

**BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR  
MAINTENANCE DES SYSTÈMES**

**Option C : Systèmes Éoliens**

**Session 2025**

**U 4 : Intégration d'un bien**

Durée : 4 heures – Coefficient : 5

**Matériel autorisé**

L'usage de la calculatrice est autorisé dans les conditions suivantes :

- l'usage de la calculatrice avec mode examen actif est autorisé,
- l'usage de la calculatrice sans mémoire, « type collège » est autorisé.

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.

Le sujet comporte 18 pages numérotées de la façon suivante :

Dossier technique : DT1 à DT12 de la page 3 à la page 8.

Dossier questions-réponses : DQR1 à DQR9 de la page 10 à la page 18.

*Les candidats rédigeront les réponses aux questions posées sur les espaces du « dossier questions-réponses » prévus à cet effet. Le dossier questions-réponses à remettre dans son intégralité en fin d'épreuve.*

CODE ÉPREUVE : 25MSU4C		EXAMEN BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR	SPÉCIALITÉ : MAINTENANCE DES SYSTÈMES
SESSION : 2025	SUJET	ÉPREUVE : E4 INTÉGRATION D'UN BIEN	
Durée : 4h		Coefficient : 5	SUJET N° 05MS25
			Page 1/18



**BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR  
MAINTENANCE DES SYSTÈMES**

**Option C : Systèmes Éoliens**

**Session 2025**

**U 4 : Intégration d'un bien**

Durée : 4 heures – Coefficient : 5

**DOSSIER TECHNIQUE**

Ce dossier contient les documents DT1 à DT12

De la page 3 à la page 8.

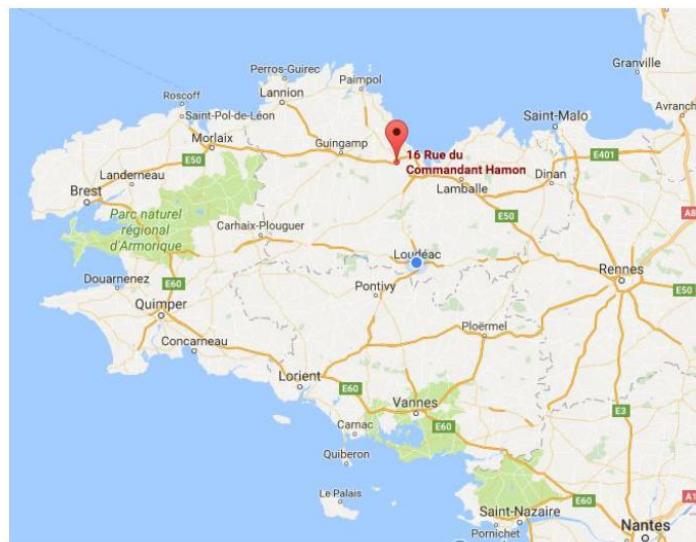
CODE ÉPREUVE : 25MSU4C		EXAMEN BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR	SPÉCIALITÉ : MAINTENANCE DES SYSTÈMES
SESSION : 2025	SUJET	ÉPREUVE : E4 INTÉGRATION D'UN BIEN	
Durée : 4h	Coefficient : 5	SUJET N° 05MS25	Page 2/18



## DT1 – Dossier technique

### VESTAS Bretagne

VESTAS, en tant que leader mondial, conçoit, fabrique (les pièces principales) et installe des éoliennes. VESTAS entretient et réalise la maintenance des éoliennes installées. L'entreprise s'occupe également du suivi des données de production grâce au système de contrôle de surveillance et d'acquisition de données SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition). La base de maintenance de VESTAS Bretagne est située à Trémuson, dans les Côtes d'Armor.



VESTAS V80-2MW

### Caractéristiques techniques de l'éolienne VESTAS V80-2MW

Générateur
Type : Asynchrone (OptiSpeed) - ABB
PN: AMK 500L 4A
Puissance sortie : 2 000 kW
Tension sortie : 690.0 V
Fréquence : 50Hz
Raccordement secteur : Thyristor
Fréquence maxi rotation : 1909 tr.min <sup>-1</sup>

Gearbox
Type : Planet / parallelaxles
Transposition : 100.6/1
Référence : Bosch RexrothPN: GPV 441, R916565969
Bosch Rexroth multiplicateur pour Vestas V80 - GPV 441 i = 100, 33

Hauteurs - Poids
Hauteur Hub : 80 m
Tour : 203 t
Nacelle : 61 t
Rotor : 34 t

Rotor
Diamètre : 80 m
Surface rotor : 5,027.0 m <sup>2</sup>
Fréquence de révolution : 16 tr.min <sup>-1</sup>
Intervalle opérationnel : 9-19 tr.min <sup>-1</sup>
Nombre de pales : 3
Régulation de puissance : Pitch/OptiSpeed

Données opérationnelles
Vitesse de démarrage : 4m.s <sup>-1</sup>
Vitesse nominale du vent : 15m.s <sup>-1</sup>
Vitesse de déconnexion : 25m.s <sup>-1</sup>

Control
Type : Micropocessor-based control off all the turbine functionswith the option of remote monitoring. Output regulation and optimisation via Optispeed and Opti'Tip pitch regulation

## DT2 – Dossier technique

### Problématique générale

Un changement du multiplicateur (gearbox) a eu lieu sur une des éoliennes (V80) d'un parc situé en Bretagne.

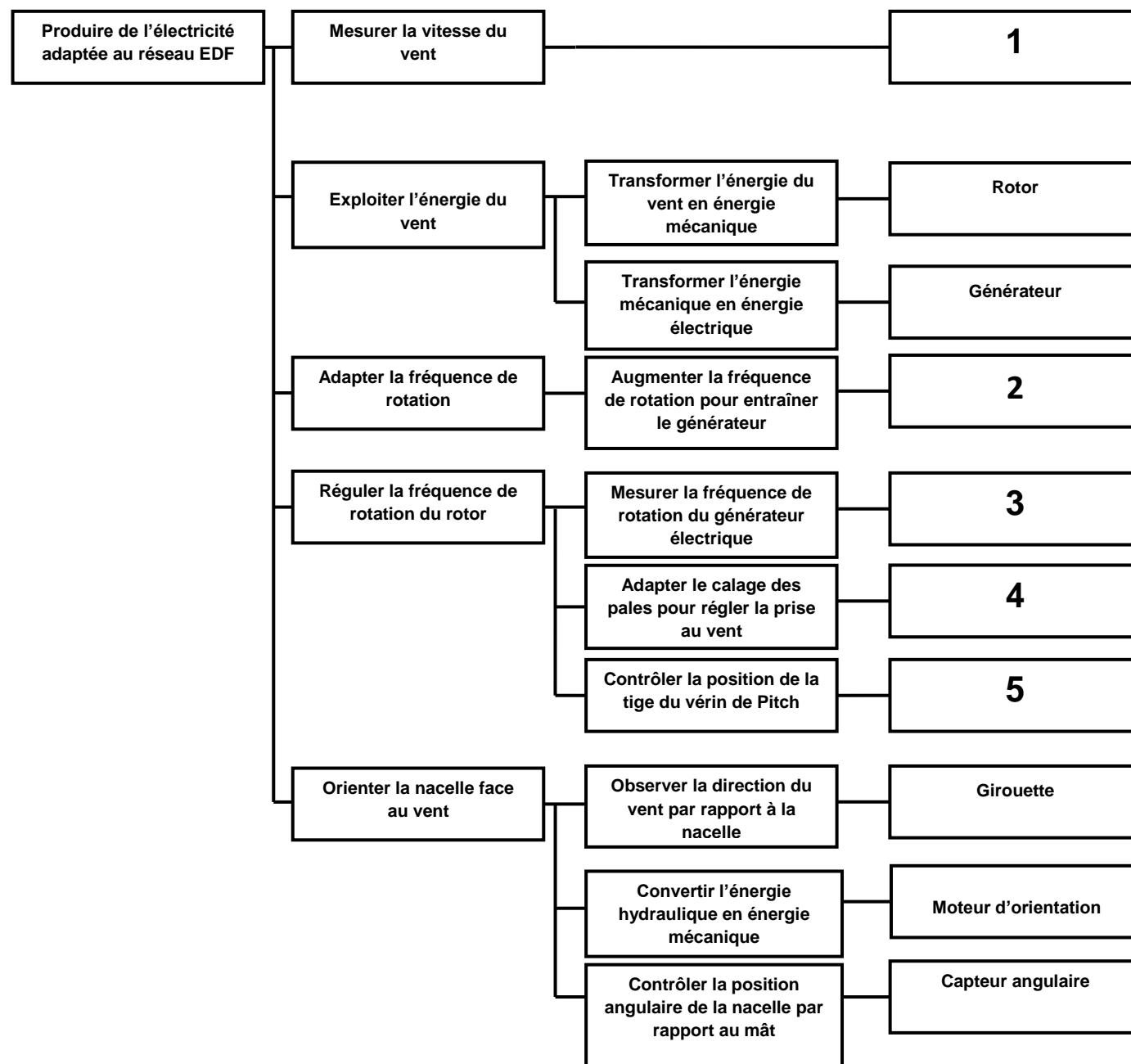
Suite à ce changement, un technicien expérimenté a remarqué, lors d'une intervention sur cette même éolienne, que le multiplicateur installé faisait le bruit caractéristique d'un multiplicateur de V90. Cette observation a été confirmée par une expertise sur place.

L'étude consiste à vérifier si on peut laisser en place le multiplicateur monté par erreur, ou si on doit le modifier.

Une solution de changement de l'asservissement de l'angle de pitch sera également envisagée.

### DT3 – Dossier technique

#### Diagramme FAST de l'aérogénérateur



### DT4 – Dossier technique

#### Schéma électrique de l'alimentation du stator et du rotor de la MADA (machine asynchrone à double alimentation) de la V80

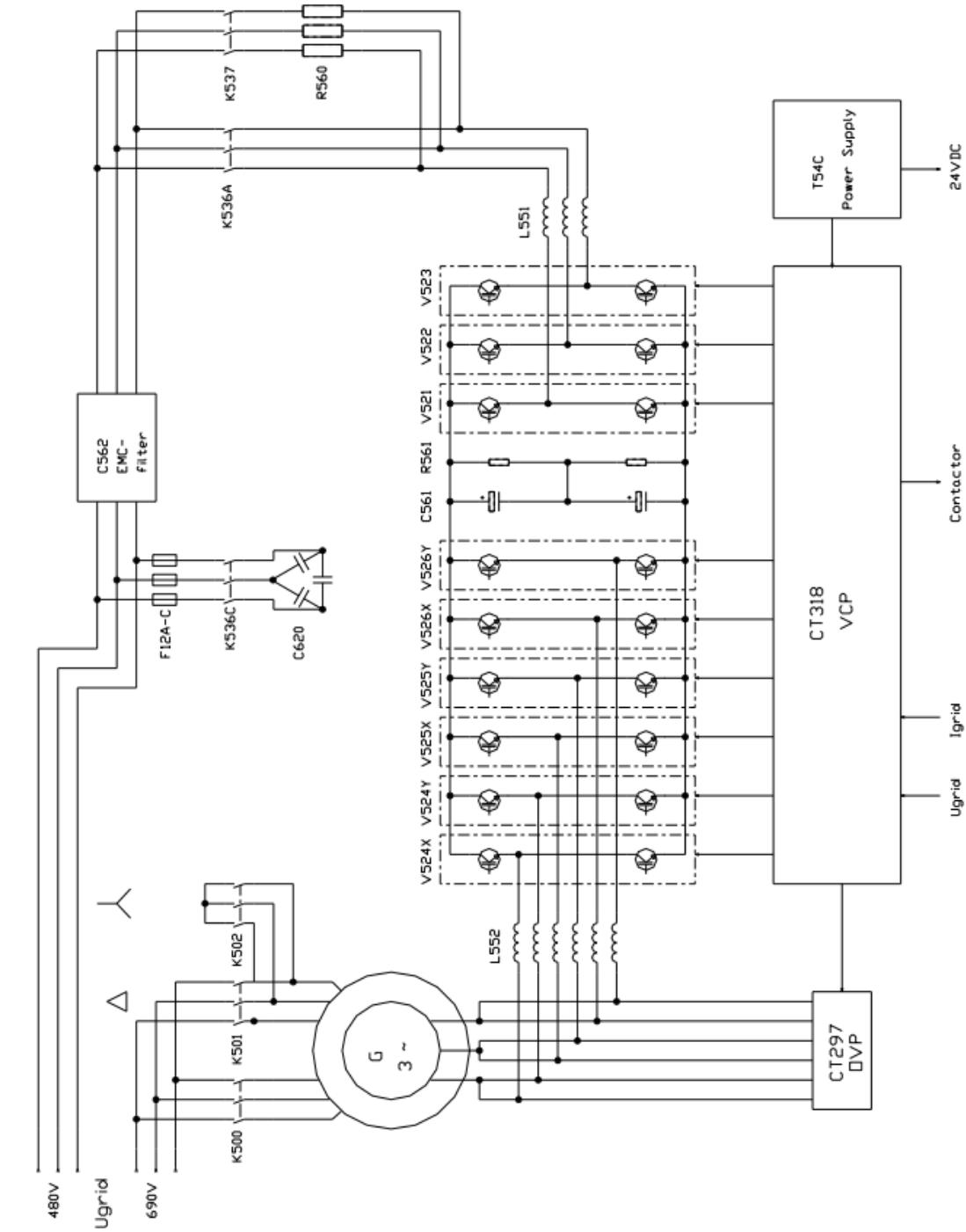
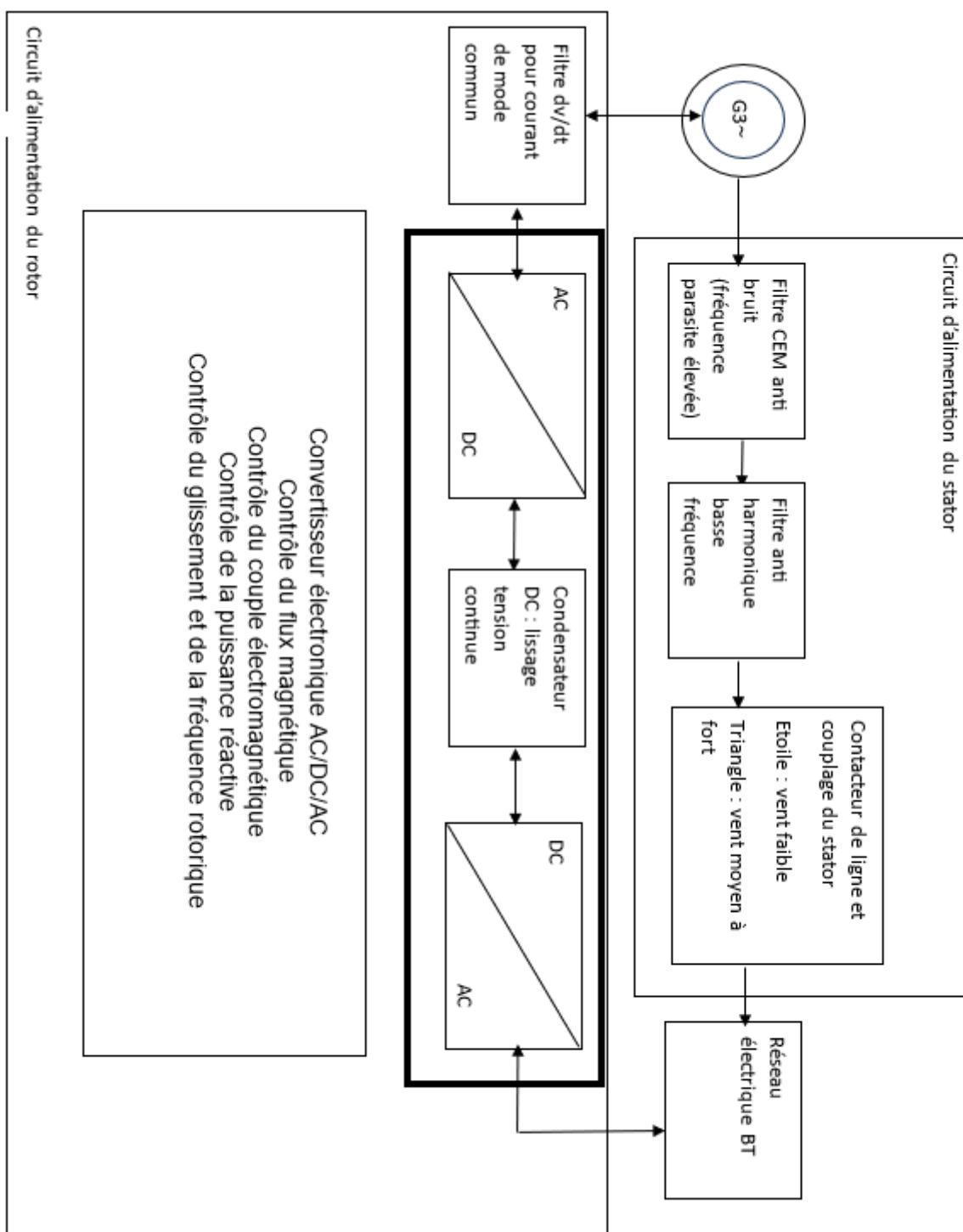


Diagram of the VCS 1.75/2. MW (Source VESTAS)

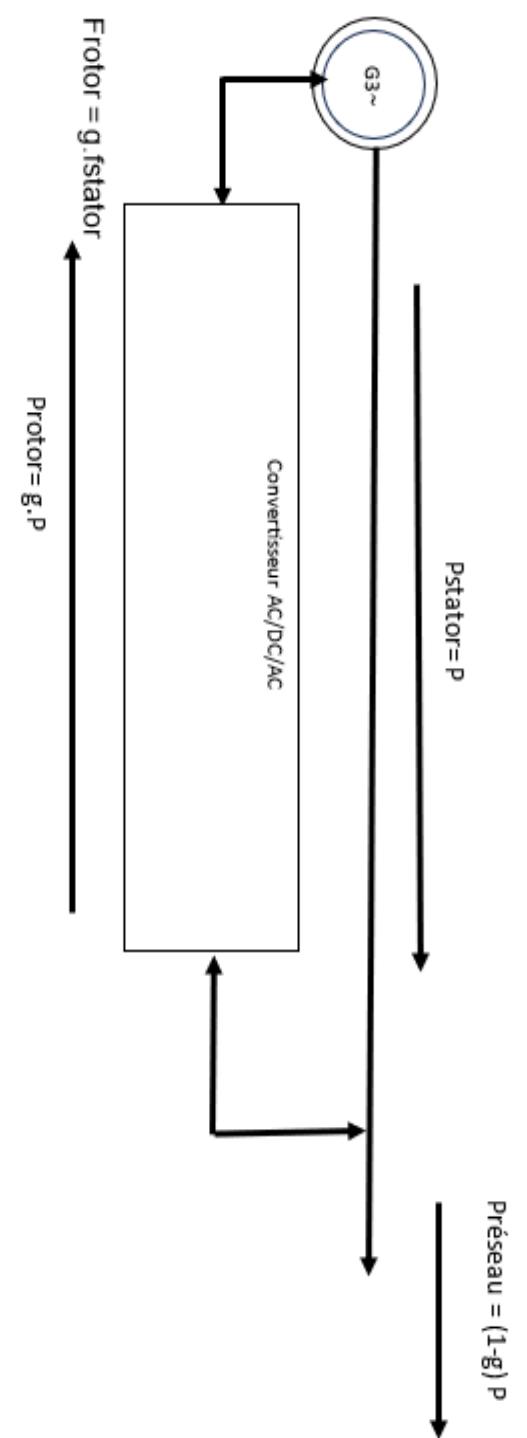
DT5 – Dossier technique

Schéma fonctionnel de l'alimentation électrique du stator et du rotor de la V80



DT6 – Dossier technique

Transfert de puissance en convention générateur de la machine asynchrone à double alimentation



## Vitesses et fréquences de rotation caractéristiques de la V80

	unit	VMP name	V52-850 kW	V66-1.75 MW	V80-2.0 MW	V90-1.8 MW	V90-2.0 MW	V90-3.0 MW VCS
P <sub>rtd</sub>	kW	PowerNominalPx <sup>2</sup>	850	1750	2000	1800	2000	3000
v <sub>on</sub>	m/s	-*)	3	3	3	3	3	3
v <sub>off</sub>	m/s	HighWindLimitPx	25	25	25	25	25	25
rpm <sub>rtd</sub>	rpm	NomTorqRPMPx	1620	1680	1680	1680	1680	1680
rpm <sub>min</sub>	rpm	G2MinConnectSpeed Px (replacing G2MinRPMPx)	900	850	850	850	850	850 <sup>**</sup>
rpm <sub>min,Δ</sub>	rpm	G1MinConnectSpeed Px (replacing G1MinRPMPx)	1200	1200	1200	1200	1200	1200
P <sub>max,λ</sub>	kW	G2PowerRefMaxPx	425	950	950	950	950	1400

Table 4-1: Characteristic parameters of Vestas OptiSpeed™ turbines<sup>3</sup>.

rpm<sub>min</sub> : fréquence de rotation minimale pour le début de la production d'énergie stator couplé en étoile.

rpm<sub>min,Δ</sub> : fréquence de rotation minimale pour le couplage en triangle du stator.

rpm<sub>rtd</sub> : fréquence de rotation nominale.

Autres données pour la V80

rpm<sub>tol</sub>=1900 tr.min<sup>-1</sup> : fréquence de rotation maximale transitoire due à des perturbations tolérées par le système.

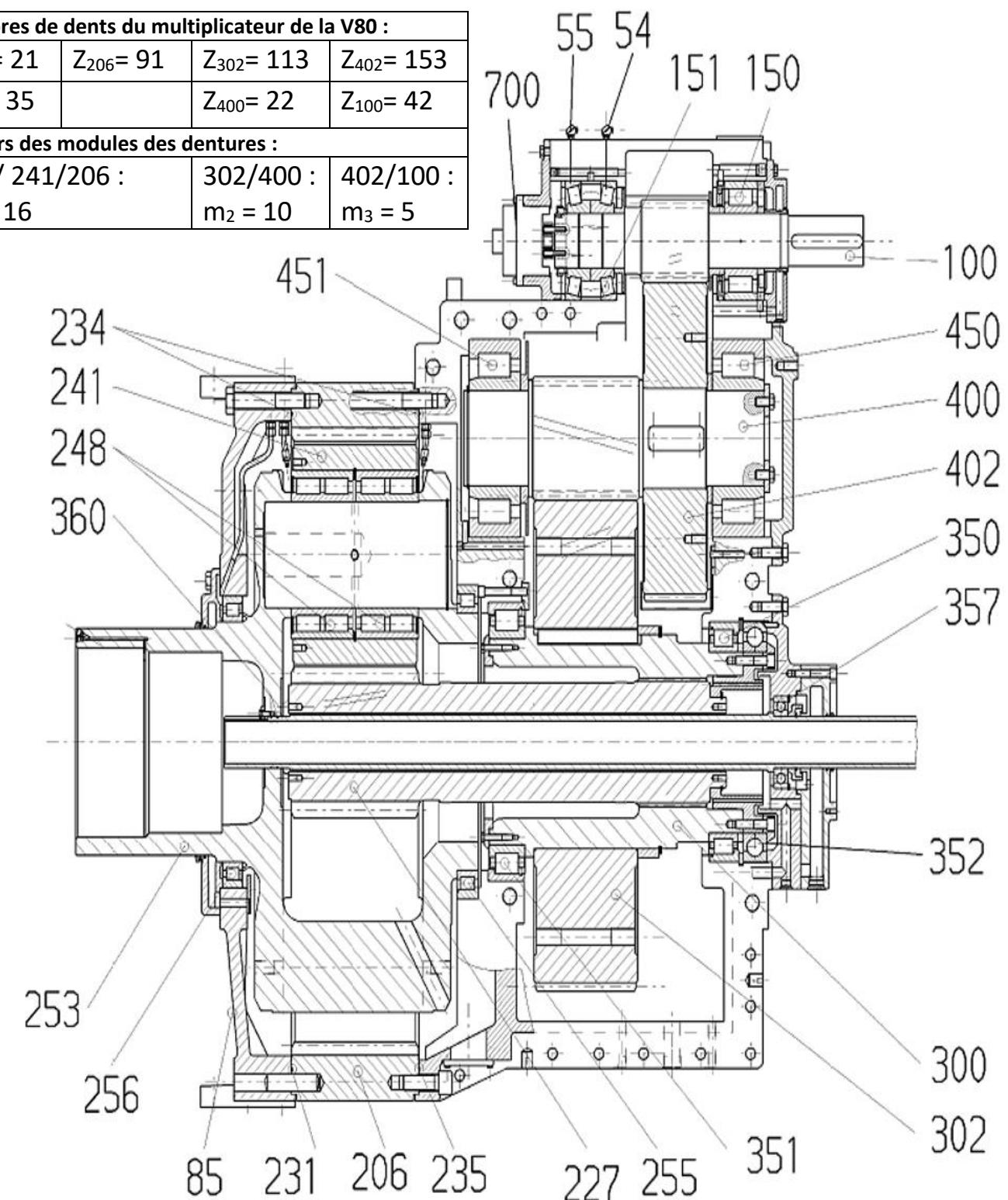
Rpm<sub>max</sub>=2000 tr.min<sup>-1</sup> : fréquence de rotation maximale avant arrêt du convertisseur rotorique.

Rpm<sub>stop</sub>=2100 tr.min<sup>-1</sup> fréquence de rotation maximale avec arrêt total de l'éolienne par coupure de tous les contacteurs au stator et au rotor.

**Le convertisseur électronique au rotor est dimensionné pour produire 30% de la puissance totale de l'éolienne au maximum.**

## Multiplicateur de la V80 et de la V90

Nombres de dents du multiplicateur de la V80 :			
Z <sub>227</sub> = 21	Z <sub>206</sub> = 91	Z <sub>302</sub> = 113	Z <sub>402</sub> = 153
Z <sub>241</sub> = 35		Z <sub>400</sub> = 22	Z <sub>100</sub> = 42
Valeurs des modules des dentures :			
227 / 241 / 206 :	302 / 400 :	402 / 100 :	
m <sub>1</sub> = 16	m <sub>2</sub> = 10	m <sub>3</sub> = 5	



## DT9 – Dossier technique

## Solutions de réparation GEARBOX en nacelle

TYPE DE TURBINE	TYPE DE GEARBOX	TAILLE/VERSION	REPERES	DESIGNATIONS	TYPES ROUEMENTS	REEMPLACABLE EN NACELLE
2.0 MW V80 V90 V100	PEAB	4435.0 4435.2 4435.4 4435.6	100	Shaft HSS	-	X
			150	Bearing HSS - gs	FAG / SKF	X
			151	Bearing HSS - rs	FAG / SKF	X
			400	Shaft IMS		X
			450	Bearing IMS - gs	FAG / SKF	X
			451	Bearing IMS - rs	FAG / SKF	X
			350	Bearing LSS - gs	FAG	X
			352	Axial Bearing LSS - gs	FAG	X
			355	Pitch tube	-	X
			256	Bearing PC - rs	FAG	X

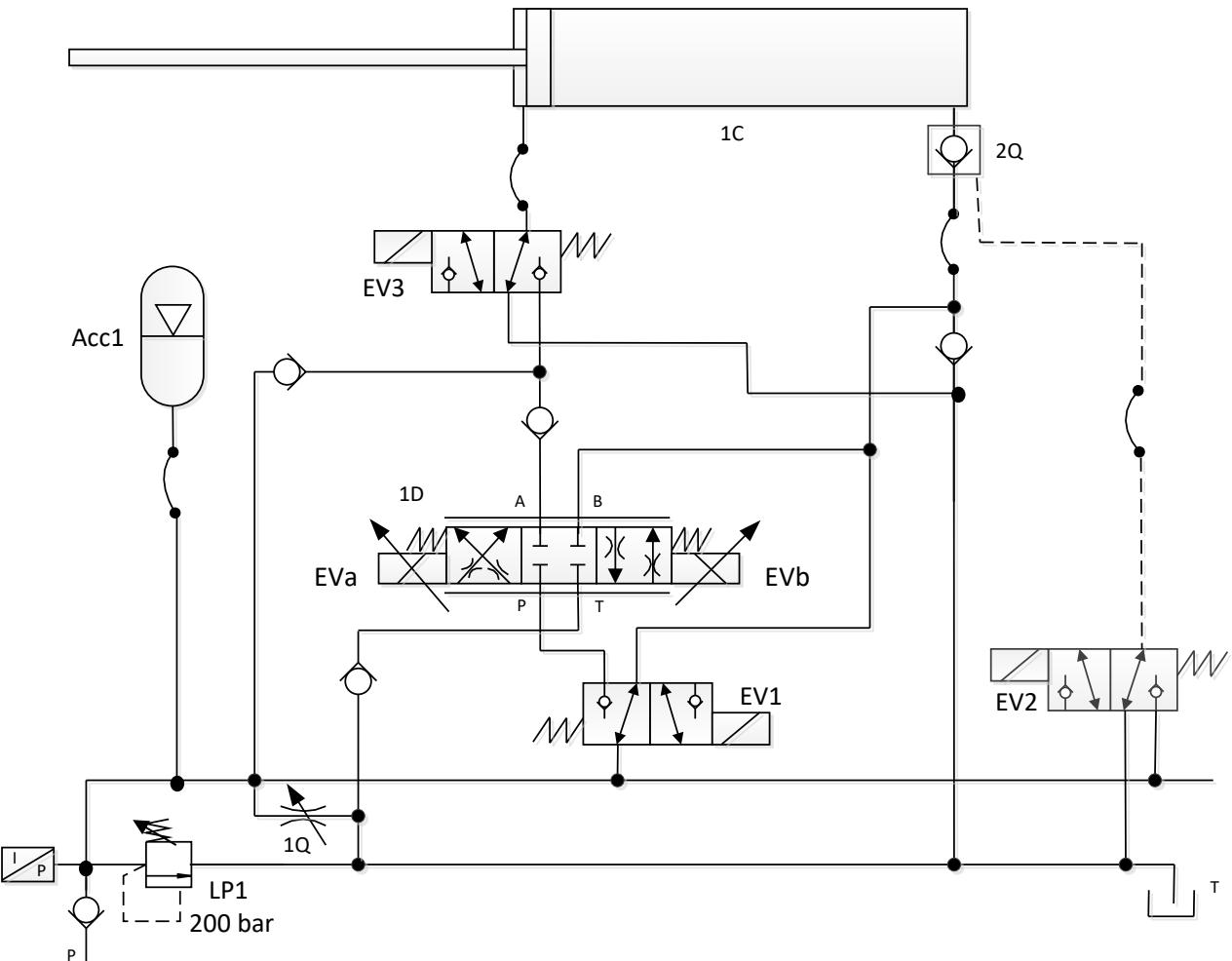
## Éléments de contrôle de l'angle de pitch

<b>ÉLÉMENT</b>	<b>Tension de sortie</b>
CAPTEUR PITCH A	0-10 VDC
CAPTEUR PITCH B	0-10 VDC
CAPTEUR PITCH C	0-10 VDC

ÉLÉMENT	Tension d'entrée
CONTRÔLEUR DE PITCH A	-10 à +10 VDC
CONTRÔLEUR DE PITCH B	-10 à +10 VDC
CONTRÔLEUR DE PITCH C	-10 à +10 VDC

## DT10 – Dossier technique

## Schéma hydraulique simplifié du vérin de pitch



## DT11 – Dossier technique

Course et valeur mesurée par le capteur Balluff des vérins de pitch suivant le type d'éolienne en fonction de l'angle de pitch

Pitch [deg]	V52		V66		V80/V90-2.0 MW		V90-3.0 MW/ V100-2.6 MW/ V100-2.75 MW	
	Position [mm]	Position [V]	Position [mm]	Position [V]	Position [mm]	Position [V]	Position [mm]	Position [V]
-5	0	0	0	0	0	0	0	0
0	27	0,460	31	0,603	46	0,627	47	0,620
5	56	0,970	63	1,185	94	1,239	94	1,220
10	87	1,500	96	1,785	142	1,852	141	1,820
15	119	2,050	129	2,385	190	2,464	188	2,420
20	152	2,620	162	2,985	237	3,063	235	3,020
25	185	3,190	195	3,584	284	3,663	281	3,620
30	218	3,760	228	4,184	331	4,263	328	4,220
35	251	4,320	260	4,766	376	4,837	375	4,820
40	282	4,870	291	5,329	420	5,398	422	5,420
45	313	5,400	321	5,875	463	5,947	462	5,925
50	344	5,920	350	6,402	504	6,470	495	6,350
55	373	6,430	378	6,911	543	6,967	528	6,775
60	402	6,930	405	7,402	580	7,439	561	7,200
65	430	7,410	430	7,856	615	7,886	595	7,625
70	458	7,890	454	8,292	648	8,307	628	8,050
75	486	8,370	476	8,692	679	8,702	661	8,475
80	514	8,850	496	9,056	708	9,072	694	8,900
85	542	9,350	514	9,381	734	9,404	728	9,325
90	572	9,860	532	9,710	758	9,710	761	9,750

## DT12 – Dossier technique

### Guide de programmation du Balluff

**Déverrouillage : tâche n°1**

1. Appuyez sur l'un des boutons pour au moins 3s. Relâchez le bouton.  
2. Dans 1s, maintenez les boutons enfoncés 1+2 simultanément pendant au moins 3s. Maintenant, la valeur d'erreur reste stockée comme sortie signal.

**Sélectionnez l'apprentissage : tâche n°2**

Maintenir le bouton 1 enfoncé pendant au moins 2s jusqu'à ce que le code d'apprentissage soit affiché.  
Relâchez le bouton.

**Définir la position initiale : tâche n°3**

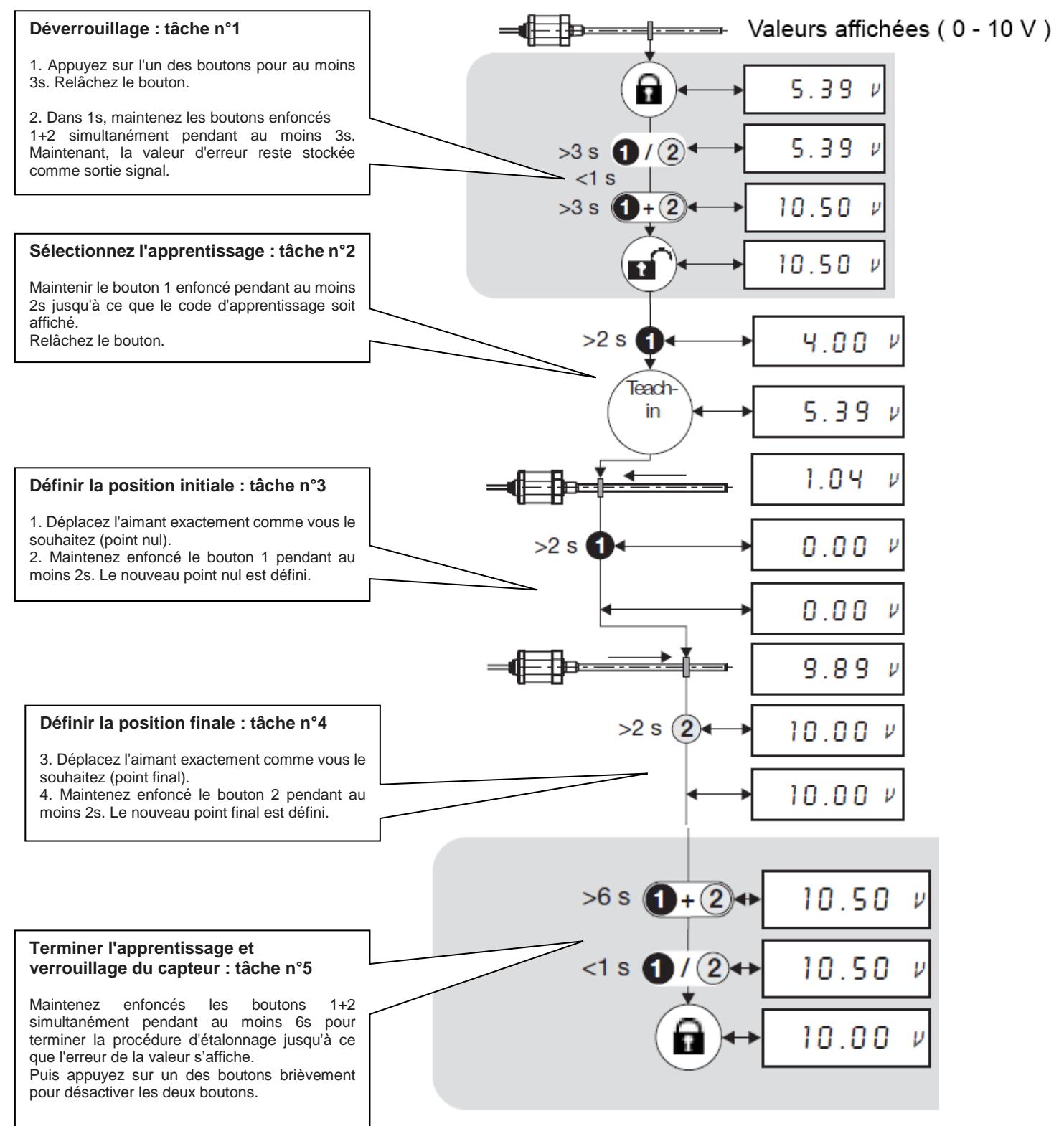
1. Déplacez l'aimant exactement comme vous le souhaitez (point nul).  
2. Maintenez enfoncé le bouton 1 pendant au moins 2s. Le nouveau point nul est défini.

**Définir la position finale : tâche n°4**

3. Déplacez l'aimant exactement comme vous le souhaitez (point final).  
4. Maintenez enfoncé le bouton 2 pendant au moins 2s. Le nouveau point final est défini.

**Terminer l'apprentissage et verrouillage du capteur : tâche n°5**

Maintenez enfoncés les boutons 1+2 simultanément pendant au moins 6s pour terminer la procédure d'étalonnage jusqu'à ce que l'erreur de la valeur s'affiche.  
Puis appuyez sur un des boutons brièvement pour désactiver les deux boutons.



**BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR  
MAINTENANCE DES SYSTÈMES**

**Option C : Systèmes Éoliens**

**Session 2025**

**U 4 : Intégration d'un bien**

Durée : 4 heures – Coefficient : 5

**DOSSIER QUESTIONS - RÉPONSES**

Ce dossier contient les documents DQR1 à DQR9

de la page 10 à la page 18.

CODE ÉPREUVE : 25MSU4C		EXAMEN BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR	SPÉCIALITÉ : MAINTENANCE DES SYSTÈMES
SESSION : 2025	SUJET	ÉPREUVE : E4 INTÉGRATION D'UN BIEN	
Durée : 6h	Coefficient : 5	SUJET N° 05MS25	Page 9/18



1	<b>Analyse de la V80 avec le multiplicateur d'origine</b>	Durée conseillée : 60 min
---	---	---------------------------

1 - 1	<b>Analyse fonctionnelle de l'éolienne V80</b>
-------	--

Q.1-1	Document à consulter : <b>DT3</b>
-------	-----------------------------------

**Indiquer** les numéros correspondant aux éléments à l'aide du diagramme FAST.

Numéros	Éléments
	<b>Vérin de Pitch</b>
	<b>Anémomètre</b>
	<b>Capteur linéaire</b>
	<b>Tachymètre</b>
	<b>Multiplicateur</b>

1 - 2	<b>Analyse de la chaîne d'énergie électrique</b>
-------	--

Q.1-2-1	Documents à consulter : <b>DT4 et DT5</b>
---------	---

**Compléter** les cases vides dans le tableau ci-dessous

Repères	Identification	Fonctions
<b>G 3~</b>		
<b>K537 et R560</b>	Contacteur et résistance	Circuit de charge des condensateurs de l'étage DC
<b>L552</b>	Inductance	Protection contre les courants de mode commun
		Convertisseur électronique AC/DC/AC Contrôle du flux magnétique Contrôle du couple électromagnétique Contrôle de la puissance réactive Contrôle du glissement et de la fréquence rotorique
<b>C620-L551</b>	Condensateur et inductance	Filtre anti harmonique Basse fréquence
<b>C562</b>	Condensateur et inductance	Filtre anti bruit (harmonique Haute fréquence)
<b>K500</b>		Alimentation du stator
		Couplage du stator en triangle (vent moyen à fort)
		Couplage du stator en étoile (vent faible)

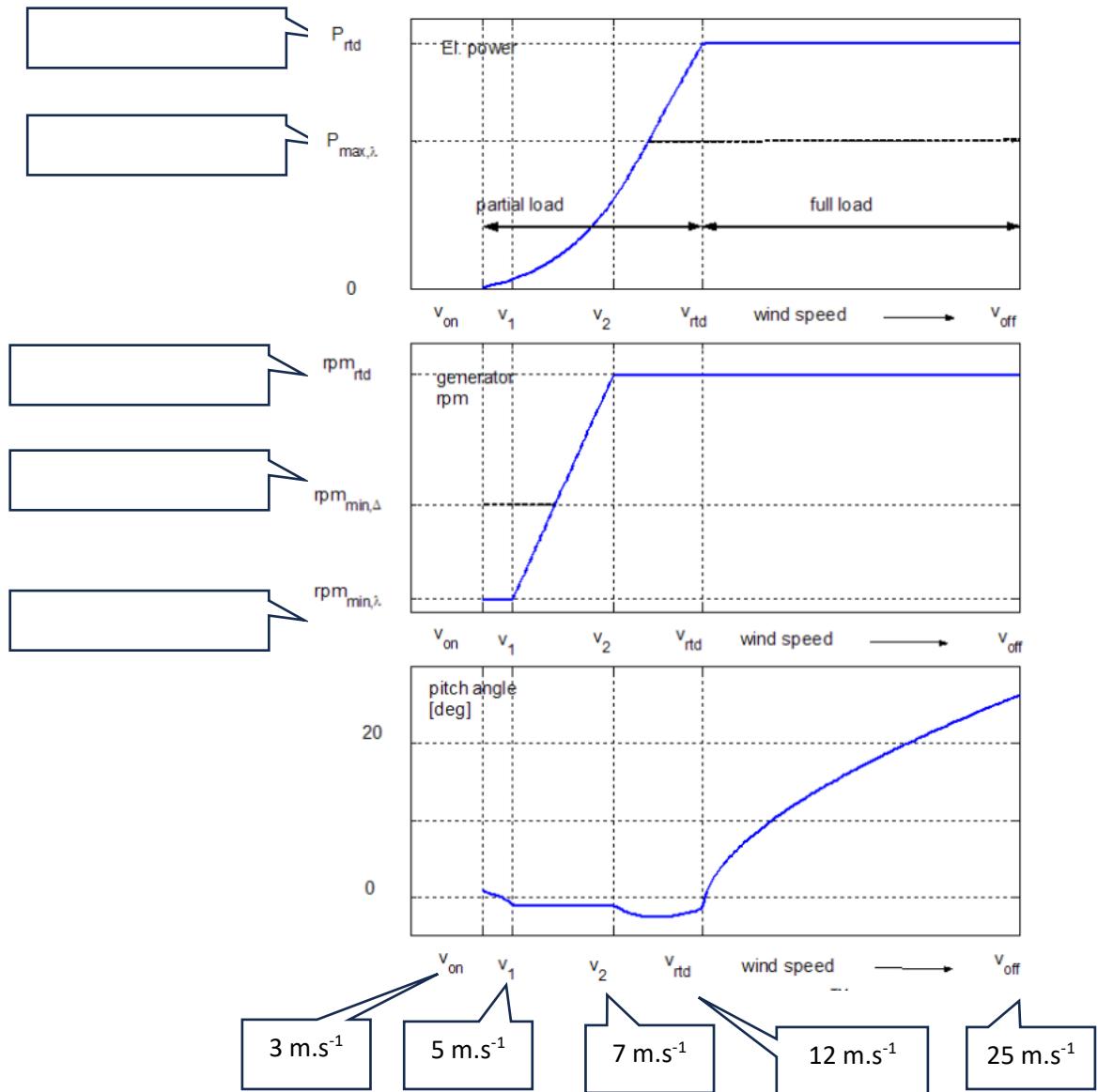
Modèle CCYC : ©DNE	
<b>NOM DE FAMILLE :</b> (en majuscules)	<input type="text"/>
<b>PRENOM :</b> (en majuscules)	<input type="text"/>
<b>N° candidat :</b>	<input type="text"/>
N° d'inscription : <input type="text"/>	
(Les numéros figurent sur la convocation, si besoin demander à un surveillant.)	
	<b>Né(e) le :</b> <input type="text"/> / <input type="text"/> / <input type="text"/>

1.2-A3

**Q.1-2-2** Document à consulter : **DT7**

Compléter les cases ci-dessous en indiquant les valeurs réelles :

- $P_{rtd}$  : Prated : puissance nominale de la génératrice.
- $P_{max\lambda}$  : puissance max couplage du stator en étoile de la génératrice.
- $rpm_{rtd}$  : fréquence de rotation nominale de l'arbre de la génératrice.
- $rpm_{min\lambda}$  : fréquence de rotation en étoile de l'arbre de la génératrice.
- $rpm_{min\Delta}$  : fréquence de rotation min pour le couplage du stator en triangle de la génératrice.



- $V_{on} < V < V_1$  : Fonctionnement à basse vitesse
- $V_1 < V < V_2$  : Fonctionnement à rendement maximum de l'éolienne
- $V_2 < V < V_{rtd}$  : fonctionnement à fréquence de rotation nominale constante
- $V_{off}$  : vitesse du vent de coupure de l'éolienne (mode tempête)

Pour une machine quadripolaire délivrant 2 MW au réseau 50 Hz avec une fréquence de 1680 tr.m⁻¹ à une vitesse du vent de 18 m.s⁻¹.

**Q.1-2-3** Document à consulter : **aucun**

Calculer la fréquence de synchronisme  $N_s$ .

$N_s =$

**Q.1-2-4** Document à consulter : **aucun**

Déterminer la valeur de la fréquence des courants rotoriques :  $fr$

$fr =$

**Q.1-2-5** Document à consulter : **aucun**

Calculer la valeur du glissement  $g$ .

$g =$

**Q.1-2-6** Document à consulter : **aucun**

Déterminer le mode de fonctionnement (hyposynchrone ou hypersynchrone)

**Q.1-2-7** Documents à consulter : **DT6**

Calculer la valeur de la puissance au stator :  $P_{stator}$ .

$P_{stator} =$

Modèle CCYC : ©DNE	
<b>NOM DE FAMILLE :</b> (en majuscules)	<input type="text"/>
<b>PRENOM :</b> (en majuscules)	<input type="text"/>
<b>N° candidat :</b>	<input type="text"/>
N° d'inscription : <input type="text"/>	
(Les numéros figurent sur la convocation, si besoin demander à un surveillant.)	
	<b>Né(e) le :</b> <input type="text"/> / <input type="text"/> / <input type="text"/>

1.2-A3

**Q.1-2-8** Document à consulter : **DT6**

**Calculer** la valeur de la puissance au rotor :  $P_{\text{rotor}}$ .

$P_{\text{rotor}} =$

**Q.1-2-9** Document à consulter : **DT7**

Une bourrasque de vent amène la fréquence de rotation à  $1850 \text{ tr}.\text{min}^{-1}$ . **Préciser** si l'éolienne continue à produire son énergie électrique. **Justifier**.

**2**

**Analyse fonctionnelle de la V80 avec le multiplicateur de la V90**

Durée conseillée : 90 min

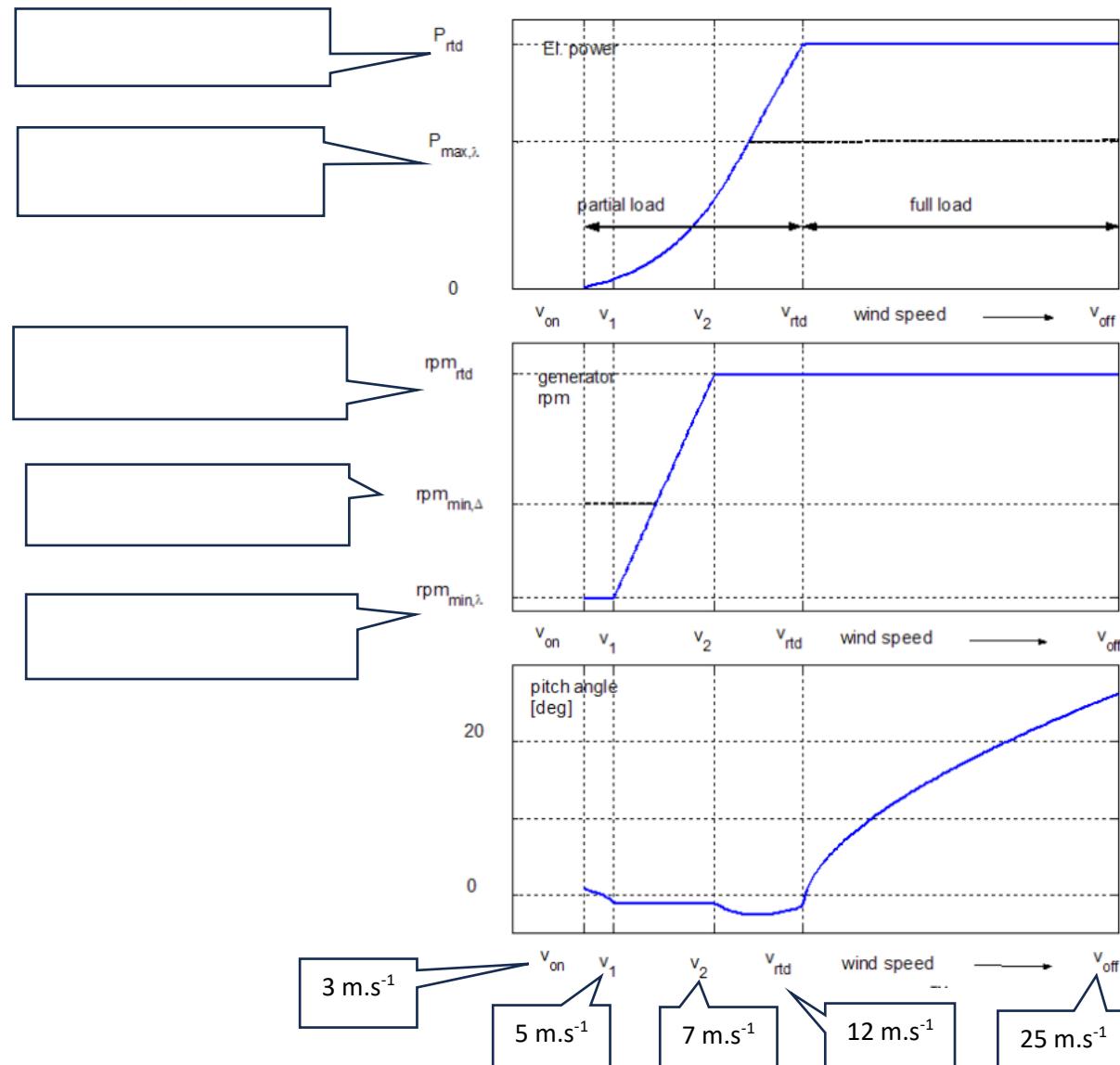
**2 - 1 Analyse de la chaîne d'énergie électrique**

**Q.2-1-1** Document à consulter : **DT7**

Le multiplicateur de la V90 a un rapport de multiplication 13% plus élevé que celui de la V80.

**Calculer et reporter** ci-dessous les nouvelles valeurs des fréquences de rotation  $\text{rpm}_{\text{rtd}}$ ,  $\text{rpm}_{\text{min}\Delta}$ ,  $\text{rpm}_{\text{min}\lambda}$  avec le multiplicateur de la V90. Le couple étant réduit dans un rapport de 13%, la puissance globale au réseau ne change pas.

**Indiquer** sur le graphe ci-dessous les valeurs des puissances  $P_{\text{rtd}}$  et  $P_{\text{max}\lambda}$



Modèle CCYC : ©DNE	
<b>NOM DE FAMILLE :</b> (en majuscules)	<input type="text"/>
<b>PRENOM :</b> (en majuscules)	<input type="text"/>
<b>N° candidat :</b>	<input type="text"/>
N° d'inscription : <input type="text"/>	
(Les numéros figurent sur la convocation, si besoin demander à un surveillant.)	
	<b>Né(e) le :</b> <input type="text"/> / <input type="text"/> / <input type="text"/>

1.2-A3

## DQR4 – Dossier Questions Réponses

**Q.2-1-2** Document à consulter : **aucun**

Avec une vitesse de vent de  $18 \text{ m.s}^{-1}$  et un angle de pitch inchangé, **calculer** la fréquence de rotation N de l'arbre rapide de la génératrice.

$N =$

**Q.2-1-3** Document à consulter : **aucun**

**Déterminer** le nouveau glissement g.

$g =$

**Q.2-1-4** Document à consulter : **DT6**

La puissance est maintenue constante et égale à 2 MW au réseau.

**Calculer** la puissance électrique fournie par le stator  $P_{\text{stator}}$ .

$P_{\text{stator}} =$

**Q.2-1-5** Document à consulter : **DT6**

**Déterminer** la puissance électrique délivrée par le rotor  $P_{\text{rotor}}$ .

$P_{\text{rotor}} =$

**Q.2-1-6** Document à consulter : **DT7**

**Calculer** le pourcentage de puissance produite au rotor par rapport à la puissance nominale de 2 MW.

**Q.2-1-7** Document à consulter : **DT7**

Une bourrasque de vent amène la fréquence de rotation de la génératrice à  $2050 \text{ tr.min}^{-1}$  du fait du rapport de multiplication supérieur de la V90. **Justifier** comment le convertisseur et l'éolienne vont réagir.

Modèle CCYC : ©DNE	
<b>NOM DE FAMILLE :</b> (en majuscules)	<input type="text"/>
<b>PRENOM :</b> (en majuscules)	<input type="text"/>
<b>N° candidat :</b>	<input type="text"/>
N° d'inscription : <input type="text"/>	
(Les numéros figurent sur la convocation, si besoin demander à un surveillant.)	
	<b>Né(e) le :</b> <input type="text"/> / <input type="text"/> / <input type="text"/>

1.2-A3

2 - 2 Étude comparative des multiplicateurs V80/V90

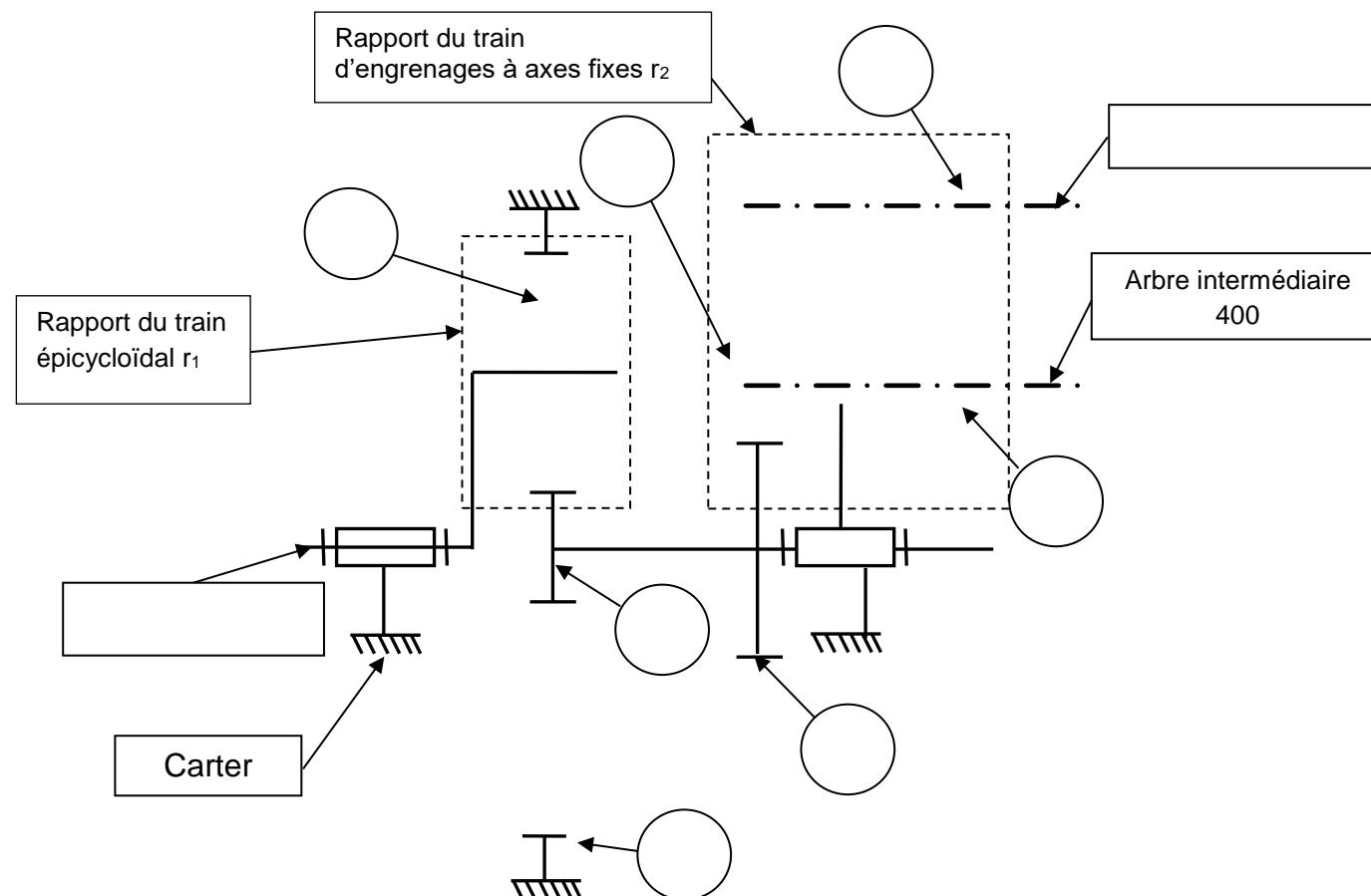
Q.2-2-1 Document à consulter : DT8

Les multiplicateurs des V80/V90 sont constitués d'un train d'engrenages épicycloïdal et d'un train d'engrenages à axes fixes. Les trains épicycloïdaux des multiplicateurs V80/V90 sont identiques.

**Compléter** le schéma cinématique du multiplicateur dans les zones encadrées en pointillés ci-dessous.

**Indiquer** les repères des pignons et roues dans les cercles.

**Indiquer** les noms "Arbre lent" et "Arbre rapide" dans les rectangles.



Q.2-2-2 Document à consulter : DT8

**Relier** par un trait les éléments du train épicycloïdal (planétaire, porte-satellite, couronne) et les éléments du multiplicateur auxquels ils correspondent.

- Porte-satellite
- Planétaire
- Couronne

- Arbre lent
- Carter
- Arbre N°227

Q.2-2-3 Document à consulter : DT8

On rappelle la formule donnant le rapport de transmission d'un train épicycloïdal :

$$r_1 = \frac{N_{\text{planétaire}}}{N_{\text{porte satellite}}} = \frac{Z_p + Z_c}{Z_p}$$

A partir des nombres de dents, **calculer** le rapport de multiplication du train épicycloïdal  $r_1$ .

$r_1 =$

Q.2-2-4 Document à consulter : DT8

Pour le multiplicateur de la V80, **calculer** le rapport de transmission du multiplicateur à axes fixes  $r_{2-80}$  et **montrer** que le rapport global est approximativement égal à  $r_{80} = 100$

$r_{2-80} =$

$r_{80} =$

Q.2-2-5 Document à consulter : DT8

**Calculer** l'entraxe " a " des arbres 100 et 400 et **vérifier** que  $a = 487,5$  mm.

$a =$

Modèle CCYC : ©DNE

**NOM DE FAMILLE :**

**NOM DE FAMILLE :**  
(en majuscules)

**PRENOM :**

## **FRENCH:** *(en majuscules)*

**N° candidat :**

**N° d'inscription :**

\_\_\_\_\_

(Les numéros figurent sur la convocation, si besoin demander à un surveillant.)



Liberté • Égalité • Fraternité  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

REPUBLIQUE FRANCAISE

Ne(e) le :

### 1.2-A3

**Q.2-2-6** Document à consulter : **DT8**

On s'intéresse maintenant au multiplicateur de la V90.

**Calculer** le rapport de transmission  $r_{2-90}$  du multiplicateur à axes fixes permettant d'obtenir le rapport global  $r_{90} = 113.1$

$r_{2-90} =$

**Q.2-2-7** Document à consulter : **DT8**

L'engrenage 302-400 est également identique sur les 2 multiplicateurs et l'entraxe "a" des arbres 100 - 400 est également conservé.

**Déterminer** le nombre de dents de la roue 402 et du pignon arbré 100 (module  $m = 5$  identiques sur les 2 multiplicateurs) pour obtenir le rapport souhaité ( $r_{90}=113.1$ ).

**Q.2-2-8** Document à consulter : **DT9**

Compte tenu des problèmes causés par les bourrasques de vent, on envisage le changement de l'arbre intermédiaire.

**Indiquer** si le remplacement des arbres est possible en nacelle.

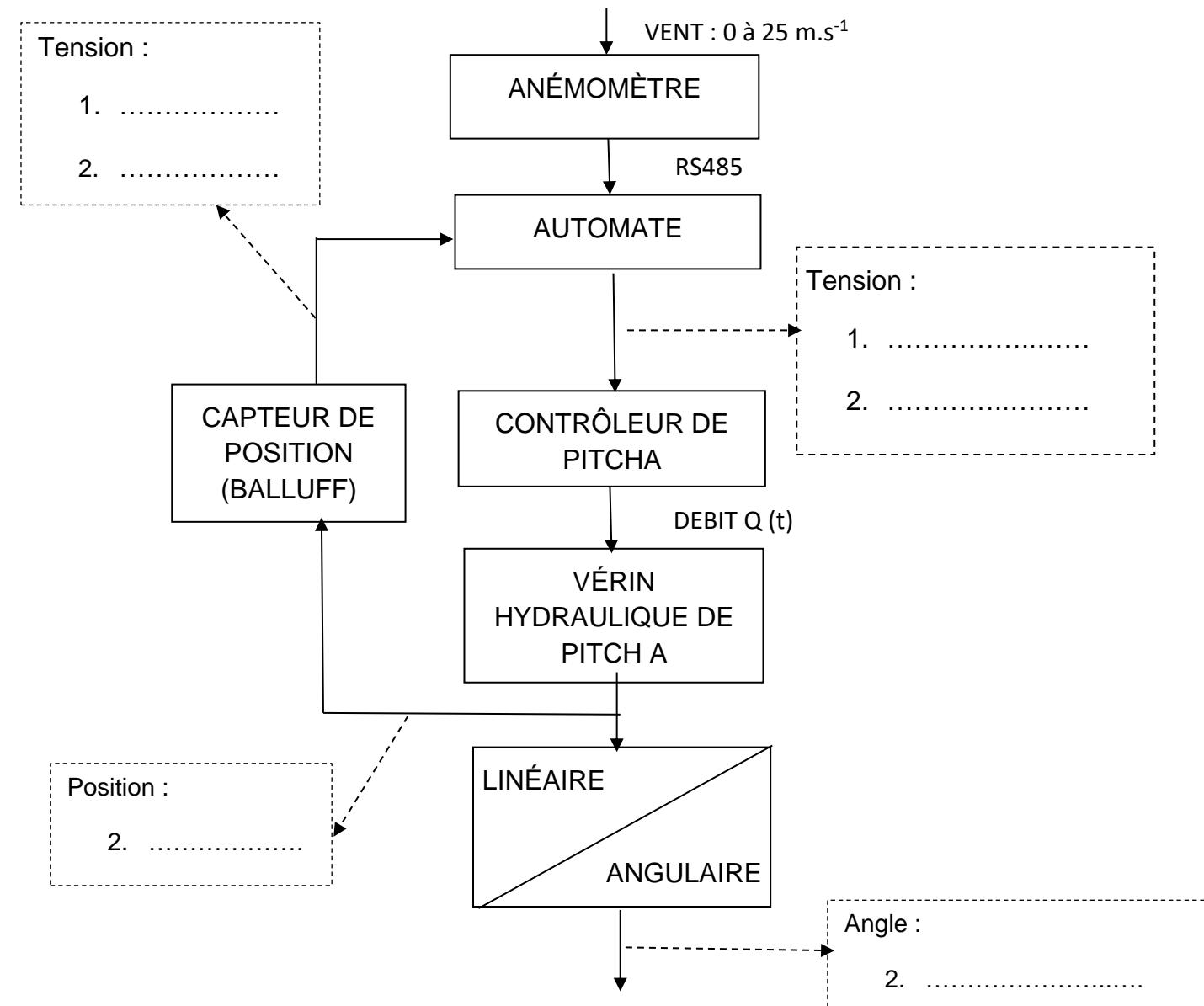
<b>3</b>	<b>Analyse du système de contrôle de l'angle des pales : le pitch</b>	Durée conseillée : 40min
----------	---	--------------------------

**3 - 1** **Analyse fonctionnelle**

**Q.3-1-1** Documents à consulter : **DT9 et DT11**

**Compléter** le schéma bloc modélisant le "système de contrôle du pitch" en indiquant dans les cases :

- 1 - le type (analogique, TOR ou numérique),
- 2 - l'étendue et l'unité (ex : 4-20mA, 0→10V, 0→90°, ...)



Modèle CCYC : ©DNE	
<b>NOM DE FAMILLE :</b> (en majuscules)	<input type="text"/>
<b>PRENOM :</b> (en majuscules)	<input type="text"/>
<b>N° candidat :</b>	<input type="text"/>
N° d'inscription : <input type="text"/>	
(Les numéros figurent sur la convocation, si besoin demander à un surveillant.)	
	<b>Né(e) le :</b> <input type="text"/> / <input type="text"/> / <input type="text"/>

1.2-A3

**DQR7 – Dossier Questions Réponses**

**Q.3-1-2** | Document à consulter : **DT10**

**Compléter** le tableau ci-dessous en donnant les noms des éléments repérés et leurs fonctions dans l'installation.

Repère	Désignation	Fonction dans l'installation
1C		
1D		
EV1		
Acc1		
EV2		
2Q		

**Q.3-1-3** | Document à consulter : **DT10**

**Compléter** le tableau des états logiques (0 ou 1) des composants [EV1 ; EV2 ; EV3] permettant le mouvement du vérin de pitch. Le réducteur de débit 1Q est fermé.

Pour l'élément repéré 1C, **indiquer** si la tension  $[U_{EVa} > U_{EVb}]$  ou  $[U_{EVa} < U_{EVb}]$ .

Repère	Sortie tige	Rentrée tige
EV3		
EV2		
EV1		
EVa ; EVb		

Modèle CCYC : ©DNE	
<b>NOM DE FAMILLE :</b> (en majuscules)	<input type="text"/>
<b>PRENOM :</b> (en majuscules)	<input type="text"/>
<b>N° candidat :</b>	<input type="text"/>
N° d'inscription : <input type="text"/>	
(Les numéros figurent sur la convocation, si besoin demander à un surveillant.)	
	<b>Né(e) le :</b> <input type="text"/> / <input type="text"/> / <input type="text"/>

1.2-A3

4	<b>Solution par décalage du capteur Balluff</b>	Durée conseillée : 40 min
---	---	---------------------------

4 - 1	<b>Décalage du capteur d'angle de pitch : Balluff</b>
-------	---

Pour compenser l'augmentation de la fréquence de rotation de l'arbre, on se propose d'augmenter l'angle de Pitch de  $+5^\circ$  pour diminuer la portance des pales et ainsi diminuer la fréquence de rotation.

**Solution 1 :** changement de la consigne d'angle de pitch en fonction de la vitesse du vent. Non étudiée.

**Solution 2 :** changement de la mesure de l'angle de pitch sur le Balluff.

<b>Q.4-1-1</b>	Document à consulter : <b>DT11</b>
----------------	------------------------------------

Le capteur Balluff délivre une tension analogique entre 0 V (position d'origine) et 10 V (position finale) proportionnelle à la course du vérin de pitch donnée en mm.

**Relever** l'angle de pitch correspondant à la position d'origine initiale correspondant à 0 V. **Relever** également la position correspondante en [mm].

Angle de pitch [0V] =	Position [mm] =
-----------------------	-----------------

<b>Q.4-1-2</b>	Document à consulter : <b>DT11</b>
----------------	------------------------------------

Il est possible de reprogrammer la position initiale mesurée par les capteurs Balluff pour la faire correspondre à un angle de  $0^\circ$ . **Donner** la position du vérin de pitch en mm correspondant à un angle de  $0^\circ$ .

Position pour $0^\circ$ =
---------------------------

<b>Q.4-1-3</b>	Document à consulter : <b>DT12</b>
----------------	------------------------------------

Un technicien va régler physiquement le pitch à  $0^\circ$  et reprogrammer la position initiale sur les 3 Balluff. **Indiquer** le numéro de la tâche correspondant à cette reprogrammation.

--

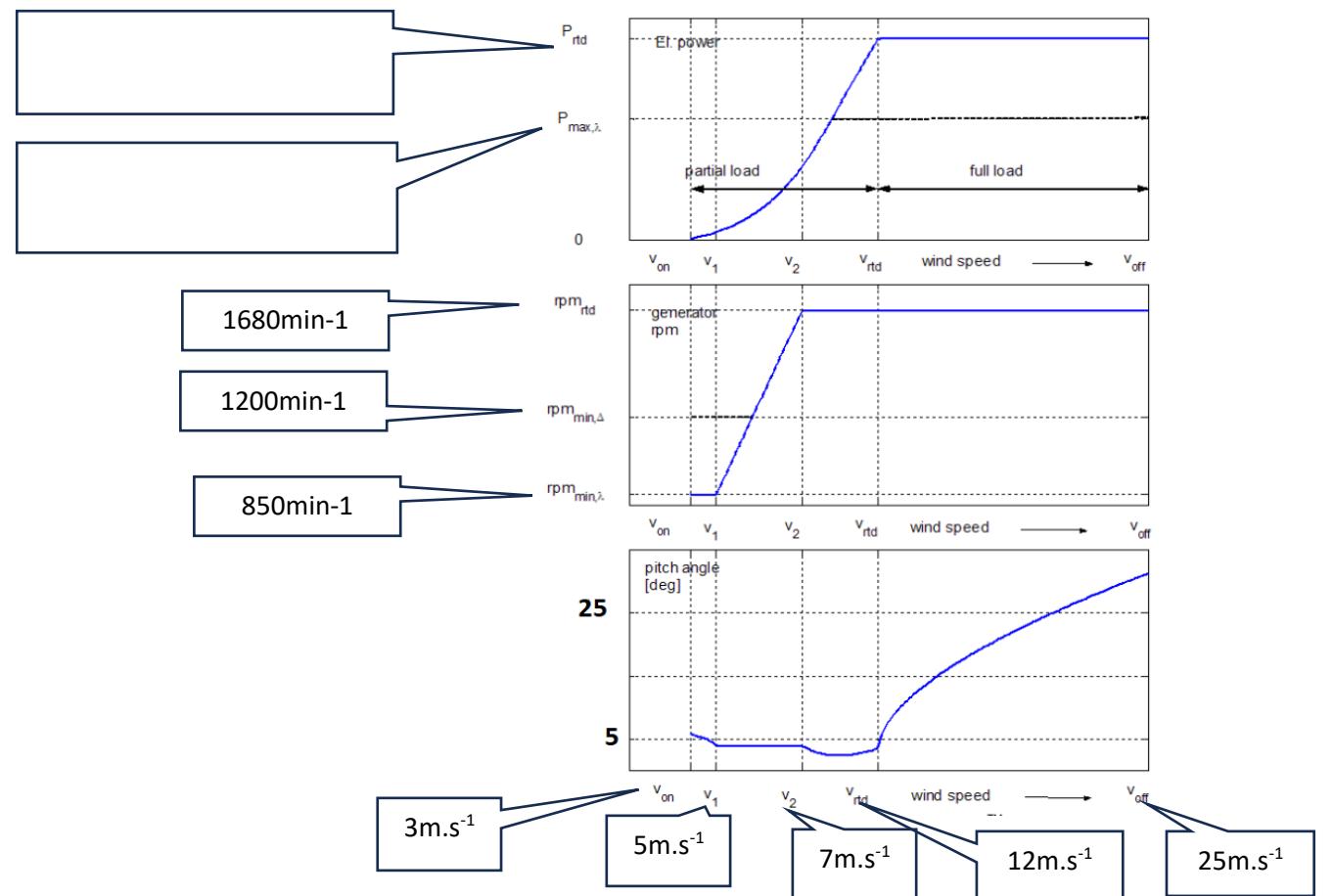
<b>4 - 2</b>	Analyse de la chaîne d'énergie suite au décalage d'angle de pitch
--------------	---

Nous allons décaler l'angle de pitch de  $5^\circ$  et diminuer la portance des pales pour ramener la fréquence de rotation de l'arbre rapide à une valeur correspondant au multiplicateur d'origine. L'angle est considéré proportionnel à la course du vérin.

<b>Q.4-2-1</b>	Document à consulter : <b>aucun</b>
----------------	-------------------------------------

En ramenant la fréquence de rotation à sa valeur d'origine le multiplicateur de la V90 diminue le couple de 13%.

**Calculer et reporter** ci-dessous les nouvelles puissances.



<b>Q.4-2-2</b>	Document à consulter : <b>aucun</b>
----------------	-------------------------------------

**Justifier** si les puissances calculées sont compatibles avec les objectifs de production.

--

Modèle CCYC : ©DNE	
<b>NOM DE FAMILLE :</b> (en majuscules)	<input type="text"/>
<b>PRENOM :</b> (en majuscules)	<input type="text"/>
<b>N° candidat :</b>	<input type="text"/>
N° d'inscription : <input type="text"/>	
(Les numéros figurent sur la convocation, si besoin demander à un surveillant.)	
	<b>Né(e) le :</b> <input type="text"/> / <input type="text"/> / <input type="text"/>

1.2-A3

<b>5</b>	<b>Bilan</b>	
	Durée conseillée : 10 min	

5 solutions ont été envisagées :

- Remplacer l'arbre en nacelle : 3 jours d'interventions, coût : 30000 € HT ;
- Remplacer le multiplicateur complet par celui prévu sur la V80 : 1 semaine d'intervention, coût 250000 € HT ;
- Changer la programmation de contrôle de l'angle de pitch pour refaire coïncider les vitesses de vent et les fréquences de rotation de la génératrice avec celles prévues avec le multiplicateur d'origine (voir question Q4.1) : 5000 € HT (1 jour mise en œuvre ; 2 jours étude (attention perte de 13% de puissance produite) ;
- Décaler l'origine des Balluff mesurant la course des 3 vérins de pitch ;
- Laisser l'éolienne telle quelle (n'est pas conforme au contrat passé avec l'exploitant).

<b>Q.5-1</b>	Document à consulter : <b>aucun</b>
--------------	-------------------------------------

**Critiquer** les 5 solutions proposées en énonçant au moins un avantage et un inconvénient pour chacune.

	Avantages	Inconvénients
Remplacement d'arbre en nacelle		
Remplacement multiplicateur		
Reprogrammation		
Aucune intervention		
Décalage de la mesure de l'angle de pitch		

Modèle CCYC : ©DNE	
<b>NOM DE FAMILLE :</b> (en majuscules)	<input type="text"/>
<b>PRENOM :</b> (en majuscules)	<input type="text"/>
<b>N° candidat :</b>	<input type="text"/>
N° d'inscription : <input type="text"/>	
(Les numéros figurent sur la convocation, si besoin demander à un surveillant.)	
	<b>Né(e) le :</b> <input type="text"/> / <input type="text"/> / <input type="text"/>

1.2-A3