

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat :  N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

Né(e) le :  /  /

 Liberté • Égalité • Fraternité  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

## ÉVALUATION

**CLASSE :** Première

**VOIE :**  Générale  Technologique  Toutes voies (LV)

**ENSEIGNEMENT :** SCIENCES de l'INGÉNIEUR

**DURÉE DE L'ÉPREUVE :** 2h00

Axes de programme :

Analyser le besoin d'un produit par une démarche d'ingénierie système  
 Analyser l'organisation matérielle d'un produit par une démarche d'ingénierie système  
 Analyser l'organisation fonctionnelle d'un produit par une démarche d'ingénierie système  
 Caractériser la puissance nécessaire au fonctionnement d'un produit ou un système  
 Caractériser l'énergie nécessaire au fonctionnement d'un produit ou un système  
 Analyser les principaux protocoles pour un réseau de communication  
 Quantifier les écarts de performance entre les valeurs attendues, mesurées, simulées  
 Caractériser les grandeurs physiques en entrées/sorties d'un modèle multiphysique traduisant la transmission de puissance  
 Traduire le comportement attendu ou observé d'un objet par une structure algorithmique  
 Modéliser les actions mécaniques  
 Caractériser les échanges d'informations  
 Associer un modèle à un système asservi  
 Déterminer les grandeurs géométriques et cinématiques d'un mécanisme  
 Relever les grandeurs caractéristiques d'un protocole de communication  
 Rendre compte de résultats

**CALCULATRICE AUTORISÉE :**  Oui  Non

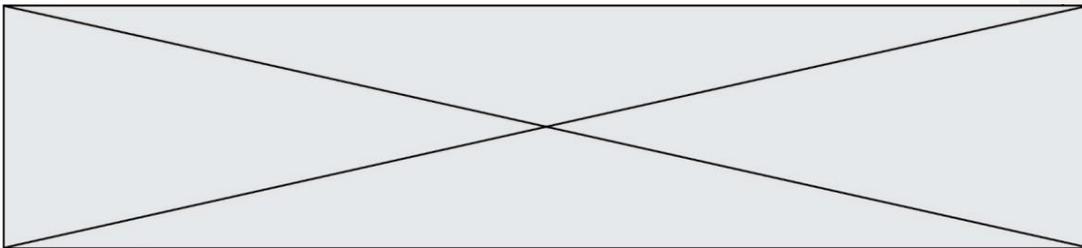
**DICTIONNAIRE AUTORISÉ :**  Oui  Non

Ce sujet contient des parties à rendre par le candidat avec sa copie. De ce fait, il ne peut être dupliqué et doit être imprimé pour chaque candidat afin d'assurer ensuite sa bonne numérisation.

Ce sujet intègre des éléments en couleur. S'il est choisi par l'équipe pédagogique, il est nécessaire que chaque élève dispose d'une impression en couleur.

Ce sujet contient des pièces jointes de type audio ou vidéo qu'il faudra télécharger et jouer le jour de l'épreuve.

**Nombre total de pages :** 14



### Constitution du sujet

- **Étude d'une performance du produit**..... Pages 4 à 7
- **Commande du fonctionnement du produit ou modification de son comportement** ..... Pages 8 à 12
- **Documents réponses** ..... Pages 13 à 14

### Rappel du règlement de l'épreuve

Le sujet comporte deux exercices indépendants l'un de l'autre, équilibrés en durée et en difficulté, qui s'appuient sur un produit unique.

Un premier exercice s'intéresse à l'étude d'une performance du produit. Les candidats doivent mobiliser leurs compétences et les connaissances associées pour qualifier et/ou quantifier cette performance, à partir de l'analyse, de la modélisation de tout ou partie du produit ou de relevés expérimentaux.

Le second exercice porte sur la commande du fonctionnement du produit ou la modification de son comportement. L'étude s'appuie sur l'algorithmique et de la programmation, à partir de ressources fournies au candidat qu'il devra exploiter, compléter ou modifier.



Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat :  N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

Né(e) le :  /  /

Liberté • Égalité • Fraternité  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

## PRÉSENTATION DE LA PERGOLA BIOCLIMATIQUE

Une pergola « bioclimatique » est une pergola à lames orientables qui permet de moduler l'ensoleillement sur une terrasse et dans la maison, tout au long de la journée et en fonction de la saison. Elle est conçue pour résister au vent. Les lames peuvent être mises dans une position angulaire telle que la pergola se transforme en toiture fermée, afin de protéger la terrasse des intempéries.



Photo 1 : pergola bioclimatique

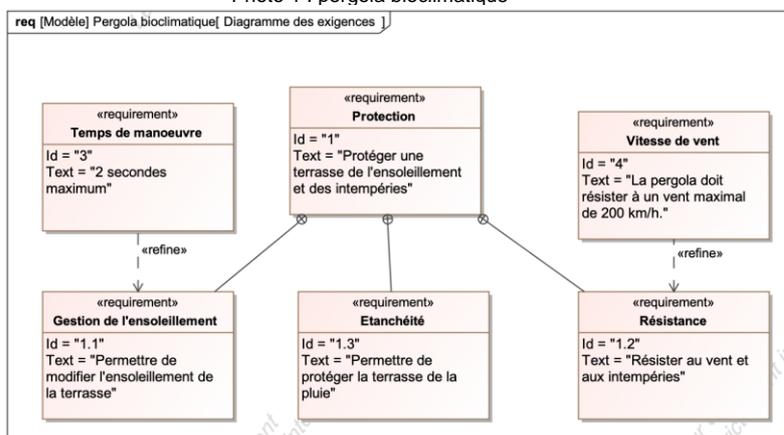
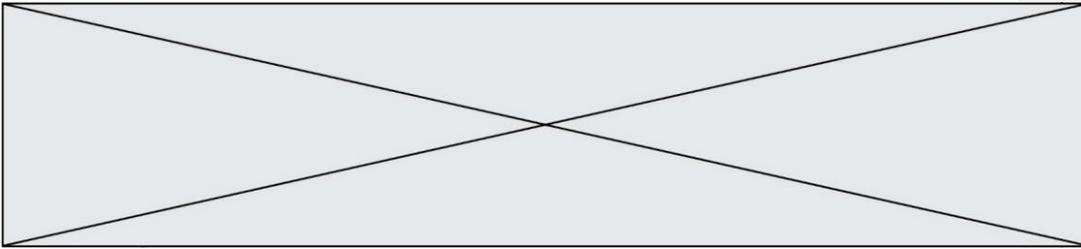


Figure 1 : diagramme des exigences

**Problématique** : la motorisation choisie permet-elle de respecter le temps de manœuvre des lames de la pergola bioclimatique indiqué lors d'un mouvement complet ? La commande permet-elle de gérer automatiquement le repliement des lames en présence de pluie ?



## EXERCICE 1 - ÉTUDE D'UNE PERFORMANCE DU PRODUIT

### Vérification du temps de manœuvre angulaire des lames.

La maîtrise du temps de manœuvre des lames orientables de la pergola nécessite de recourir à un asservissement en position angulaire des lames. Cet asservissement angulaire permet de surcroît de répondre à l'exigence de gestion de l'ensoleillement, puisque l'utilisateur pourra alors imposer une consigne de luminosité.

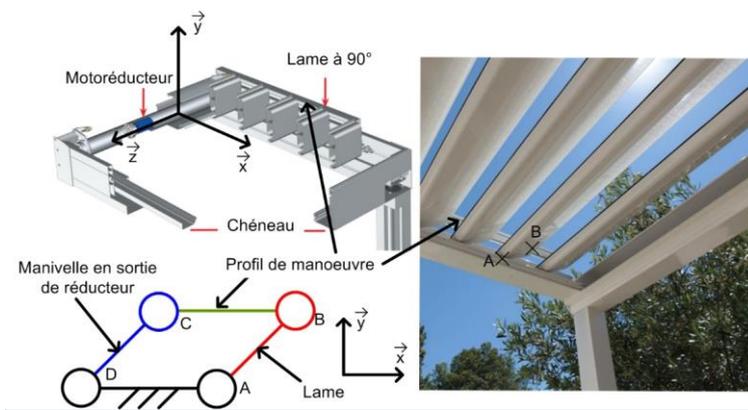


Figure 2 : schéma de principe

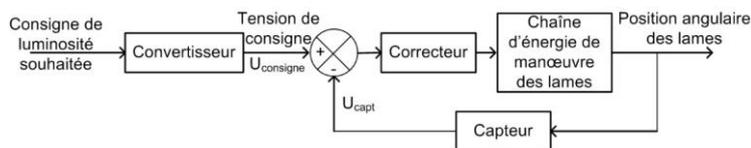


Figure 3 : schéma bloc de l'asservissement

Le convertisseur détermine la valeur de la tension de consigne en fonction de la consigne de luminosité.

#### Question I-1

Figure 3

**Donner** les grandeurs physiques en entrée et en sortie du capteur présenté figure 3. **Indiquer** la nature des grandeurs analogique, logique, numérique.

**Commenté [A1]:** Peut-être faudrait-il reprendre les schémas compte tenu des problèmes de lisibilité lors de l'impression en noir & blanc

**Commenté [A2]:** En référence à la grille :  
M&R9 : Ok  
M&R10 : Ok

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat :  N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

Né(e) le :  /  /

Liberté • Égalité • Fraternité  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

L'asservissement n'est actif qu'en présence d'un vent de faible intensité. Au-delà d'une vitesse de vent de  $20 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ , un capteur de vitesse du vent permet de lancer le repliement des lames et de désactiver l'asservissement de luminosité. La vérification des performances qui suit se fera donc en négligeant l'action mécanique du vent sur les lames.

Une lame est réalisée à partir d'un profilé extrudé en aluminium, de largeur  $190 \text{ mm}$ , d'épaisseur  $35 \text{ mm}$  et de longueur de  $4 \text{ m}$ . La masse linéique de ce profil d'aluminium est de  $1,5 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-1}$ .

Question I-2

DR1  
Figure 2

Représenter, sur le document réponse DR1, le poids  $\vec{P}$  action mécanique de pesanteur sur la lame en utilisant une échelle de représentation de  $1 \text{ cm}$  pour  $10 \text{ N}$  et en prenant  $g = 9,81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ .

Exprimer sur feuille de copie, sous forme de torseur au point G, l'action mécanique exercée par la pesanteur sur une lame.

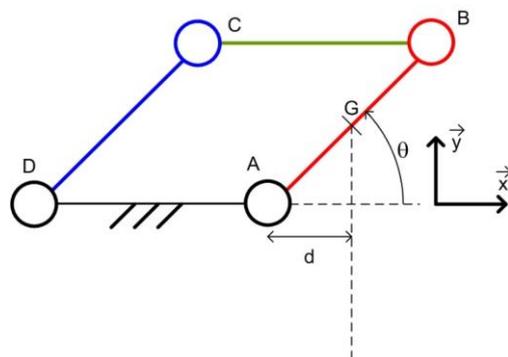
$$\{\tau(\text{pesanteur} \rightarrow \text{lame})\}$$

Ecrire le résultat sous la forme ci-dessous :

$$\{\tau(\text{pesanteur} \rightarrow \text{lame})\}_{(x,y,z)} = \begin{Bmatrix} \dots & \dots \\ \dots & \dots \\ \dots & \dots \end{Bmatrix}_{(x,y,z)} \mathbf{G}$$

La norme du moment en A de la pesanteur sur une lame s'écrit sous la forme :

$$\|\vec{M}_A(\text{pesanteur} \rightarrow \text{lame})\| = d \cdot \|\vec{P}\| \quad \text{avec } d = \overline{AG} \cdot \vec{x} \text{ soit } d = \|\overline{AG}\| \cdot \cos \theta$$

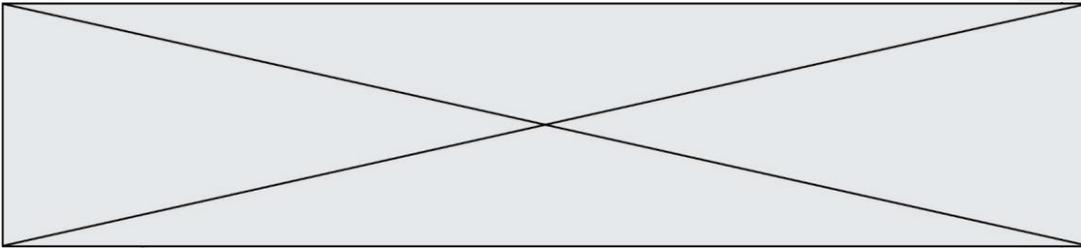


Commenté [A3]: En référence à la grille : M&R 8 : OK

Commenté [A4]: Peut-être faudrait-il guider pour la forme du torseur attendu selon les 3 axes en précisant le référentiel considéré

Commenté [A5]: Il faut définir d dans le texte et indiquer qu'il est représenté sur le DR

Commenté [A6]: Proposer une schématisation avec d car les élèves risquent d'avoir des difficultés



**Question I-3**

DR1

**Donner** la valeur de l'angle  $\theta$  en  $^\circ$  pour lequel la valeur du bras de levier  $d$  est maximale notée  $d_{max}$ .

**Calculer** la norme de  $\|\vec{M}_A(\text{pesanteur} \rightarrow \text{lame})\|_{max}$  en N.m pour une distance maximale  $d_{max}$ .

Le motoréducteur entraîne l'ensemble des 25 lames en rotation grâce au profil de manœuvre. Seule l'action mécanique de pesanteur sur les lames est prise en compte.

**Commenté [A7]:** En référence à la grille : M&R 12: Ok

**Question I-4**

**Commenter** la réalité physique de l'hypothèse « Seule l'action mécanique de pesanteur sur les lames est prise en compte ».

**Calculer** la valeur numérique du moment du couple maximal en N.m, noté  $C_{max}$ , à exercer pour vaincre l'action mécanique de pesanteur sur l'ensemble des lames.

**Commenté [A8]:** En référence à la grille : M&R1 : Ok avec la question complémentaire ajoutée M&R8 :Ok C1 : Ok (mais cette compétence est toujours activée lorsque donne un résultat, il faut identifier les poids les plus pertinents sur les questions pour son évaluation)

**Commenté [A9]:** Unité à préciser

La cinématique choisie montre que le couple en sortie du réducteur varie entre 0 et  $C_{max}$ . Compte tenu de cette variation, et afin de simplifier les calculs, le couple en sortie du réducteur est considéré constant avec une valeur moyenne  $C_{moy} = 70$  N.m.

La figure 4 représente la chaîne de puissance de la motorisation.



Figure 4 : chaîne d'énergie de la motorisation

Données :

- La puissance électrique moyenne  $P_{elec}$  en entrée du moteur est de 90 W, elle s'exprime par la relation  $P_{elec} = U_{moy} \cdot I_{moy}$  ;
- les lames pivotent autour de l'axe  $(A, \vec{z})$  de  $90^\circ$  au cours du mouvement complet ;
- le moteur tourne à vitesse constante.



Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat :  N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

Né(e) le :  /  /

 Liberté • Égalité • Fraternité  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

Question  
I-5

Figure 4

**Calculer** la puissance en sortie  $P_{\text{moy}}$  en W lorsque la puissance en entrée est égale à 90 W, **déduire** la vitesse angulaire  $\omega_{\text{moy}}$  en  $\text{rad}\cdot\text{s}^{-1}$ .

**Commenté [A10]:** En référence à la grille  
A4 : Ok  
M&R2 : Ok  
C1 : Ok (mais cette compétence est toujours activée lorsque donne un résultat, il faut identifier les poids les plus pertinents sur les questions pour son évaluation)

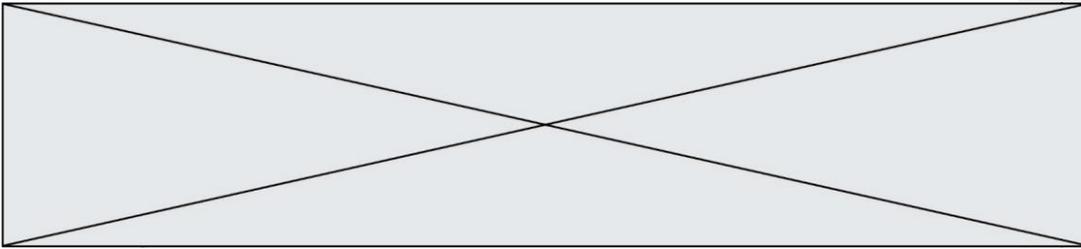
Question  
I-6

Figure 1

**Déterminer** la durée en **seconde** du mouvement complet.  
**Conclure** quant au respect de l'exigence (figure 1) du temps de manœuvre.

**Commenté [A11]:** En référence à la grille  
A1 : Ok  
A3 : Ok  
M&R7 : Ok  
C1 : Ok





## EXERCICE 2 - ÉTUDE DE LA COMMANDE DU PRODUIT

### Validation de l'algorithme de gestion de l'orientation des lames en présence de pluie

Le système de commande de la pergola bioclimatique comprend un ensemble nommé « bloc capteurs » autonome en énergie dont le diagramme de définition de blocs est donné à la figure 5. L'intérêt de cet unique « bloc capteurs » est sa facilité d'installation.

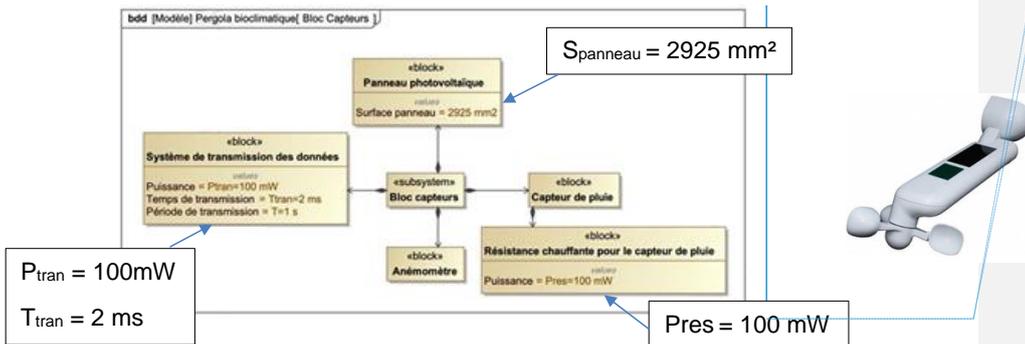


Figure 5 : diagramme de définition de blocs du « bloc capteurs »

En moyenne, en France, l'énergie produite en une journée par un panneau photovoltaïque est comprise entre 1 et 6 kW·h·m<sup>-2</sup>.

#### Question

II-1

Figure 5

A partir de la surface du panneau photovoltaïque et de l'énergie produite en une journée, **calculer** l'énergie minimale, notée  $E_{pan}$  en Joules, produite par le panneau photovoltaïque du « bloc capteurs » en une journée.

**Calculer** l'énergie, notée  $E_{tran}$  en Joules, dépensée chaque jour par le système de transmission de données.

**Commenté [A12]:** Reprendre les unités sur la figure

**Commenté [A13]:** Augmenter la taille du diagramme de définition de blocs

**Commenté [A14]:** En référence à la grille :

A2 :Ok

A3 :Ok

A4 :Ok

E&S3 : le line est moins explicite

**Commenté [A15]:** Peut-on considérer la relation entre les 2 grandeurs comme connue ?

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat :  N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

Né(e) le :  /  /

1.1

L'alimentation du capteur de vitesse du rotor de l'anémomètre et de la carte du « bloc capteurs » (hors résistance chauffante et transmission) nécessite une puissance de 2 mW en continu.

Afin de pallier le problème de condensation, le capteur de pluie est muni d'une résistance chauffante. Lors d'une journée pluvieuse, afin de lutter contre les problèmes de condensation du capteur, il est nécessaire d'activer la résistance pendant 2 h.

**Question**

II-2

**Déterminer**, dans le cas le plus défavorable, la durée maximale d'utilisation de la résistance chauffante, en heures, à partir de l'énergie récupérée par le panneau photovoltaïque (énergie  $E_{tran}$  sera prise en compte). **Conclure** sur la validation du dimensionnement du panneau photovoltaïque pour qu'il puisse assurer le fonctionnement de l'ensemble autonome (énergie totale).

**Commenté [A16]:** En référence à la Grille A2 : Ok pour trouver les valeurs A4 : Ok (attention même compétence évaluée à la question II-1) A5 : Ok (attention même compétence évaluée à la question II-1)

**Commenté [A17]:** Peut-être faudrait-il préciser si les élèves doivent intégrer à leur réflexion l'énergie liée au système de transmission ?

**Commenté [A18]:** Préciser les critères à prendre en considération

La figure 6 représente la chaîne d'acquisition du capteur de pluie.

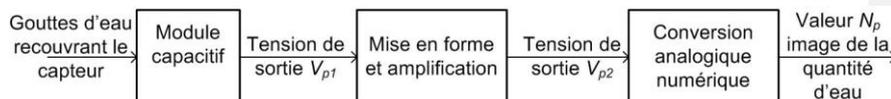


Figure 6 : schéma fonctionnel de la chaîne d'acquisition du capteur de pluie

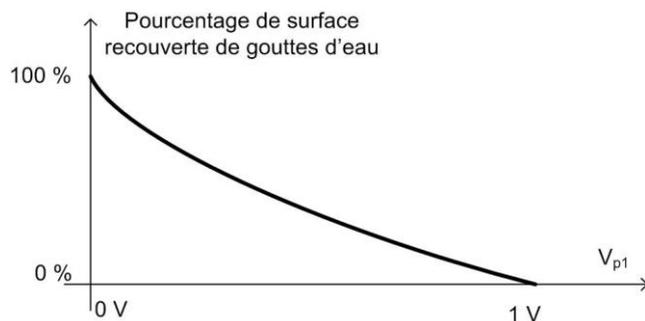
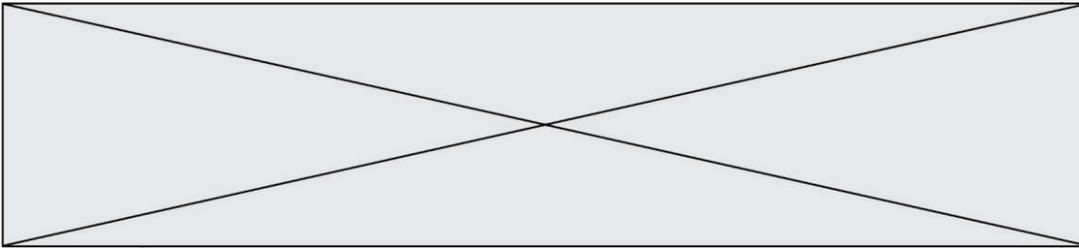


Figure 7 : courbe de réponse du module capacitif du capteur de pluie



Le bloc de « mise en forme et d'amplification » permet de générer la tension  $V_{p2}$  à partir de  $V_{p1}$  selon la loi :  $V_{p2} = -4,5 \cdot (V_{p1} - 1)$ .

Le convertisseur analogique numérique est un convertisseur unipolaire avec une tension de référence de 5 V. Il code sur 10 bits.  $N_p$  est donné par la relation  $N_p = \frac{V_{vp2}}{q}$  sachant que  $q = \frac{V_{ref}}{2^n}$ .

**Question II-3**

Figure 7  
DR1

**Relever** les valeurs de la tension de sortie  $V_{p1}$  sur la courbe figure 7 pour les surfaces recouvertes d'eau de 0 %, 20 % et 100 %. **Compléter** les valeurs ( $V_{p1}$ ,  $V_{p2}$ ,  $N_p$ ) du tableau 1 du document réponse **DR1**.

**Commenté [A19]:** En référence à la grille :  
A7 : Ok à la lecture du tableau du DR  
M&R9 : Ok (renforcer à le questionnement proposé)

Le comportement de la pergola en mode automatique de gestion de la pluie est illustré par la courbe de la figure 8. Ce comportement permet de limiter des phases d'ouverture/fermeture de la pergola (répétition).

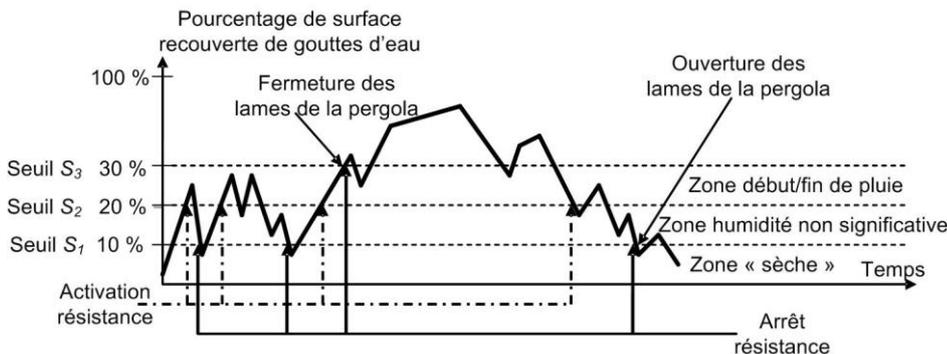


Figure 8 : courbe de comportement de la pergola en mode automatique

La figure 9 décrit l'algorithme du comportement souhaité de la pergola, avec les variables logiques présentées dans le tableau 2.



Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat :  N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

Né(e) le :  /  /

Liberté • Égalité • Fraternité  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

$N_p$	Nombre entier image de la quantité de pluie	$S_3$	Seuil $S_3$ dépassé
$S_1$	Seuil $S_1$ dépassé	<b>Fermée</b>	Etat de la pergola ( <i>Fermée</i> =1 si les lames sont en position fermée)
$S_2$	Seuil $S_2$ dépassé	<b>Res</b>	Alimentation de la résistance de chauffage du capteur de pluie ( <i>Res</i> =1 si résistance alimentée)

Tableau 2 : variables utilisées

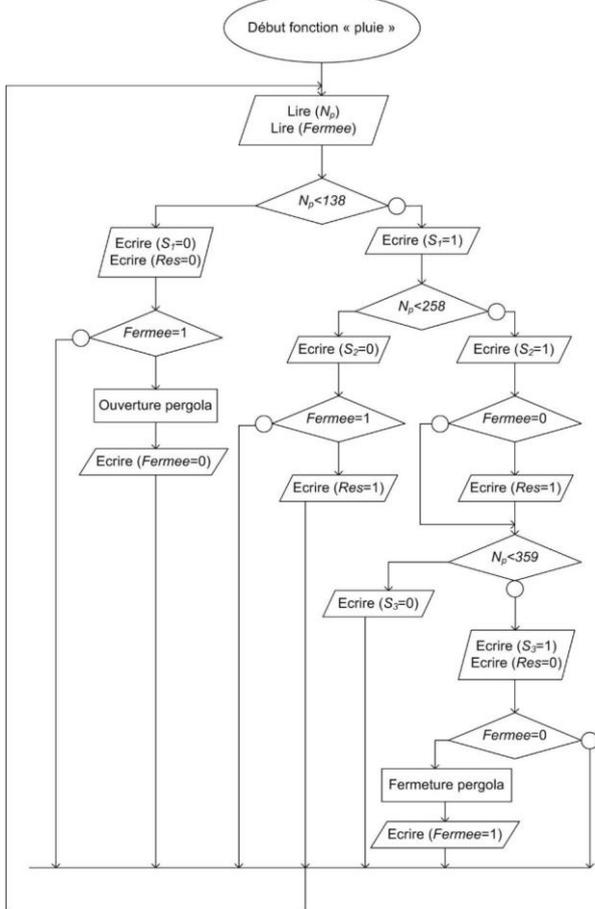
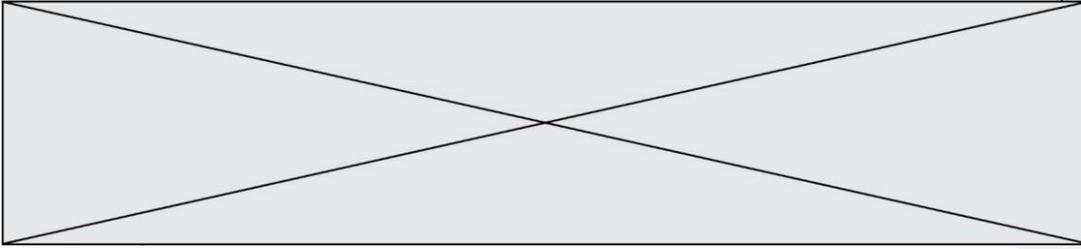


Figure 9 : algorithme du comportement souhaité



**Question II-4**

DR2

**Compléter**, à partir de l'analyse de l'algorithme, le chronogramme du document réponse **DR2**. Les variables *Res* et *Fermee* sont à 0 au départ.

**Conclure** quant à la conformité du comportement de la pergola en présence de pluie.

**Commenté [A20]:** En référence à la grille :

A9 :Ok  
M&R4 :Ok  
C1 :Ok



Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat :  N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

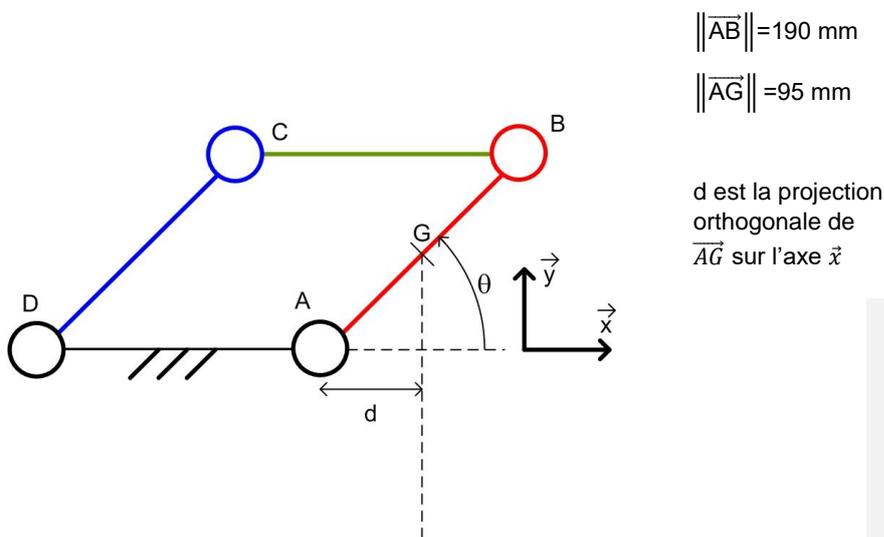
Né(e) le :  /  /

Liberté • Égalité • Fraternité  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

## DOCUMENTS RÉPONSES

### DR1 – Question I-2



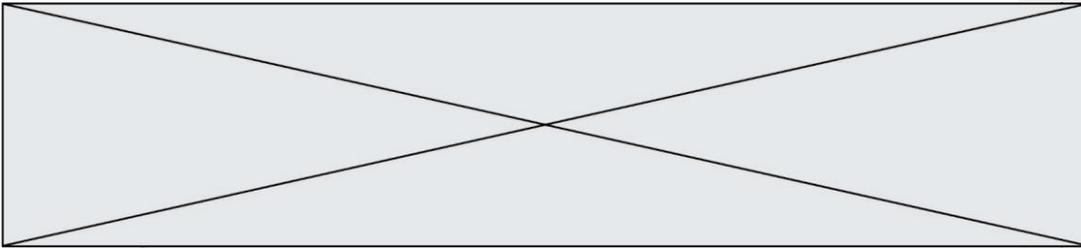
### DR1 – Question II-3

Pourcentage de surface recouverte de goutte d'eau	0 %	20 %	100 %
Tension de sortie du capteur de pluie ( $V_{p1}$ )			
Tension image de la quantité d'eau ( $V_{p2}$ )			
Nombre image de la quantité d'eau ( $N_p$ )			

Tableau 1

**Commenté [A21]:** Il est demandé aux élèves de faire à plusieurs reprises les mêmes calculs en appliquant la même démarche ce qui revient à évaluer les mêmes compétences, cela n'est pas nécessaire.

**Commenté [A22]:** Faire relever les valeurs sur la courbe

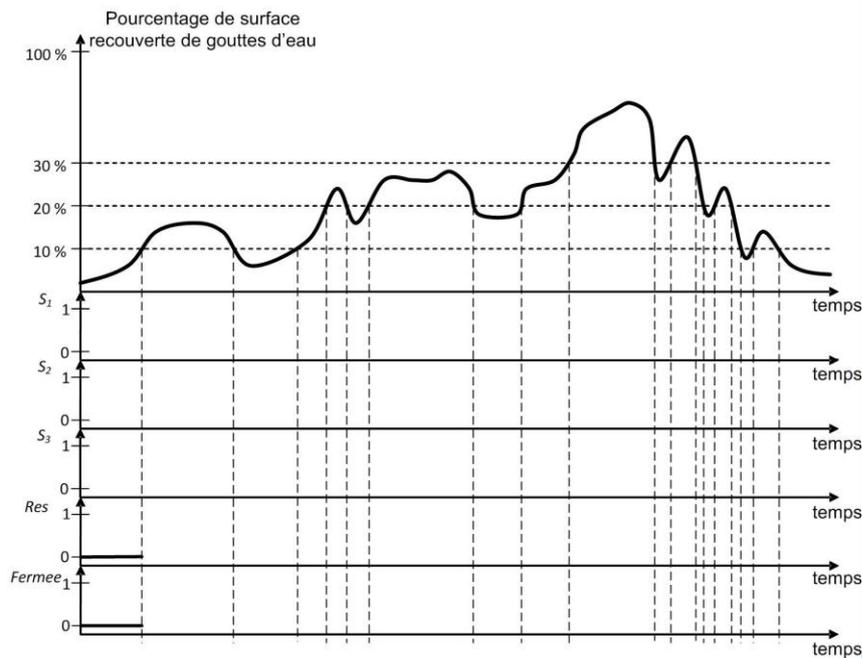


## DOCUMENTS RÉPONSES (suite)

DR2 – Question II-4

### Chronogrammes à compléter

Etats des variables (0 ou 1) en fonction du temps (heure)



**Commenté [A23]:** Mettre un titre à ces chronogrammes  
Légèder avec les unités des axes