BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE

Épreuve d'enseignement de spécialité

Session 2025

Sciences et technologies de l'industrie et du développement durable

Ingénierie, innovation et développement durable

Énergies et environnement

Épreuve du mercredi 18 juin 2025

Durée de l'épreuve : **4 heures**

Aucun document autorisé.
L'usage de la calculatrice avec mode examen actif est autorisé.
L'usage de la calculatrice sans mémoire, « type collège » est autorisé.
Dès que ce sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.

Ce sujet comporte 25 pages numérotées de 1/25 à 25/25 dans la version originale et **41 pages numérotées de 1/41 à 41/41 dans la version en caractères agrandis.**

Constitution du sujet :

Partie commune (durée indicative 2h30) ..... 12 points

Partie spécifique (durée indicative 1h30) ..... 8 points

Le candidat traite la partie commune et la partie spécifique en suivant les consignes contenues dans le sujet. Ces 2 parties sont indépendantes et peuvent être traitées dans un ordre indifférent.

Chacune des parties est traitée sur des copies séparées.
Tous les documents réponses, même vierges, sont à rendre obligatoirement avec la copie.

Partie commune (2,5h) ..... **12 points**

Projet de ferme éolienne



Pages agrandies

– Présentation de l'étude et questionnement 3
– Documents techniques DT1 à DT4 13
– Documents réponses DR1 à DR8 19

Mise en situation

Le plan climat a été lancé le 6 juillet 2017 pour accélérer la transition énergétique et climatique. Les enjeux climatiques sont en effet la pierre angulaire de la solidarité universelle. La loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte fixe l'objectif d'atteindre 40% d'énergie renouvelable dans le mix électrique français d'ici 2030. La filière éolienne terrestre doit apporter une contribution décisive à l'atteinte de cet objectif. La programmation pluriannuelle de l'énergie actuelle qui fixe les objectifs de développement des énergies renouvelables, prévoit entre 21 800 MW et 26 000 MW de capacité éolienne terrestre installée en 2025. Ce sujet porte sur l'étude d'implantation d'une ferme éolienne d'une puissance totale de 12 MW.

Travail demandé

Partie 1 : comment choisir le lieu d'implantation des éoliennes ?

L'énergie éolienne présente de multiples atouts vis-à-vis de l'environnement. Néanmoins, elle peut apporter certaines nuisances qu'il faut veiller à réduire, voire supprimer. L'étude d'impact a pour objectif de situer le projet au regard des préoccupations environnementales. Son contenu doit être en rapport avec l'importance des aménagements projetés et leurs incidences prévisibles sur l'environnement.

La règlementation impose le respect d'une distance minimale de 500 m entre une éolienne et les habitations.

Question 1.1 – DR1 : Tracer sur le schéma d'implantation la distance minimale imposée à chaque éolienne pour les projets 1 et 2.
Justifier que la réglementation est bien respectée.

Question 1.2 – DT1 ; DR2 : À partir du bilan des critères d'impact, **compléter** les tableaux d'analyse des deux projets d'implantation en indiquant une pondération de +1 pour un critère d'impact favorable ou de -1 pour un critère d'impact défavorable.
Calculer les totaux.

Question 1.3 : À partir des questions précédentes, **conclure** et **justifier** le choix du projet d'implantation le plus pertinent.

Partie 2 : l'augmentation de cette production « verte » permet-elle d'assurer l'équivalent des besoins en énergie électrique des communes environnantes ?

La solution envisagée est une ferme de cinq éoliennes identiques d'une puissance nominale de 2,4 MW chacune.

Le facteur de charge (f_c) ou facteur d'utilisation d'une centrale électrique est le rapport entre l'énergie électrique effectivement produite sur une période donnée et l'énergie qu'elle aurait produite si elle avait fonctionné à sa puissance nominale durant la même période.

$$f_C = \frac{\text{Énergie produite}}{\text{Énergie nominale}}$$

Question 2.1 – DT2 : Calculer l'énergie électrique produite en MW·h par l'ensemble des cinq éoliennes sur une année en prenant en compte la notion de facteur de charge.

Selon l'agence de la transition écologique, la consommation moyenne annuelle d'électricité est de 3 200 kW·h par foyer français (hors production d'eau chaude sanitaire et chauffage).

Question 2.2 : Calculer le nombre de foyers auxquels les éoliennes peuvent subvenir en électricité (hors production d'eau chaude sanitaire et chauffage).

On compte 7 000 foyers dans les communes environnantes.

Question 2.3 : Justifier l'intérêt de ce projet au regard des enjeux climatiques.

Partie 3 : ce projet est-il économiquement viable ?

L'installation d'une éolienne représente un investissement important et occasionne une maintenance régulière. La revente de l'énergie électrique à EDF ENR permet le financement de ce projet.
La production moyenne de la ferme est estimée à 25 000 MW·h par an.
La puissance totale installée est de 12 MW.

Les résultats seront exprimés en kilo euros (1 kilo euro = 1 k€ = 1 000 €)

Question 3.1 – DT3 ; DR3 : Compléter le tableau des dépenses et recettes sur une année pour les cinq éoliennes.

Question 3.2 – DT3 ; DR4 : Représenter sur le graphique de viabilité financière les dépenses et les recettes en respectant la légende donnée.

Question 3.3 – DT3 : En déduire le nombre d'années nécessaire pour que l'installation devienne rentable.
Conclure sur la validité financière d'un tel projet.

Partie 4 : les éoliennes choisies conviennent-elles au regard des objectifs de la production visée ?

Question 4.1 – DR5 : Préciser les différentes formes d'énergie dans les étiquettes en traits pleins en sortie de chaque élément du diagramme des blocs internes (ibd), en choisissant parmi les six formes d'énergie suivantes : chimique, nucléaire, mécanique, thermique, rayonnante et électrique.

Question 4.2 – DR5 : Qualifier la nature de l'énergie aux étiquettes des points A et B du diagramme des blocs internes (ibd), en choisissant parmi les quatre propositions : primaire, secondaire, finale et utile.

Question 4.3 – DR5 : Tracer en rouge le flux d'énergie principal en partant du vent vers le réseau électrique.
Tracer en vert les flux d'information.

La vitesse moyenne du vent sur le site de la ferme éolienne est estimée à 5,5 $m \cdot s^{-1}$ tout au long d'une année.

Question 4.4 – DR6 : Placer ce point de fonctionnement sur la courbe de puissance.
En déduire la puissance disponible fournie par le vent Pv (en kW).

Question 4.5 – DT4 ; DR5 : Compléter la chaîne de puissance en précisant le rendement de chaque bloc dans les cases grisées.

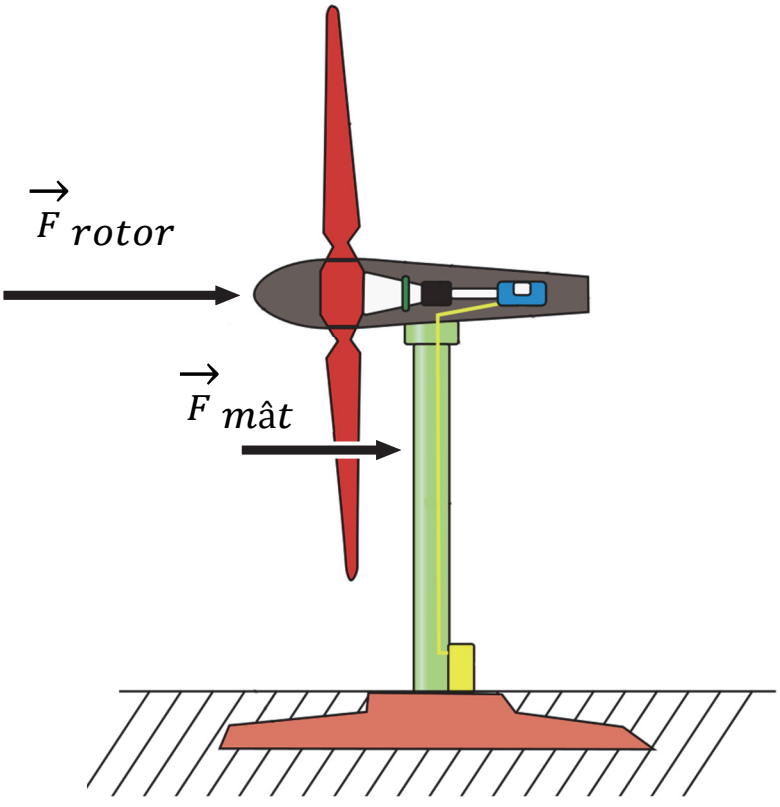
Question 4.6 : Calculer le rendement global η pour une éolienne.
En déduire l'énergie produite sur une année en prenant la puissance moyenne fournie par le vent égale à 1 MW pour une éolienne.

Le bureau d'études estime à 25 000 MW·h l'énergie électrique produite par la ferme éolienne pour une année.

Question 4.7 : Conclure sur l'estimation du bureau d'études pour le parc de cinq éoliennes.

Partie 5 : le mât des éoliennes peut-il résister aux actions mécaniques qu'il subit tout en limitant son impact environnemental ?

Le mât est soumis à des efforts aérodynamiques horizontaux.



Dans cette partie, nous étudions uniquement la résistance du mât au vent.

Une simulation a été réalisée et les résultats des sollicitations sont donnés sur le DR7.

Question 5.1 : Indiquer à quelle sollicitation est soumis le mât face au vent, en choisissant parmi les propositions suivantes : torsion, traction, flexion, compression et cisaillement.

Question 5.2 – DR7 : Sur la simulation du mât isolé (à gauche), **entourer** la zone de 1 à 6 la plus sollicitée du mât.

– La limite élastique du matériau utilisé est $R_e = 6{,}204 \cdot 10^8$ N·m^{-2} ;
– la contrainte maximale relevée dans le mât est $\sigma_{max} = 7{,}056 \cdot 10^7$ N·m^{-2}.

Question 5.3 : Calculer le coefficient de sécurité s en appliquant la formule $s = \frac{R_e}{\sigma_{max}}$.

On considère qu'un coefficient de sécurité s = 3 est suffisant.

Question 5.4 : Préciser, en justifiant, si le mât est correctement dimensionné pour résister aux efforts qu'il subit.

Question 5.5 : Proposer deux pistes d'amélioration permettant d'optimiser la conception du mât, en ne considérant que la sollicitation étudiée dans cette partie.

Deux solutions peuvent être envisagées pour la réalisation du mât :
– solution 1 : une forme cylindrique creuse dont le volume total de matière est $V_{cylindrique} = 34,7\ m^3$;
– solution 2 : une forme conique creuse dont le volume total de matière est $V_{conique} = 27,78\ m^3$.

Dans les deux cas, le matériau utilisé est l'acier.

Question 5.6 : Calculer en pourcentage le volume d'acier gagné par la solution conique par rapport à la solution cylindrique.
Indiquer quels sont les piliers du développement durable les plus concernés par ce gain en justifiant la réponse.

Partie 6 : comment surveiller à distance et de façon fiable le fonctionnement des éoliennes ?

L'exploitant du parc éolien désire pouvoir surveiller le fonctionnement des éoliennes en contrôlant certaines informations (ex : production électrique, température de la nacelle, vitesse des pales, …). Ce contrôle est effectué à distance afin de regrouper la surveillance de plusieurs parcs éoliens en un même lieu. L'exploitant surveille vingt sites de cinq éoliennes.

Le document DR8 propose une vision partielle du réseau d'un site.

Question 6.1 – DR8 : Proposer pour chaque éolienne une adresse IP du réseau local.

Question 6.2 : Indiquer, en justifiant, le nombre d'adresses encore disponibles pour étendre le parc éolien.

Un analyseur de trame récupère les valeurs des octets correspondant aux différentes données transmises. Pour la donnée « fréquence de rotation des pales », la valeur de l'octet transmis est (en binaire) $N = (01101001)_2$.

Question 6.3 : Calculer la valeur de cet octet en décimal.
Déterminer la fréquence de rotation des pales en $tr \cdot min^{-1}$ sachant que la valeur décimale de l'octet représente 10 fois la valeur réelle.

La fréquence de rotation maximale des pales fixée par le constructeur est de 13,2 $tr \cdot min^{-1}$. La précision de mesure de vitesse nécessaire au fonctionnement de l'éolienne est de 0,1 $tr \cdot min^{-1}$.

Question 6.4 : Conclure sur la possibilité de surveiller tous les parcs éoliens et de mesurer la vitesse de rotation des pales.

DT1 : bilan des critères d’impacts

Note du transcripteur :
Légende présentée avant le tableau adapté en liste.

(∗) Avifaune : ensemble des espèces d’oiseaux dans une région donnée.

Projet : Implantation N°1

• **Description de l’implantation :** 6 éoliennes

• **Milieu naturel :**
– C1.1 : 6 éoliennes en lignes induisant un effet barrière supérieur qui augmente le risque de collision avec l’avifaune∗ (notamment en période de migration) largeur du parc 1600 m.
– C1.2 : aucune éolienne localisée dans des zones à enjeu écologique : zone naturelle remarquable, habitats européens, zones humides.
– C1.3 : emprise au sol supérieure par rapport au projet d’implantation N°2 (une éolienne supplémentaire).
– C1.4 : deux éoliennes (E5 et E6) plus à l’Est, proches de la zone humide associée au cours d’eau de la Mâtre, des lisières boisées et des habitations.

• **Milieu humain :**
C1.5 : projet éolien avec une emprise limitée compatible avec les pratiques agricoles (exploite au maximum les chemins existants).

• Paysage :

– C1.6 : implantation des éoliennes sur une ligne Est-Ouest générant un impact visuel accru depuis les habitations de la commune au Sud-Est.

– C1.7 : implantation trop proche de la vallée de la Mâtre à l'Est.

Projet : Implantation N°2

• Description de l'implantation : 5 éoliennes

• Milieu naturel :

– C2.1 : disposition en ligne de 4 éoliennes avec une éolienne placée plus au Nord, des espaces entre les éoliennes plus importants et une largeur globale plus réduite (1100 m) minimisant l'effet barrière et les risques de collisions avec l'avifaune ∗ (notamment en période de migration).

– C2.2 : aucune éolienne localisée dans des zones à enjeu écologique : zone naturelle remarquable, habitats européens, zones humides.

– C2.3 : emprise au sol réduite par rapport au projet d'implantation N°1 (une éolienne en moins).

– C2.4 : suppression des 2 éoliennes (E5 et E6 du projet d'implantation N°1) proches de la zone humide associée au cours d'eau de la Mâtre et des lisières boisées. L'éolienne E5 est située à plus de 600 m du ruisseau de la Mâtre. Éloignement général par rapport au cours d'eau et aux zones humides supérieur à 400 m.

• Milieu humain :

C2.5 : projet éolien avec une emprise limitée compatible avec les pratiques agricoles (exploite au maximum les chemins existants)

• Paysage :

– C2.6 : implantation des éoliennes en une ligne moins longue avec une éolienne décalée au Nord limitant l'impact visuel depuis les habitations de la commune au Sud-Est.

– C2.7 : implantation plus éloignée de la vallée de la Mâtre au Nord.

DT2 : facteur de charge (fc) pour la région Auvergne Rhône-Alpes

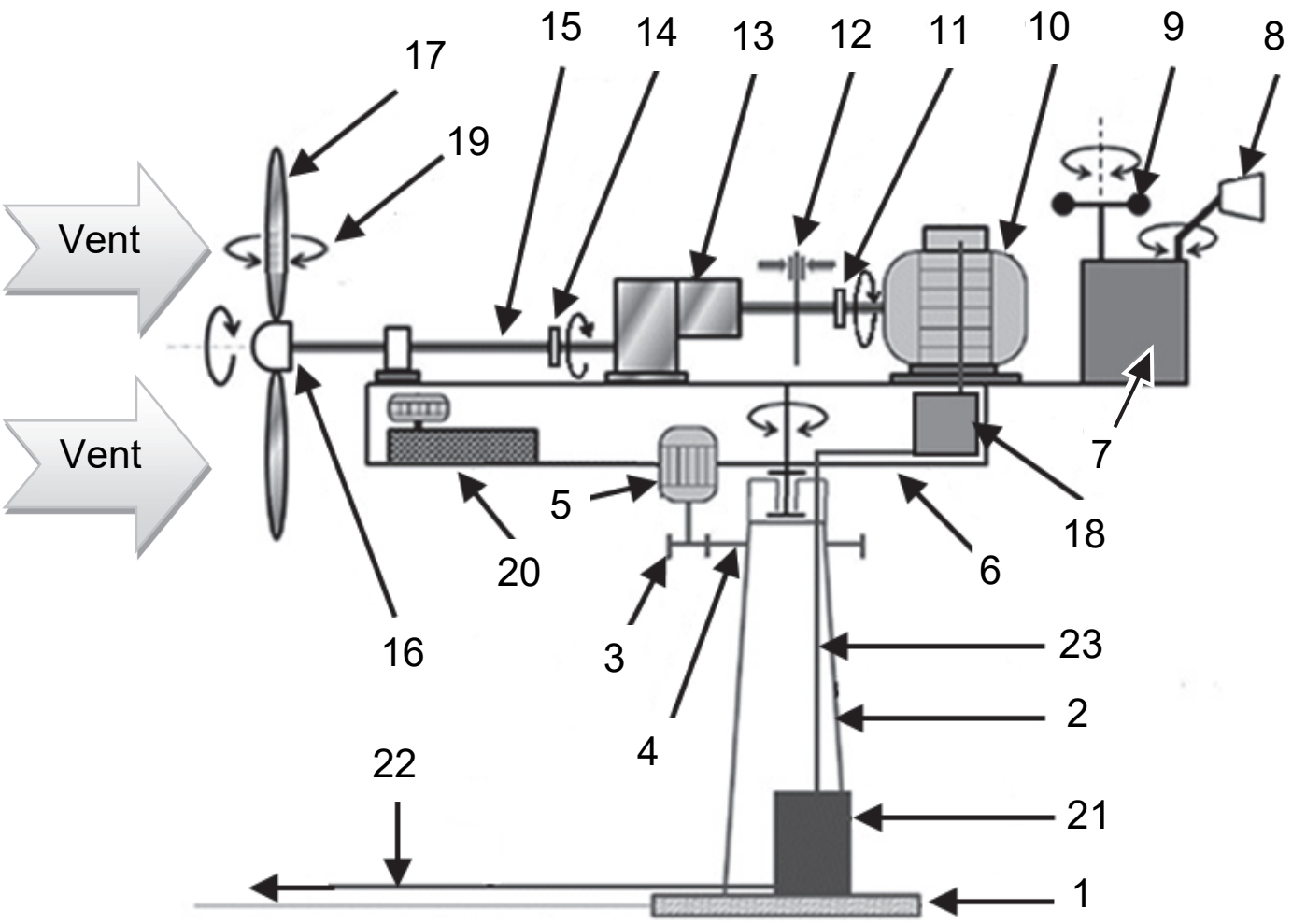
Note du transcripteur : Tableau adapté en liste.

– **Nucléaire :** 63,1 %
– **Thermique fossile :** 26,7 %
– **Hydraulique :** 27,9 %
– **Éolien :** 22 %
– **Solaire :** 13,2 %
– **Bioénergies :** 63,3 %

DT3 : financement d’une éolienne

		Remarque
Investissement	1 500 € TTC par kW installé.	Comprend les coûts d’études, de matériels, de raccordement, d’installation, de mise en service et de démantèlement.
Coût d’exploitation, d’entretien et de maintenance	3 % par an de l’investissement.	
Prix d’achat de l’énergie électrique par EDF ENR	100 € TTC par MW·h.	
Durée de vie	25 ans.	

DT4 : synoptique de l'éolienne



	Désignation		**Désignation**
1	Fondation	13	Multiplicateur de vitesse (rendement 85%)
2	Mât	14	Accouplement mécanique basse vitesse
3	Pignon d’entraînement de la nacelle	15	Arbre lent
4	Roue dentée liée au mât	16	Moyeu du rotor à 3 pales
5	Moteur d’orientation de la nacelle	17	Pales à orientation variable (rendement 80%)
6	Nacelle orientable	18	Convertisseur (rendement 99%)
7	Unité centrale de traitement	19	Dispositif de calage des pales
8	Girouette	20	Groupe hydraulique
9	Anémomètre	21	Transformateur (rendement 95%)
10	Génératrice asynchrone (rendement 90%)	22	Liaison électrique avec réseau triphasé 20 kV ENEDIS
11	Accouplement mécanique haute vitesse	23	Câble basse tension triphasé 690 V~
12	Frein à disque		

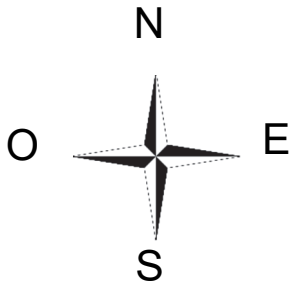
DR1 : implantation des éoliennes

Légende utile

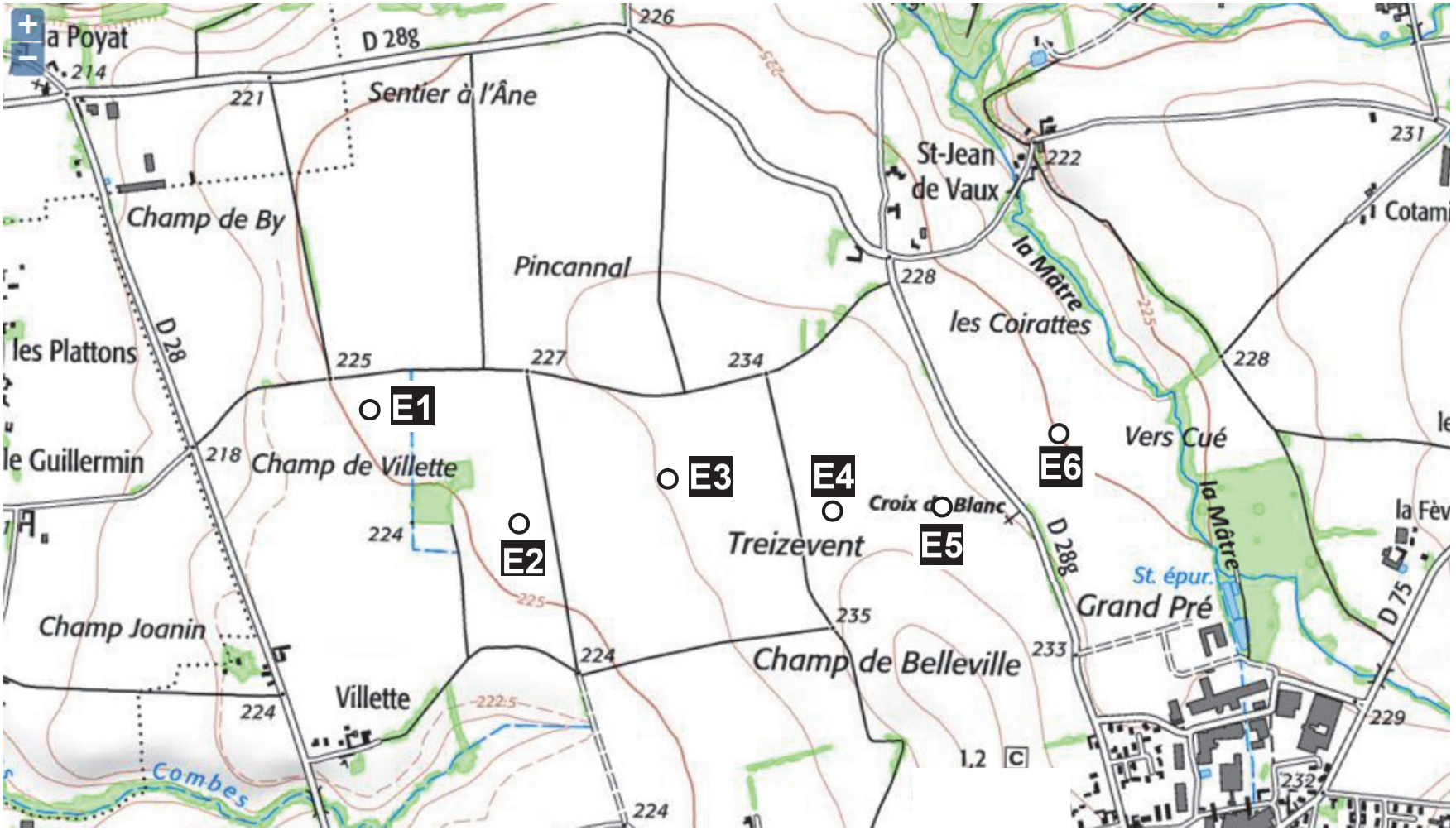
 : habitations

○ : éolienne

Échelle des plans : ⌊——⌋ 200m



Projet d'implantation N°1 (6 éoliennes : E1, E2, E3, E4, E5, E6)



Modèle CCYC : ©DNE

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

PRENOM :
(en majuscules)

N° candidat :

N° d'inscription :

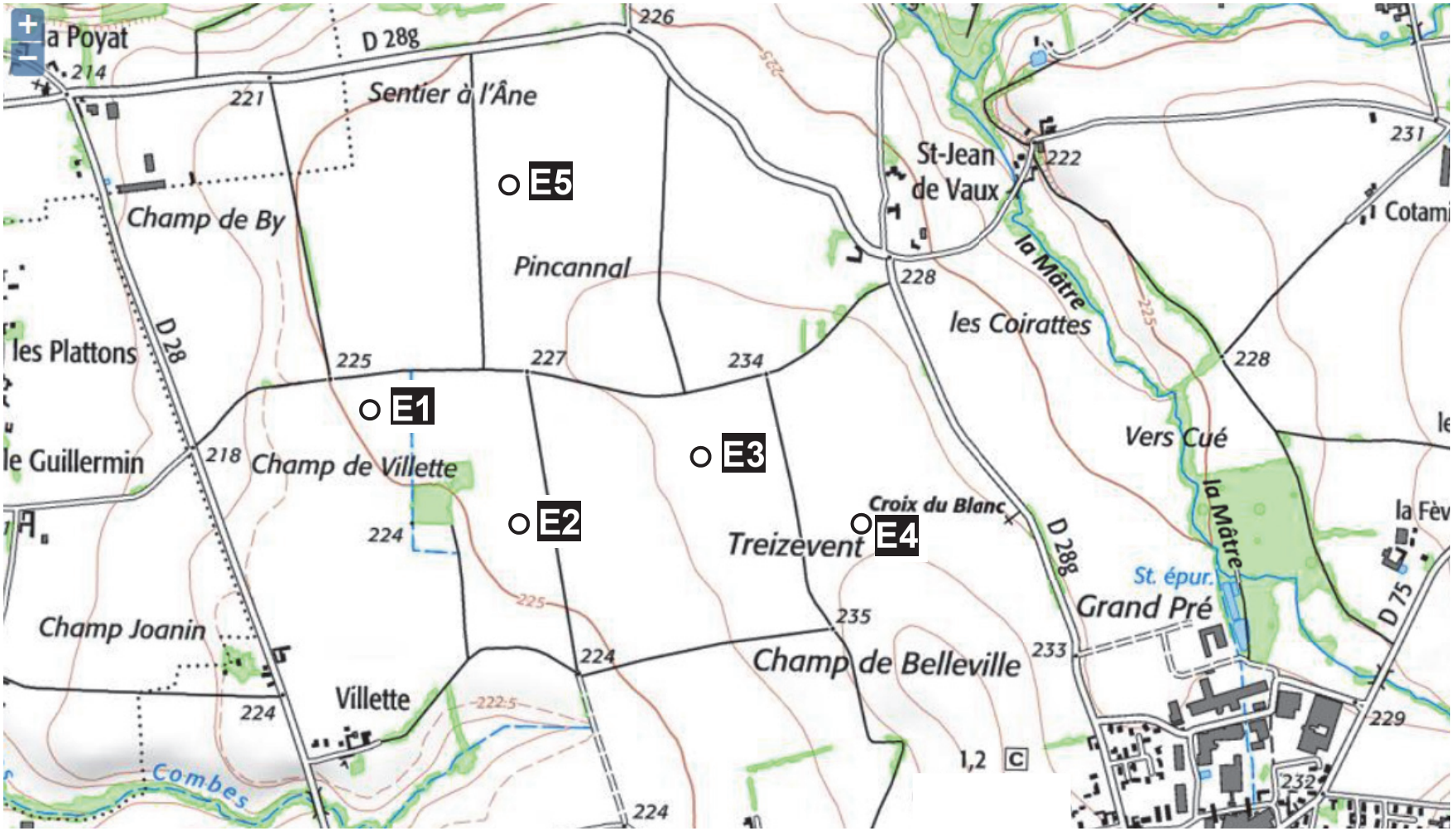
(Les numéros figurent sur la convocation, si besoin demander à un surveillant.)

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le : / /

1.2

Projet d'implantation N°2 (5 éoliennes : E1, E2, E3, E4, E5)



Modèle CCYC : ©DNE

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

PRENOM :
(en majuscules)

N° candidat :

N° d'inscription :

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

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le : / /

1.2

DR2 : analyse des deux projets

Critères Projet N°1	C1.1	C1.2	C1.3	C1.4	C1.5	C1.6	C1.7	**Total**
Pondération								

Critères Projet N°2	C2.1	C2.2	C2.3	C2.4	C2.5	C2.6	C2.7	**Total**
Pondération								

DR3 : dépenses et recettes des cinq éoliennes

Pour la ferme de cinq éoliennes sur 1 an		
Dépenses		**Recettes**
Investissement	Maintenance	

Modèle CCYC : ©DNE

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

PRENOM :
(en majuscules)

N° candidat :

N° d'inscription :

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

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le : / /

1.2

DR4 : viabilité financière

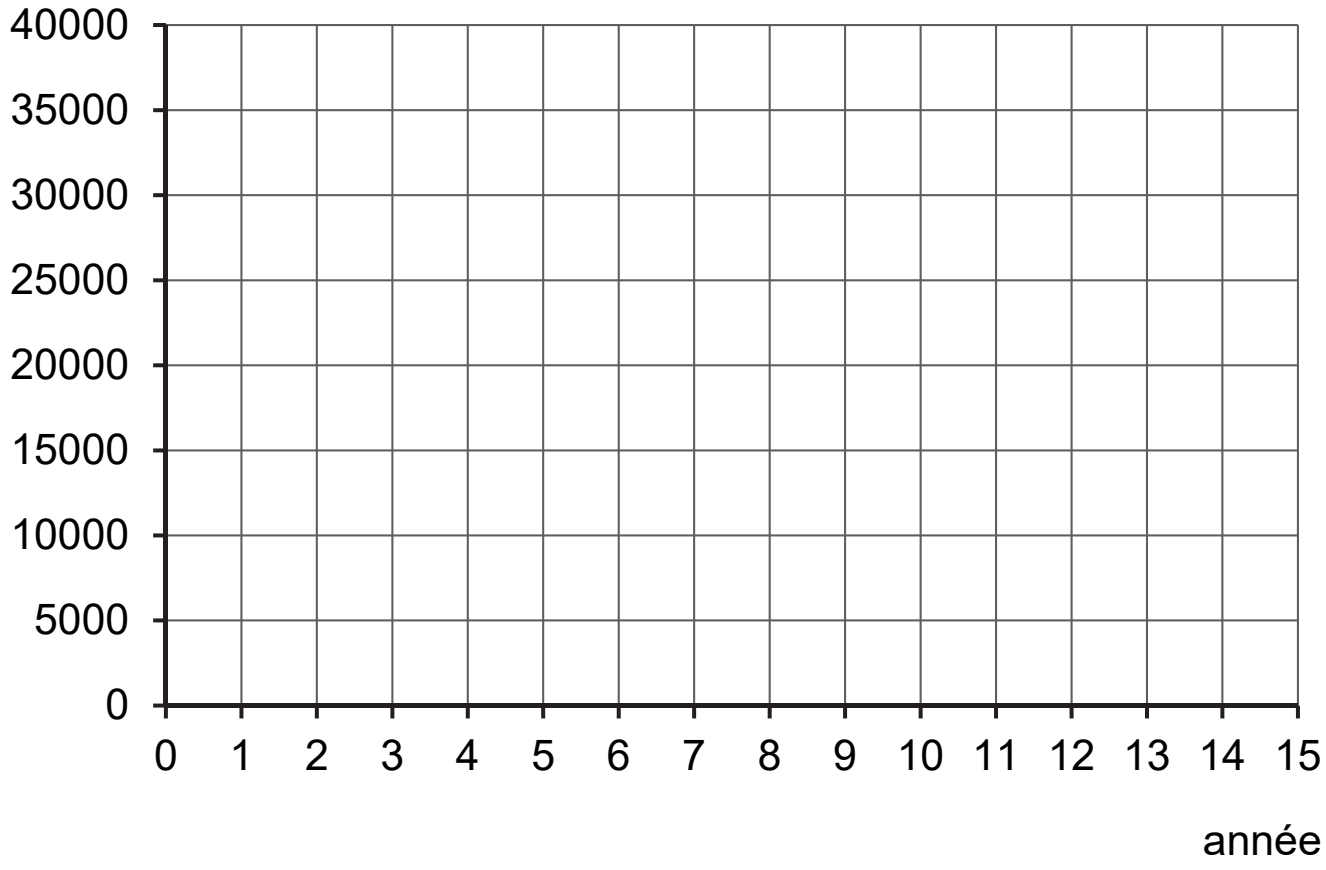
1 k€ = 1 000 €

Légende

Recettes : ——

Dépenses : - - - - -

kilo euros



Modèle CCYC : ©DNE

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

PRENOM :
(en majuscules)

N° candidat :

N° d'inscription :

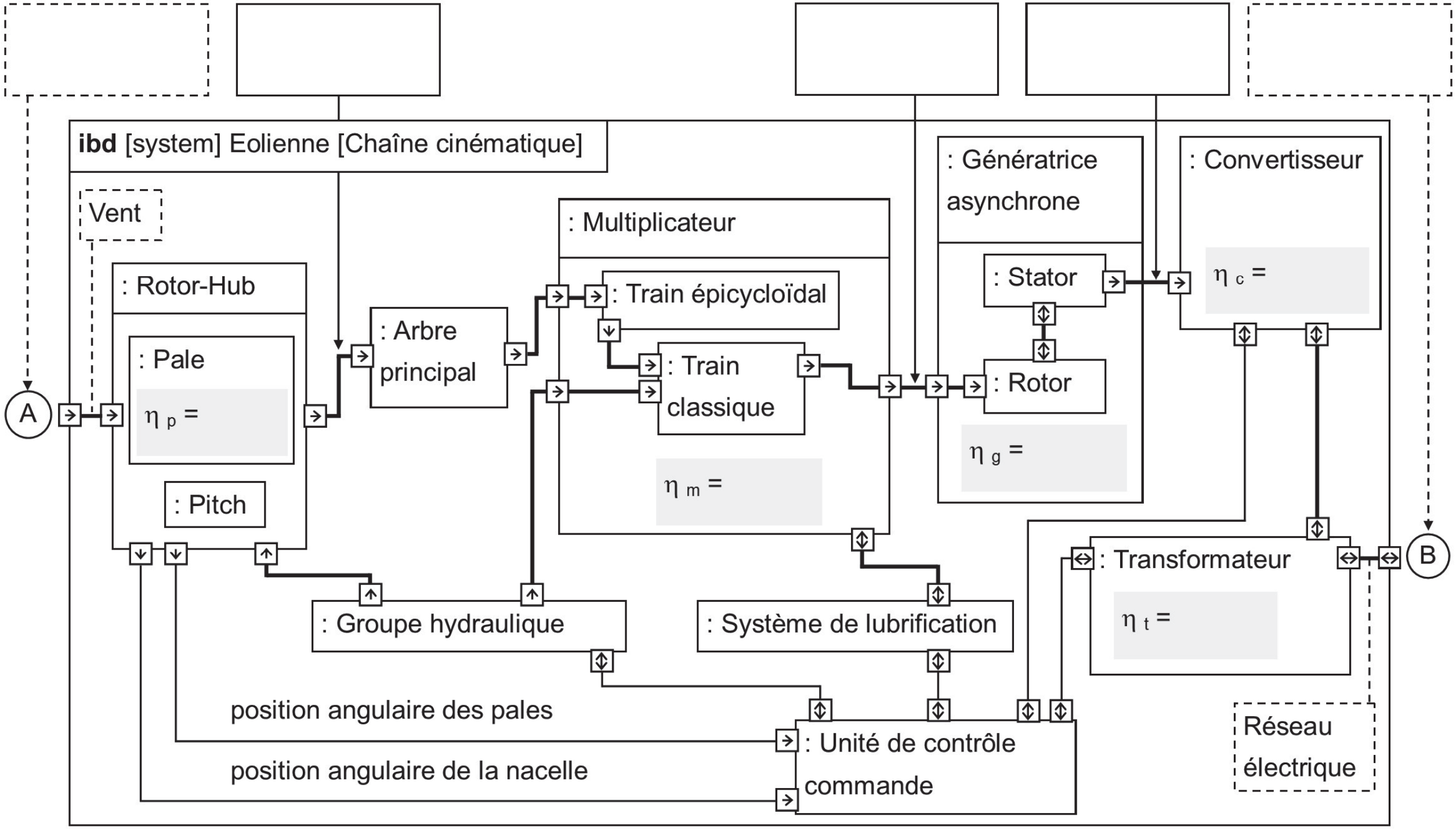
(Les numéros figurent sur la convocation, si besoin demander à un surveillant.)

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le : / /

1.2

DR5 : diagramme des blocs internes (ibd)



Modèle CCYC : ©DNE

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

PRENOM : *(en majuscules)*

N° candidat :

N° d'inscription :

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

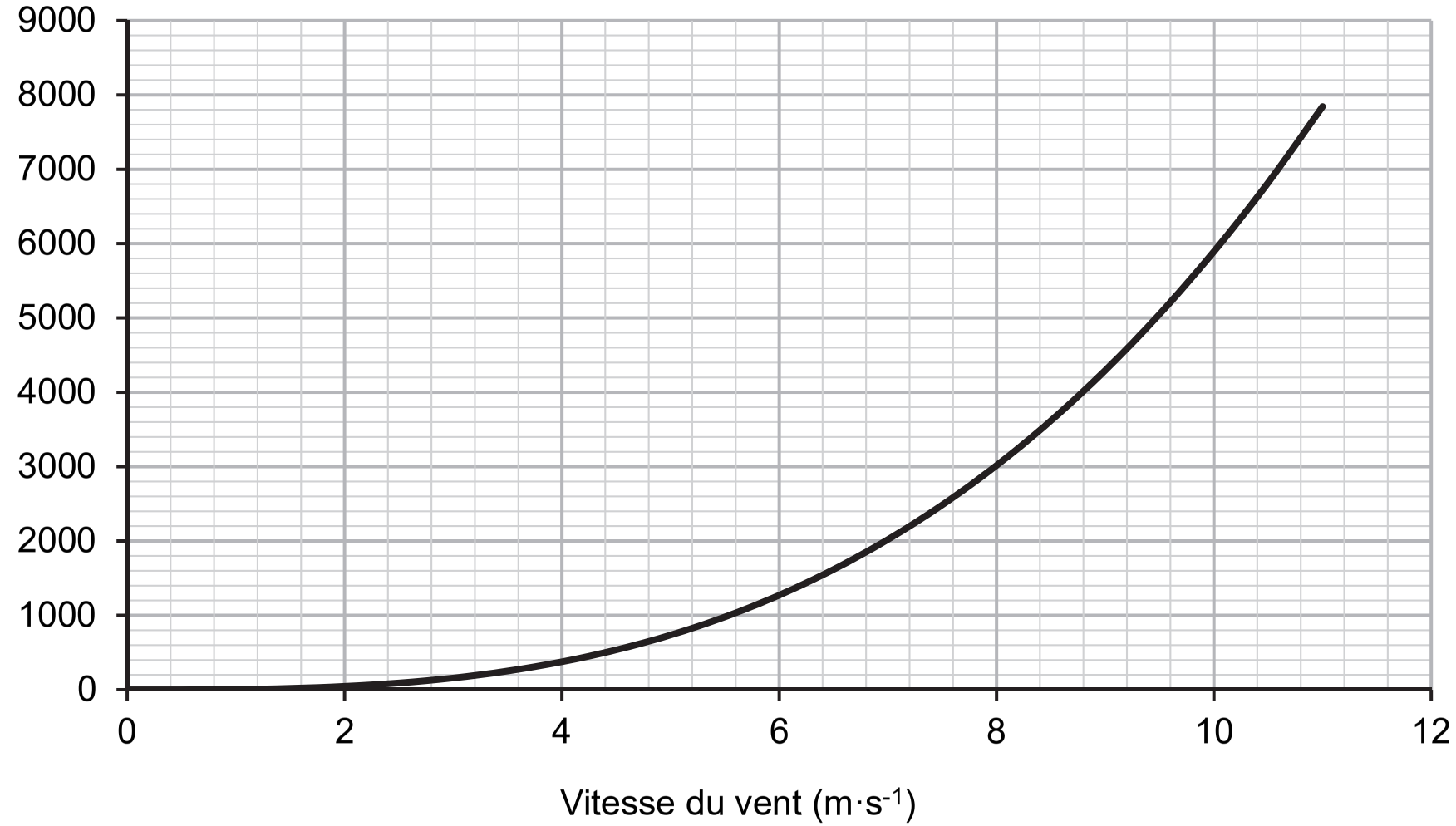
Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le : / /

1.2

DR6 : courbe de puissance du vent

Puissance du vent Pv à l'entrée de l'éolienne



Modèle CCYC : ©DNE

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

PRENOM :
(en majuscules)

N° candidat :

N° d'inscription :

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

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

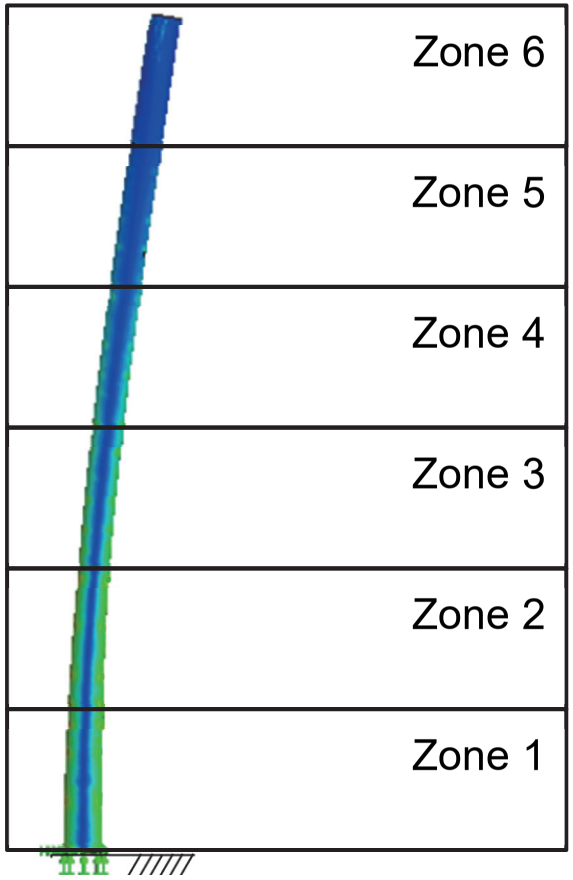
Né(e) le : / /

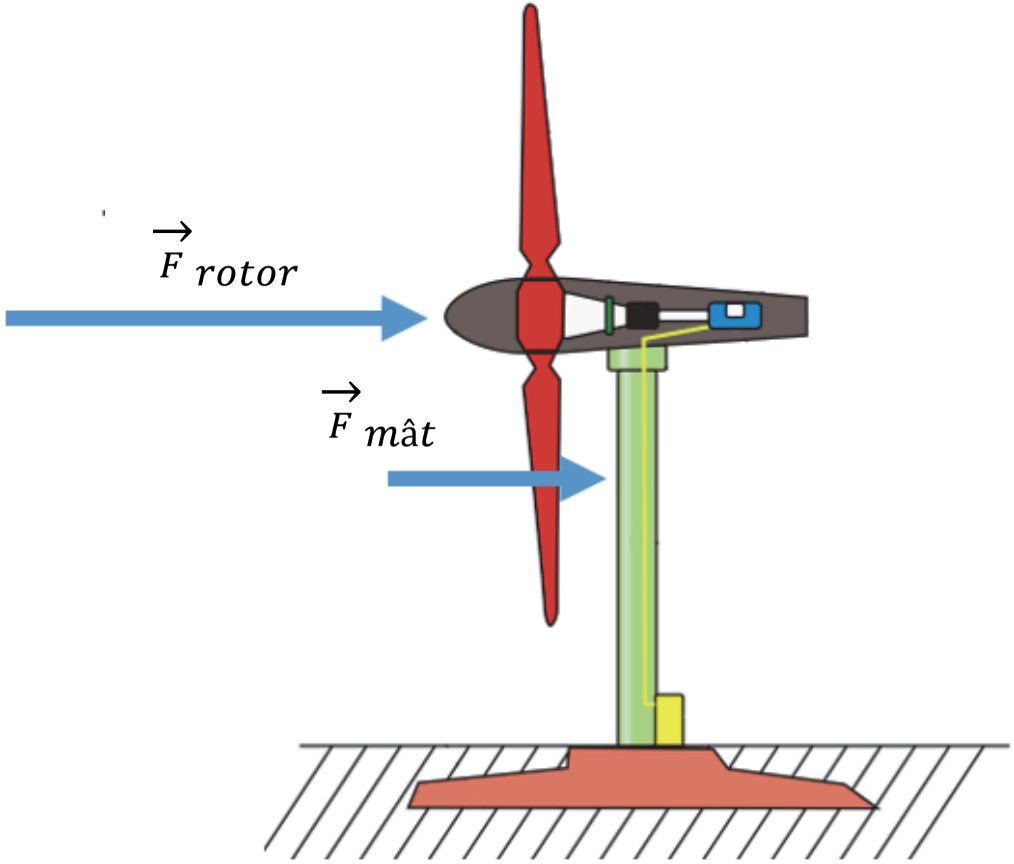
1.2

DR7 : résistance du mât seul

Zone la plus sollicitée

Simulation du mât isolé





Modèle CCYC : ©DNE

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

PRENOM :
(en majuscules)

N° candidat :

N° d'inscription :

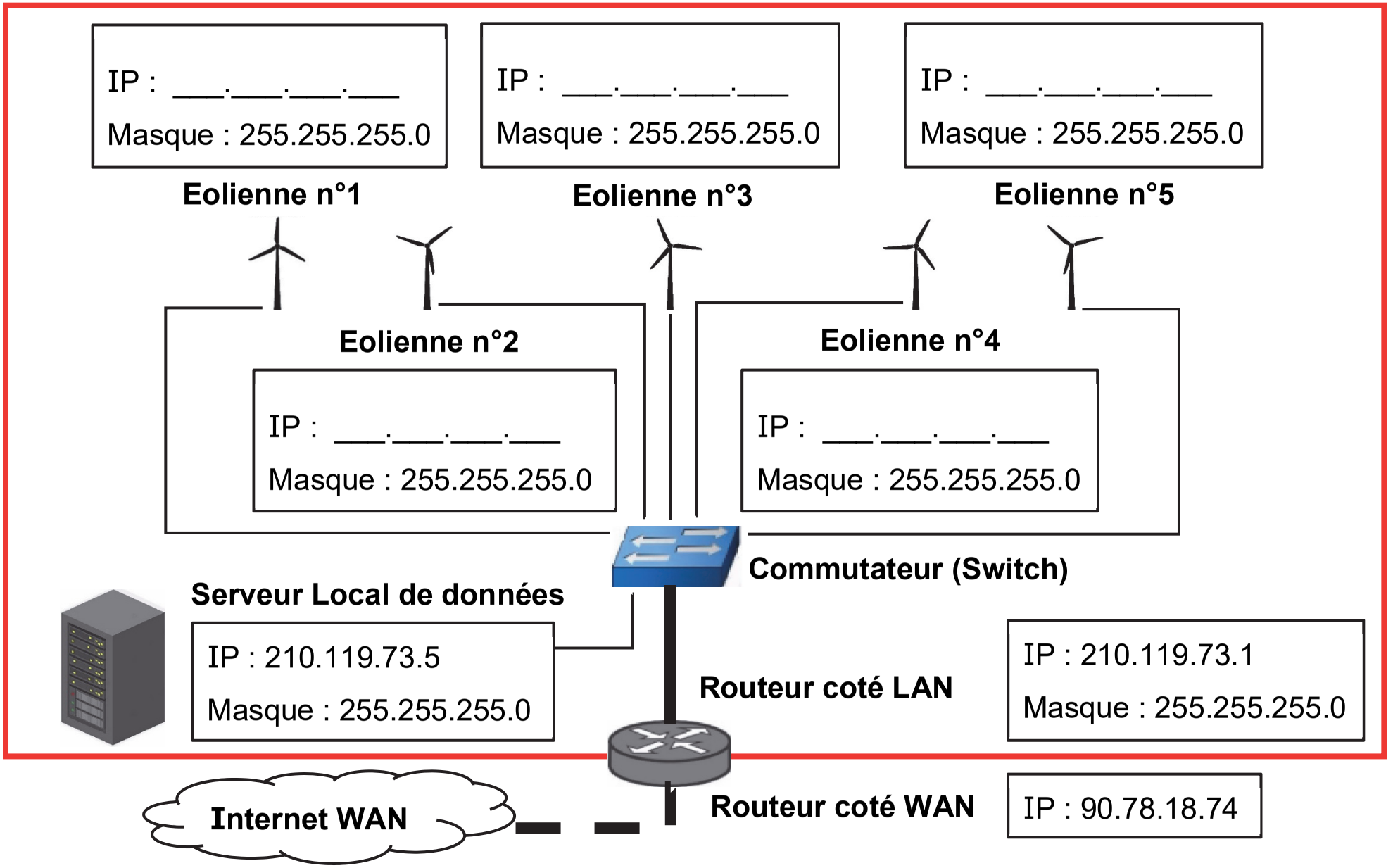
(Les numéros figurent sur la convocation, si besoin demander à un surveillant.)

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le : / /

1.2

DR8 : réseau local (LAN) site d'éoliennes



Modèle CCYC : ©DNE

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

PRENOM :
(en majuscules)

N° candidat :

N° d'inscription :

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

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le : / /

1.2

Partie spécifique (1,5h) ..... **40 points**

Vous prendrez une nouvelle copie pour traiter cette partie.

Énergies et environnement

Projet de ferme éolienne



Pages agrandies

Présentation de l'étude et questionnement 28

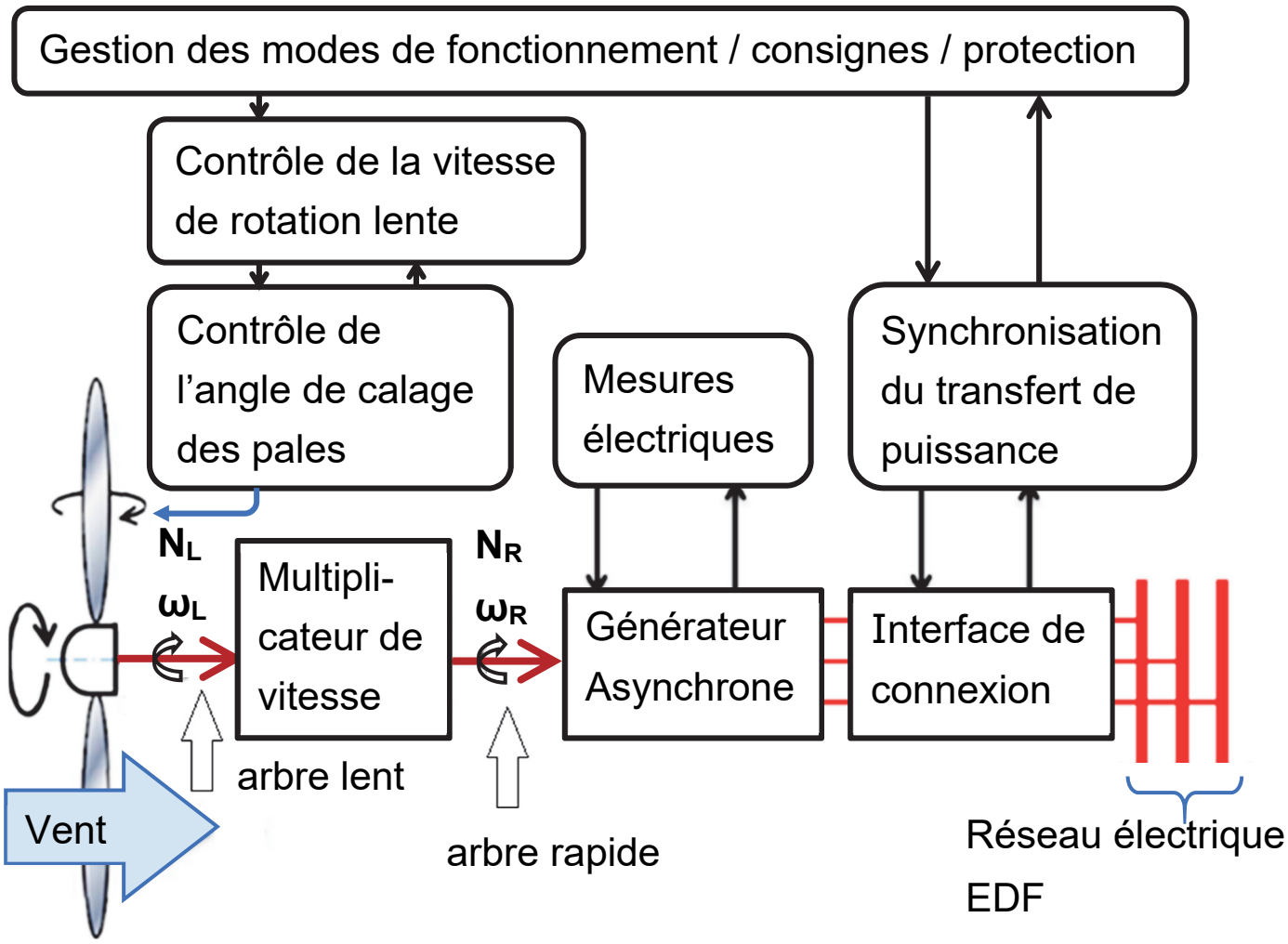
Documents techniques DTS1 à DTS2 36

Documents réponse DRS1 à DRS5 37

Mise en situation :

La ferme éolienne est composée de cinq éoliennes de puissance 2,4 MW chacune pour une puissance totale de 12 MW. La constitution de l'éolienne est présentée dans le document technique DTS1.

Le synoptique ci-dessous décrit de manière simplifiée la structure de la chaine de puissance de l'éolienne.



Notation :

– Sur l'arbre lent (entrée multiplicateur de vitesse) : la vitesse de rotation est notée N_L ($tr \cdot min^{-1}$) et la vitesse angulaire ω_L ($rad \cdot s^{-1}$).

– Sur l'arbre rapide (sortie multiplicateur de vitesse) : la vitesse de rotation est notée N_R ($tr \cdot min^{-1}$) et la vitesse angulaire ω_R ($rad \cdot s^{-1}$).

Travail demandé

Partie A : la production d'énergie électrique de l'éolienne est-elle optimale ?

La puissance nominale de l'éolienne (2,4 MW) est obtenue pour une vitesse de rotation de l'arbre rapide N_R = 1 500 tr·min^{-1} et une vitesse de vent V = 11 m·s^{-1}.

Question A.1 – DRS1 : Préciser le paramètre qui permet de tracer les différentes courbes du document réponse DRS1.

L'étage d'adaptation de la vitesse de rotation est un multiplicateur de vitesse dont le facteur de multiplication est égal à m = 114,6.

Question A.2 : Calculer la vitesse nominale de rotation de l'arbre lent N_L en tr·min^{-1} à l'entrée du multiplicateur pour la puissance nominale de l'éolienne.

Question A.3 – DRS1 : Calculer la vitesse angulaire nominale ω_L de l'arbre lent exprimée en rad·s^{-1}. **Placer** le point de fonctionnement sur le document réponse DRS1 et **vérifier** la puissance obtenue pour une vitesse de vent V = 11 m·s^{-1}.

Question A.4 – DRS2 : Compléter le tableau du document DRS2 en reportant pour chaque vitesse de vent, la puissance maximale disponible sur l'arbre lent (entrée du multiplicateur de vitesse).

Question A.5 – DRS3 : Sur le réseau de courbe du document réponse DRS3, **tracer** les points à la puissance maximale pour chaque vitesse de vent.

La vitesse de rotation de l'éolienne est imposée par la fréquence du réseau EDF et correspond à une vitesse angulaire $\omega_L = 1{,}37\ rad \cdot s^{-1}$.

Question A.6 – DRS3 : Positionner les points de fonctionnement sur le réseau de courbes pour une vitesse angulaire maintenue constante et égale à $\omega_L = 1{,}37\ rad \cdot s^{-1}$.

Question A.7 – DRS3 : Comparer les points de fonctionnement pour $\omega_L = 1{,}37\ rad \cdot s^{-1}$ aux points correspondant à la puissance maximale sur le réseau de courbes et **conclure** en argumentant votre réponse.

Partie B : quel dispositif permet d'améliorer la production d'énergie ?

Pour optimiser la production de l'éolienne, celle-ci doit être orientée en permanence face au vent. Une mesure de la direction du vent est effectuée à l'aide d'une girouette située à l'arrière de la nacelle. Le but de cette étude est d'analyser le dispositif d'asservissement afin d'orienter la nacelle face au vent.

Le document DTS2 présente la structure de l'asservissement de la position angulaire $\theta n(°)$ de la nacelle à la position angulaire $\theta g(°)$ de la girouette.

L'écart d'angle admissible est $\theta a = \pm 12°$, la vitesse de rotation de la nacelle est de $0{,}5° \cdot s^{-1}$.

Pour réaligner la nacelle dans la direction de la girouette, la loi de commande implantée dans le bloc de correction est donnée ci-dessous :
– si $\theta g - \theta n > \theta a$ alors le moteur sera commandé dans le sens horaire (sens +) ;
– si $\theta g - \theta n < -\theta a$ alors le moteur sera commandé dans le sens anti-horaire (sens -) ;
– si $\theta g - \theta n = 0$ alors le moteur est arrêté.

Des mesures ont permis de relever respectivement les angles $\theta n = 15°$ et $\theta g = 28°$.

Question B.1 : Calculer l'écart $\theta g - \theta n$ pour ces valeurs.

Question B.2 : Justifier qu'il est nécessaire de commander la nacelle en rotation.
Calculer le temps nécessaire pour remettre la nacelle face au vent.

Question B.3 – DRS4 : Compléter le diagramme d'état permettant de piloter le sens de rotation du moteur de positionnement de la nacelle.

Un modèle de simulation a permis de relever l'allure de l'écart d'angles $\theta g - \theta n$ permettant la commande du moteur dans les deux sens de rotation.

Question B.4 – DRS5 : Reporter sur le graphique du document DRS5, les valeurs de l'angle admissible $\theta a = \pm 12°$.

Question B.5 – DRS5 : Tracer l'allure du graphe de commande du moteur de rotation sur le document DRS5.

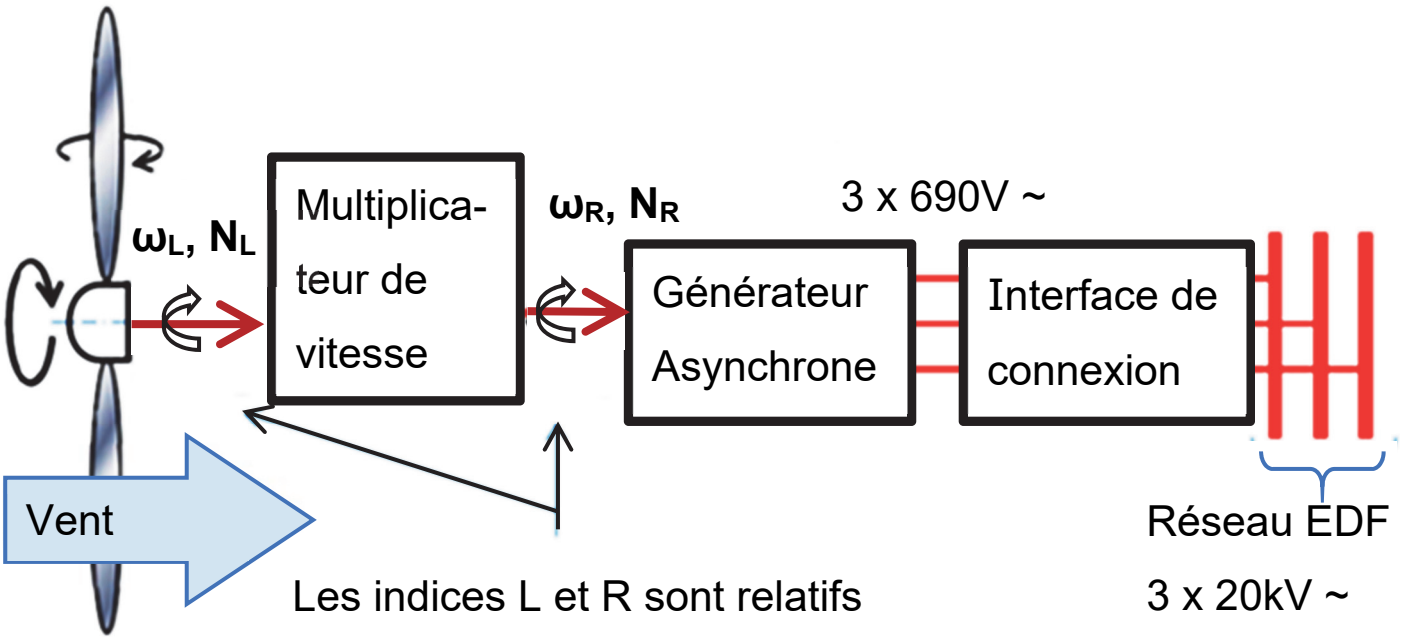
Question B.6 : Conclure sur l'intérêt de la mise en œuvre du dispositif d'asservissement d'orientation de la nacelle.

PARTIE C : comment produire une énergie électrique adaptée au réseau ?

Le couplage de l'éolienne au réseau électrique est établi lorsque le générateur asynchrone atteint une vitesse de rotation dite de « synchronisme » Ns de 1500 tr·min^{-1}. La fréquence de la tension du réseau est fixe et de valeur f = 50 Hz.

Le glissement de la génératrice asynchrone est négligé et Ns = N_R.

Synoptique de la structure de production de l'énergie électrique



L'interface de connexion permet le raccordement au réseau électrique.

Pour réaliser le couplage, il faut s'assurer que la fréquence de la génératrice avant couplage au réseau ne dépasse pas un écart de fréquence de $\Delta f = \pm 1Hz$.

La vitesse de synchronisme Ns exprimée en $tr \cdot min^{-1}$ est donnée par la relation suivante :

$\mathbf{Ns} = \frac{\mathbf{60 \cdot f}}{\mathbf{p}}$ avec p, nombre de paires de pôle et f, fréquence en Hz.

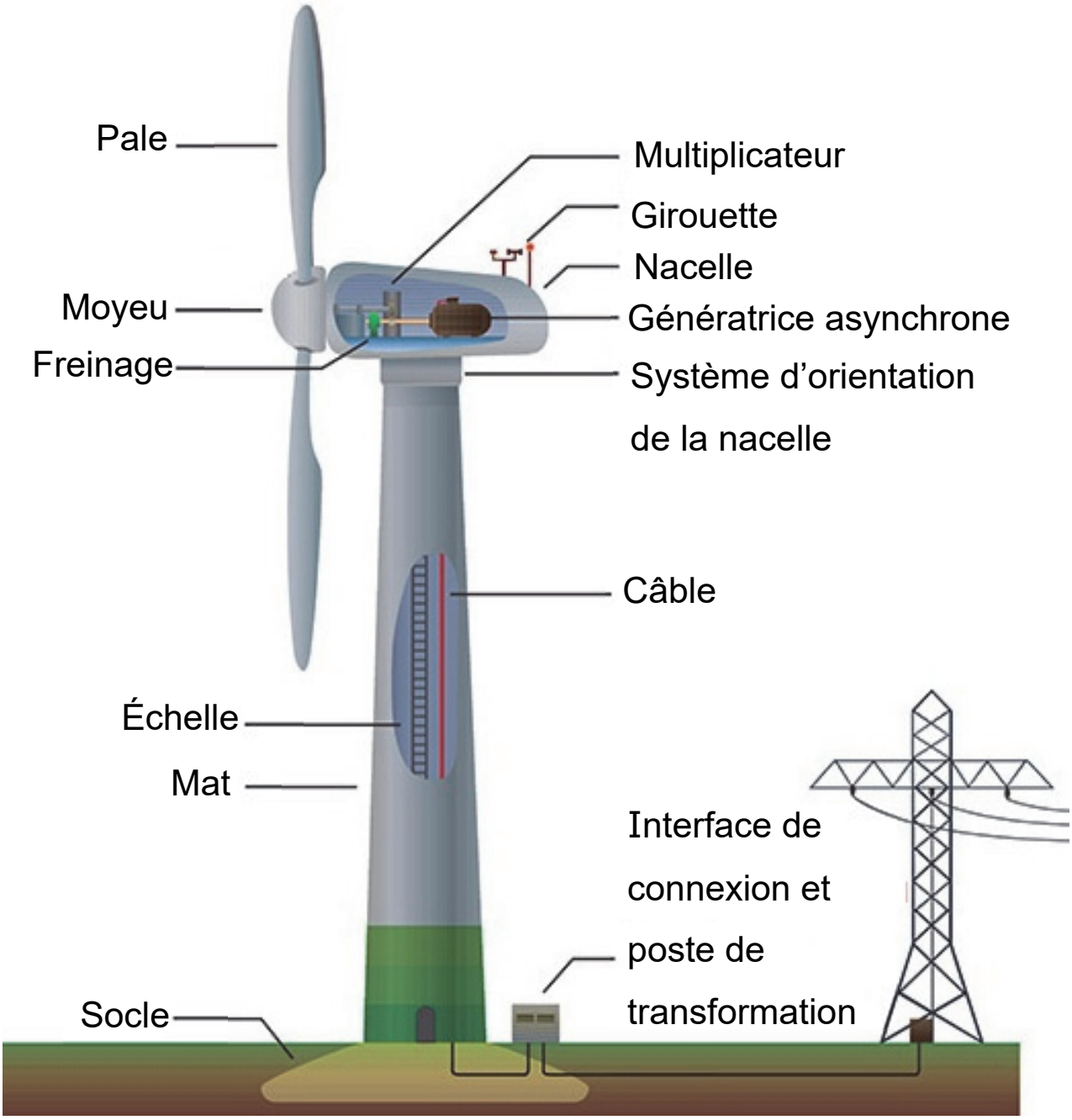
Question C.1 : Calculer le nombre de pôle du générateur asynchrone.

Question C.2 : En tenant compte de l'écart de fréquence admissible, **déterminer** l'écart de vitesse ΔN_R admissible sur l'arbre rapide en $tr \cdot min^{-1}$.

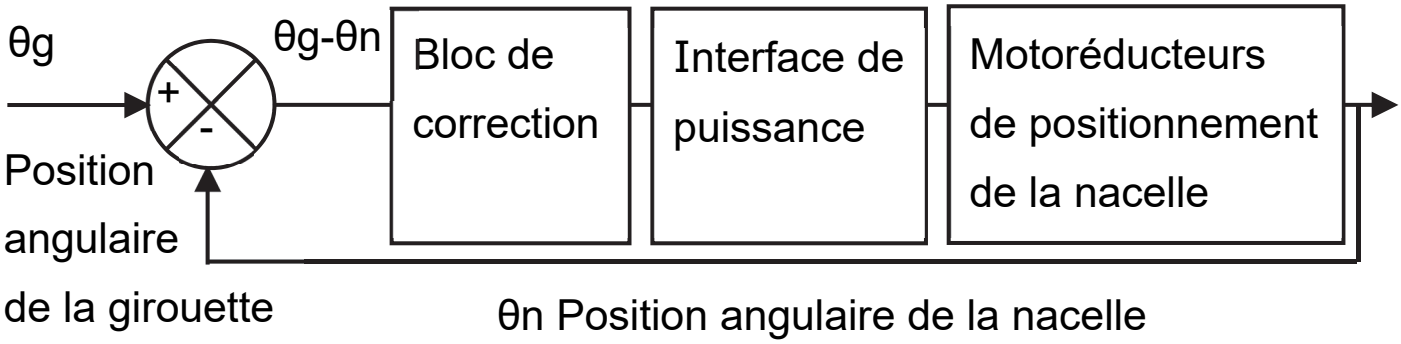
Question C.3 : En déduire l'écart de vitesse admissible sur l'arbre lent en $tr \cdot min^{-1}$.
Exprimer la valeur avec deux chiffres significatifs.

Question C.4 : Conclure sur la possibilité de vérifier cet écart compte tenu de la précision du capteur de vitesse qui est de 0,1 $tr \cdot min^{-1}$ sur l'arbre lent.

DTS1 : constitution de l'éolienne



DTS2 : boucle d'asservissement de la nacelle

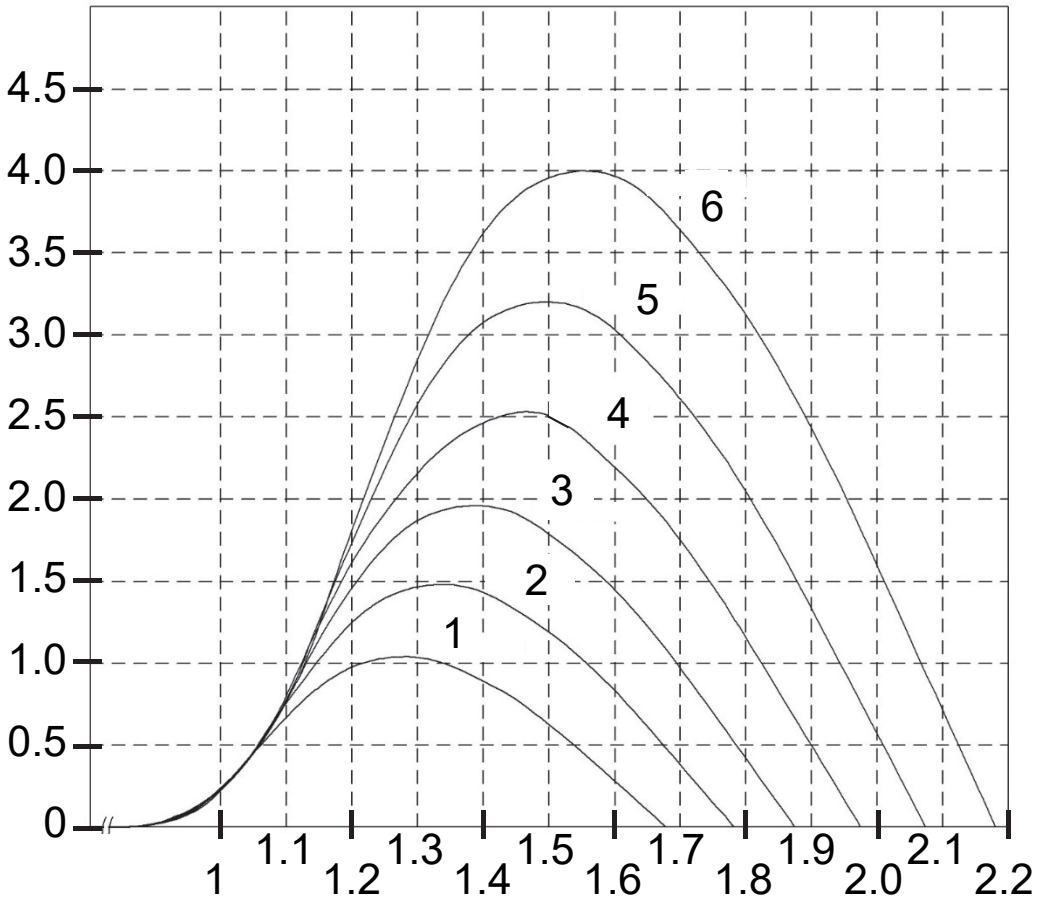


DRS1 : courbes de puissance mécanique en fonction de la vitesse angulaire de l'arbre lent

Question A.3

Note du transcripteur : Les valeurs des courbes sont légendées et présentées à droite du graphique.

Puissance mécanique (MW) sur l'arbre lent



1 : V = 8 m.s^{-1}

2 : V = 9 m.s^{-1}

3 : V = 10 m.s^{-1}

4 : V = 11 m.s^{-1}

5 : V = 12 m.s^{-1}

6 : V = 13 m.s^{-1}

Arbre lent : ω_L vitesse angulaire (rad·s^{-1})

Modèle CCYC : ©DNE

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

PRENOM :
(en majuscules)

N° candidat :

N° d'inscription :

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

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le : / /

1.2

DRS2 : tableau des puissances mécaniques maximales

Question A.4

Vent V($m \cdot s^{-1}$)	8	9	10	11	12	13
Puissance mécanique max disponible en MW						

Modèle CCYC : ©DNE

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

PRENOM :
(en majuscules)

N° candidat :

N° d'inscription :

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

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le : / /

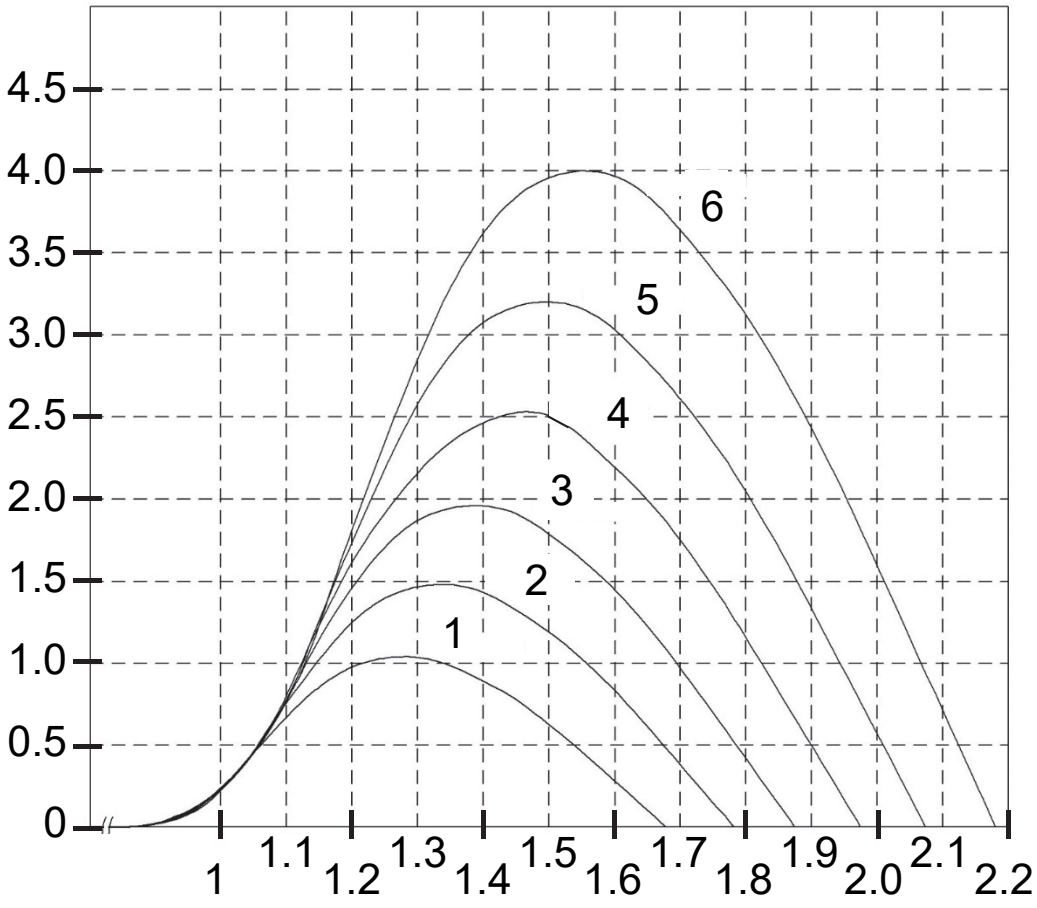
1.2

DRS3 : courbes de puissance mécanique en fonction de la vitesse angulaire de l'arbre lent

Questions A.5, A.6 et A.7

Note du transcripteur : Les valeurs des courbes sont légendées et présentées à droite du graphique.

Puissance mécanique (MW) sur l'arbre lent



1 : V = 8 m.s^{-1}

2 : V = 9 m.s^{-1}

3 : V = 10 m.s^{-1}

4 : V = 11 m.s^{-1}

5 : V = 12 m.s^{-1}

6 : V = 13 m.s^{-1}

Arbre lent : ω_L vitesse angulaire (rad·s^{-1})

Modèle CCYC : ©DNE

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

PRENOM :
(en majuscules)

N° candidat :

N° d'inscription :

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

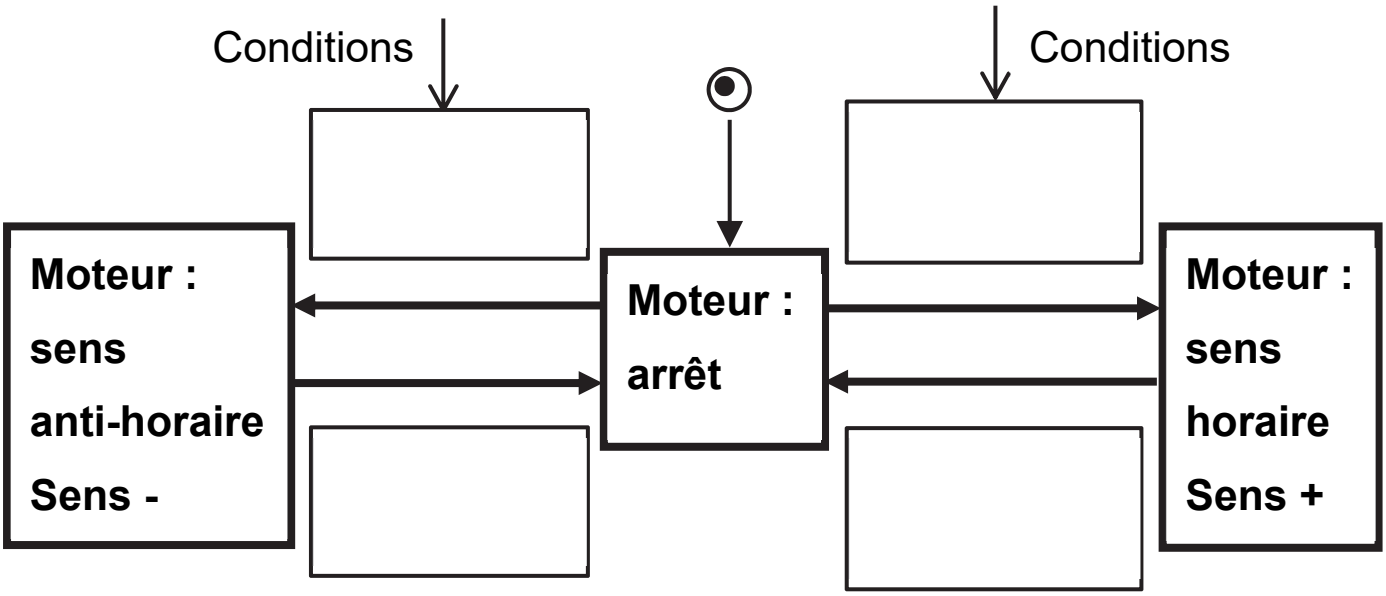
Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le : / /

1.2

DRS4 : diagramme d'état de commande du sens de rotation moteur

Questions B.3



Modèle CCYC : ©DNE

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

PRENOM :
(en majuscules)

N° candidat :

N° d'inscription :

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

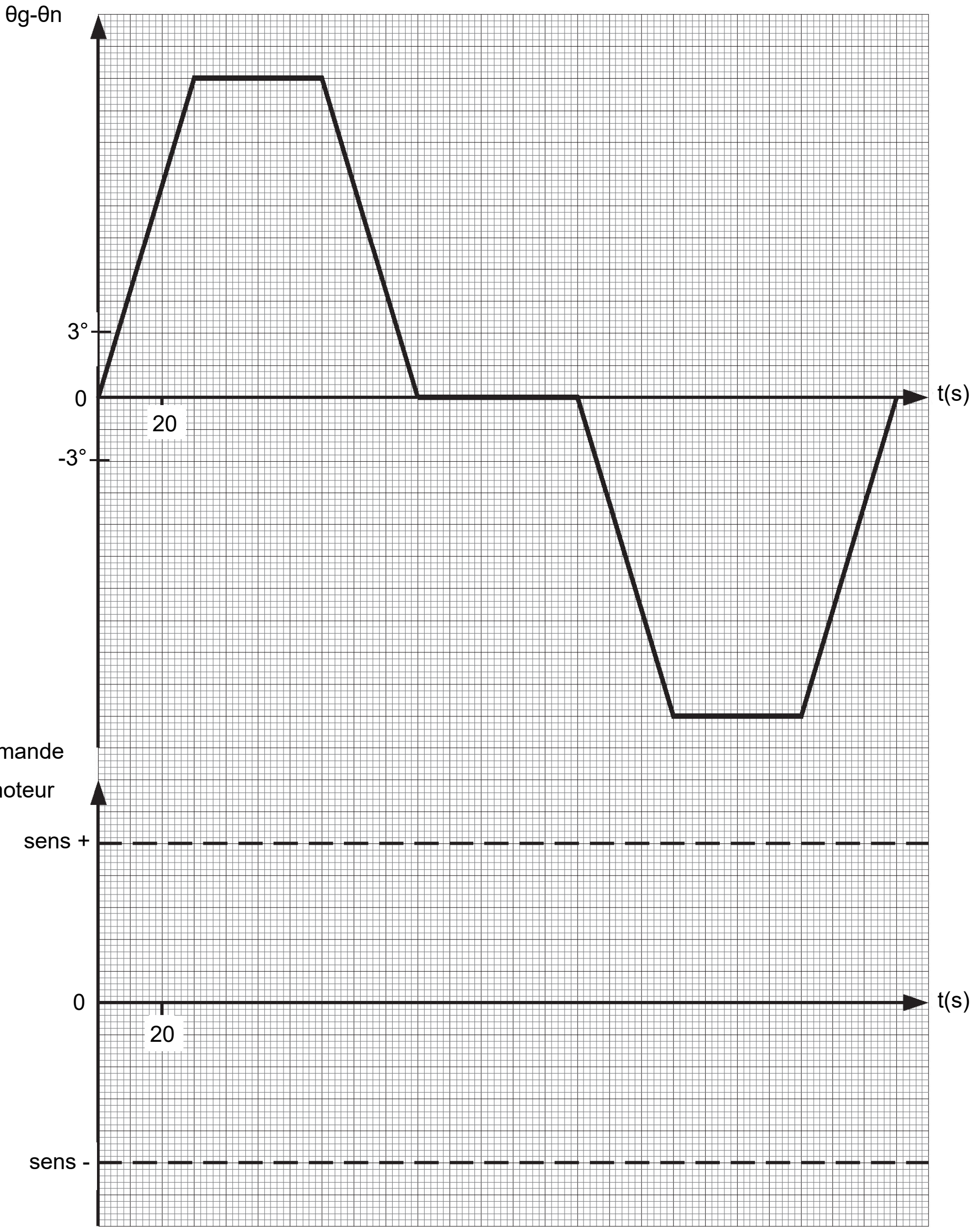
Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le : / /

1.2

DRS5 : courbes d’évolution de l’écart d’angle

Questions B.4, B.5



Modèle CCYC : ©DNE

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

PRENOM : *(en majuscules)*

N° candidat :

N° d'inscription :

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

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le : / /

1.2