vient équilibrer le Couple résistant. La vitesse est augmenté rapidement est vient à la valeur de référence 104rad/s, et n'existe pas une changement de la valeur de vitesse référentielle malgré le cassure barre à $t=2$ s on remarque que le courant statorique $I_{s\alpha}$ est presque nulle avant l'application de la charge résistant à partir de $t=0.8$ s augmenter et gardé la même ondulation de l'amplitude de courant on tout dure de temps de simulation et n'effectue pas par ce défauts et

pour l'erreur de vitesse après l'applique du charge résistant et on voit la commande est diminuer l'erreur de vitesse $t=0.8$.

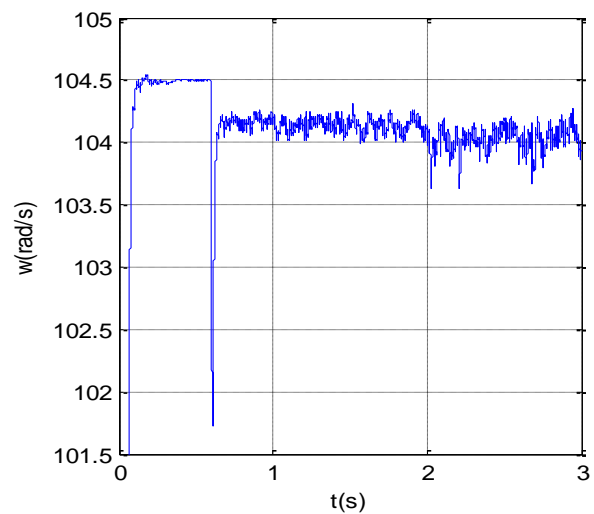
III .8.1.3. Cas d'une cassure deux barres rotorique adjacentes

La simulation est, menée sur une durée de 3s de la manière suivante :

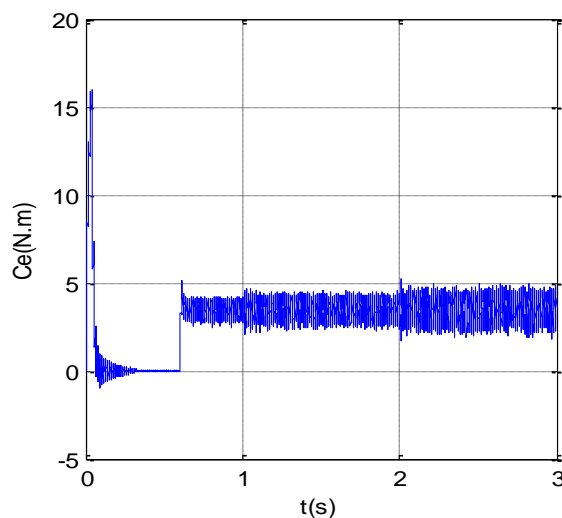
Dans cette simulation à $t=0.6s$ On applique charge de couple $C_r=3.5Nm$. A l'instant $t=1s$, on réalise une cassure de la barre N01 et de la barre N02 à $t=2s$. on peut obtenir la figure suivante :



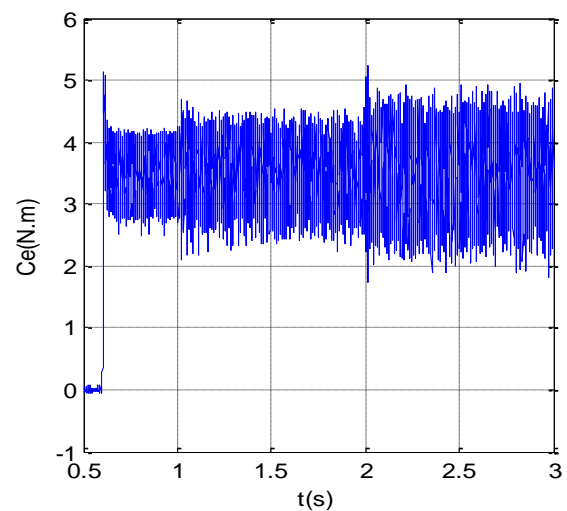
a) Vitesse de rotation



Agrandissement



b) Couple électromagnétique



Agrandissement

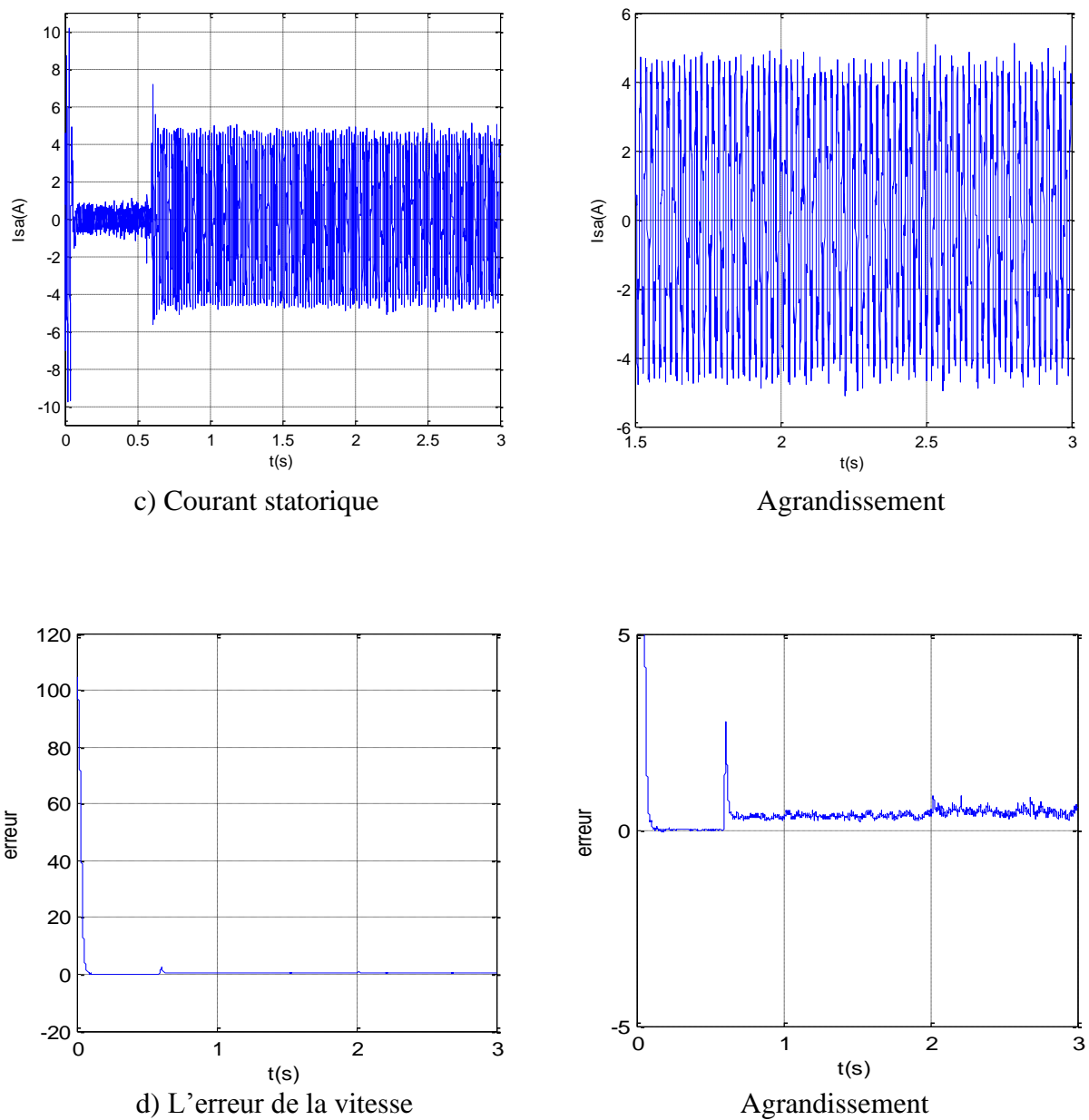


Figure 3.12 : Comportement de la MAS avec cassure deux barres rotorique.

Interprétation des résultats :

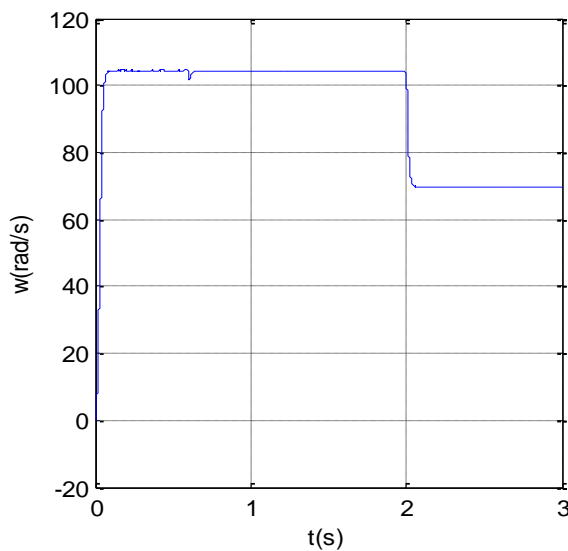
La Figure (3.12) présente les résultats de simulation de la commande non linéaire par mode glissant, à l'instant on diminue la vitesse, on remarque que le couple électromagnétique prend une valeur importante, et puis stabilise à la valeur nominale.

III.8.1.4 Test de robustesse

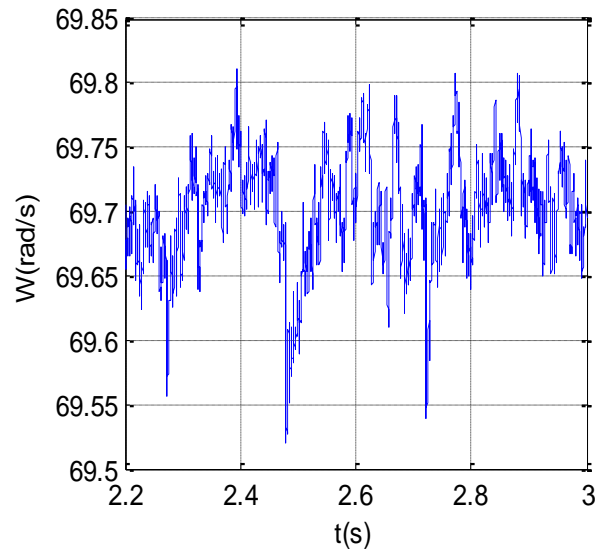
a. Cas d'une Diminution de vitesse d'une MAS à l'état sain

La simulation est, menée sur une durée de 3s de la manière suivante :

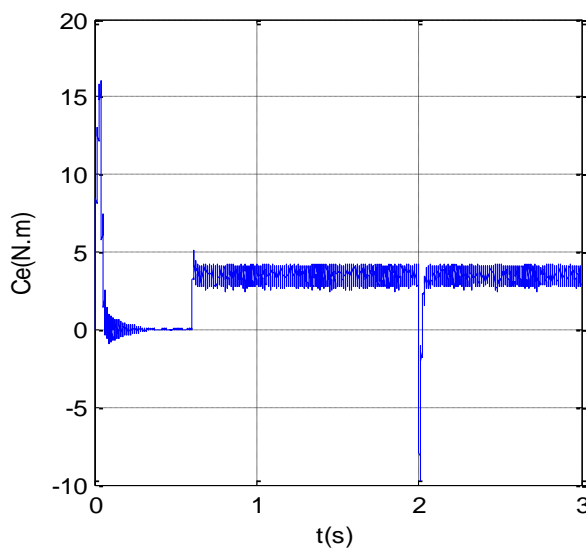
Dans cette partie, on applique un changement de la consigne de la vitesse de 104 à 70 rad/s, à partir de l'instant $t=2s$, avec une application un couple résistant à l'instant $t=0.6s$. Les résultats de simulation de cette mode de fonctionnement, sont regroupés dans la Figure ci-dessous :



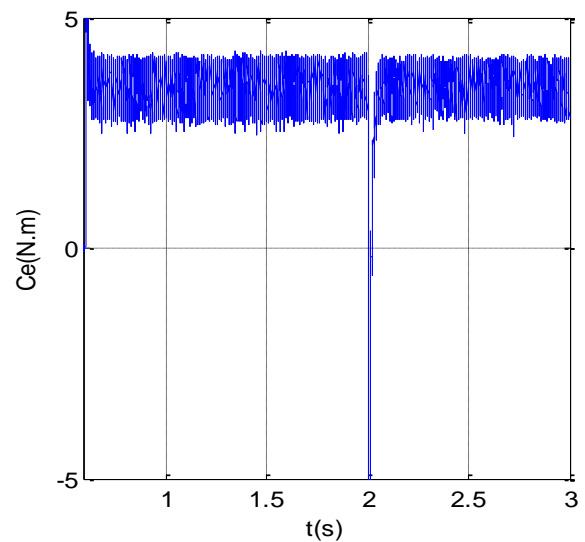
a) Vitesse de rotation



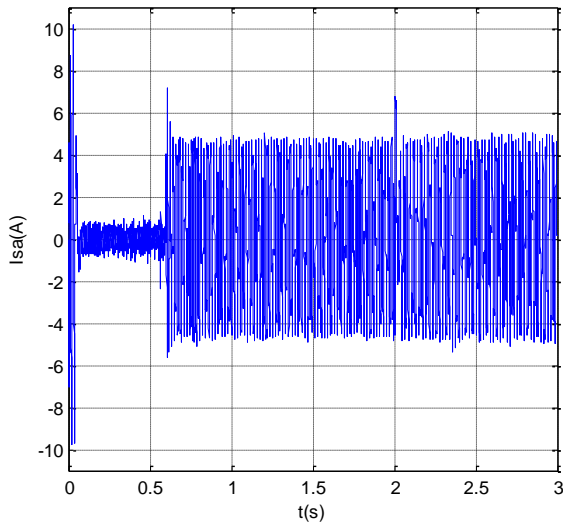
Agrandissement



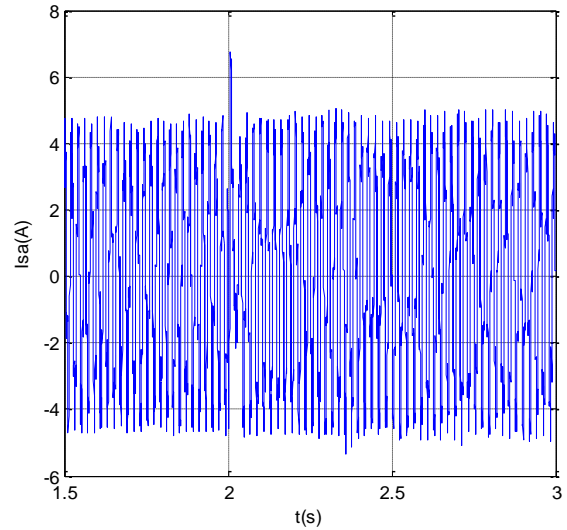
b) Couple électromagnétique



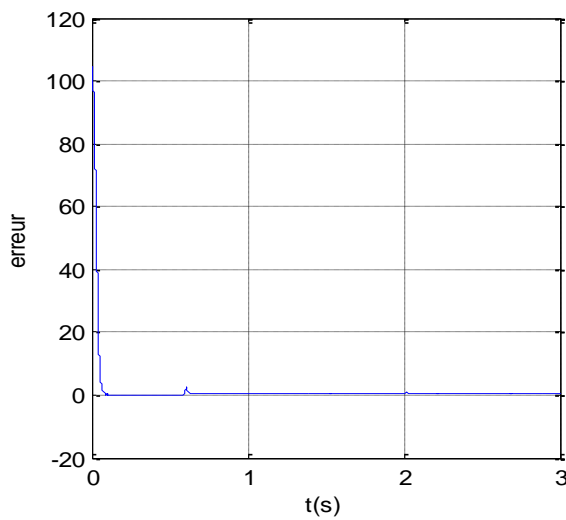
Agrandissement



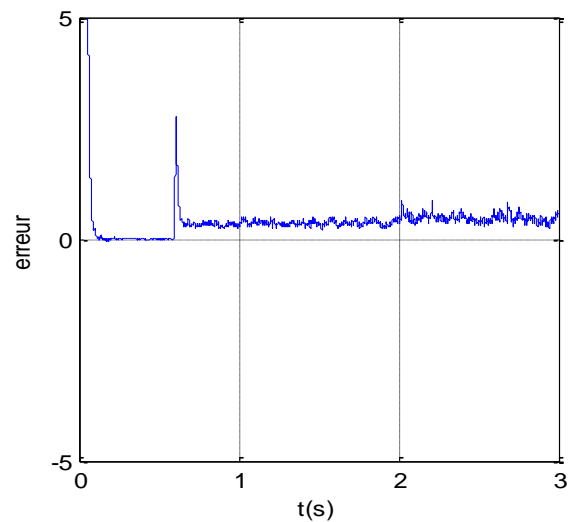
c) Courant statorique



Agrandissement



d) L'erreur de la vitesse



Agrandissement

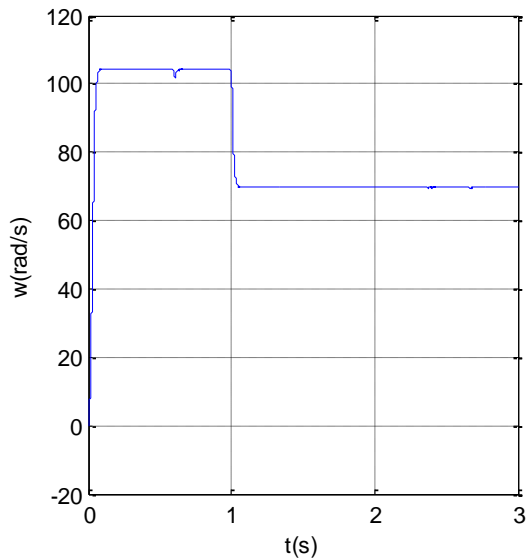
Figure 3.13 : Comportement de la MAS sain avec diminution de la vitesse.**Interprétation des résultats :**

La Figure (3.13) présente la forme de la vitesse rotorique, le courant statorique et le couple électromagnétique. On remarque les allures de la vitesse et de courant présente une petite variation au moment de régime de transitoire puis se stabilise à une valeur proche de la valeur de référence. La commande à mode glissant est bien sa robustesse lors de la variation de la vitesse. Alor la commande par mode glissant est conserve la robustesse du système.

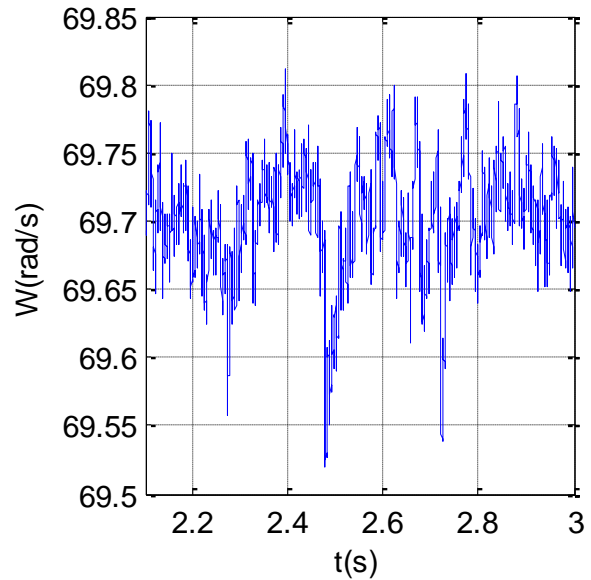
b. Cas d'une Diminution de la vitesse avec cassure d'une barre

La simulation est, menée sur une durée de 3s de la manière suivante :

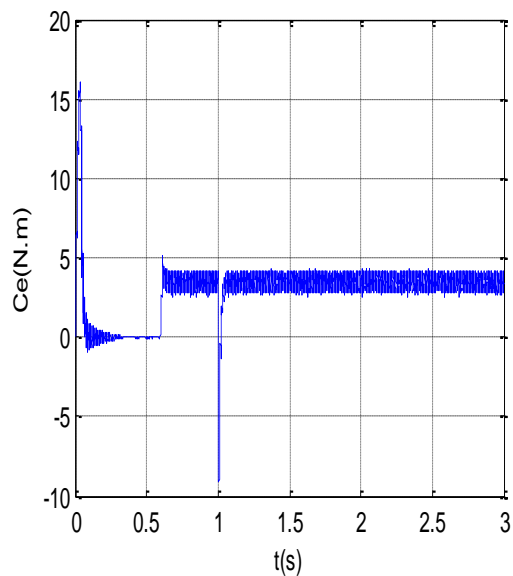
Nous avons considéré une vitesse de 104rad/s à l'instant initial. Puis, à $t=0.6s$ une charge de 3.5N.m est appliquée, variations de la vitesse de 70rad/s. A l'instant $t=1s$, on réalise une cassure de la barre N°1 à $t=2s$.



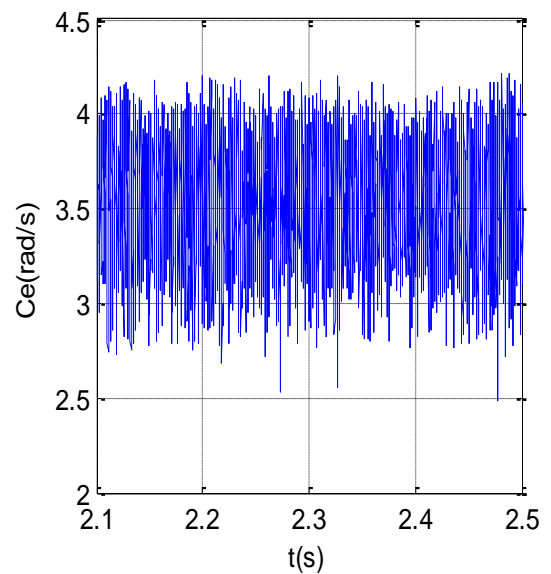
a) Vitesse de rotation



Agrandissement



b) Couple électromagnétique



Agrandissement

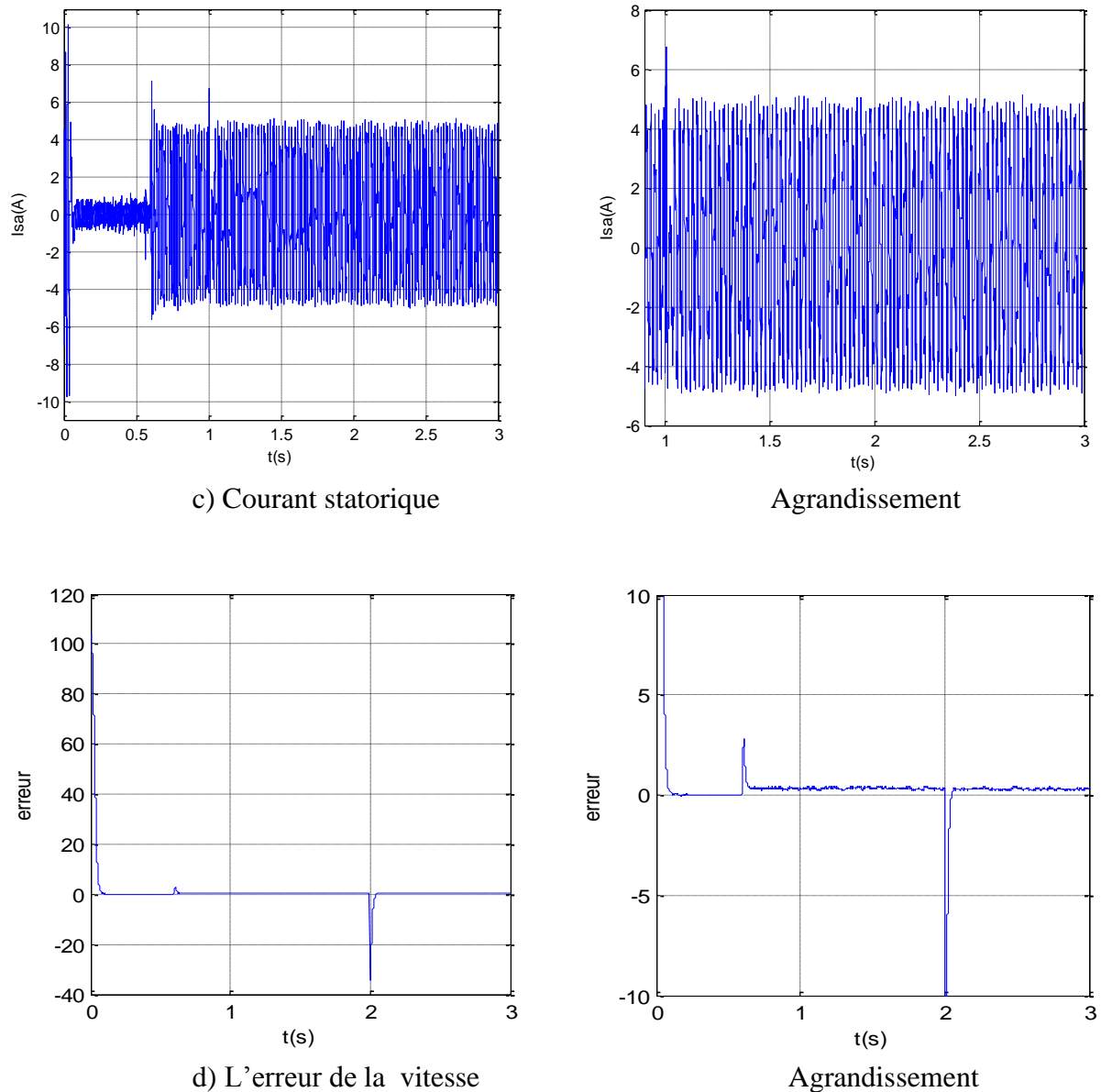


Figure 3.14 : Comportement de la MAS dans le cas de la diminution de la vitesse avec cassure d'une barre.

Interprétation des résultats :

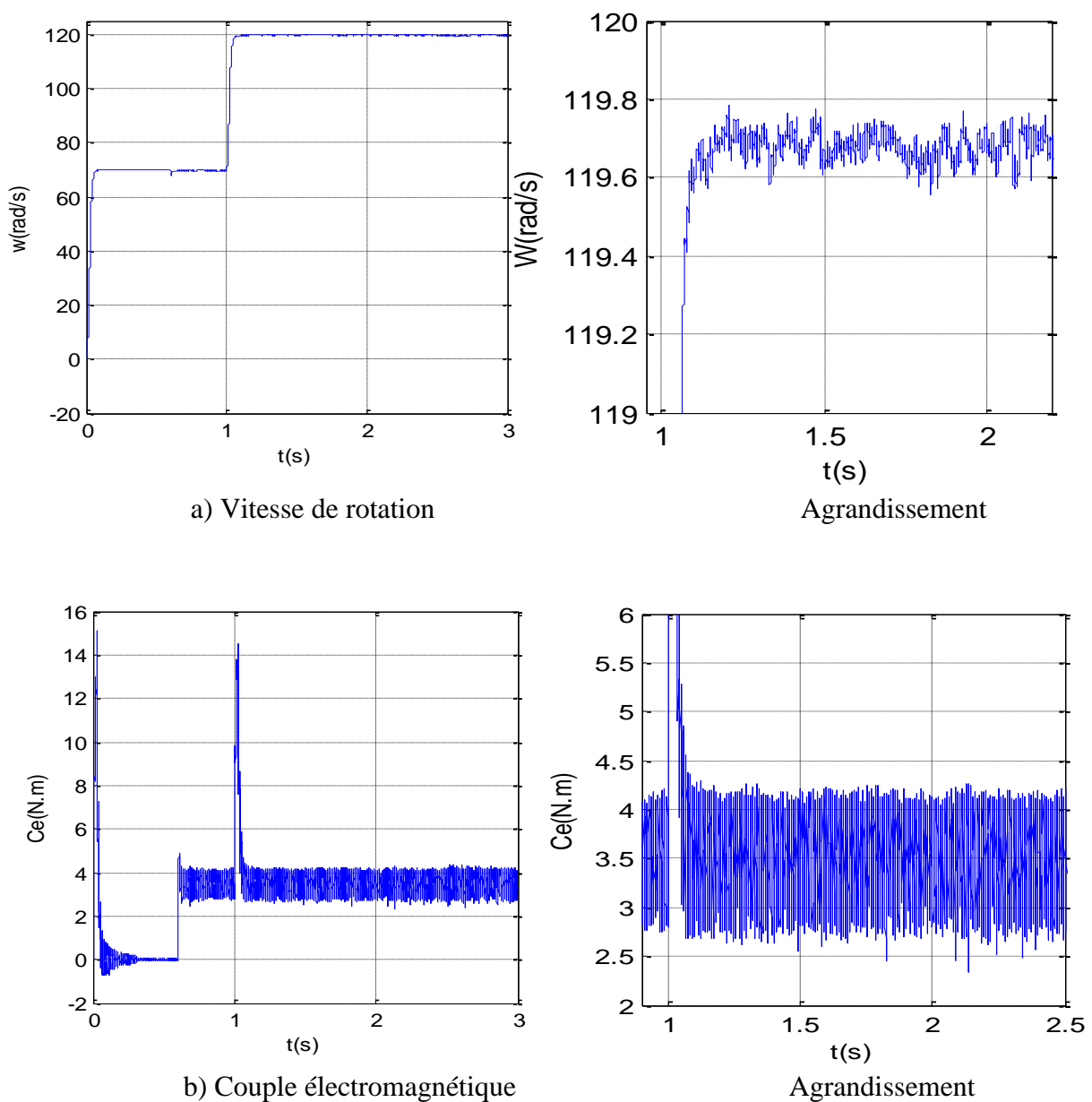
La Figure (3.14) présente la forme de la vitesse de rotation, le courant statorique et le Couple électromagnétique. On remarque les allures de la vitesse et de courant présente une petite variation au moment de régime de transitoire puis se stabilise à une valeur proche des valeurs référentielle, le courant statorique estimé suivi bien le courant mesuré. La commande par mode glissant est robuste lors de la variation de la vitesse. Alor la commande par mode glissant est conserve la robustesse du système.

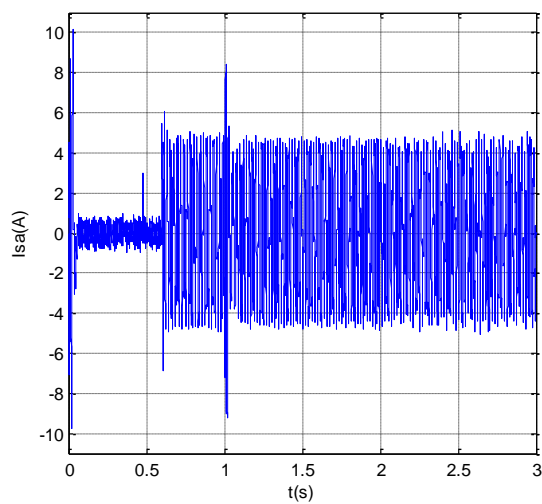
c. Cas d'une augmentation de la vitesse d'un moteur avec cassure deux barres rotorique

La simulation est, menée sur une durée de 3s de la manière suivante :

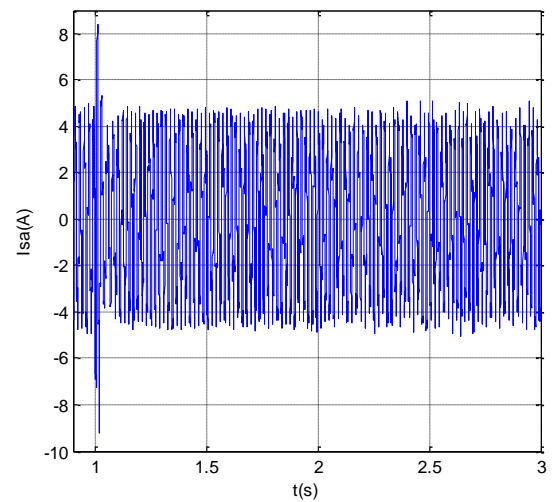
Nous avons considéré une vitesse de 70rad/s à l'instant initial. Puis, à $t=0.6s$ une charge de 3.5N.m est appliquée, variations de la vitesse de 104rad/s. A l'instant $t=1s$, on réalise une cassure de la barre N°1 et de la barre N°2 à $t=2s$.

. Les résultats de simulation de cette mode de fonctionnement, sont regroupés dans la figure ci-dessous :

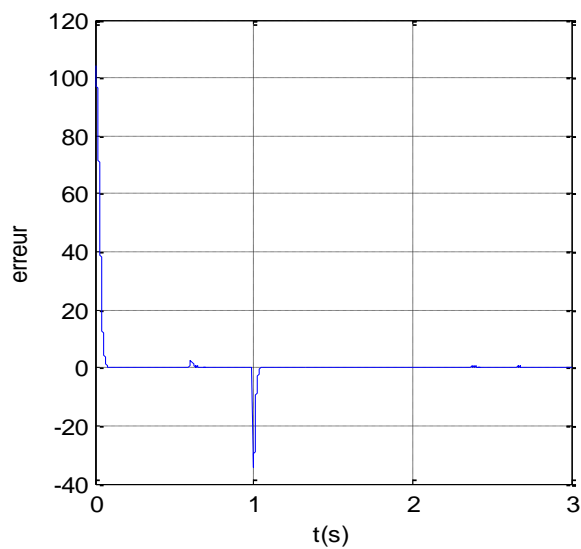




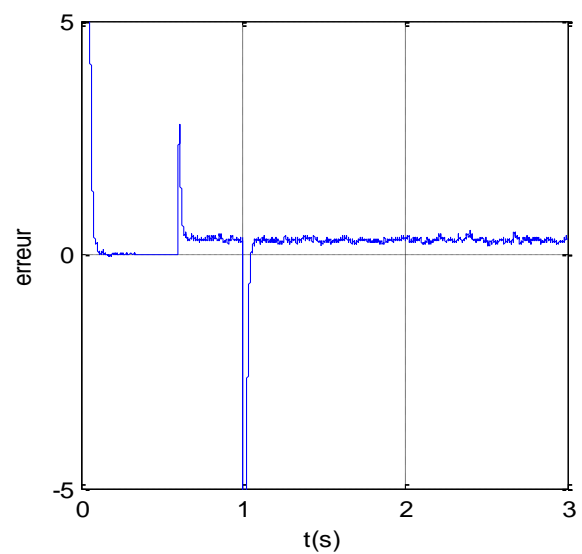
c) Courant statorique



Agrandissement



d) L'erreur de la vitesse



Agrandissement

Figure 3.15 : Comportement de la MAS à cas d'augmentation de la vitesse avec cassure deux barres rotorique.

Interprétation des résultats :

La Figure (3.15) présente les résultats de simulation de la commande non linéaire par mode glissant, à l'instant on augmente la vitesse, on remarque que le couple électromagnétique prend une valeur importante, et puis stabilise à la valeur nominale.

III .9.Conclusion

Le travail présenté dans ce chapitre concerne la mise en œuvre de la fonction discontinue "signe" dans les algorithmes à structures variables pour le contrôle en vitesse d'un moteur asynchrone en tenant compte d'un défaut rotorique.

Les résultats obtenus mettent en relief la robustesse du réglage par mode glissant. Cette robustesse est caractérisée par une insensibilité aux variations paramétriques. Les résultats confirment que le réglage par mode glissant présente une réponse rapide du système.