

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE

Épreuve d'enseignement de spécialité

Session 2025

**Sciences et technologies de l'industrie
et du développement durable**

Ingénierie, innovation et développement durable

Systèmes d'information et numérique

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 collègue » est autorisé.

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

Ce sujet comporte 30 pages numérotées de 1/30 à 30/30 dans la version originale et **70 pages numérotées de 1/70 à 70/70 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.

Projet de ferme éolienne



Pages agrandies

- Présentation de l'étude et questionnaire 3
- Documents techniques DT1 à DT4 17
- Documents réponses DR1 à DR8 26

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.

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 réglementation 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 $5,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 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 P_v (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.

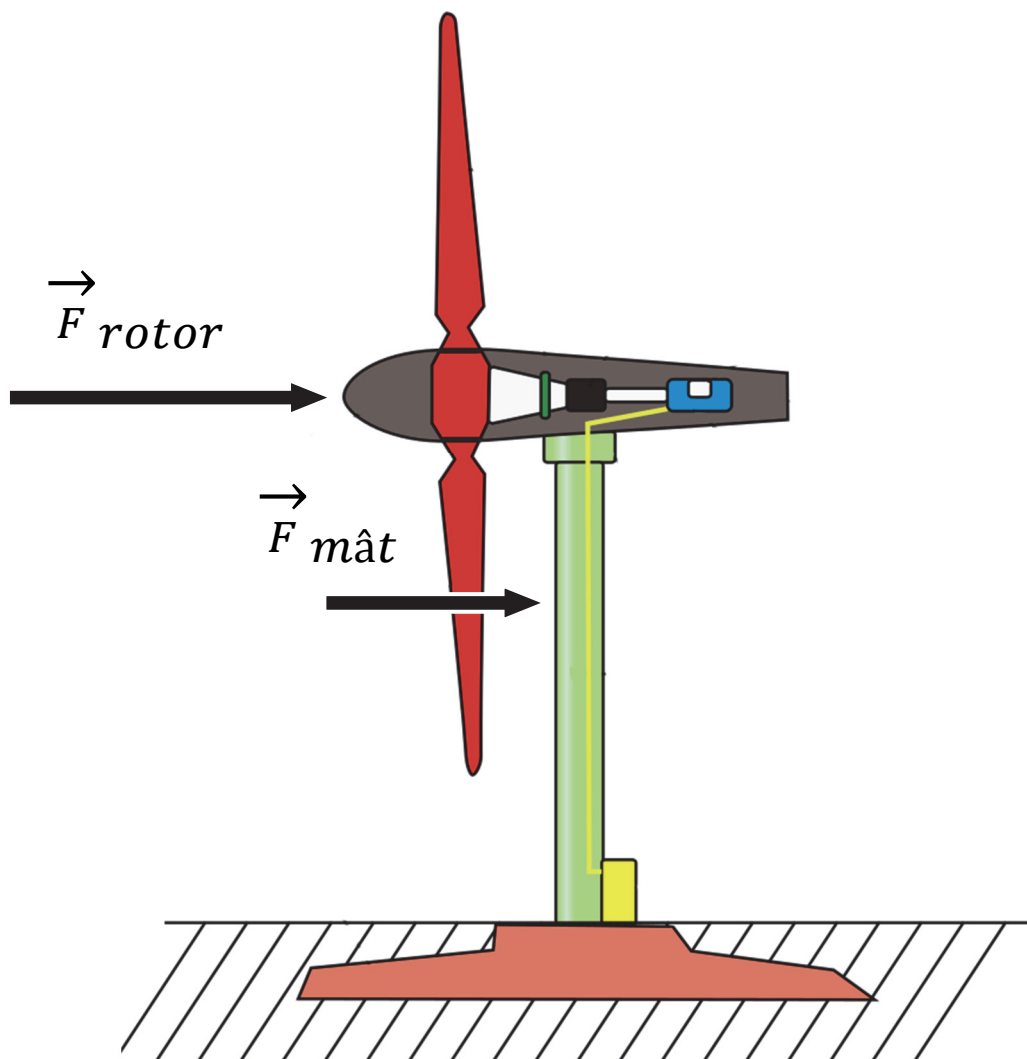
En déduire l'énergie produite sur une année en prenant la puissance moyenne fournie par le vent égale à 1 MW pour une éolienne.

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

$$R_e = 6,204 \cdot 10^8 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2} ;$$

– la contrainte maximale relevée dans le mât est

$$\sigma_{\max} = 7,056 \cdot 10^7 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2}.$$

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 $V_{\text{cylindrique}} = 34,7 \text{ m}^3$;
- solution 2 : une forme conique creuse dont le volume total de matière est $V_{\text{conique}} = 27,78 \text{ m}^3$.

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 $\text{tr} \cdot \text{min}^{-1}$ 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 $13,2 \text{ tr} \cdot \text{min}^{-1}$. La précision de mesure de vitesse nécessaire au fonctionnement de l'éolienne est de $0,1 \text{ tr} \cdot \text{min}^{-1}$.

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

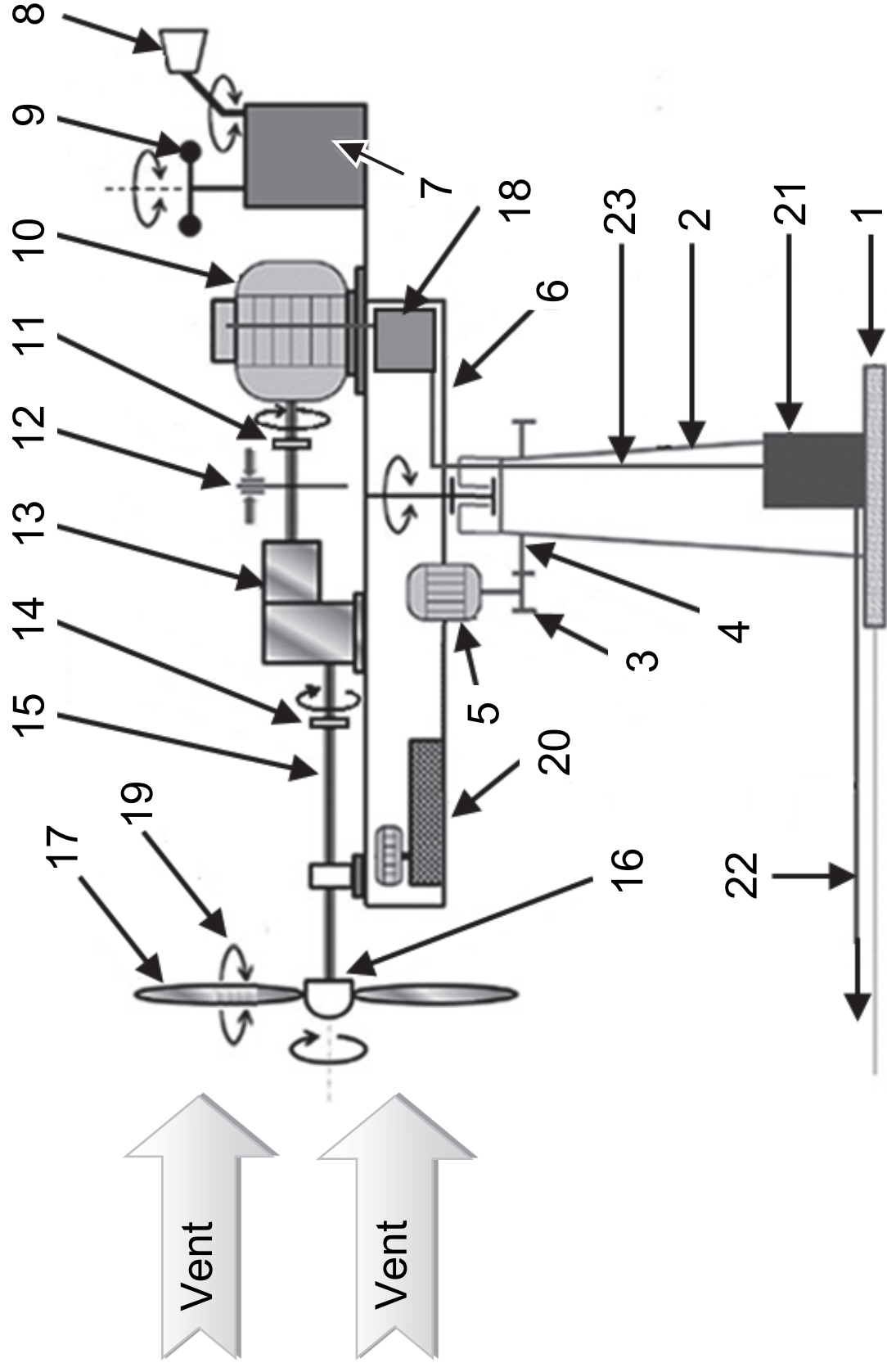
Note du transcripteur : Tableau adapté en liste.

- **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	7	Unité centrale de traitement
2	Mât	8	Girouette
3	Pignon d'entraînement de la nacelle	9	Anémomètre
4	Roue dentée liée au mât	10	Génératrice asynchrone (rendement 90%)
5	Moteur d'orientation de la nacelle	11	Accouplement mécanique haute vitesse
6	Nacelle orientable	12	Frein à disque

	Désignation		Désignation
13	Multiplicateur de vitesse (rendement 85%)	19	Dispositif de calage des pales
14	Accouplement mécanique basse vitesse	20	Groupe hydraulique
15	Arbre lent	21	Transformateur (rendement 95%)
16	Moyeu du rotor à 3 pales	22	Liaison électrique avec réseau triphasé 20 kV ENEDIS
17	Pales à orientation variable (rendement 80%)	23	Câble basse tension triphasé 690 V~
18	Convertisseur (rendement 99%)		

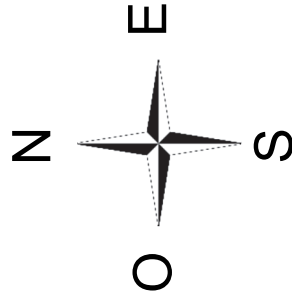
DR1 : implantation des éoliennes

Légende utile

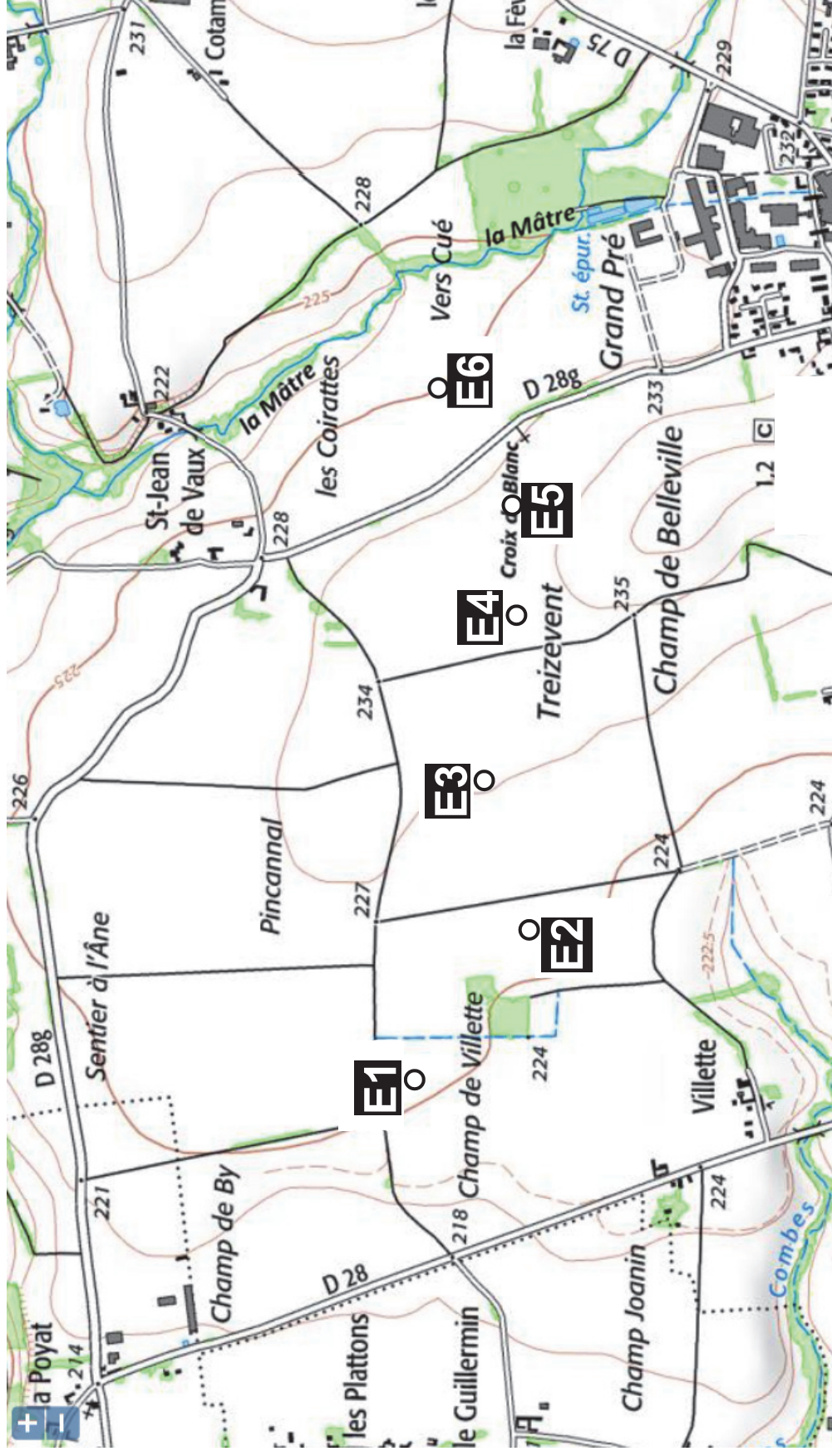
■ : habitations

○ : éolienne

Échelle des plans :  200m



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



NOM DE FAMILLE (naissance) :
(en majuscules)

[illegible]

PRENOM :
(en majuscules)

[illegible]

N° candidat :

[illegible]

N° d'inscription :

--	--	--

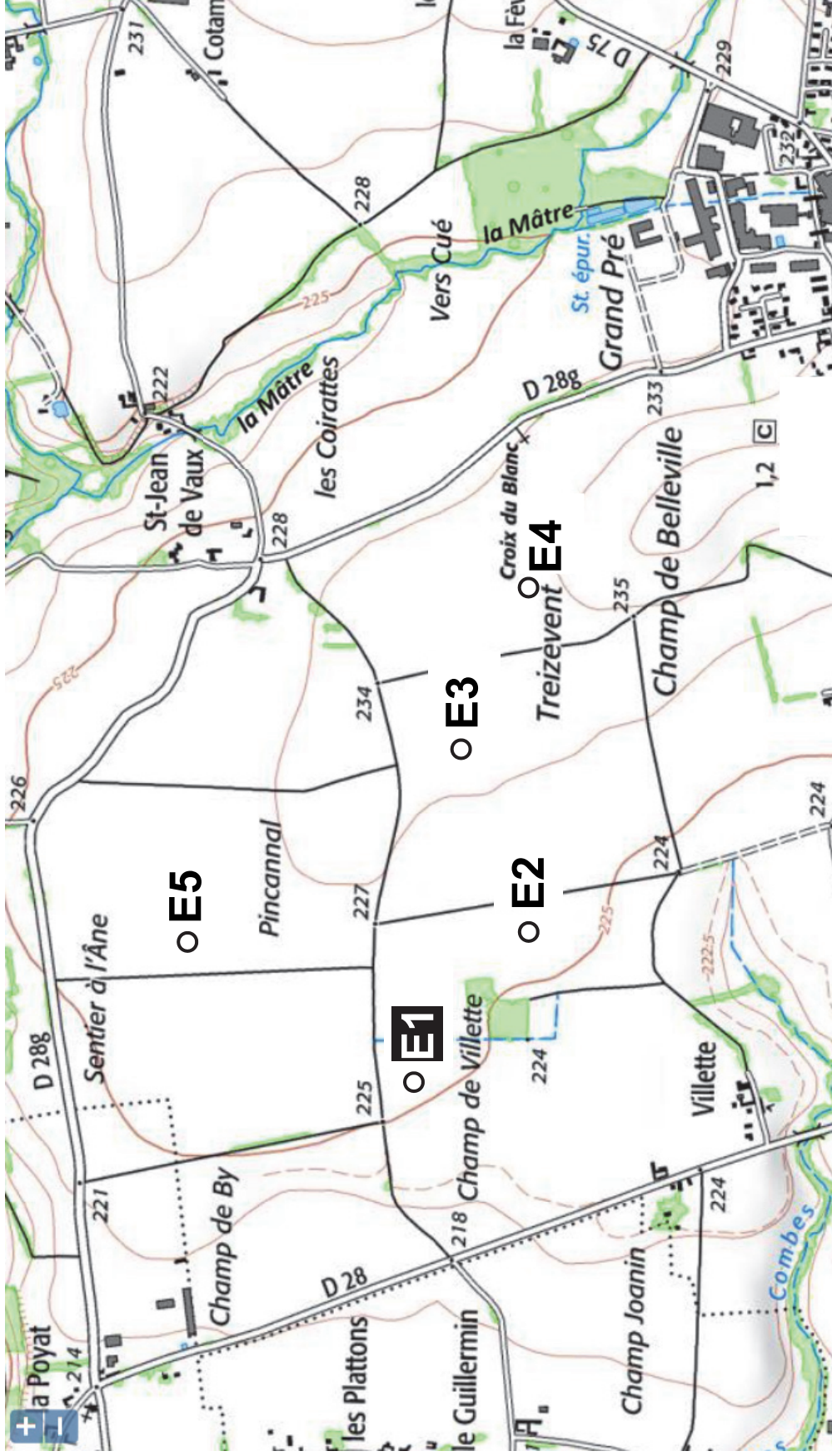
(Les numéros figurent sur la convocation, si besoin demander à un surveillant.)

Né(e) le :

--	--	--	--



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



NOM DE FAMILLE (naissance) :
(en majuscules)

[illegible]

PRENOM :
(en majuscules)

[illegible]

N° candidat :

[illegible]

N° d'inscription :

--	--	--

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

Né(e) le :



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								

NOM DE FAMILLE (naissance) :
(en majuscules)

[illegible]

PRENOM :
(en majuscules)

[illegible]

N° candidat :

[illegible]

N° d'inscription :

--	--	--

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

Né(e) le :



DR3 : dépenses et recettes des cinq éoliennes

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

NOM DE FAMILLE (naissance) :
(en majuscules)

[illegible]

PRENOM :
(en majuscules)

[illegible]

N° candidat :

[illegible]

N° d'inscription :

--	--	--

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

Né(e) le :

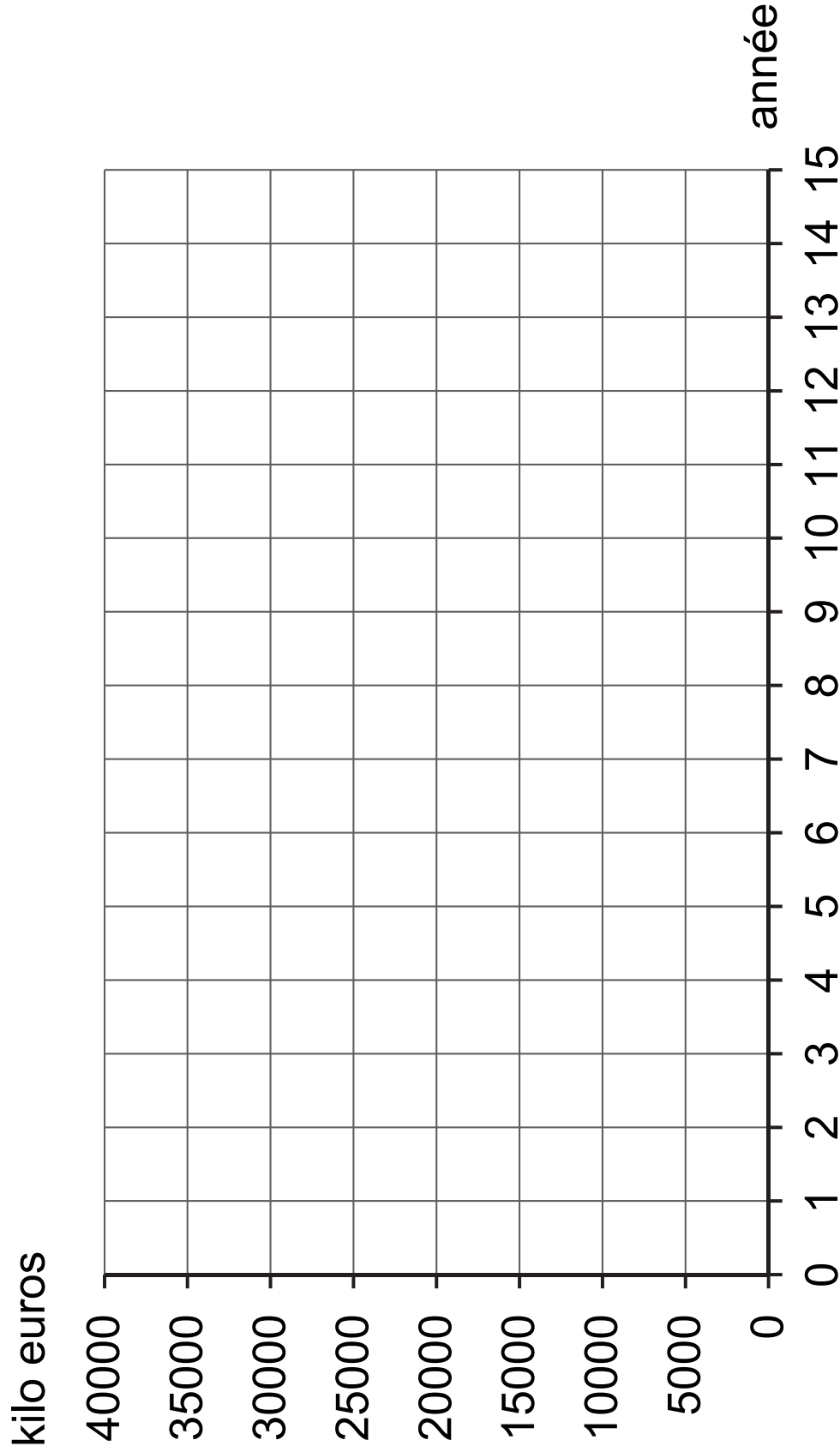
--	--	--	--



DR4 : viabilité financière

1 k€ = 1 000 €

Légende : Recettes : — ; Dépenses : -----



NOM DE FAMILLE (naissance) :
(en majuscules)

[illegible]

PRENOM :
(en majuscules)

[illegible]

N° candidat :

[illegible]

N° d'inscription :

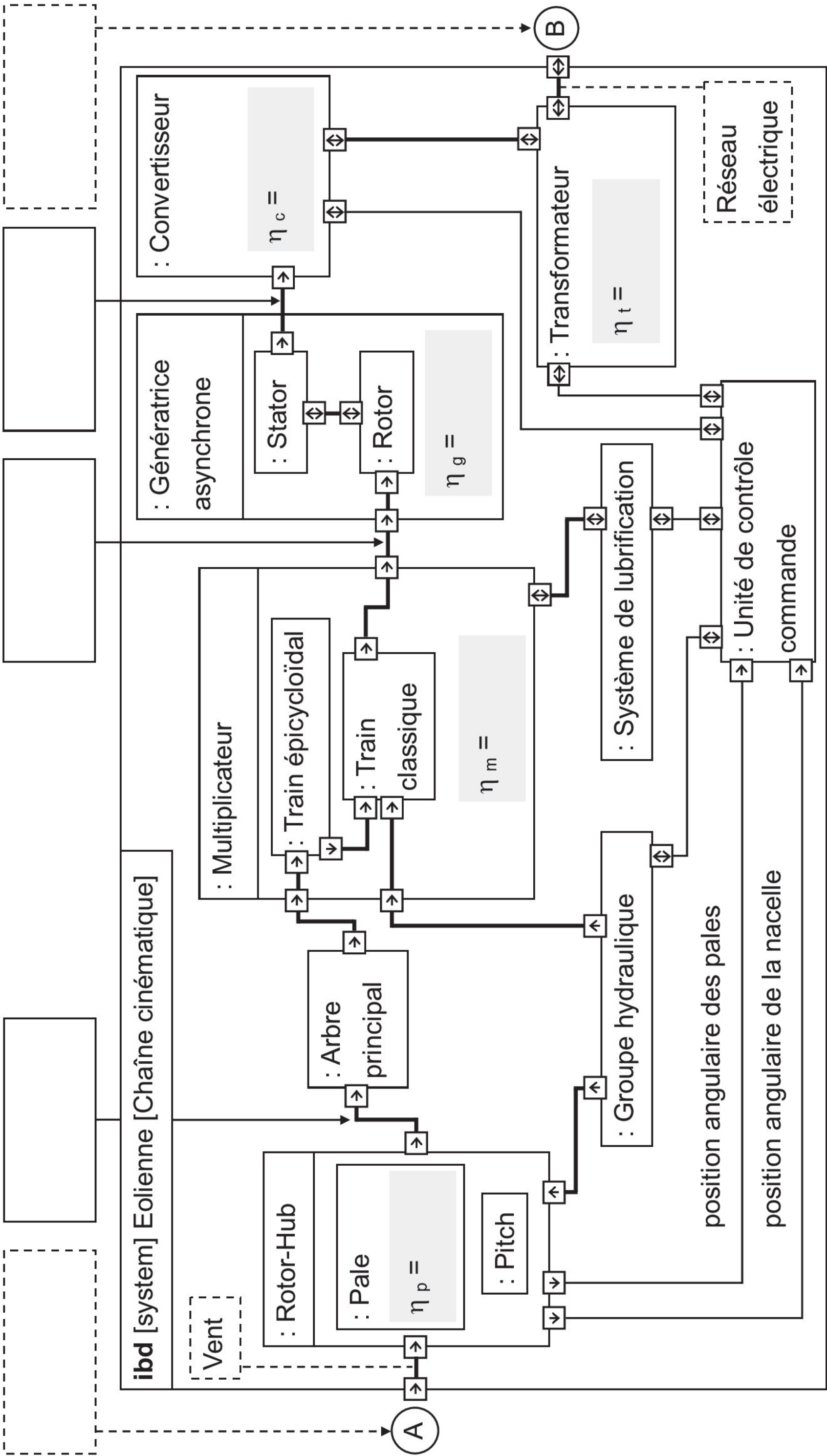
--	--	--

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

Né(e) le :

--	--	--	--





Modèle CCYC : ©DNE

NOM DE FAMILLE

(naissance) :

(en majuscules)

PRENOM :

(en majuscules)

N° candidat :

N° d'inscription :

Liberté • Égalité • Fraternité

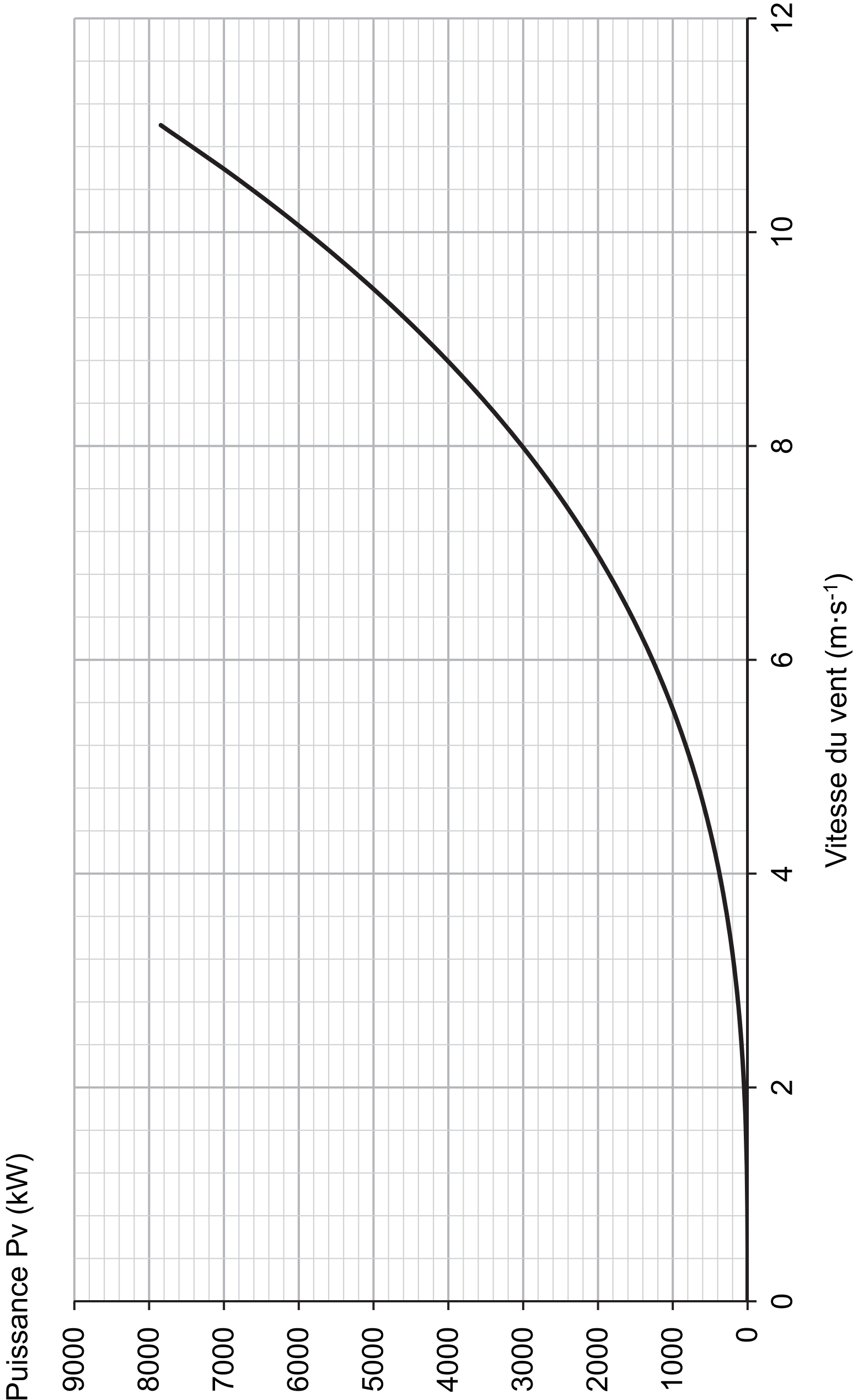
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

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

Né(e) le :

1.2

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



Modèle CCYC : ©DNE

NOM DE FAMILLE

(naissance) :

(en majuscules)

PRENOM :

(en majuscules)

N° candidat :

N° d'inscription :

Liberté • Égalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

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

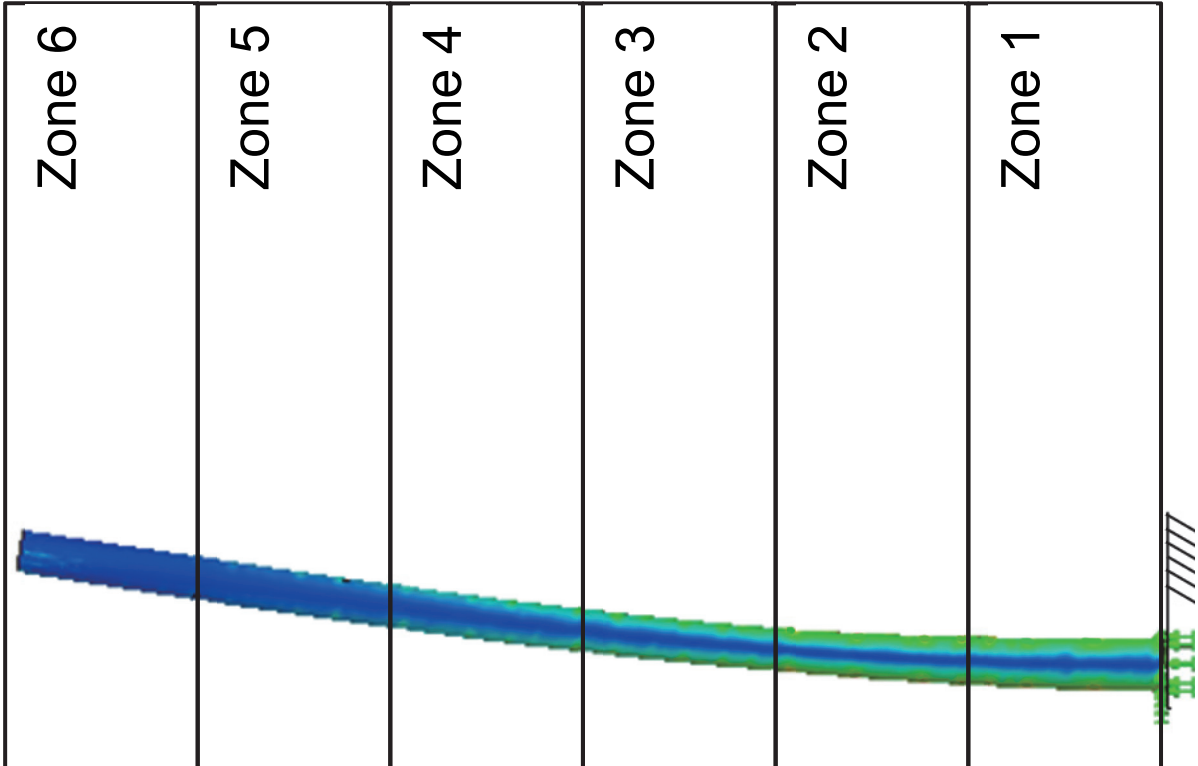
Né(e) le :

1.2

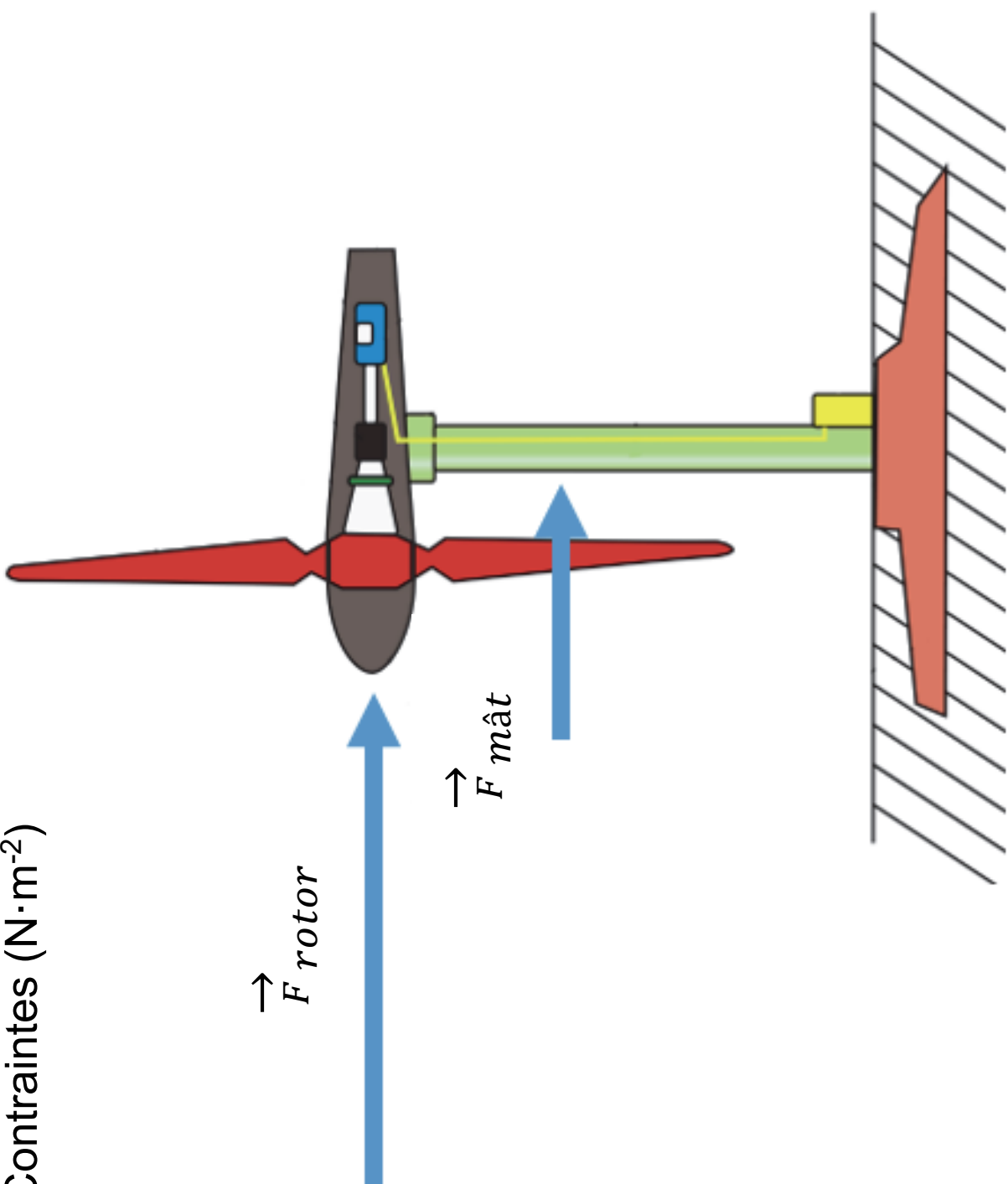
DR7 : résistance du mât seul

Zone la plus sollicitée

Simulation du mât isolé



Échelle des
Contraintes ($\text{N}\cdot\text{m}^{-2}$)



Modèle CCYC : ©DNE

NOM DE FAMILLE

(naissance) :

(en majuscules)

PRENOM :

(en majuscules)

N° candidat :

N° d'inscription :

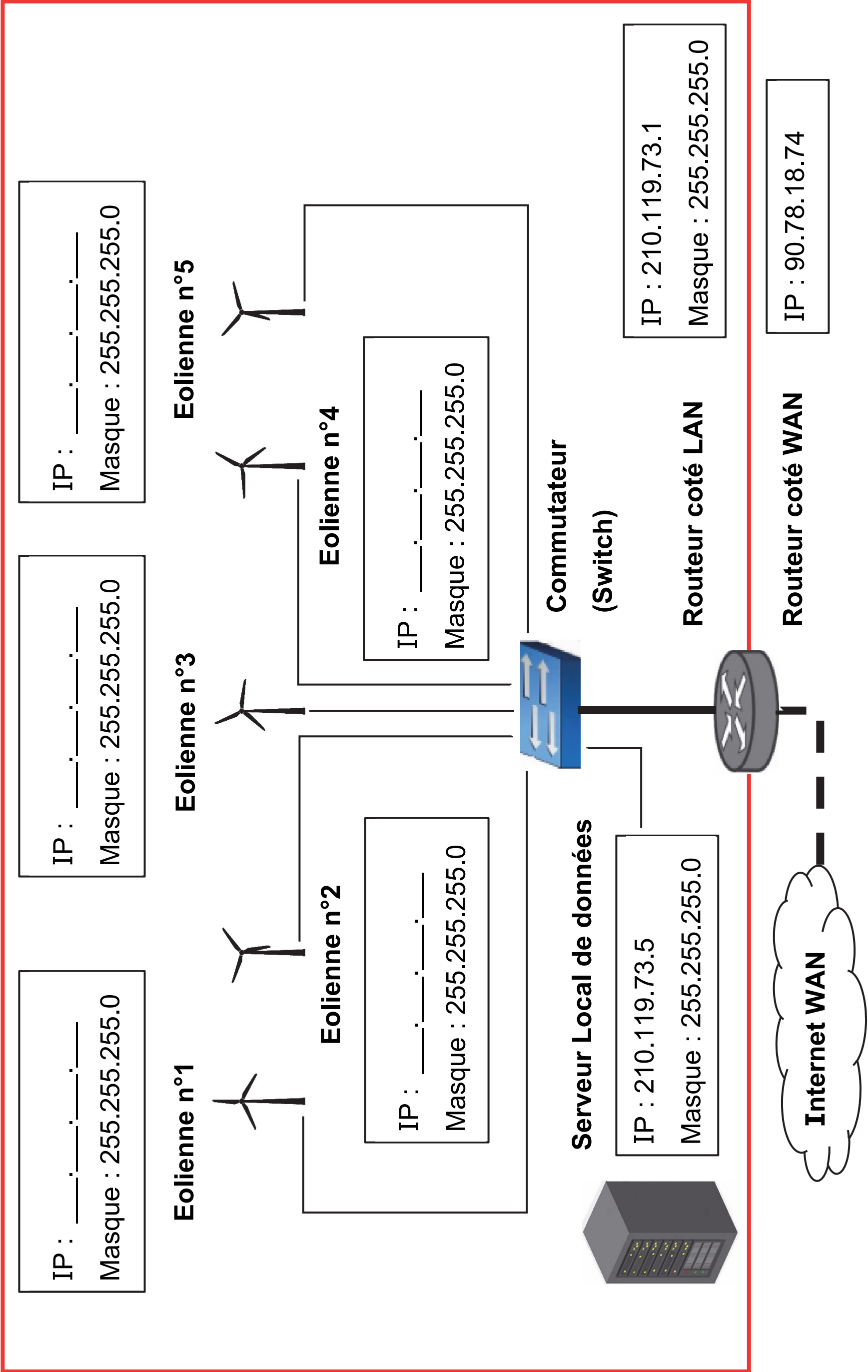
Liberté • Égalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

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

Né(e) le :

1.2



Modèle CCYC : ©DNE

NOM DE FAMILLE

(naissance) :

(en majuscules)

PRENOM :

(en majuscules)

N° candidat :

N° d'inscription :

Liberté • Égalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

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

Né(e) le :

1.2

PARTIE enseignement spécifique (1.5h) 8 points

Vous prendrez une nouvelle copie pour traiter cette partie.

Systèmes d'Information et Numérique

Projet de ferme éolienne



Pages agrandies

Constitution du sujet :

Présentation de l'étude et du questionnement	36
Documents techniques DTS1 à DTS4	53
Documents réponses DRS1 à DRS5	65

Mise en situation

Afin d'optimiser au maximum l'efficacité énergétique d'une éolienne, la nacelle doit toujours être positionnée face au vent pour disposer du maximum de puissance. Il faut donc connaître l'orientation de la nacelle par rapport au vent à tout moment.

Travail demandé

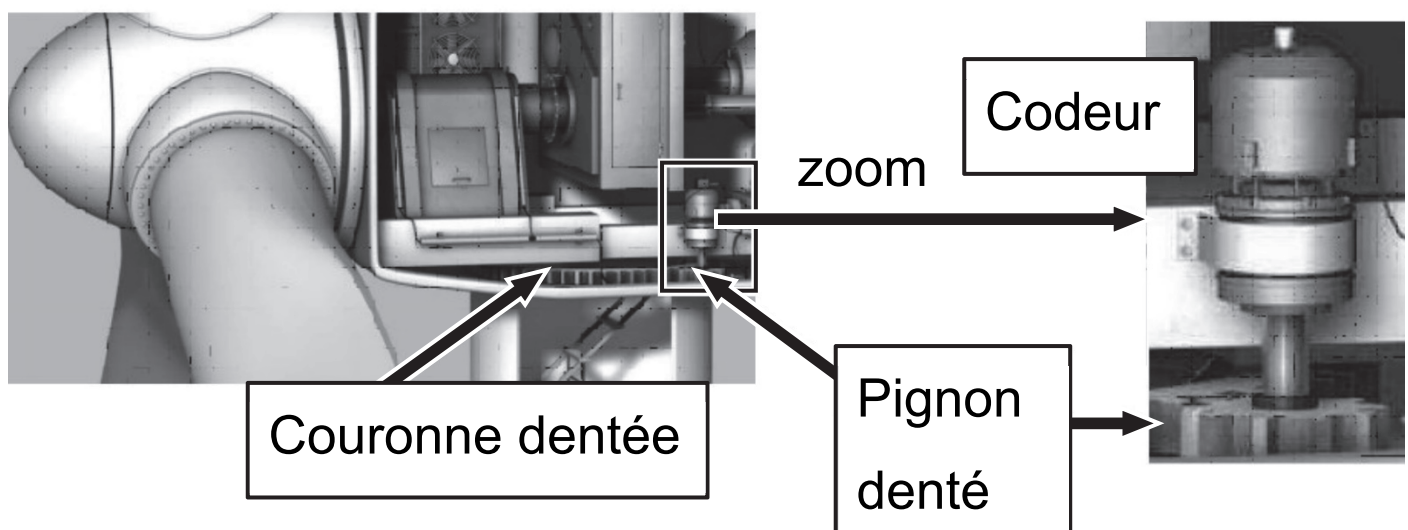
Partie A : comment acquérir l'orientation de la nacelle ?

Question A.1 – DRS1 : Compléter sur le diagramme de blocs internes "orientation de la nacelle" les blocs de la chaîne d'information qui répondent aux fonctions :
Acquérir - Traiter - Communiquer

Question A.2 – DRS1 : En vous aidant des exemples ci-dessous, **indiquer** sur votre copie la nature des signaux présents sur les points 1, 2, 3 et 4 du diagramme de bloc interne "orientation de la nacelle" :

Exemples : Courant analogique - Signal logique -
Grandeur physique - Tension analogique - Information numérique

La nacelle est autorisée à faire trois tours autour de son axe. Ensuite elle doit retourner à sa position initiale. Pour détecter la position de la nacelle on utilise un codeur entraîné par un système couronne / pignon qui multiplie par 20/3 le nombre de tours effectués par la nacelle.



Les données du codeur sont envoyées à l'unité de traitement par un bus de communication SSI.

Question A.3 – DTS1 : En justifiant votre réponse, **choisir** dans le document technique DTS1 le codeur à utiliser afin de connaître à tout moment la position angulaire de la nacelle.

Le codeur choisi transmet deux informations :

- le nombre de tours effectués codé sur 12 bits ;
- la position angulaire sur un tour codé sur 12 bits.

Question A.4 : Calculer le nombre de positions angulaires mesurables pour un tour de codeur.

Le cahier des charges impose de mesurer l'angle de la nacelle avec une précision de 2° .

Question A.5 : Calculer le plus petit angle mesurable sur le déplacement de la nacelle.

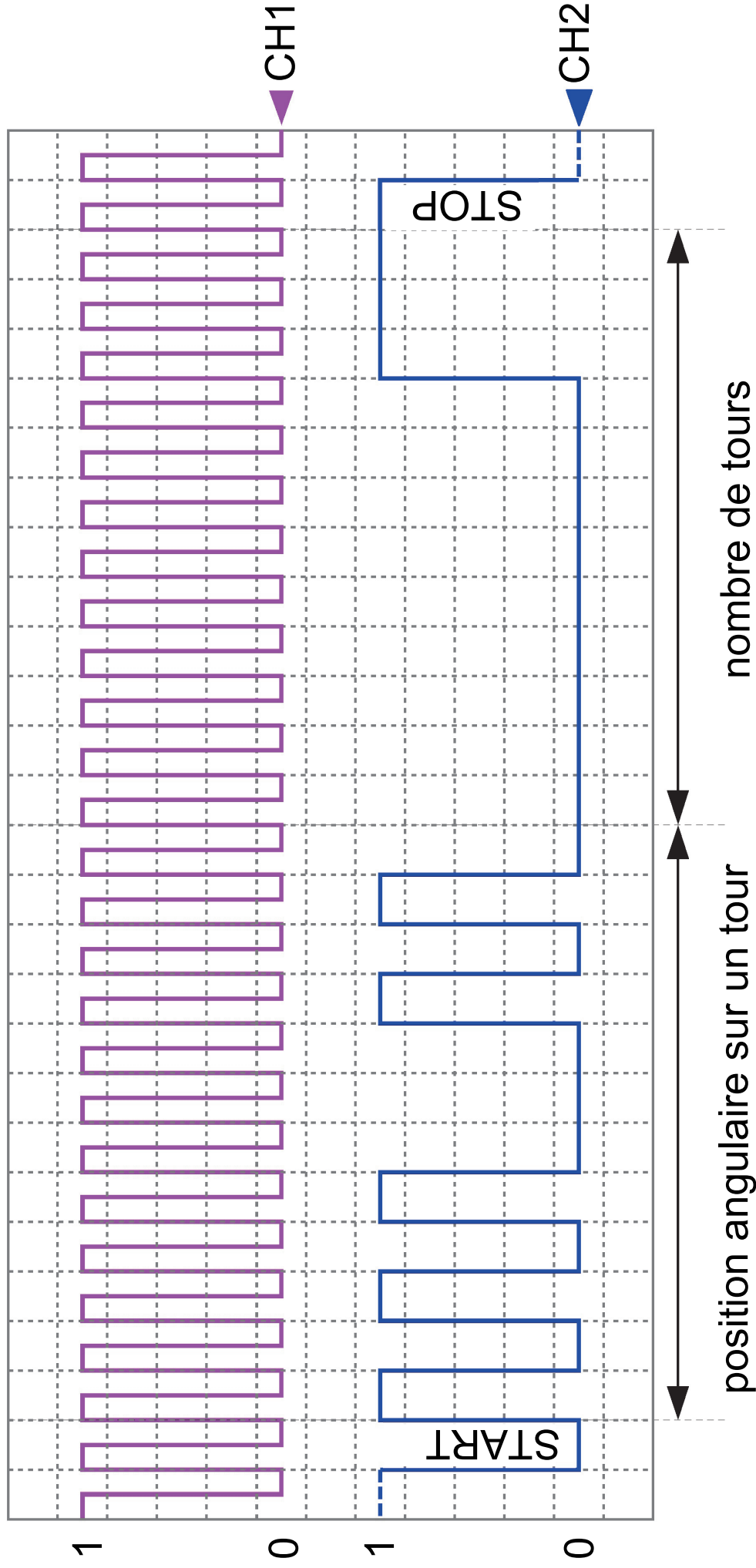
Question A.6 : Conclure sur le système d'acquisition de la position de la nacelle au vu des exigences données.

Partie B : comment obtenir une information exploitable de la position angulaire de la nacelle ?

Le codeur fournit la position angulaire et le nombre de tours effectués en code Gray (un seul bit doit varier entre deux positions successives). Ces deux informations sont envoyées à l'unité de traitement sur trois octets. Les douze premiers bits représentent la position angulaire sur un tour avec le bit de poids fort en premier et les douze suivants le nombre de tours effectués toujours avec le bit de poids fort en premier.

L'oscillogramme page agrandie suivante représente la capture d'une trame entre le codeur et l'unité de traitement.

CH1 : Horloge – 1V/div CH2 : Données – 1V/div Base de temps : 10ms/div



Question B.1 – DRS2 : À partir de cette trame, **compléter** le logigramme de conversion Gray Binaire en indiquant la valeur de chaque bit de la position angulaire sur un tour.

Il est nécessaire d'effectuer un traitement informatique afin de rendre ces données exploitables. Ce traitement consiste à convertir le code Gray issu du codeur en binaire naturel pour finalement obtenir une valeur décimale.

Cette conversion peut se représenter par un logigramme utilisant des OU Exclusif. L'opération de conversion commence par le bit de poids fort.

Question B.2 – DTS2 ; DRS2 : En vous aidant de la table de vérité de la fonction OU EXCLUSIF, **compléter** la deuxième partie du logigramme de conversion Gray→Binaire.

Le codeur n'incluant pas ce système, la conversion est réalisée par la fonction informatique "convertir_G_to_B" (convertir du code gray vers le code binaire naturel).

Le code de la fonction convertir_G_to_B est partiellement donné.

Question B.3 – DTS3 ; DRS3 : En vous aidant de l'algorithme de conversion Gray → Binaire, **compléter** les parties grisées du code de la fonction.

L'écran de supervision de la salle de contrôle indique une orientation de la nacelle de 331.5° pour la trame capturée page agrandie 50.

Question B.4 : Sachant que cet angle est $1/10$ de la valeur renvoyée par la fonction convertir_G_to_B, **calculer** la valeur binaire correspondant à cet angle et **conclure** sur le fonctionnement de cette fonction.

Partie C : comment orienter l'éolienne face au vent ?

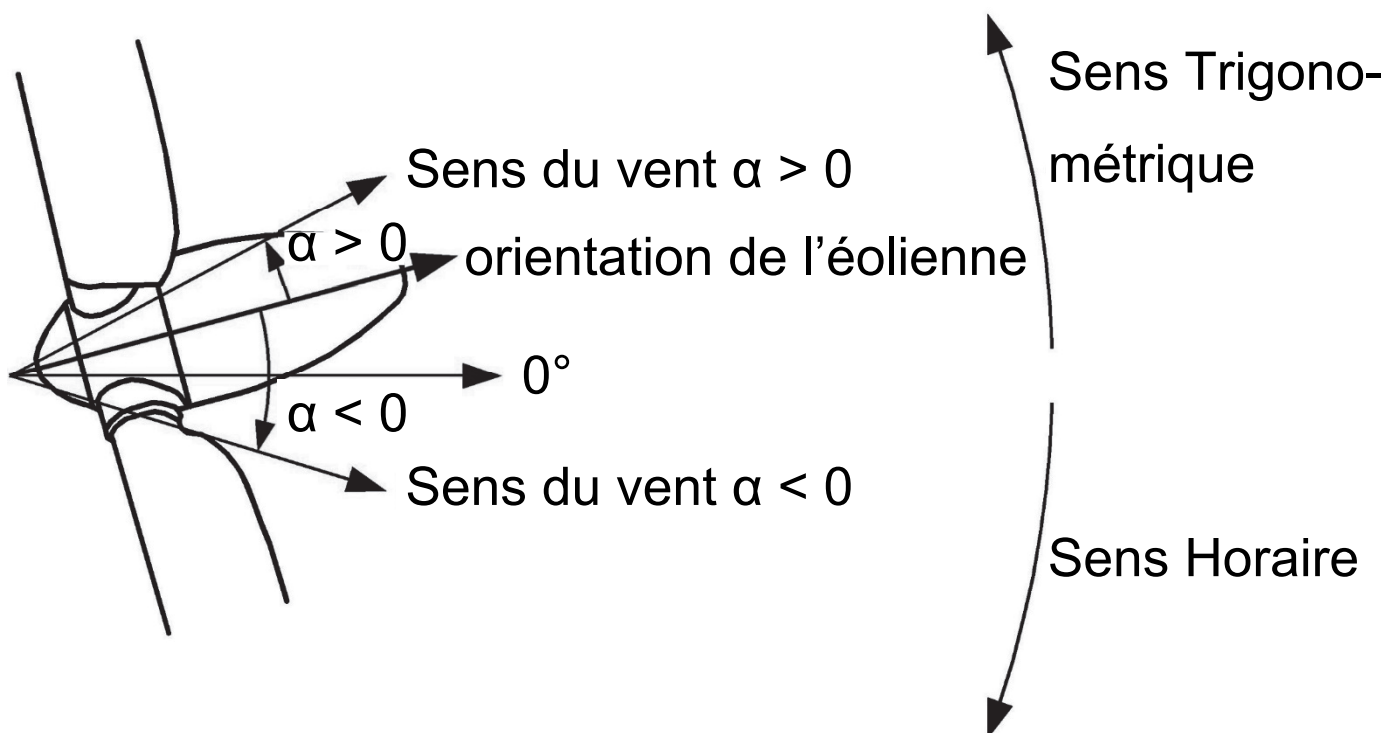
Le codeur monté sur la nacelle de l'éolienne permet de mesurer son orientation. Pour pouvoir la maintenir face au vent il faut aussi connaître la direction du vent. Comme pour la nacelle, le cahier des charges impose de connaître l'orientation du vent avec une précision de 2° .

Cette mesure est réalisée grâce à une girouette électronique modèle CS024A dont les caractéristiques sont données sur le document DTS4.

L'Est est considéré comme l'origine de l'orientation (0° du cercle trigonométrique).

Question C.1 – DTS4 ; DRS4 : En vous aidant de la documentation de ce capteur, **compléter**, le schéma de câblage de ce capteur sur l'unité de traitement.
L'acquisition se fait sur l'entrée analogique n°3.

Pour positionner la nacelle face au vent, il faut la faire tourner dans le bon sens. Cette rotation se fera si la différence entre l'orientation du vent et celle de la nacelle est supérieure à $\pm 6^\circ$. Dans ce cas, on considère que la nacelle est alignée avec le vent.



Question C.2 – DRS5 : À l'aide de la vue de dessus de l'éolienne donnée page agrandie précédente, **compléter** l'algorithme de rotation de la nacelle en plaçant les différents textes suivants :

$$\alpha = \text{Cap_Sens_Vent} - \text{Cap_Or_Eol}$$

Tourner dans le sens horaire

$\text{Cap_Or_Eol} = \textbf{Lecture}$ capteur orientation éolienne

Tourner dans le sens trigonométrique

$\text{Cap_Sens_Vent} = \textbf{Lecture}$ capteur sens vent

Les entrées analogiques de l'unité de traitement possèdent un convertisseur analogique-numérique avec une plage de tension de 0 V à 10 V et une résolution de 10 bits.

Question C.3 : **Calculer** le quantum de ce convertisseur.

Question C.4 – DTS4 : Le nombre obtenu en sortie du convertisseur analogique-numérique est $N = 768$. **Calculer** pour N la valeur de la tension en entrée de ce convertisseur et en **déduire** l'orientation du vent.

Le codeur de position angulaire de la nacelle indique une orientation de $264,7^\circ$ par rapport à l'angle 0° du cercle trigonométrique.

Question C.5 : Indiquer si la nacelle est alignée avec le vent et **conclure** sur le système de positionnement de la nacelle face au vent.

Partie D : comment afficher les paramètres de chaque éolienne en temps réel dans la salle de supervision ?

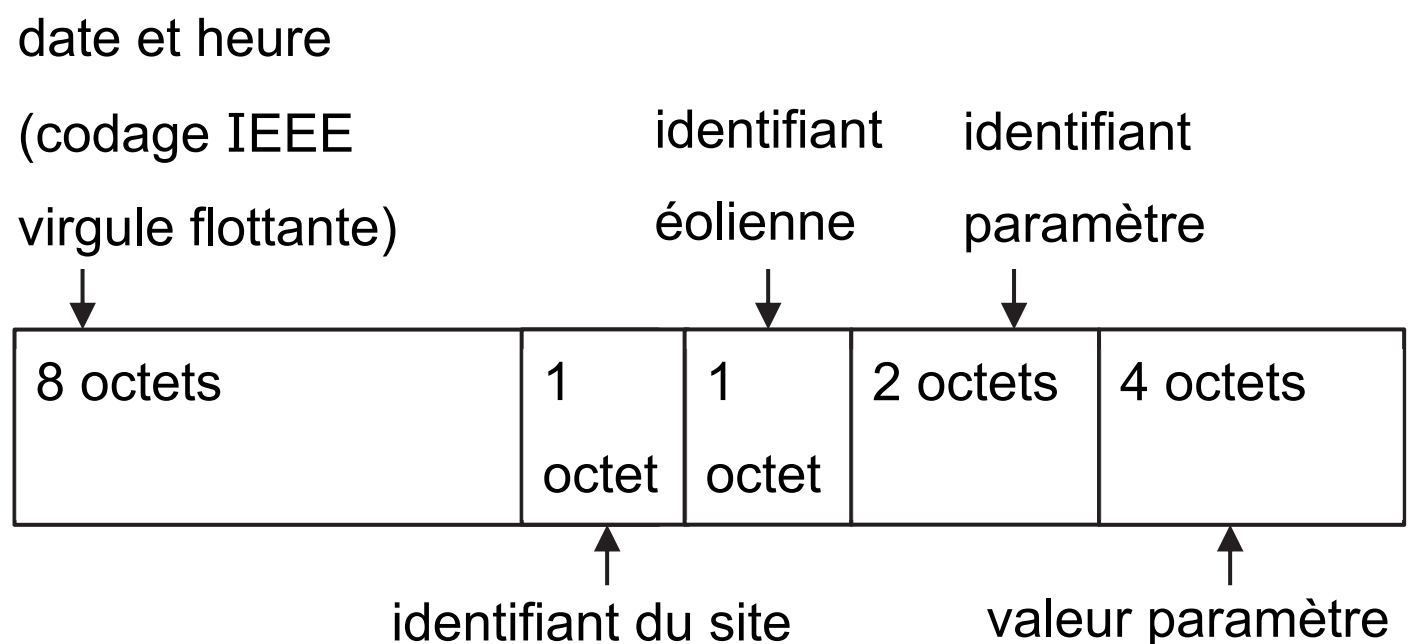
Chaque site de production possède plusieurs éoliennes et un serveur local de données. Ce dernier permet d'enregistrer les données en provenance de chaque éolienne et de les transmettre via Internet vers le serveur. Pour fonctionner en temps réel, la salle de supervision reçoit, toutes les secondes les données, de plusieurs sites de production.

Les données de chaque site sont transmises, enregistrées et mises à jour sur les écrans de supervision.

Pour vérifier la faisabilité de cette mise à jour sur ces écrans, on étudie la quantité de données à faire transiter et la vitesse de transmission.

Pour chaque éolienne, il est possible de surveiller jusqu'à 300 paramètres.

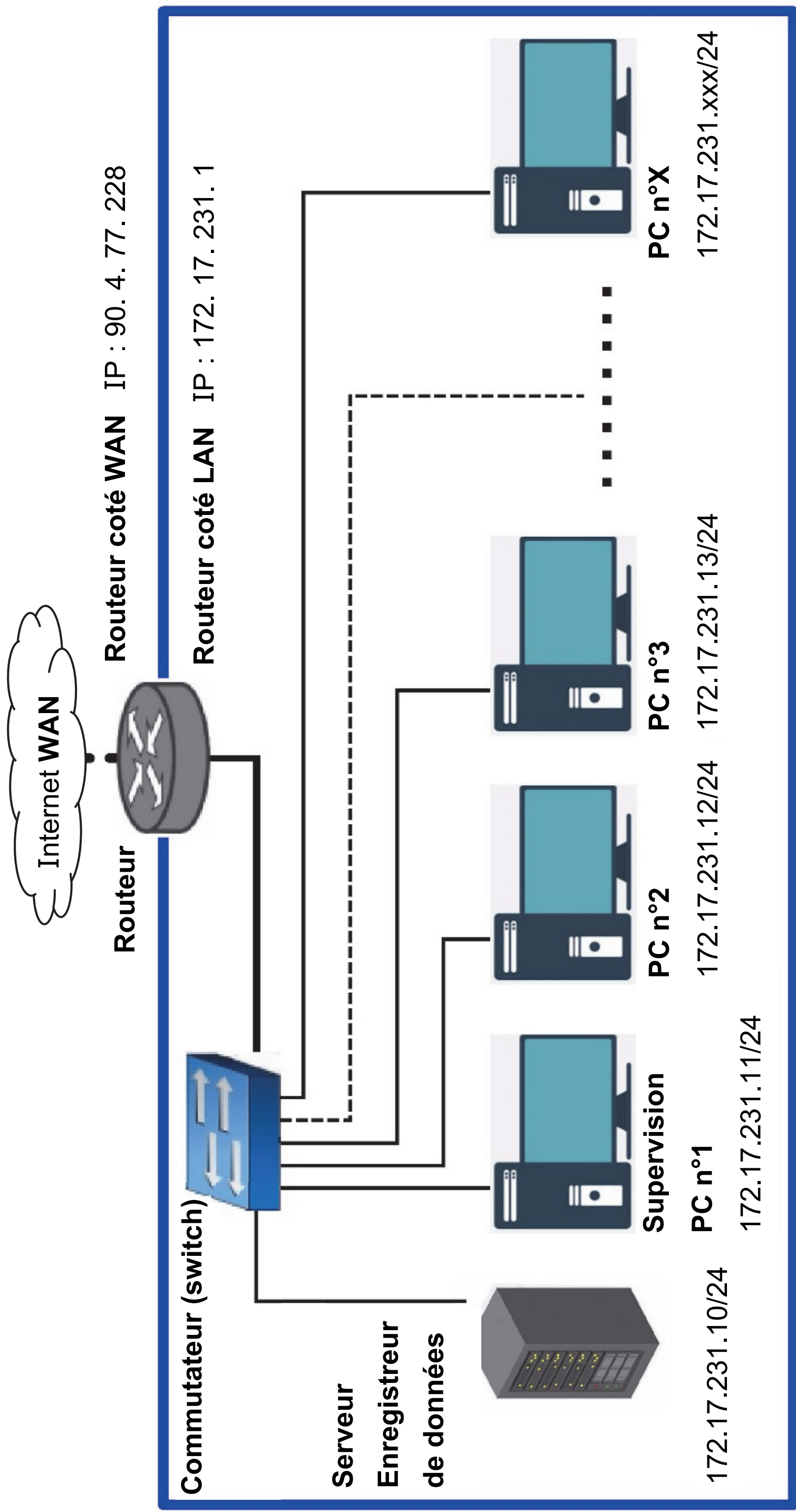
Le protocole de stockage pour 1 paramètre est le suivant :



Question D.1 : Calculer la taille du fichier de stockage de l'ensemble des paramètres d'une éolienne. **Exprimer** le résultat en kilo-octet (1 ko = 1024 octets).

Dans la salle de supervision, un serveur enregistre toutes les données reçues et chaque ordinateur vient mettre à jour son affichage en envoyant une requête.

L'architecture du réseau de la salle de supervision est donnée ci-dessous :



Réseau local (LAN) site supervision

Le fichier de données ne peut pas être envoyé en une seule trame car celle-ci est limitée à 1 514 octets de données. Le PC n°2 transmet une requête au serveur afin de mettre à jour son affichage. L'ensemble du dialogue entre les deux machines est détaillé ci-dessous.

Partie 1/2

	Temps (s)	Source	Destination	Protocole	Taille (octet)
1	0.000000	172.17.231.12	172.17.231.10	TCP	380
2	0.000253	172.17.231.10	172.17.231.12	TCP	60
3	0.000293	172.17.231.10	172.17.231.12	TCP	757
4	0.000798	172.17.231.10	172.17.231.12	TCP	757
5	0.001303	172.17.231.12	172.17.231.10	TCP	54
2	0.001339	172.17.231.10	172.17.231.12	TCP	757
6	0.001843	172.17.231.10	172.17.231.12	TCP	757
7	0.002348	172.17.231.12	172.17.231.10	TCP	54
8	0.002384	172.17.231.10	172.17.231.12	TCP	757
9	0.002889	172.17.231.10	172.17.231.12	TCP	757
10	0.003393	172.17.231.12	172.17.231.10	TCP	54
11	0.003429	172.17.231.10	172.17.231.12	TCP	258
12	0.003601	172.17.231.12	172.17.231.10	TCP	54

Partie 2/2

Information

1	Get	/data/site23/eol08.dat	TCP/1.1	
2	80	49236 [ack]	Seq=470 Ack=624	win=64240 Len=0
3	[TCP segment of the reassembled PDU]			
4	[TCP segment of the reassembled PDU]			
5	49236	80 [ack]	Seq=624 Ack=1876	win=64240 Len=0
2	[TCP segment of the reassembled PDU]			
6	[TCP segment of the reassembled PDU]			
7	49236	80 [ack]	Seq=624 Ack=3282	win=64240 Len=0
8	[TCP segment of the reassembled PDU]			
9	[TCP segment of the reassembled PDU]			
10	49236	80 [ack]	Seq=624 Ack=4396	win=64240 Len=0
11	[TCP segment of the reassembled PDU]			
12	49236	80 [ack]	Seq=624 Ack=5126	win=64240 Len=0

Question D.2 : Déterminer le temps de transfert pour cette machine.

Calculer le nombre d'éoliennes qu'il est possible de superviser avec un rafraichissement des données chaque seconde.

Question D.3 : Pour ce projet de ferme éolienne, **conclure** sur la possibilité d'effectuer une supervision en temps réel.

DTS1 : caractéristiques de différents codeurs permettant de connaître la position angulaire de la nacelle

Note du transcripteur : Les images sont extraites et présentées avant le tableau scindé en 4 parties pages agrandies suivantes.

RO3101

Codeur incrémental



RM8003

Codeur multi-tours absolu



RN6066

Codeur mono-tour absolu



	RO3101 : Codeur incrémental	RM8003 : Codeur multi-tours absolu	RN6066 : Codeur mono-tour absolu
Application			
Principe de fonctionnement	incrémental	absolu	absolu
Système de détection	magnétique		
Type de tour	infini	multi-tour	mono-tour
Données électriques			
Type d'alimentation [V]	4.75 ... 30 DC	4.5 ... 30 DC	10 ... 30 DC
Consommation [mA]	<150	<30	<100
Classe de protection	III	II	II

RO3101 : Codeur incrémental		RM8003 : Codeur multi-tours absolu	RN6066 : Codeur mono-tour absolu
Sortie			
Technologie	HTL / TTL		
Code	3 impulsions	code gray	code gray
Etendue de mesure / plage de réglage			
Résolution	1... 10000 points (Paramétrable Réglage usine : 1024) ;	4096 points ; 4096 tours ; 24 bits	8192 points : 13 bits

	RO3101 : Codeur incrémental	RM8003 : Codeur multi-tours absolu	RN6066 : Codeur mono-tour absolu
Interfaces			
Interface de communication	IO-LINK	Interface de données SSI	Interface de données SSI
Type de transmission	COM _n (38,4 kBaud)	RS422 50000 bits/s	RS422 50000 bits/s

	RO3101 : Codeur incrémental	RM8003 : Codeur multi-tours absolu	RN6066 : Codeur mono-tour absolu
Données mécaniques			
Poids [g]	430	336.5	1113.3
Dimensions [mm]	Ø 58,5 / L = 59	Ø 36.5 / L = 67	Ø 89 / L = 116
Matières	flask aluminium, boîtier inox	flask aluminium, boîtier acier	flask & boîtier aluminium
Type d'arbre	arbre creux unidirectionnel	arbre creux unidirectionnel	arbre plein
Diamètre de l'arbre [mm]	12	12	10
Matières de l'arbre	acier / inox	acier	inox

DTS2 : table de vérité de la fonction « OU Exclusif »

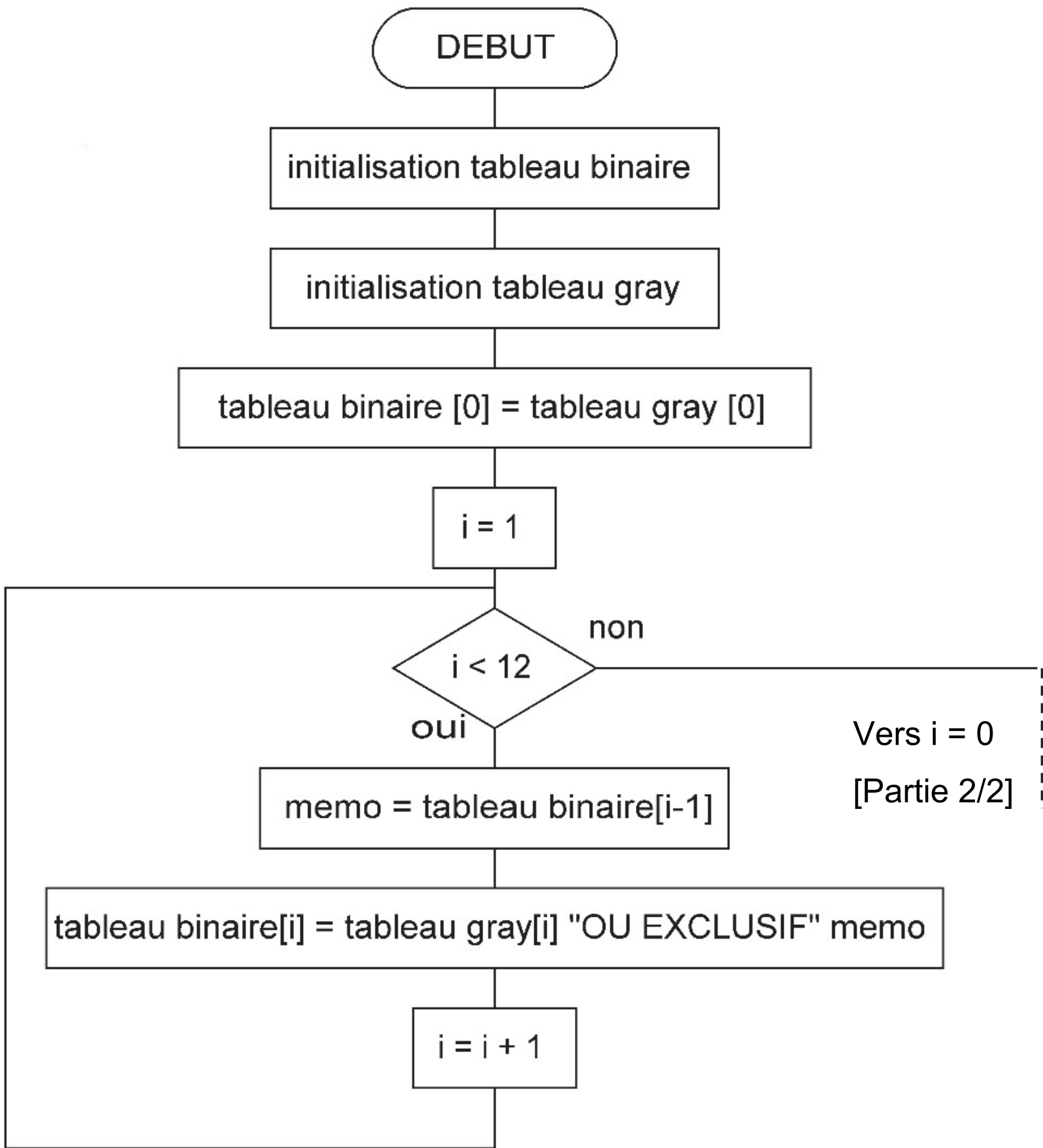


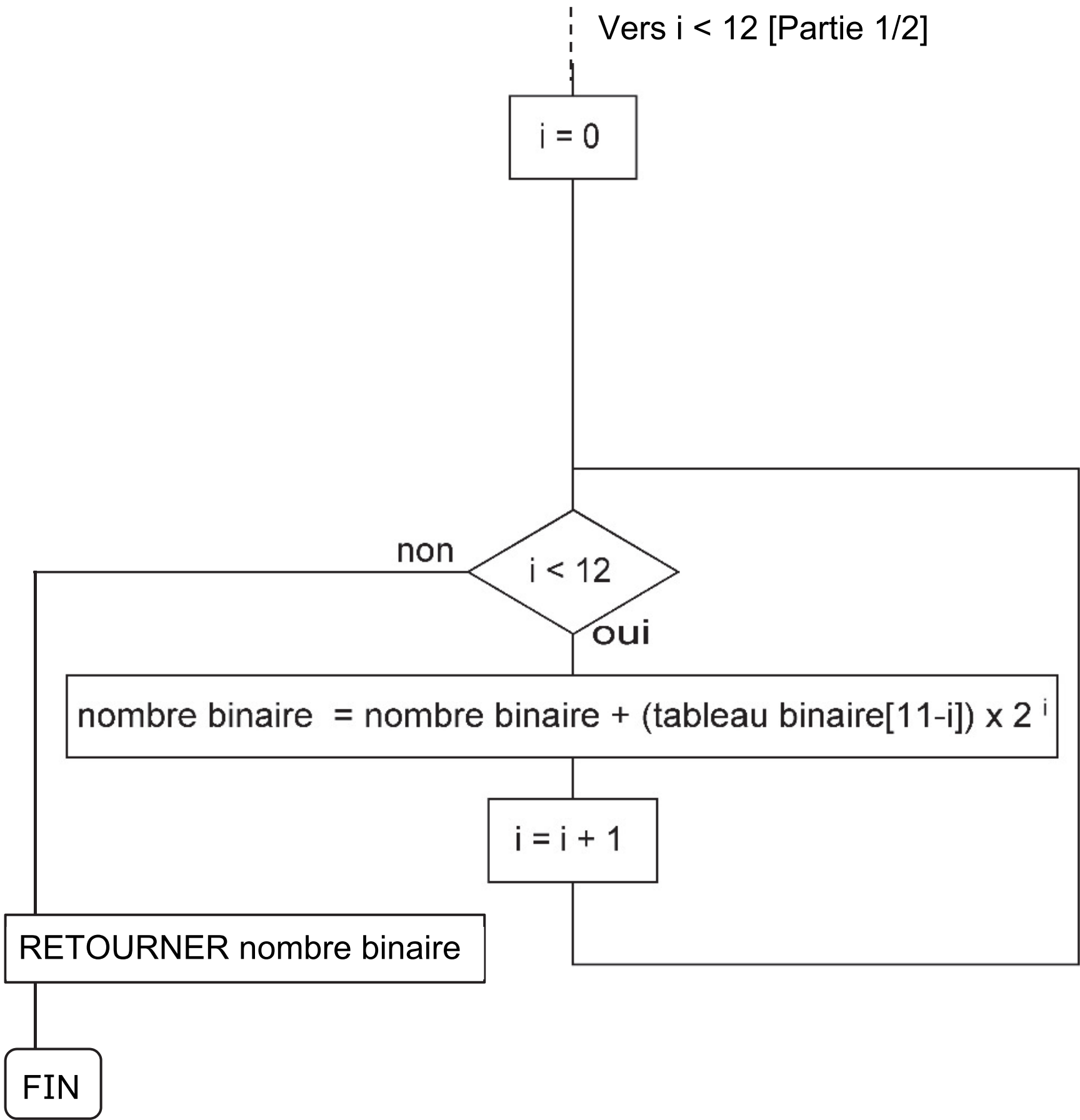
A	B	S
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

DTS3 : algorithme de conversion Gray →Binaire

Cet algorithme permet la conversion d'un tableau de 12 bits représentant un code gray vers un nombre en binaire codé sur 12 bits.

Partie 1/2



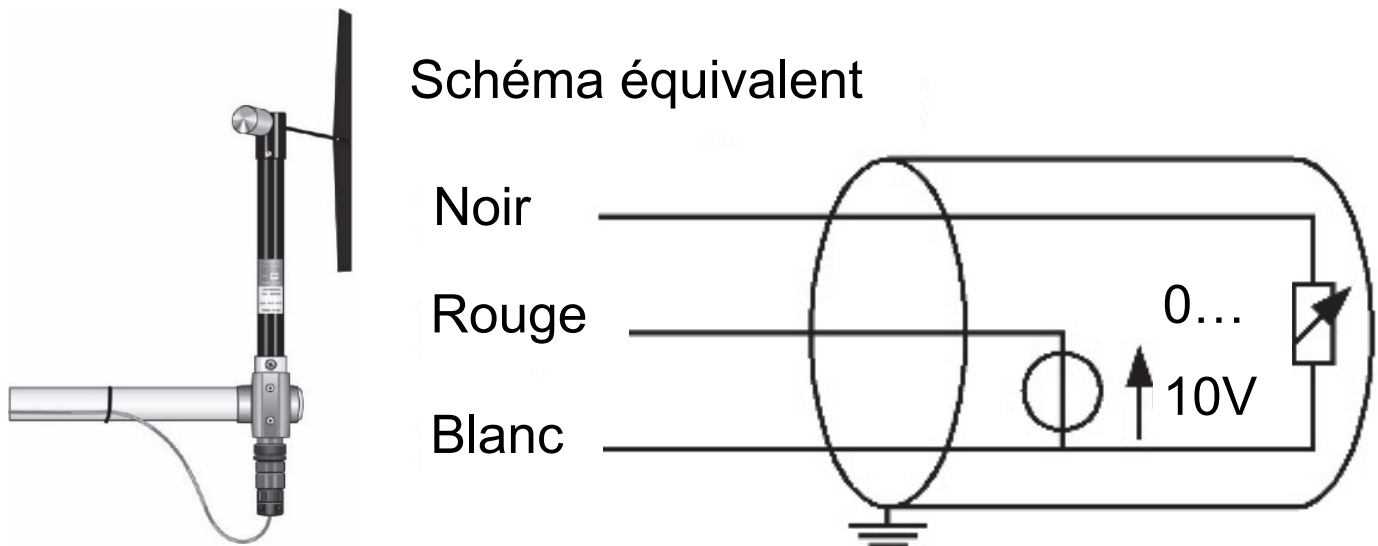


CS024A

• Spécifications

- Capteur : Girouette
- Description mesure : Direction du vent
- Plage de mesure : 0 à 360°C
- Tension de sortie : 0 à 10 V
- Seuil de démarrage : 0.45 m.s⁻¹
- Exactitude de mesure : $\pm 2^\circ$
- Température de fonctionnement : -50°C à +70°C
- Plage d'alimentation : 4,5V à 30V DC
- Potentiomètre (0% à 100%) : 0 à 10 k
- Hauteur totale : 33,8 cm
- Longueur totale : 44,7 cm
- Hauteur de l'empenage : 30,5 cm

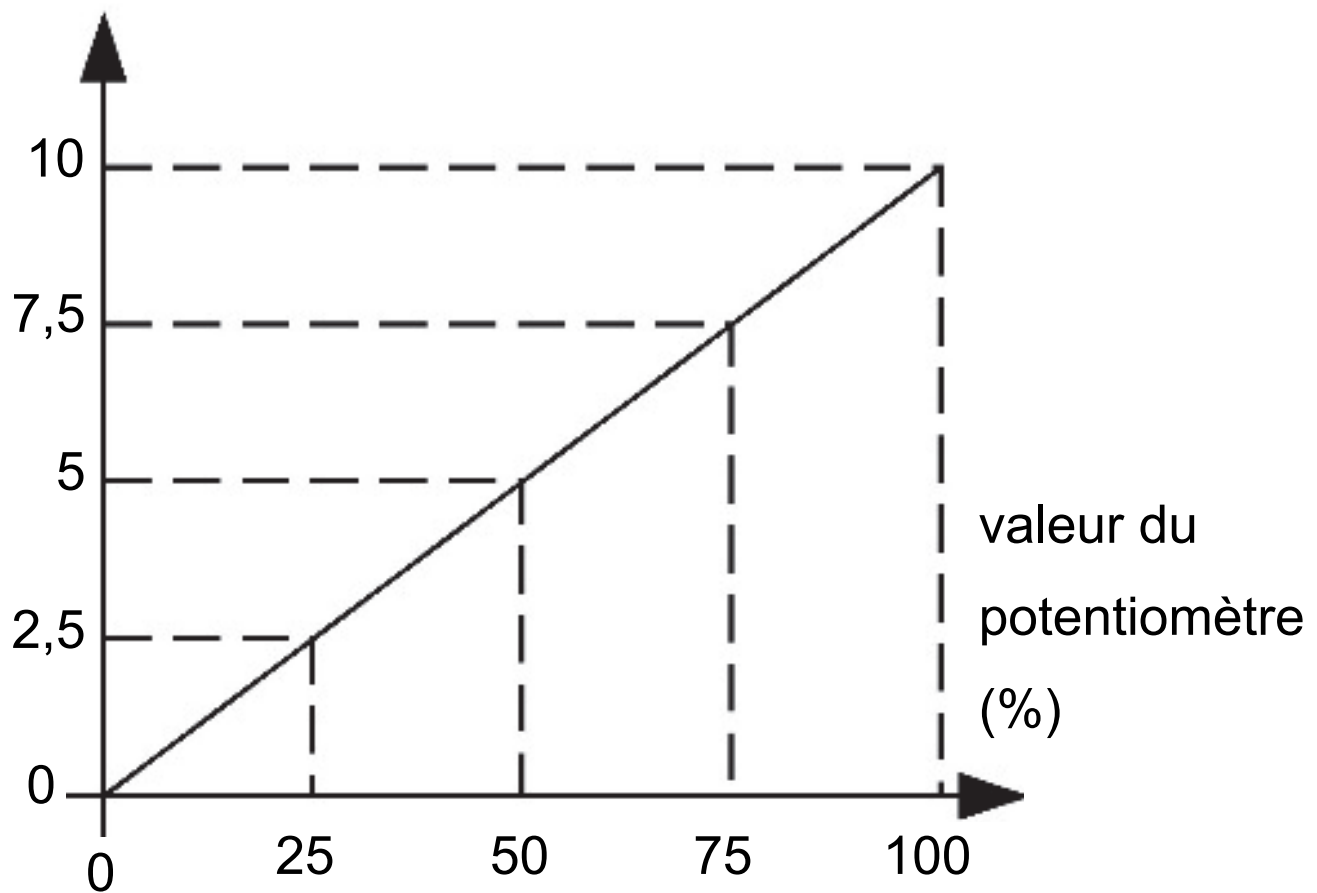
• Câblage



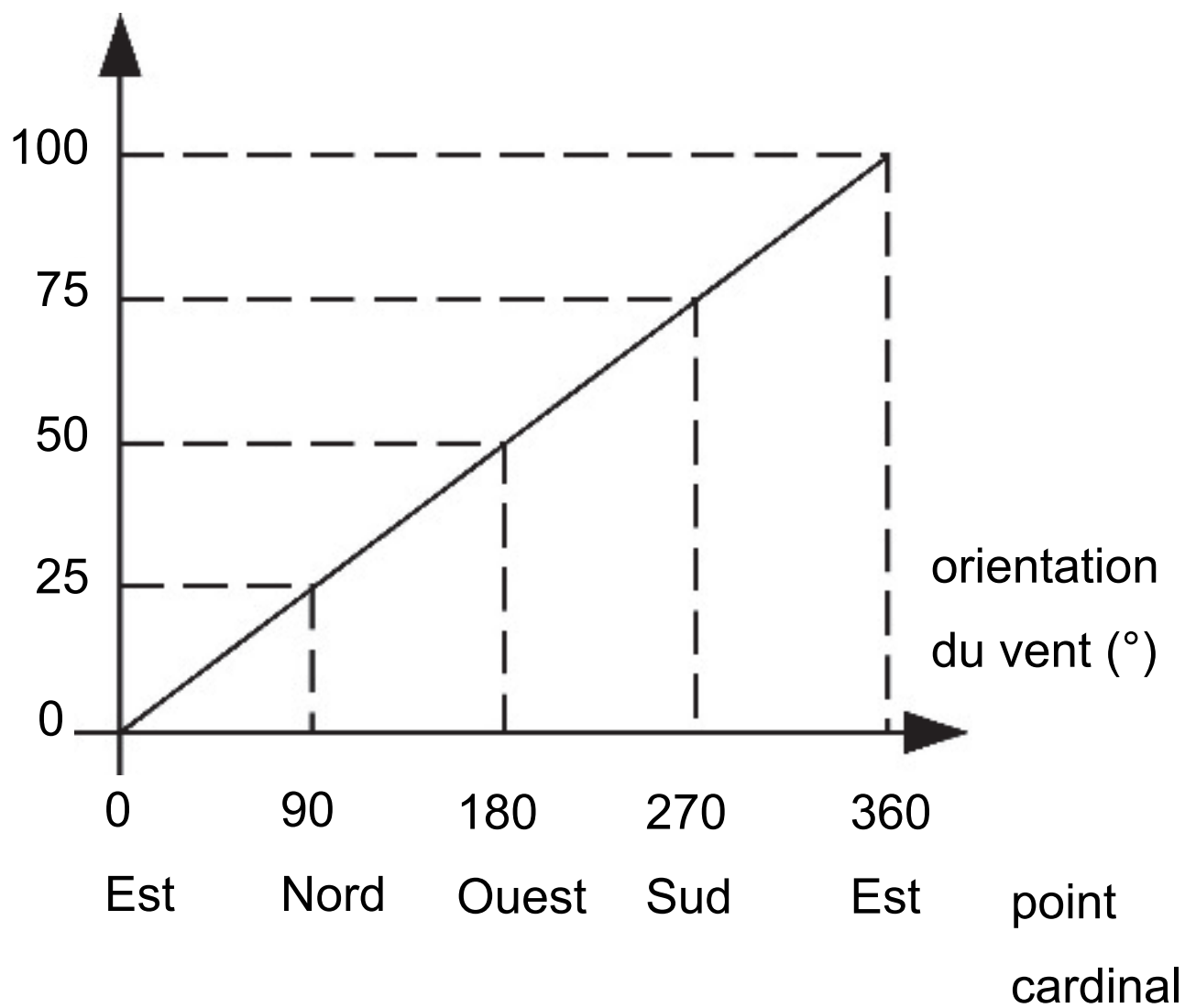
Couleur fil	Câblage
Noir	Alimentation positive
Blanc	Alimentation négative
Rouge	Sortie tension variable en fonction de l'orientation du vent

- **Caractéristiques**

Tension de sortie (V)

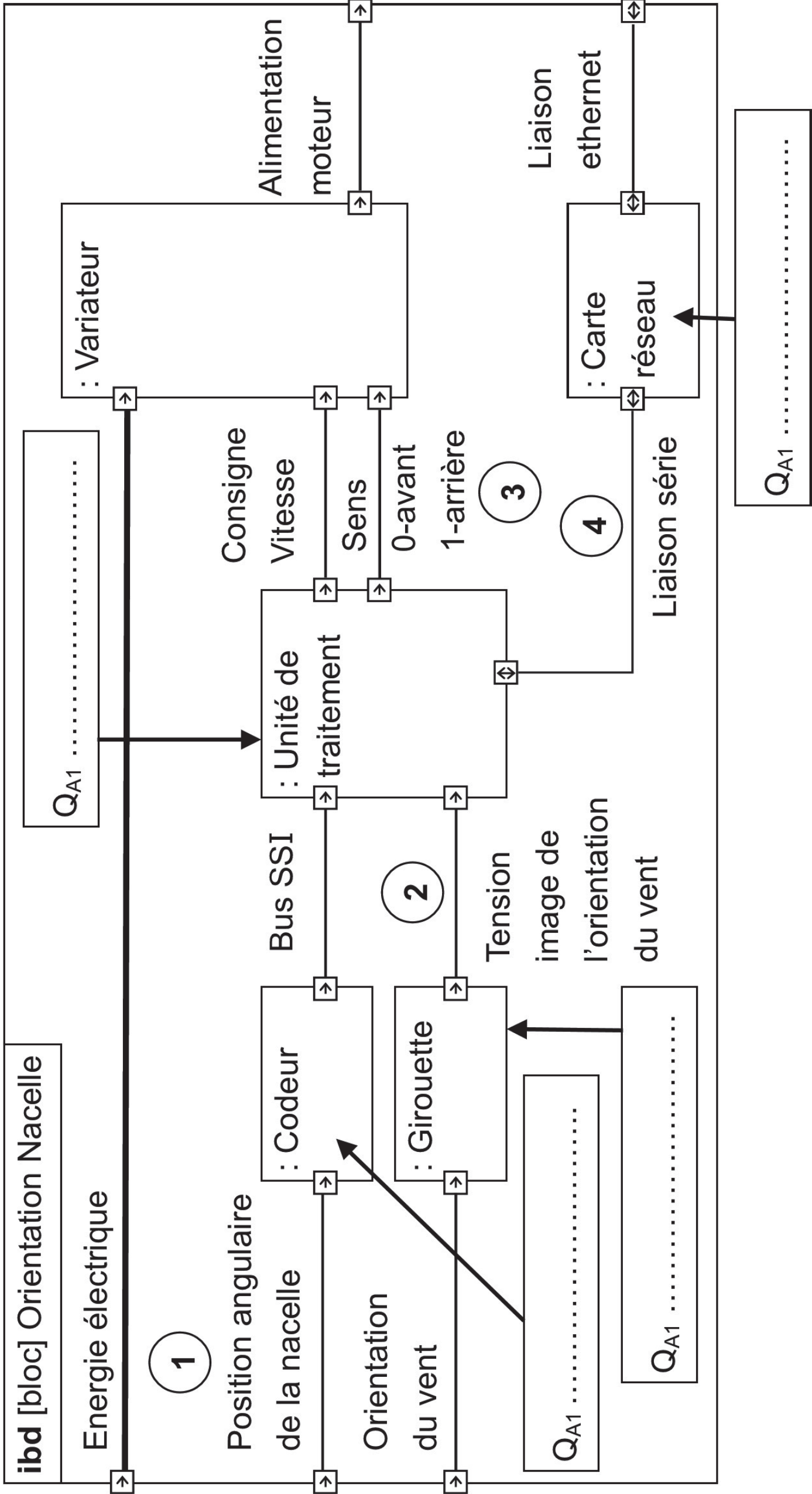


valeur du potentiomètre (%)



DRS1 : diagramme de blocs internes "Orientation de la nacelle"

Questions A1, A2



Modèle CCYC : ©DNE

NOM DE FAMILLE (naissance) :

(en majuscules)

PRENOM :

(en majuscules)

N° candidat :

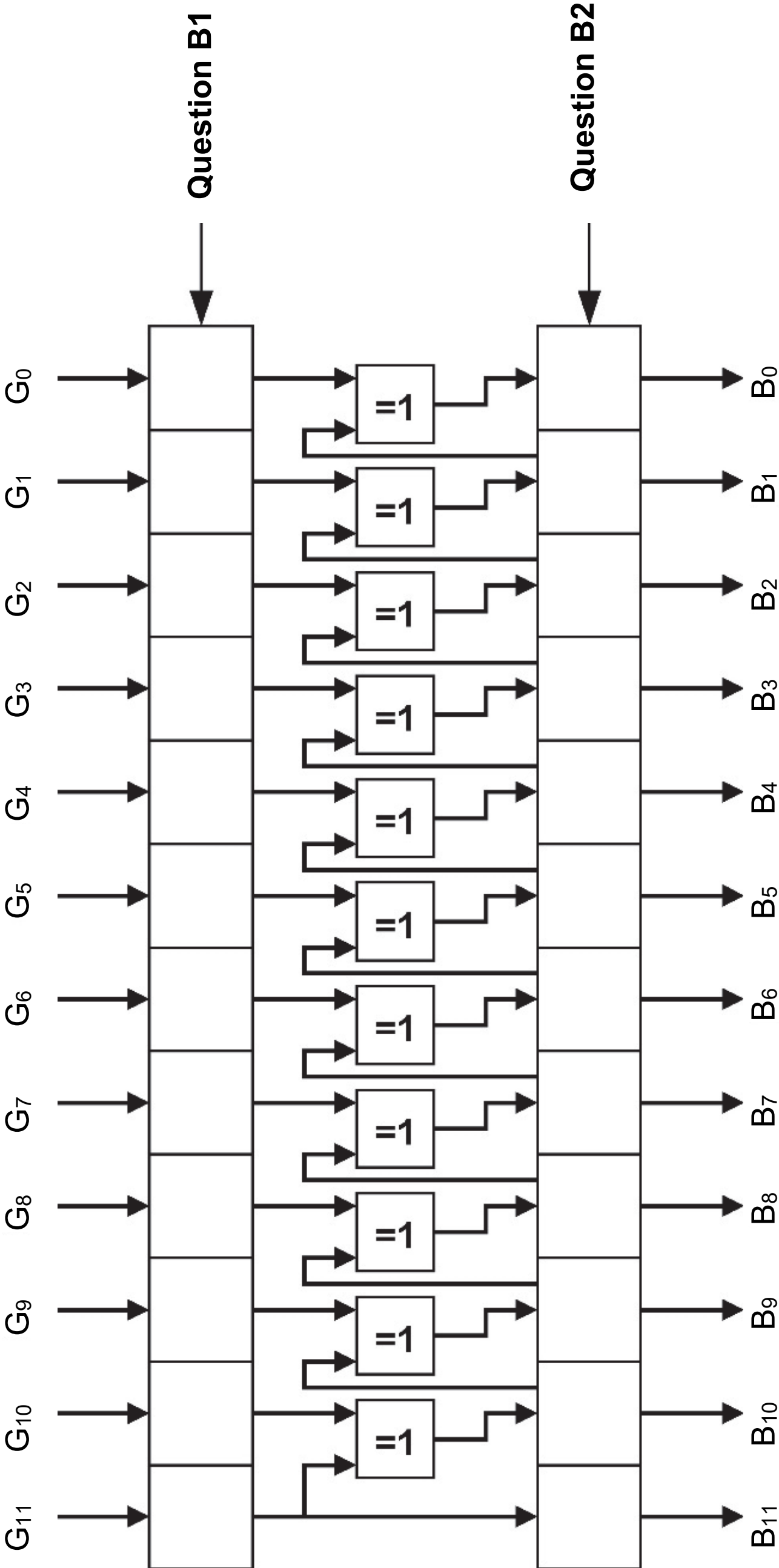
(Les numéros figurent sur la convocation, si besoin demander à un surveillant.)

Né(e) le :

N° d'inscription :

1.2

Questions B1 et B2



Modèle CCYC : ©DNE

NOM DE FAMILLE (naissance) :

(en majuscules)

PRENOM :

(en majuscules)

N° candidat :

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

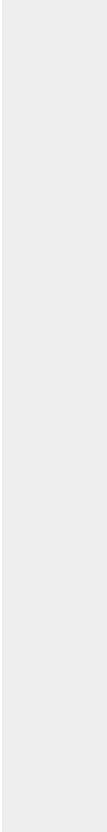
Né(e) le :

N° d'inscription :

1.2

DRS3 : code de la fonction Convertir

Question B3

```
mot_binaire conversion_G_to_B(mot_binaire : nbre_a_conv ) {  
  
    booléen tab_g[12] = {0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0}; // initialisation du tableau de 12 caractères  
    // booléens permettant de stocker le mot  
    // en code Gray  
    // le bit de poids fort est stocké en premier  
  
    booléen tab_b[12] = {0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0}; // initialisation du tableau de 12 caractères  
    // booléens permettant de stocker le mot en  
    // code binaire naturel  
    // le bit de poids fort est stocké en premier  
  
    // Début de la conversion  
     ; //le bit de poids fort du mot binaire naturel est le même que le  
    //bit de poids fort du mot en code gray
```

```
// pour les 11 autres bits on effectue un "ou exclusif" entre le bit en cours et le bit  
résultat
```

Modèle CCYC : ©DNE

NOM DE FAMILLE (naissance) :

(en majuscules)

PRENOM :

(en majuscules)

N° candidat :

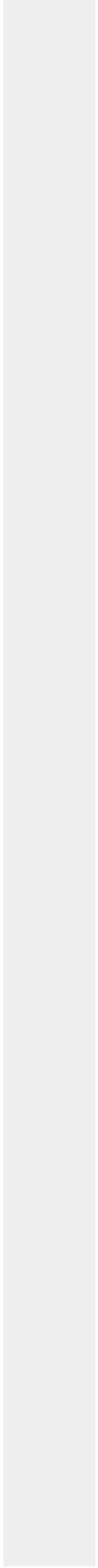
(Les numéros figurent sur la convocation, si besoin demander à un surveillant.)

Né(e) le :

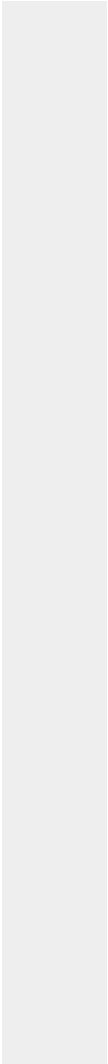
N° d'inscription :

1.2

```
// du "ou exclusif" précédent.
```

```
POUR (  ) {
```

```
    booléen memo = tab b[i - 1]; // mémorisation du résultat du "ou exclusif" précédent dans
    // la variable "memo".
```

```
 ; //ou exclusif ("^") entre la valeur du tableau tab_g
    //à l'indice "i" et le résultat précédent ("memo")
    //le résultat de l'opération est stocké dans le
    //tableau tab_b à l'indice "i"
```

```
}
```

```
//on reforme le mot binaire à partir du tableau de données
```

```
POUR (octet i = 0; jusqu'à i < 12; par pas de 1) {
    ecrire_le_bit (nbre_bin, i, tab_b[11 - i]); // ecrire la valeur du bit d'indice i de la
    // variable nbre_bin à la valeur du tableau
    // tab_b
```

```
}
```

```
    Retourner (nbre_bin);
```

```
}
```

Question B.3



Question B.3



Modèle CCYC : ©DNE

NOM DE FAMILLE (naissance) :

(en majuscules)

PRENOM :

(en majuscules)

N° candidat :

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

Né(e) le :

Liberté • Égalité • Fraternité

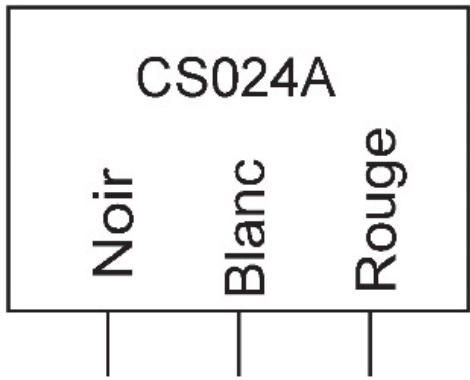
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

N° d'inscription :

1.2

DRS4 : schéma de câblage du capteur CS024A

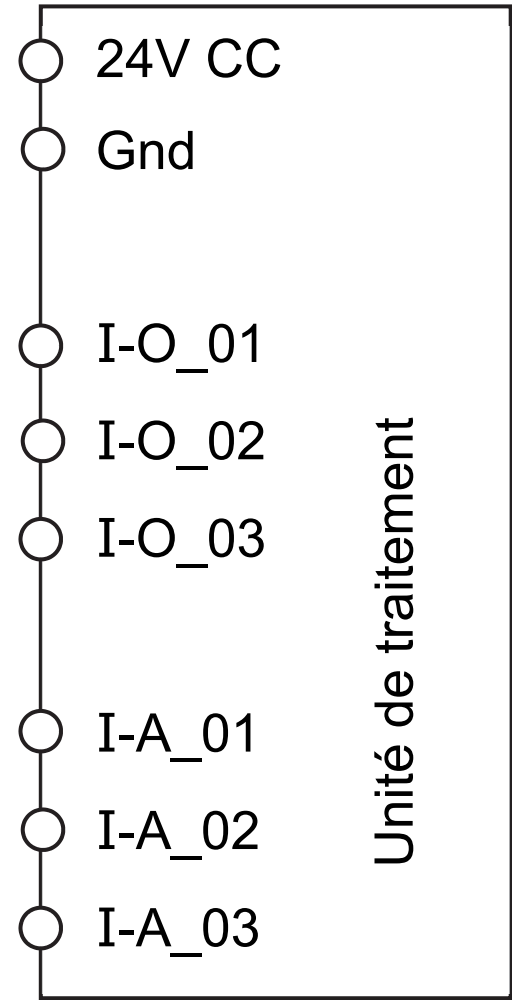
Question C.1



Légende :

I-O_..→ entrée ou sortie digitale

I_A_..→ entrée analogique



Modèle CCYC : ©DNE

NOM DE FAMILLE (naissance) :

(en majuscules)

PRENOM :

(en majuscules)

N° candidat :

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

Né(e) le :

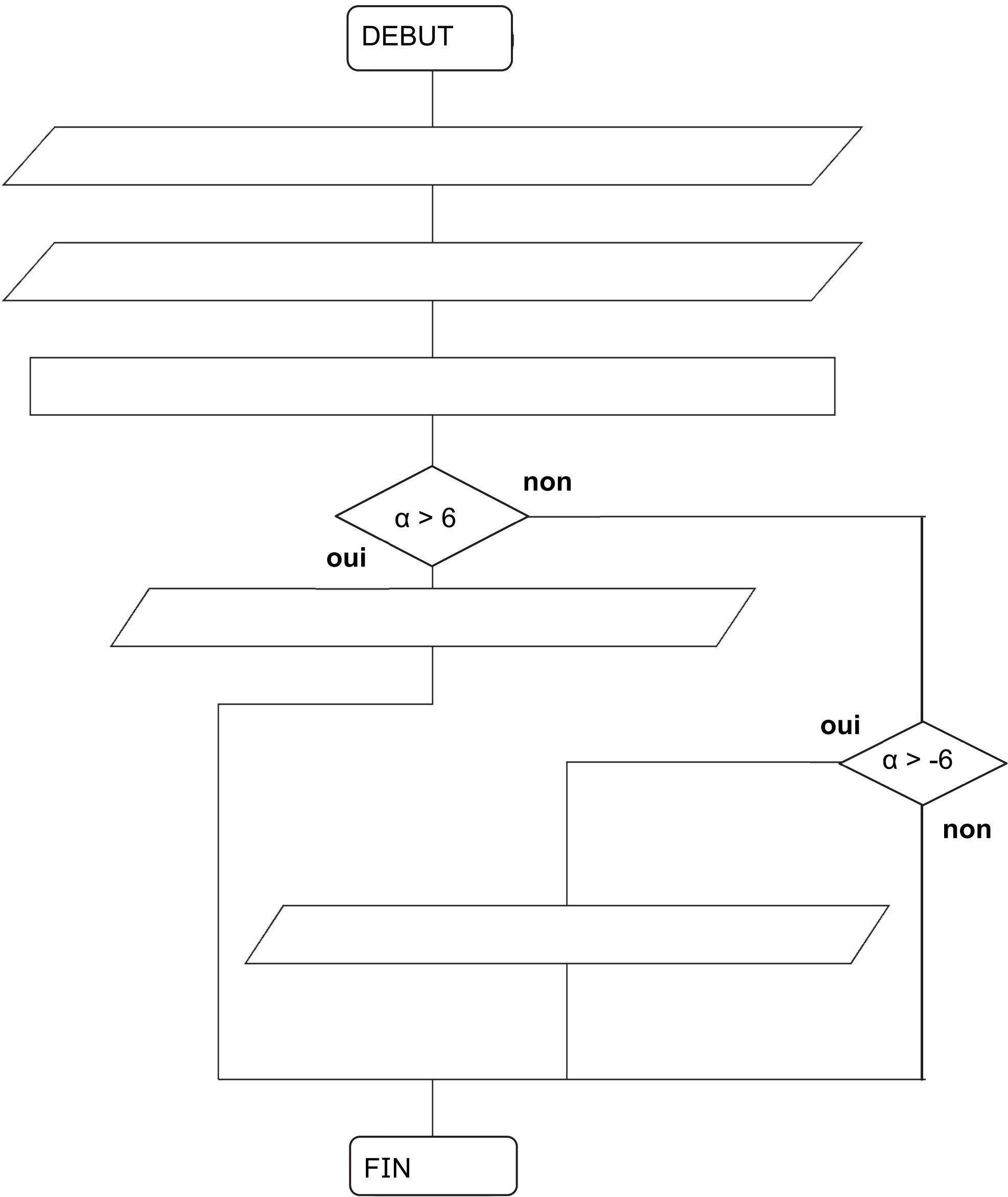
Liberté • Egalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

N° d'inscription :

1.2

Question C.2



Modèle CCYC : ©DNE

NOM DE FAMILLE (naissance) :

(en majuscules)

PRENOM :

(en majuscules)

N° candidat :

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

Né(e) le :

N° d'inscription :

1.2