



1, Rue de la Noé, BP 32104
 44321 NANTES CEDEX 3
 FRANCE
 TEL 33(0)2 40 37 51 37
 FAX 33(0)2 40 37 03 35
 E-MAIL sitia@sitia.ec.nantes.fr

TYPE DE DOCUMENT
CVI

Référence du document : SITIA/ACOTRIS/CVI Indice : B	ORGANISME REDACTEUR : SITIA	Date : 22/04/2002
Données d'entrée : SITIA/ACOTRIS/DCD Référence : B	ORGANISME EMETTEUR SITIA	Date : 10/03/2002

TITRE

CVI
Cahier de Validation Interne
Projet ACOTRIS
Simulation de l'appareil propulsif
d'un navire à cycle combiné

<u>AUTEUR(S)</u> : Pascal PICARD, Anthony MAYOU, David DELUCA	NB pages : 21 NB annexes : 13
---	----------------------------------

RESUME D'AUTEUR :

Ce document a pour objet de présenter la liste des simulations de validation interne, relative à la simulation de l'appareil propulsif d'un navire à cycle combiné.

LISTE DE DIFFUSION : Diffusion Restreinte
 Restreinte : SITIA / CS / CAT

	REDACTEUR	VERIFICATEUR	APPROBATEUR
Noms :	David DELUCA	Pascal PICARD	Michel NAKHLE
Titres :	Stagiaire SITIA	Ingénieur	Coordonnateur de projet
Dates :	22/04/2002	22/04/2002	29/04/2002
Signatures :			

SOMMAIRE

1. OBJET DU DOCUMENT	3
2. DOCUMENTS DE REFERENCES.....	3
3. NOTATIONS.....	3
4. LISTE DES SIMULATIONS EN VUE DE LA VALIDATION INTERNE.....	3
4.1 LE CYCLE VAPEUR	3
4.1.1 Régulation niveau ballon	3
4.1.2 Régulation niveau dégazeur.....	5
4.2 LA TURBINE A GAZ	7
4.2.1 Régime statique.....	7
4.2.2 Limitation du fonctionnement de la Tag: bloc contrôle de puissance.....	8
4.2.3 Régulation de la vitesse de l'arbre de sortie	8
5.CONCLUSION.....	9
6. ANNEXES.....	9
6.1 ANNEXES : REGULATION DU NIVEAU BALLON.....	9
6.1.1 Courbes : Niveau ballon 1 E.....	10
6.1.2 Courbes : Niveau ballon 3 E.....	11
6.1.3 Courbes : Perturbation débit vapeur	12
6.2 ANNEXES : REGULATION DU NIVEAU DEGAZEUR	13
6.2.1 Courbes : Suivi de consigne / régulation 1 E.....	13
6.2.2 Courbes : Suivi de consigne / régulation 3 E.....	14
6.2.3 Courbes : Rejet de perturbation.....	15
6.3 ANNEXES : TURBINE A GAZ.....	16
6.3.1 Abaque : $CTU=F(QMF)$ avec NPT en paramètre	16
6.3.2 Abaque : $PHP=F(QMF)$ avec NPT en paramètre	16
6.3.3 Abaque : $CPT=F(PHP)$ avec NHP en paramètre	17
6.3.4 Les régimes statiques calculés en boucle ouverte	18
6.3.5 Courbes : Réponse sans l'asservissement de vitesse.....	19
6.3.6 Courbe : Mise en évidence de la correction en vitesse et accélération du contrôle de puissance.....	20
6.3.7 Courbes : Réponse en boucle fermée	20

1. Objet du document

Ce document a pour objet de présenter la liste des simulations de validation interne, relative à la simulation de l'appareil propulsif d'un navire à cycle combiné. Ce document tient lieu également de cahier de recette.

2. Documents de références

- [1] Document SITIA - "Analyse Du Process et Définition des Essais en Boucle Fermée".
- [2] Document SITIA - "Résultat et Analyse des Essais en Boucle Fermée réalisés sur le navire S31 INFINITY" Réf CAT/HRSGs/LOT2.
- [3] Document SITIA – "DCD : Projet ACOTRIS Application Projet N° 2 Simulation du Contrôle Commande d'un Appareil Propulsif". Indice B.

3. Notations

RAS

4. Liste des simulations en vue de la validation interne

4.1 Le cycle vapeur

4.1.1 Régulation niveau ballon

Ces simulations de validation interne portent sur les réponses en boucle fermées du système :

- Les réponses du niveau à des échelons de consigne (sous faible et fort débit de vapeur QV).
- Les réponses du débit d'eau alimentaire et du niveau d'eau du ballon à des échelons de perturbation de débit vapeur QV, sous consigne de niveau constante.

4.1.1.1 Réponse à des échelons de consigne

Régime permanent :

NB = -30 mm

QV = 10 t/h

Configuration 1 E (élément).

Excitation :

Echelons de consigne NBCONSIGNE : +50 –30 –50 –30 Avec des périodes de 5000 secondes.

Voir courbe : "Niveau ballon 1 E" en Annexe1.

Le niveau ballon suit bien la consigne en régime permanent

OK

Les dépassements et temps de réponse sont proches des essais réels

OK

Régime permanent :

NB = -30 mm

QV = 20 t/h

Configuration 3 E (3 éléments).

Excitation :

Echelons de consigne NBCONSIGNE : +50 -30 -50 -30 Avec des périodes de 5000 secondes.

Voir courbe "Niveau ballon 3 E" en Annexe1.

Le niveau ballon suit bien la consigne en régime permanent

OK

Les dépassements et temps de réponse du niveau sont proches des essais réels

OK

4.1.1.2 Réponse à des échelons de perturbation de débit vapeur

La consigne du système est de -30mm, on observe la réponse du débit d'eau alimentaire QEA à des échelons de perturbation de débit vapeur. Pendant l'essai, on passe d'un régime de fort débit à un faible débit dont l'état est traduit par la variable booléenne REG3E (3éléments à 1 élément):

Régime permanent :

NB = -30 mm

QV = 30 t/h

Configuration 3 E (3 éléments).

Excitation :

Echelons de perturbation de débit vapeur QV : 20 10 0 10 20 Avec des périodes de 5000 secondes.

Voir courbes "Perturbation débit vapeur" en Annexe1.

Le débit d'eau alimentaire suit le débit vapeur en régime permanent

OK

Les dépassements et temps de réponse du débit sont proches des essais réels

OK

Les dépassements et temps de réponse du niveau sont proches des essais réels

OK

4.1.2 Régulation niveau dégazeur

Ces simulations de validation interne portent sur les réponses en boucle fermée du système :

- Les réponses du niveau ND à des échelons de consigne NDC.
- Les réponses du niveau d'eau du dégazeur ND à des échelons de perturbation QEA(débit d'eau alimentaire), sous consigne de niveau constante.

4.1.2.1 Réponse à des échelons de consigne

Régime permanent :

QEA = 27 t/h

Configuration 1 E (élément).

Excitation :

Echelons de consigne NDC : voir courbe "Niveau dégazeur 1 E" en Annexe 6.2.1.

Le niveau dégazeur suit bien la consigne en régime permanent

OK

Les dépassements et temps de réponse sont proches des essais réels

OK

Régime permanent :

QEA = 32 t/h

Configuration 3 E (3 éléments).

Excitation :

Echelons de consigne NDC : voir courbe "Niveau dégazeur 3 E" en Annexe 6.2.2.

Le niveau dégazeur suit bien la consigne en régime permanent

OK

Les dépassements et temps de réponse du niveau sont proches des essais réels

OK

4.1.2.2 Réponse à des échelons de perturbation de débit d'eau alimentaire

La consigne NDC du système est de 100mm, on observe la réponse du débit condenseur QCOND à des échelons de perturbation de débit d'eau alimentaire QEA. Pendant l'essai, on passe d'un régime de fort débit à un faible débit dont l'état est traduit par la variable booléenne REG3E (3 éléments à 1 élément).

Régime permanent :

ND = 100 mm

Excitation :

Echelons de perturbation : voir courbes "Rejet de perturbation" en Annexe 6.2.3.

Le débit condenseur QCOND suit le débit d'eau alimentaire en régime permanent

OK

Les dépassements et temps de réponse du débit sont proches des essais réels

OK

Les dépassements et temps de réponse du niveau sont proches des essais réels

OK

4.2 La turbine à gaz

4.2.1 Régime statique

Ces simulations de validation interne portent sur les réponses en régime permanent de la turbine à gaz **sans son bloc contrôle commande** :

- Affichage graphique des trois principaux abaques de transferts
- Réponses en régime établi des différentes grandeurs du système.

4.2.1.1 Abaques des transferts :

Les abaques 2D de transferts sont obtenus à partir de tableaux de mesures. Les courbes sont superposées pour différentes valeurs de paramètres. Voir annexes : 6.3.1, 6.3.2 et 6.3.3 .

Les points des courbes correspondent à ceux du modèle interne.

OK

4.2.1.2 Réponses en régime permanent :

Stratégie de recherche de régime :

Les régimes statiques sont obtenus pour une commande d'entrée PLA et une vitesse Npt imposées :

- On ouvre la boucle liant le bloc turbo compresseur à la vitesse Npt prise sur l'arbre de sortie.
- On impose la valeur désirée de Npt à l'entrée du turbo compresseur.
- On augmente PLA progressivement de 0 à la valeur désirée.

On note alors les valeurs des variables Cpt, PHP, NHP et QMF correspondants aux valeurs de Npt et de PLA choisies. Tableau en annexe 6.3.4.

Les valeurs des variables PHP, NHP, QMF, CPT, NPT correspondent bien aux valeurs du régime statique du modèle interne de SITIA.

OK

4.2.2 Limitation du fonctionnement de la Tag : bloc contrôle de puissance

Ces simulations de validation interne portent sur les réponses en régime transitoire de la turbine à gaz **sans le bloc de permettant la régulation de la vitesse** :

- Réponses des variables de sorties pour une consigne d'entrée (rampe PLA) la turbine étant à l'arrêt. Voir les courbes en annexe 6.3.5 et 6.3.6

Le bloc de contrôle de puissance limite bien le fonctionnement de la turbine à gaz. On observe que, même à vide, la vitesse de la Tag ne dépasse pas les 5500 tr/min. De même, on observe les limitations en gradient de la vitesse Npt de rotation de l'arbre de sortie.

OK

4.2.3 Régulation de la vitesse de l'arbre de sortie

Ces simulations valident la régulation de vitesse de la Tag à 3600 tr/min. Ainsi la courbe de suivi de consigne ne représente pas un fonctionnement réel de la turbine à gaz mais permet de valider la régulation. Voir les courbes en annexe 6.3.7.

Le fonctionnement en boucle fermée de la Tag permet la régulation à 3600 tr/min de l'alternateur directement relié à l'arbre de sortie.

OK

Le système modélisé rejette les brusques perturbations dues aux variations de la charge électrique.

OK

Le système reste stable et à 3600 tr/min pour des valeurs de couple de charge allant jusqu'à 40000 Nm (15MW de puissance utile), c'est à dire jusqu'à son point nominal de fonctionnement.

OK

5. Conclusion

Dans ce document de validation interne ont été présentées les simulations nécessaires à la validation des processus systèmes ballon et dégazeur avec leur contrôle commande. Ces simulations sont représentatives des consignes et perturbations réelles, elles permettent de valider les modélisations.

La partie validation de la TAG contient les résultats des régimes permanents atteints (du modèle turbine à gaz seul sans le bloc de contrôle commande). Les résultats obtenus en boucle fermée permettent de valider le modèle de la turbine à gaz.

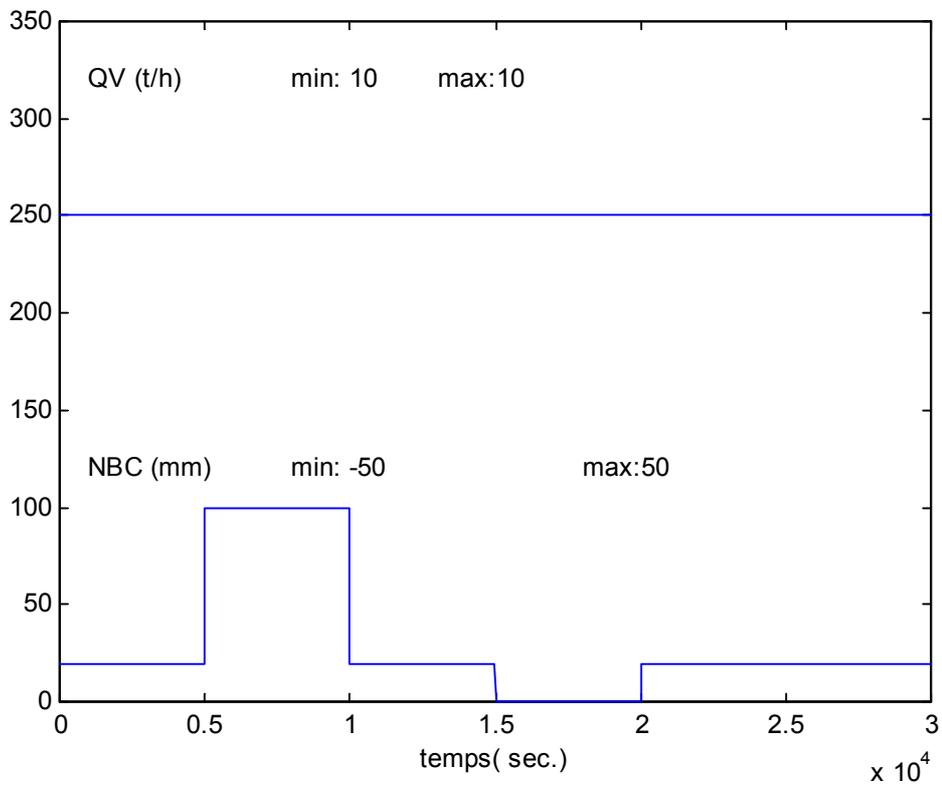
Ce document tient lieu également de cahier de recette.

6. Annexes

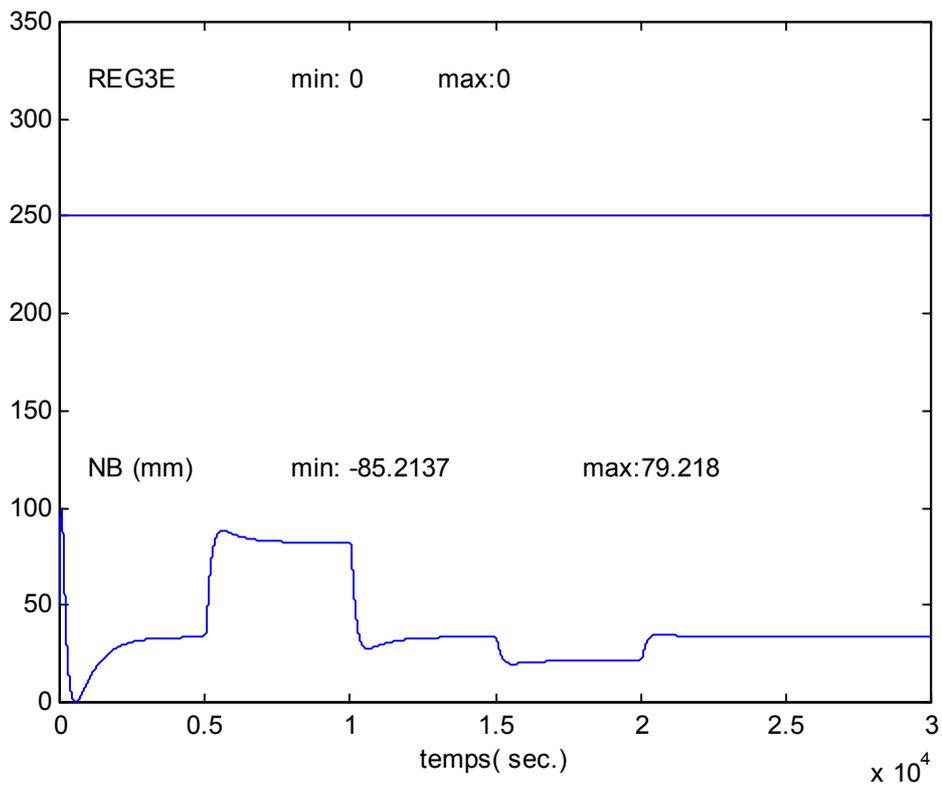
6.1 Annexe : Régulation du niveau ballon

6.1.1 Courbe : Niveau ballon 1 E

Excitations :

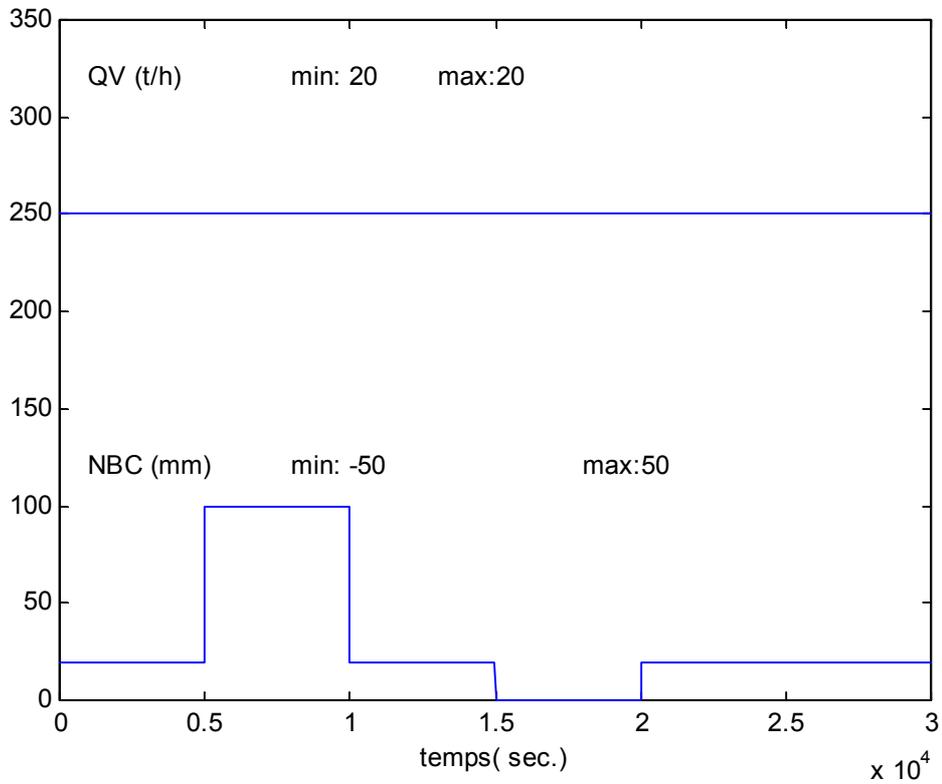


Sorties :

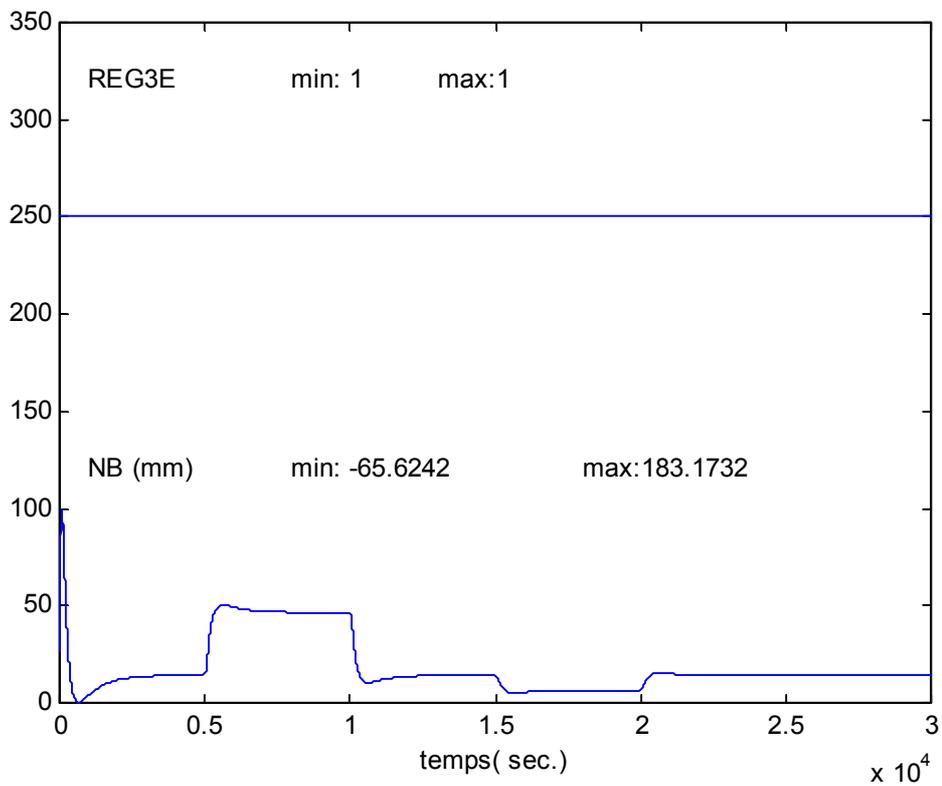


6.1.2 Courbe : Niveau ballon 3 E

Excitations :

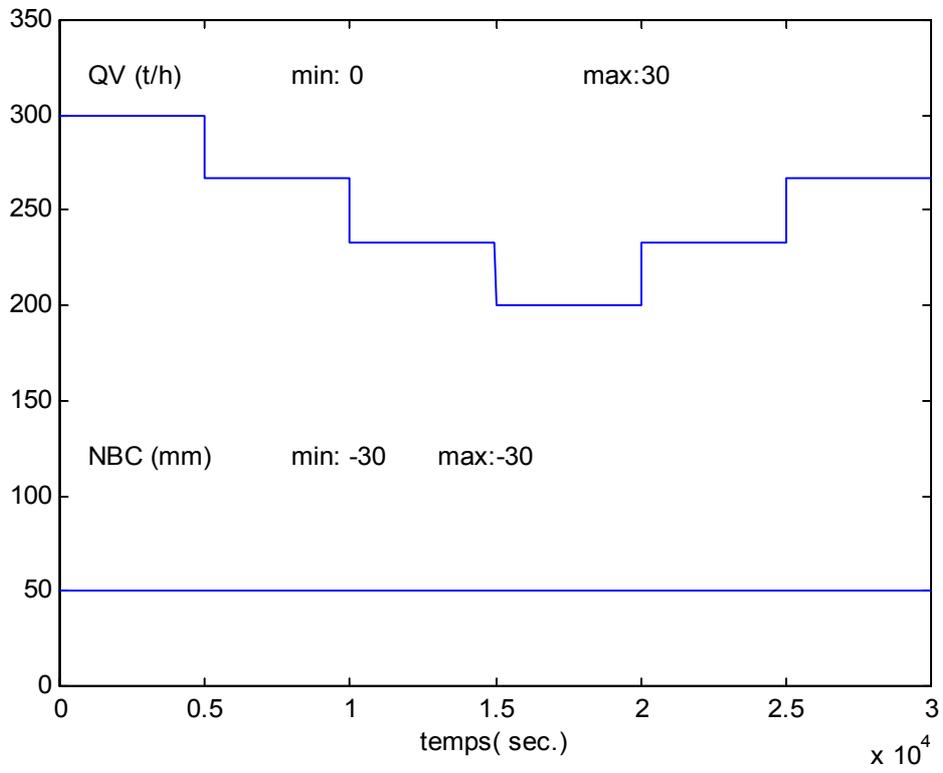


Sorties :

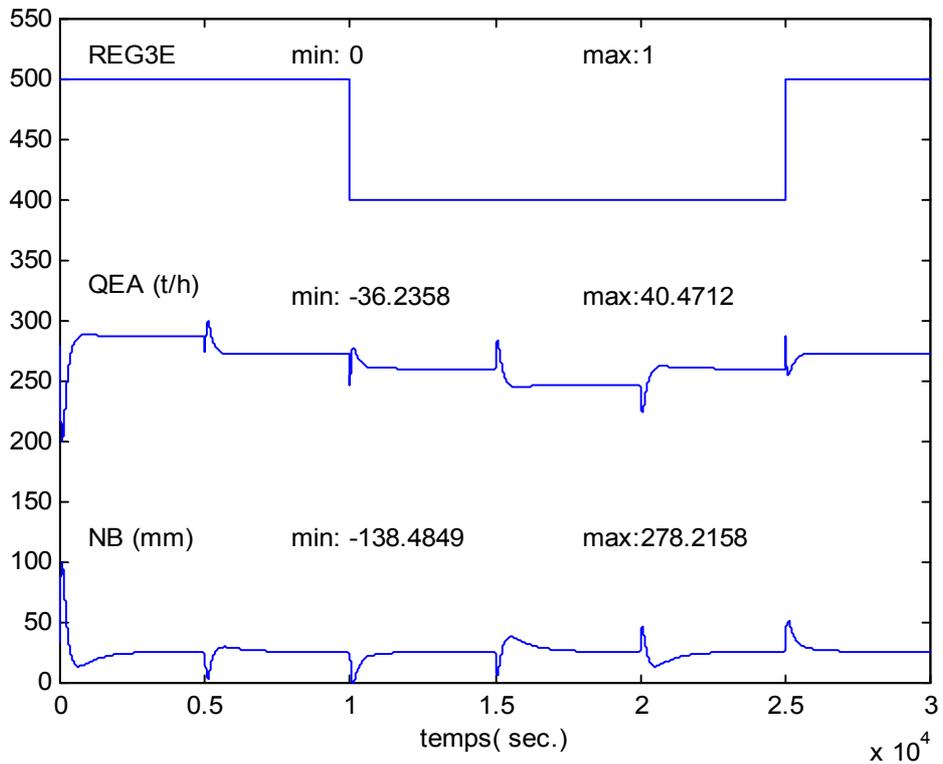


6.1.3 Courbe : Perturbation débit vapeur

Excitations :

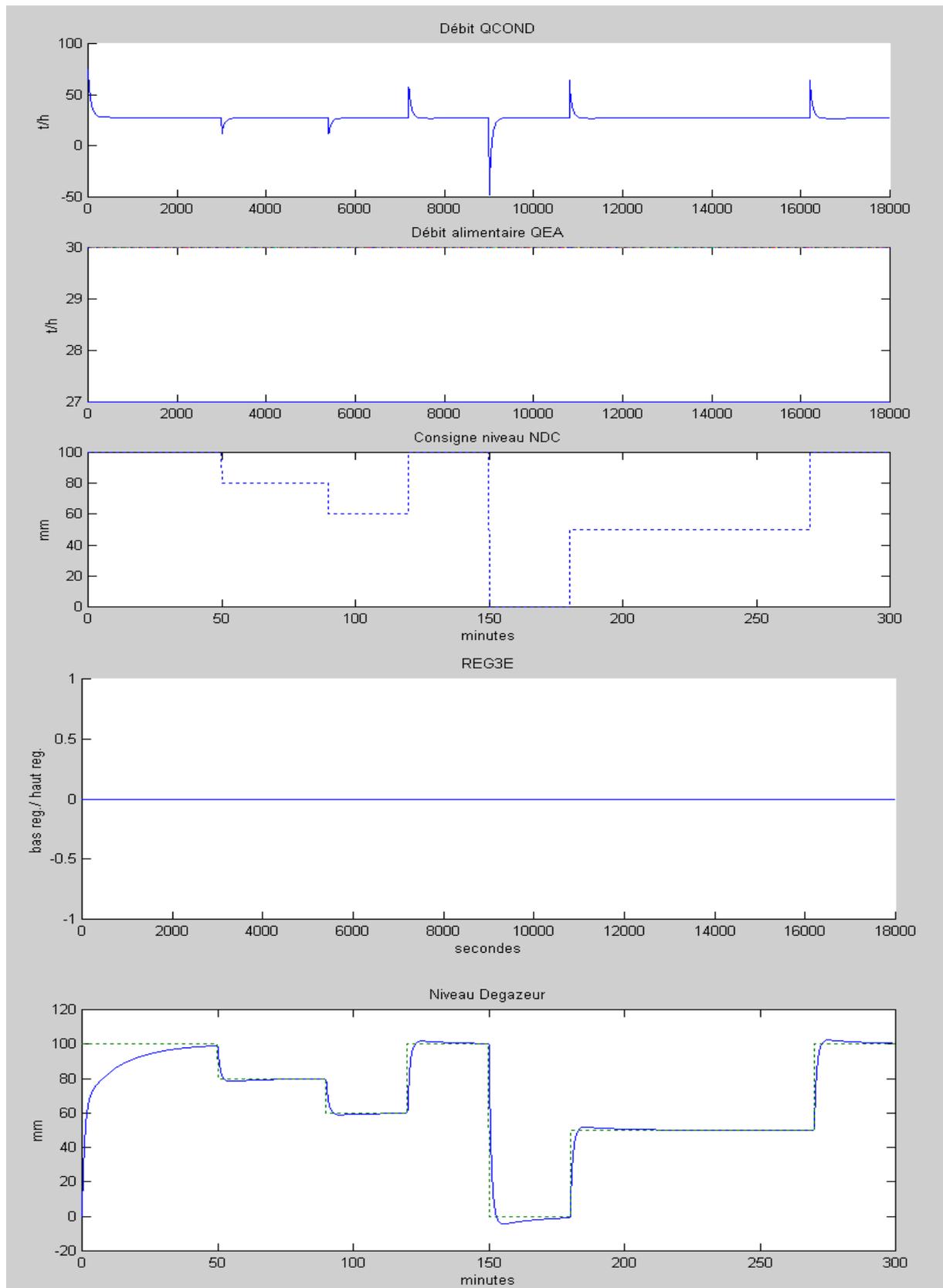


Sorties :

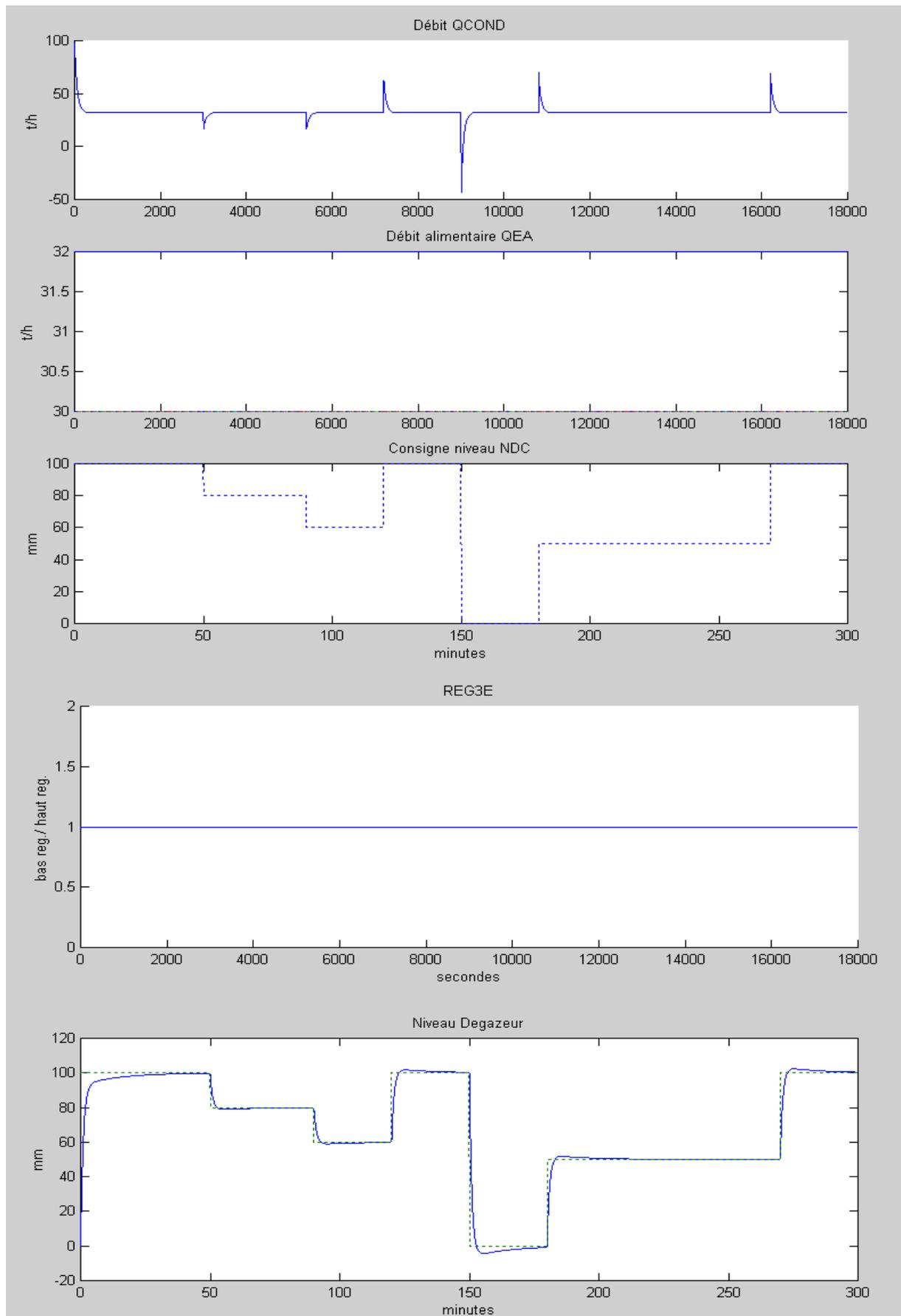


6.2 Annexes : Régulation du niveau degazeur

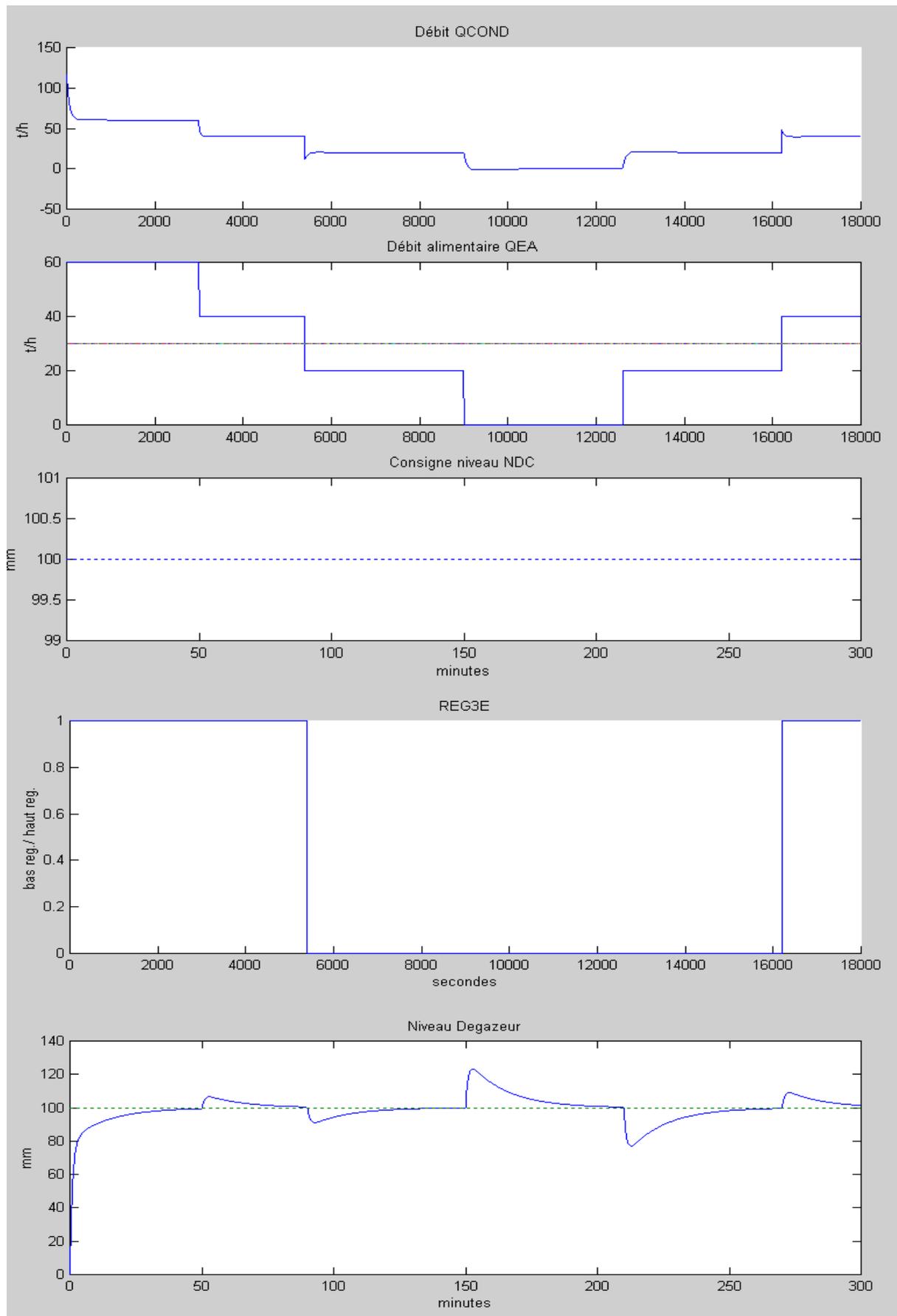
6.2.1 Courbe : Niveau degazeur 1 E



6.2.2 Courbe : Niveau dégazeur 3 E

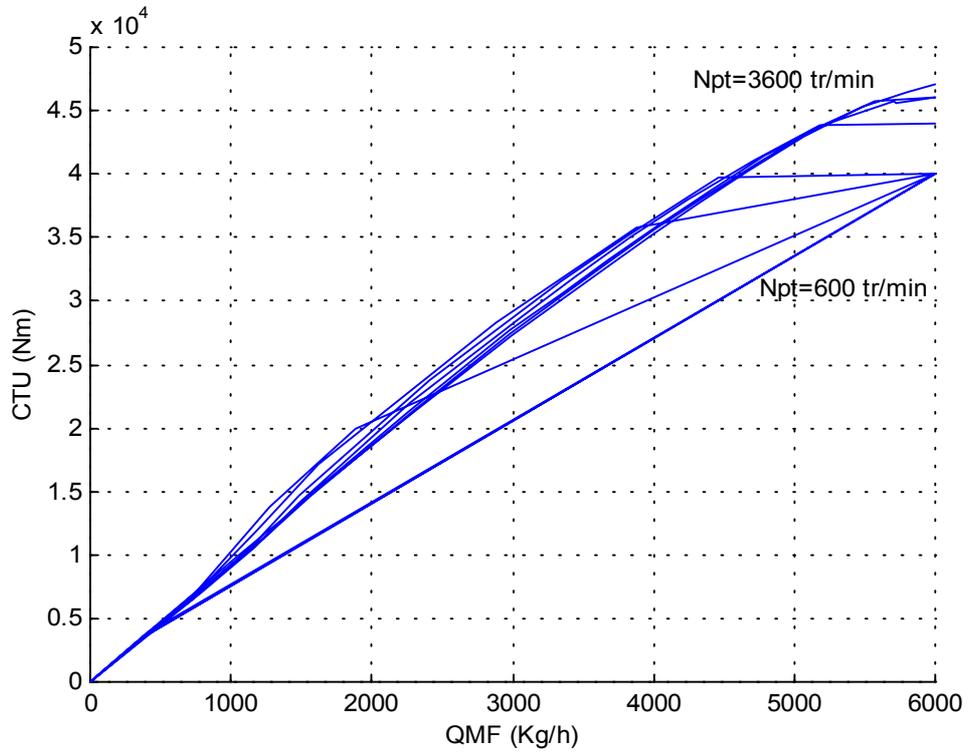


6.2.3 Courbe : Rejet de perturbation Dégazeur

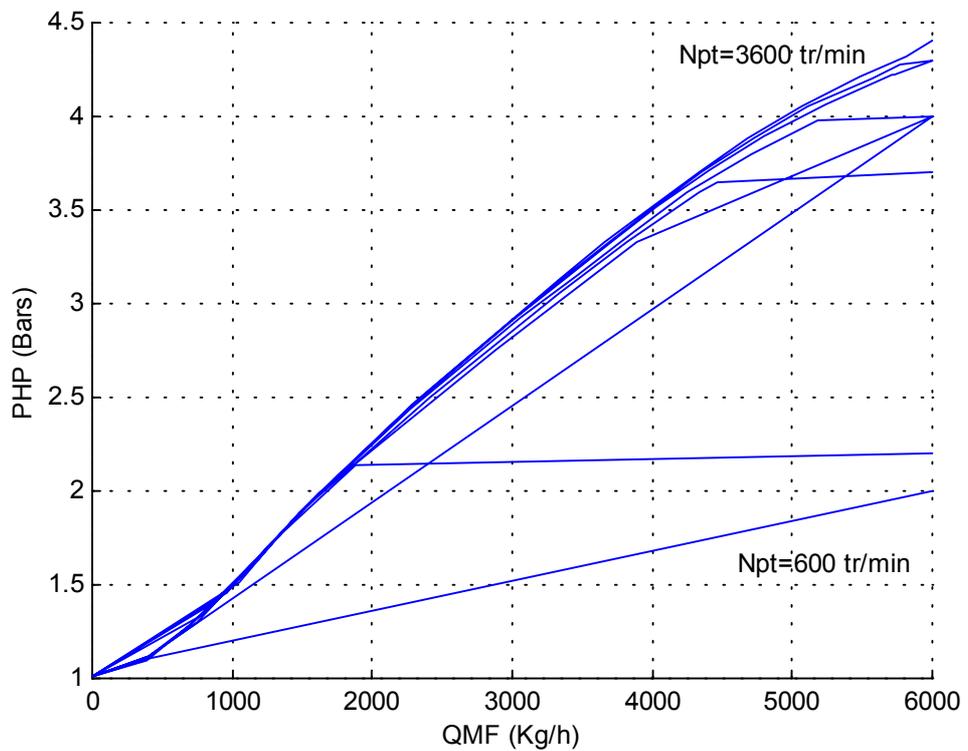


6.3 Annexes : Turbine à gaz

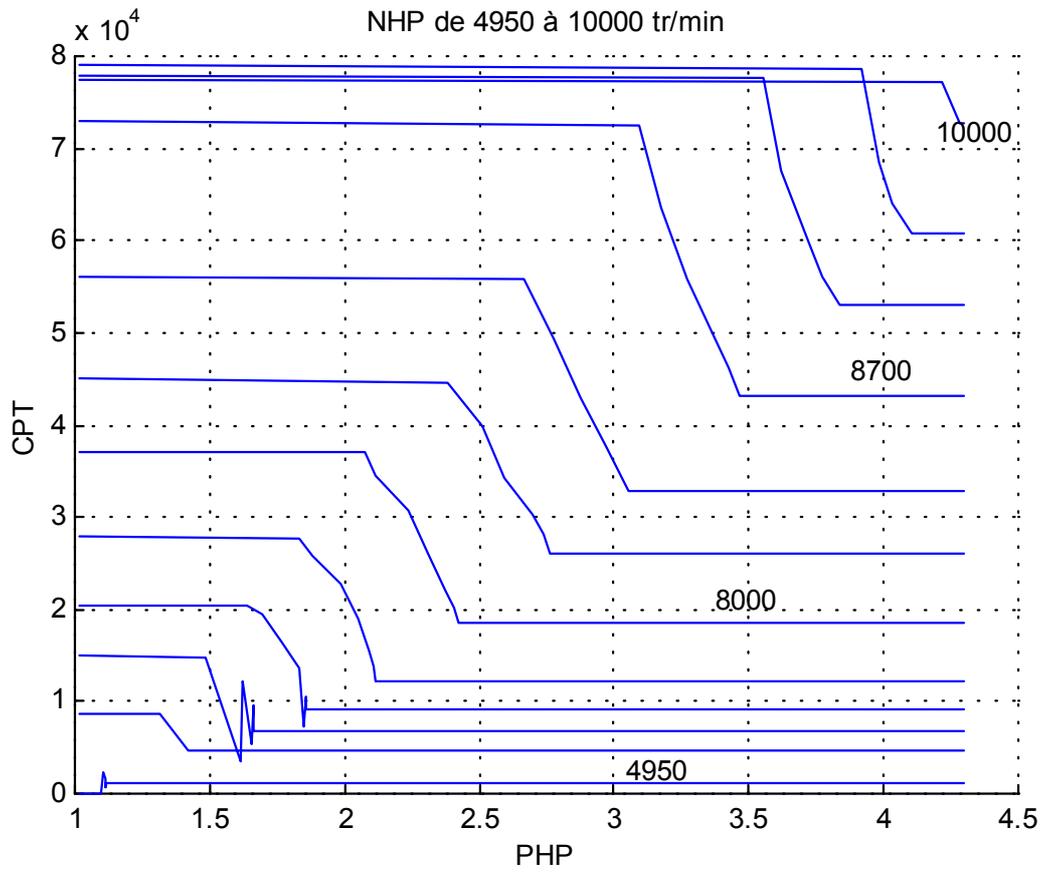
6.3.1 Abaque : CTU=F(QMF) avec NPT en paramètre :



6.3.2 Abaque : PHP=F(QMF) avec NPT en paramètre :



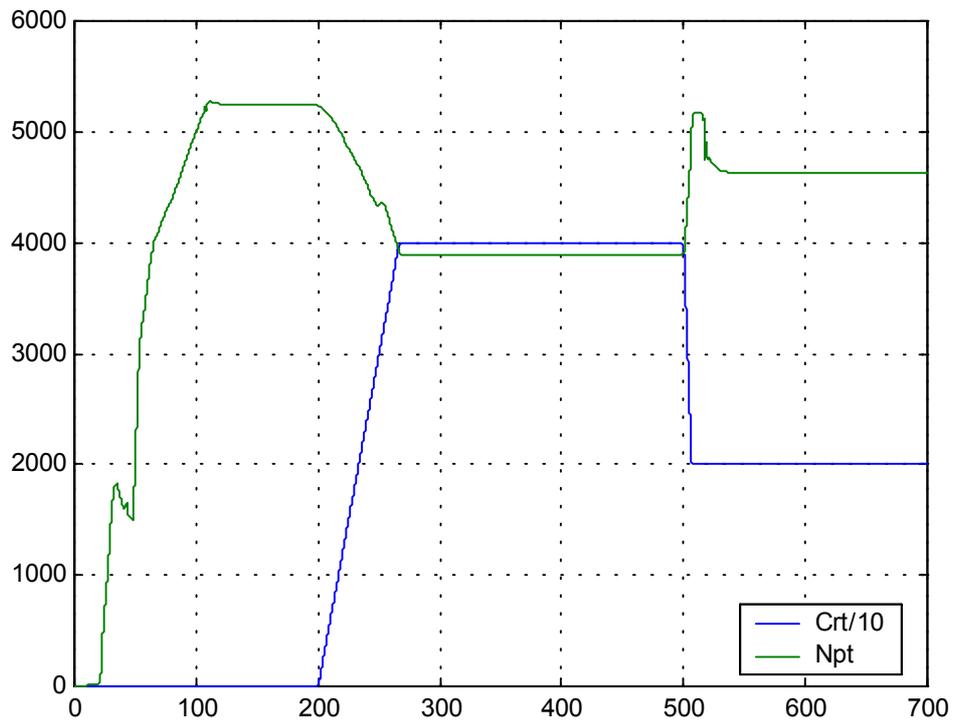
6.3.3 Abaque : CPT=F(PHP) avec NHP en paramètre :



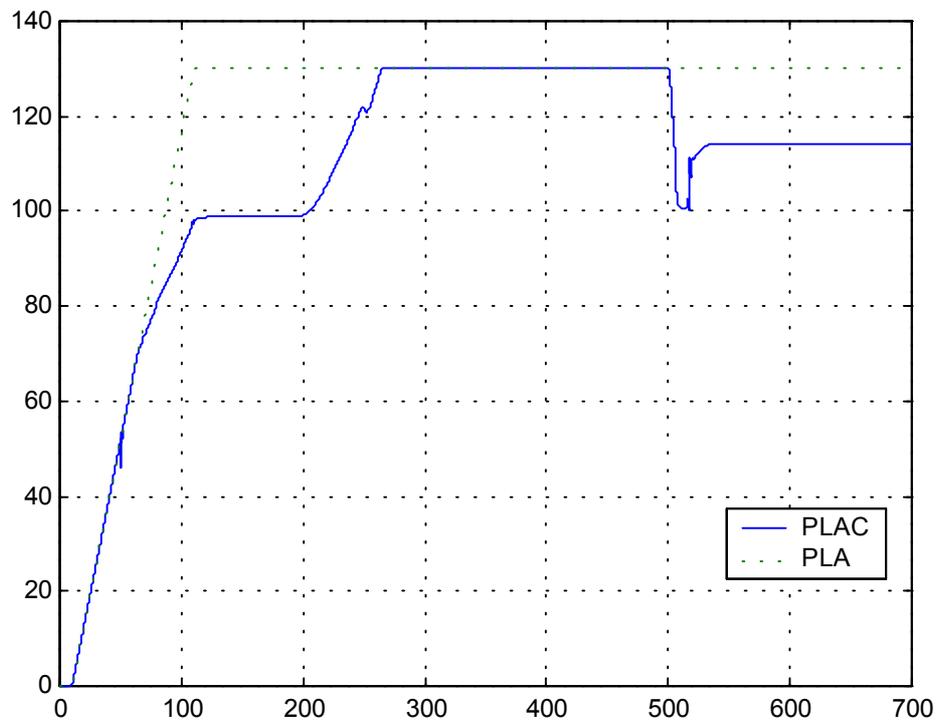
6.3.4 Les régimes statiques calculés en boucle ouverte :

Npt (tr/min)	Cpt (N.m)	QMF (kg/h)	PHP (bar)	NHP (tr/min)	PLA (degrés)
600	2240	402	1.106	4958	13
900	1767	400.4	1.112	4948	13
900	7631	733.6	1.291	6779	27.4
900	21900	1346	1.773	7689	55.9
900	32940	1886	2.133	7990	65.9
1200	947.7	389.9	1.115	4940	13
1200	14210	1171	1.634	7481	51.1
1200	50540	2888	2.758	8404	80.1
1800	898.1	395.8	1.098	4956	13
1800	11530	1257	1.697	7500	51.6
1800	37370	2408	2.504	8179	71.7
1800	61470	3821	3.331	8768	91.3
2400	5377	784.7	1.345	6835	32.8
2400	6853	1196	1.647	7397	48.7
2400	29260	2266	2.437	8086	68.1
2400	48530	3454	3.154	8588	84.7
2400	63840	4245	3.596	8947	95.6
2400	70460	4712	3.801	9151	102.6
3000	4584	898.3	1.413	7063	38.1
3000	14300	1502	1.897	7660	53.9
3000	43930	2954	2.882	8359	76.4
3000	47600	3660	3.297	8650	85.9
3000	59600	4355	3.687	8977	95.5
3000	68580	5166	4.035	9374	108.6
3300	4425	956.6	1.454	7157	39.7
3300	14600	1564	1.946	7695	54.4
3300	40620	2986	2.906	8358	76.1
3300	45070	3674	3.318	8642	85.3
3300	55990	4337	3.694	8949	94.4
3300	64860	5045	4.018	9297	105.4
3600	3095	1034	1.508	7269	41.6
3600	14430	1621	1.992	7728	54.8
3600	38500	3004	2.92	8355	75.6
3600	43090	3664	3.324	8628	84.4
3600	52530	4290	3.68	8911	92.9
3600	62360	4947	4.001	9230	102.8
3600	72539	5773	4.306	10050	125.1

6.3.5 Courbes : Réponse sans l'asservissement de vitesse

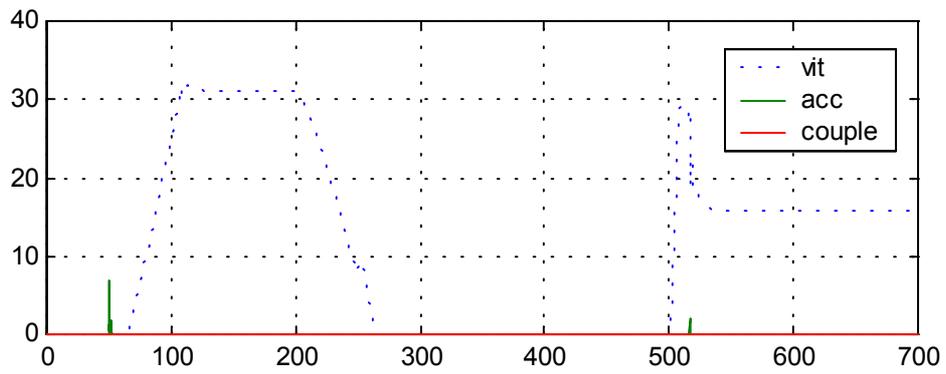


Vitesse de l'arbre de sortie de la turbine en fonction du temps en secondes



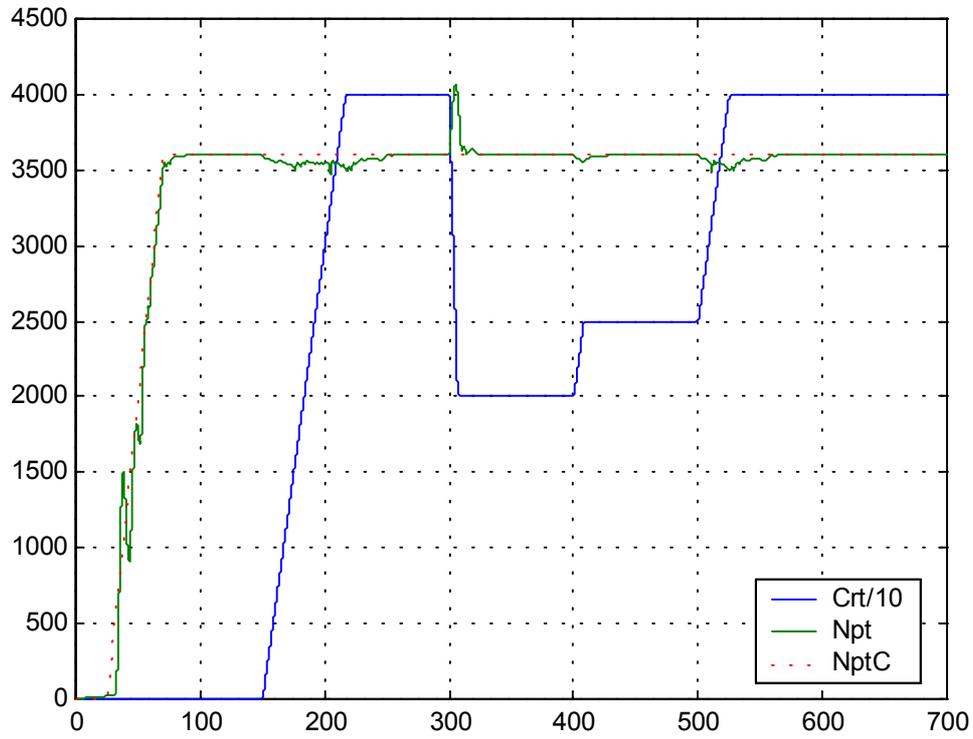
Angle du levier de puissance corrigé par le contrôle de puissance

6.3.6 Courbe : Mise en évidence de la correction en vitesse et accélération du contrôle de puissance

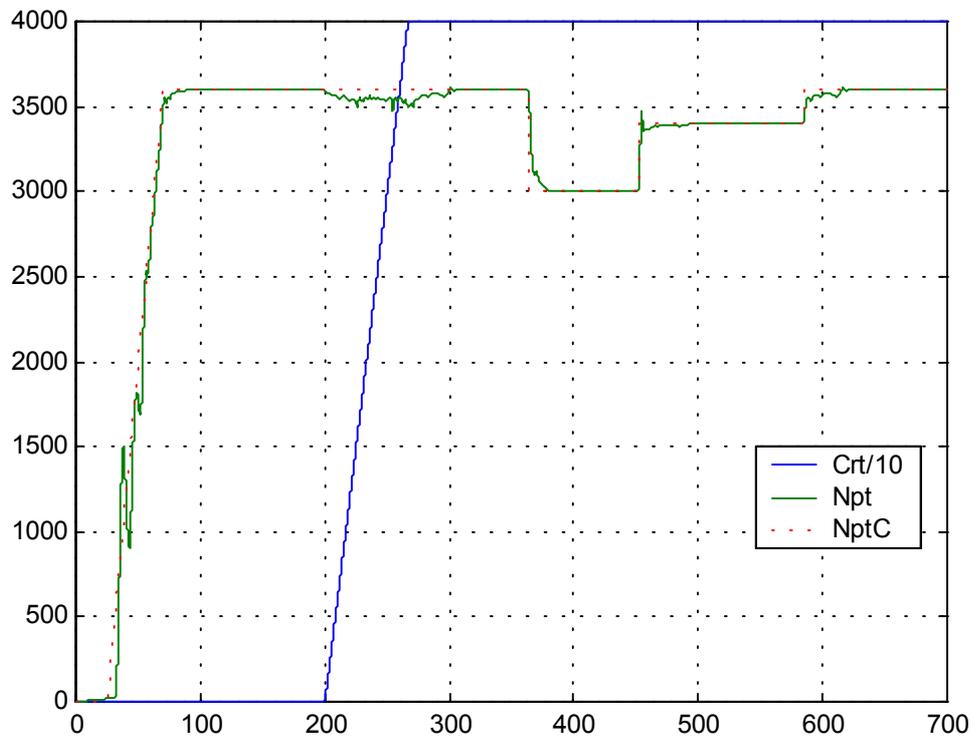


Limitations (à PLAC) de l'angle de levier de puissance PLA

6.3.7 Courbes : Réponse en boucle fermée



Rejet de perturbation



Suivi de consigne