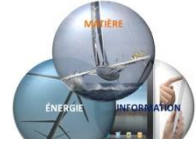


# Eléments de modélisation des systèmes<sup>1</sup>

Graphes états transitions



## 1 Système d'occultation de fenêtre de toit

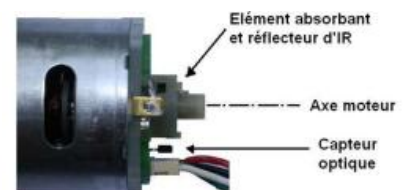
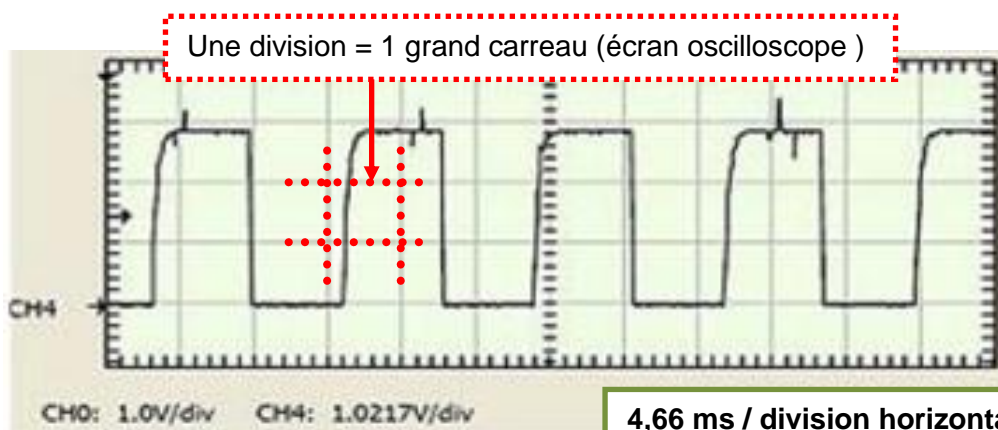
Au cours de ces dernières décennies, l'évolution de l'architecture s'est traduite par une augmentation des surfaces vitrées des bâtiments. En parallèle, des systèmes d'occultation plus ou moins sophistiqués ont été intégrés aux immeubles qu'ils soient commerciaux ou résidentiels. Cette évolution permet aux occupants de profiter de la lumière naturelle et d'avoir un meilleur contact avec l'extérieur tout en maîtrisant les consommations d'énergie et les conditions de confort, été comme hiver.



L'objectif de notre étude consiste à vérifier le comportement du système dans la situation de dysfonctionnement la plus probable et la plus dégradante : un blocage du volet en pleine course.

### Obtention de la position du volet

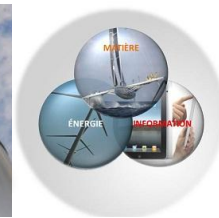
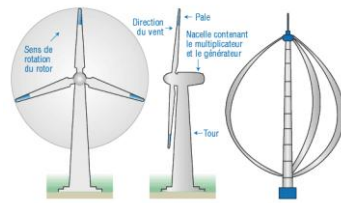
Le mouvement du volet est assuré par un moteur électrique qui fonctionne donc dans les deux sens de rotation. Ce moteur est équipé d'un capteur optique de position. Ce capteur délivre une suite d'impulsions quand le volet se déplace, une impulsion (= une période du signal) par tour du moteur.



Q1 : A l'aide du chronogramme, mesurer la période moyenne du signal obtenu en ms. Prendre quatre chiffres significatifs.

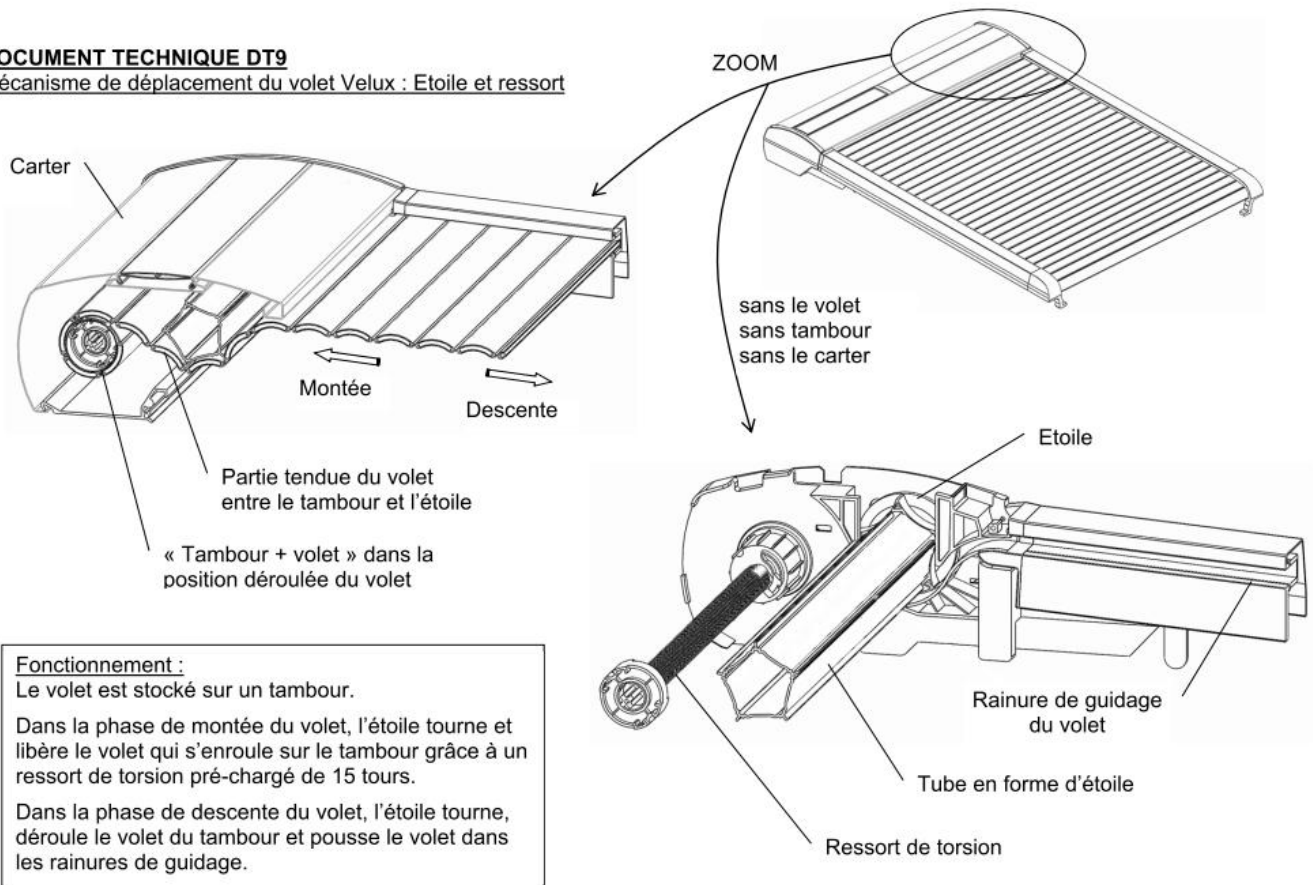
Q2 : Déduire la vitesse de rotation du moteur en  $\text{tr}\cdot\text{mn}^{-1}$

<sup>1</sup> D'après des sujets d'épreuves ETT du bac STI2D.



## DOCUMENT TECHNIQUE DT9

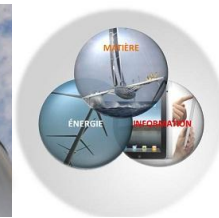
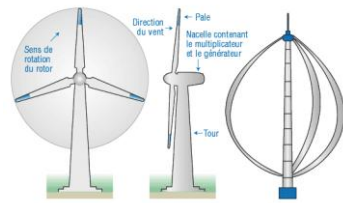
### Mécanisme de déplacement du volet Velux : Étoile et ressort



## Détection du blocage

Le comportement du système volet pendant une phase de blocage est indiquée sur le DT17.

- Q3 : Dans la phase 2, identifier à quoi est due l'augmentation du courant dans l'induit du moteur.
- Q4 : A l'aide des documents techniques DT14 et DT17, Identifier à quel état du diagramme d'états/transitions correspond La phase 3.
- Q5 : Expliquer, par une phrase, de quelle manière s'effectue la transition entre la phase 4 et la phase 5.
- Q6 : Indiquez les états exécutés après la détection du blocage du volet.
- Q7 : Au regard de la courbe de courant asymptotique obtenue en l'absence de dispositif de détection de blocage DT14 (moteur restant alimenté par une tension fixe en permanence), conclure quant à l'utilité d'un tel dispositif d'un point de vue (raisonner en termes d'amplitude et de durée du phénomène) :
- de la durée de vie du moteur électrique ;
  - de celle de la structure mécanique ;
  - du maintien en charge de la batterie.

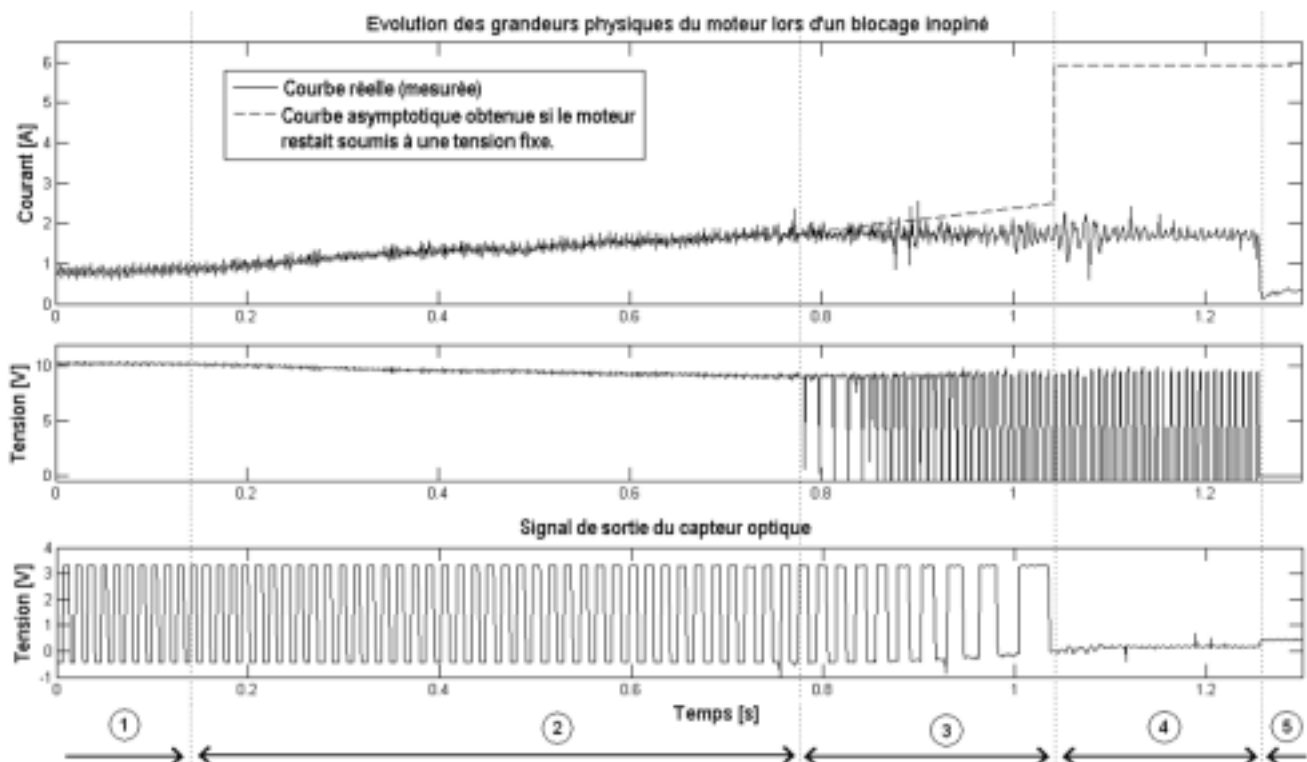


## DOCUMENT TECHNIQUE DT14

### Comportement du système lors d'un blocage inopiné : relevés moteur + capteur optique

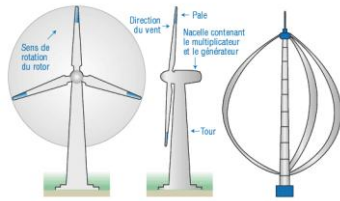
Les chronogrammes suivant comportent 5 phases :

- Phase 1 - Fonctionnement normal du système : déplacement du volet ;
- Phase 2 - Blocage du volet : la lame bloquée n'avance plus, mais l'étoile continue d'entraîner les lames entraînant une compression progressive de celles-ci ;
- Phase 3 - Détection du blocage : une Modulation de Largeur d'Impulsion (MLI) apparaît sur la tension, le courant est stabilisé ;
- Phase 4 - Blocage du moteur en lui-même : les lames sont toutes comprimées et l'étoile s'arrête de tourner ;
- Phase 5 - Arrêt de la commande du moteur.

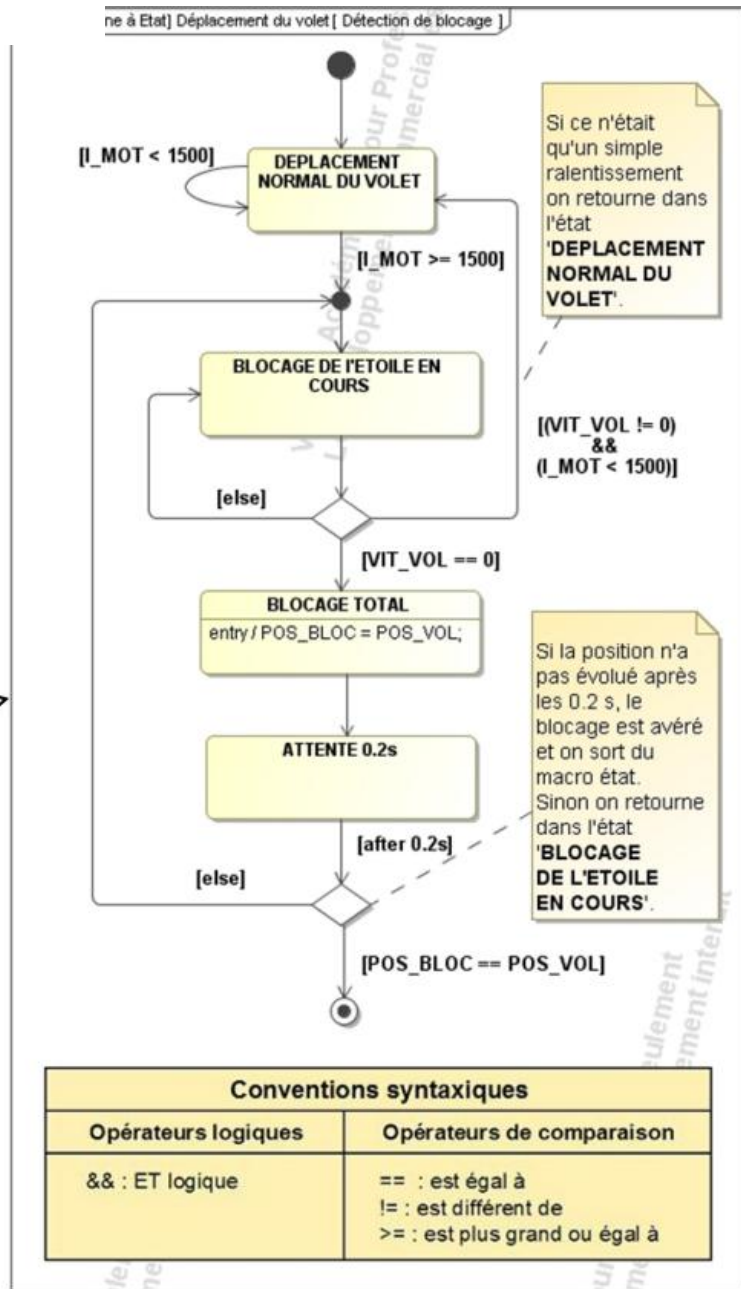
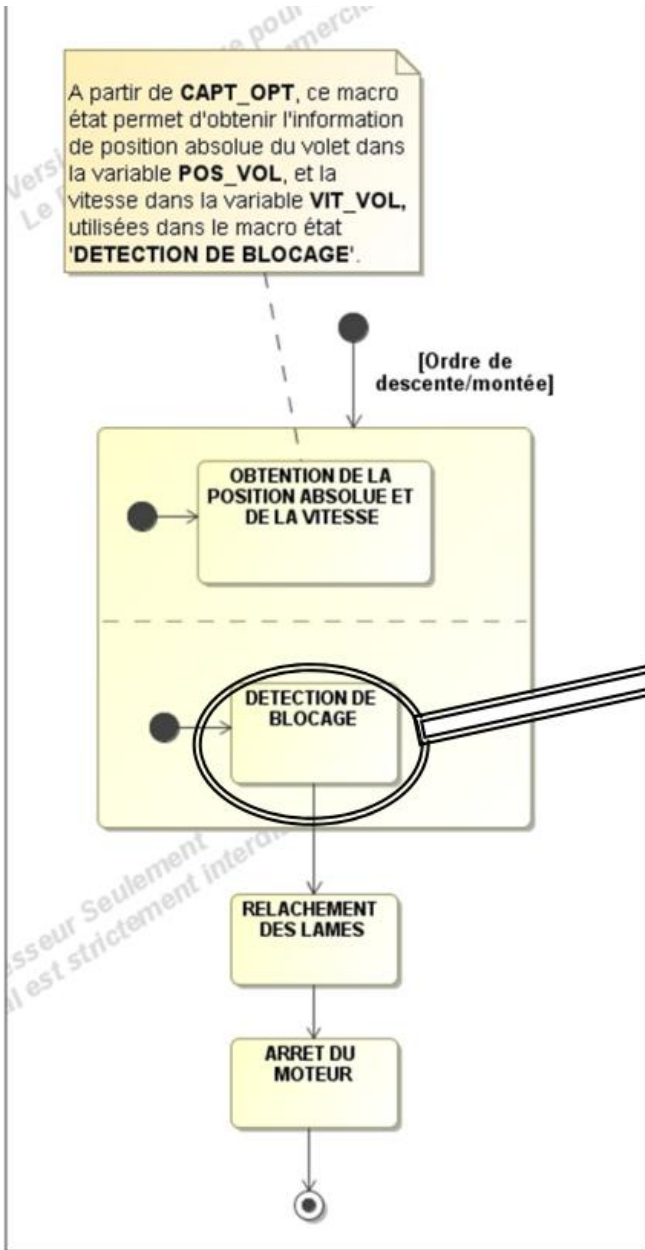


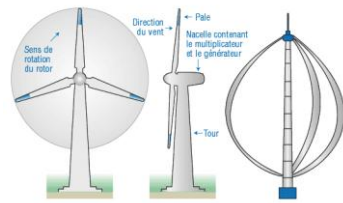
Il existe une dernière phase qui n'apparaît pas ici (elle apparaît dans le diagramme d'états/transitions du document technique DT17) : après l'arrêt du moteur, l'étoile est entraînée en sens inverse durant un laps de temps très court afin de libérer les lames de la compression occasionnée, permettant ainsi de ne pas les laisser dans un état statique sous contraintes.





## DOCUMENT TECHNIQUE DT17





## 2 Bac de rétention de Bezons

### Présentation

Pour limiter la pollution de la Seine par les eaux usées et pluviales, le SIAHCBC (Syndicat Intercommunal d'Assainissement Houilles-Carières-Bezons-Chatou) fait construire un gigantesque bassin de rétention à Bezons.

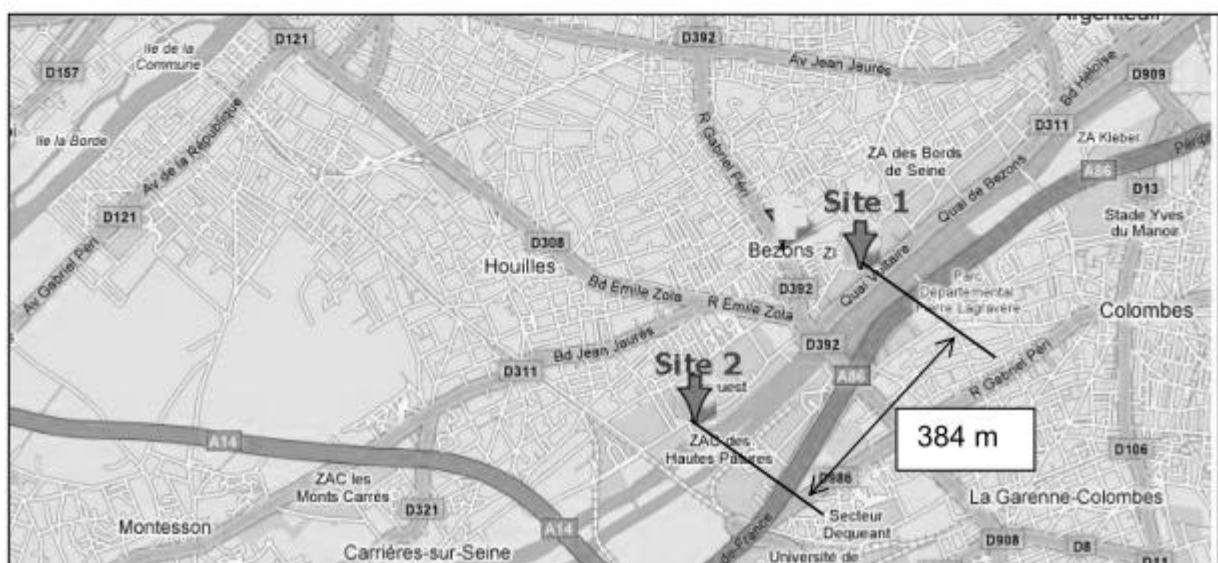
Il regroupe trois communes des Yvelines (Carrières sur Seine, Chatou, Houilles) et une commune du Val d'Oise (Bezons), pour une population totale desservie estimée à 97 365 habitants (source INSEE 1999). Ce syndicat est bordé au nord par le Syndicat Intercommunal d'Assainissement du Val Notre Dame (SIAVND) qui regroupe les communes d'Argenteuil, Bezons et Sartrouville.

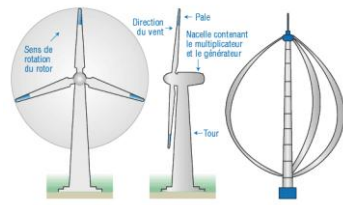


Le sujet concerne deux sites distincts.

1. L'un (site amont) est situé au débouché de la rue de Pontoise à Bezons, à proximité des voiries départementales en berge de la Seine : un ouvrage souterrain avec des accès en surface et un bâtiment technique y seront réalisés.
2. L'autre (bassin) se trouve à l'angle des rues Carasso et de la Pâture à Bezons : il accueillera le bassin de stockage restitution des eaux pluviales.

Les deux sites sont reliés par un micro-tunnel d'une distance de 384 m.



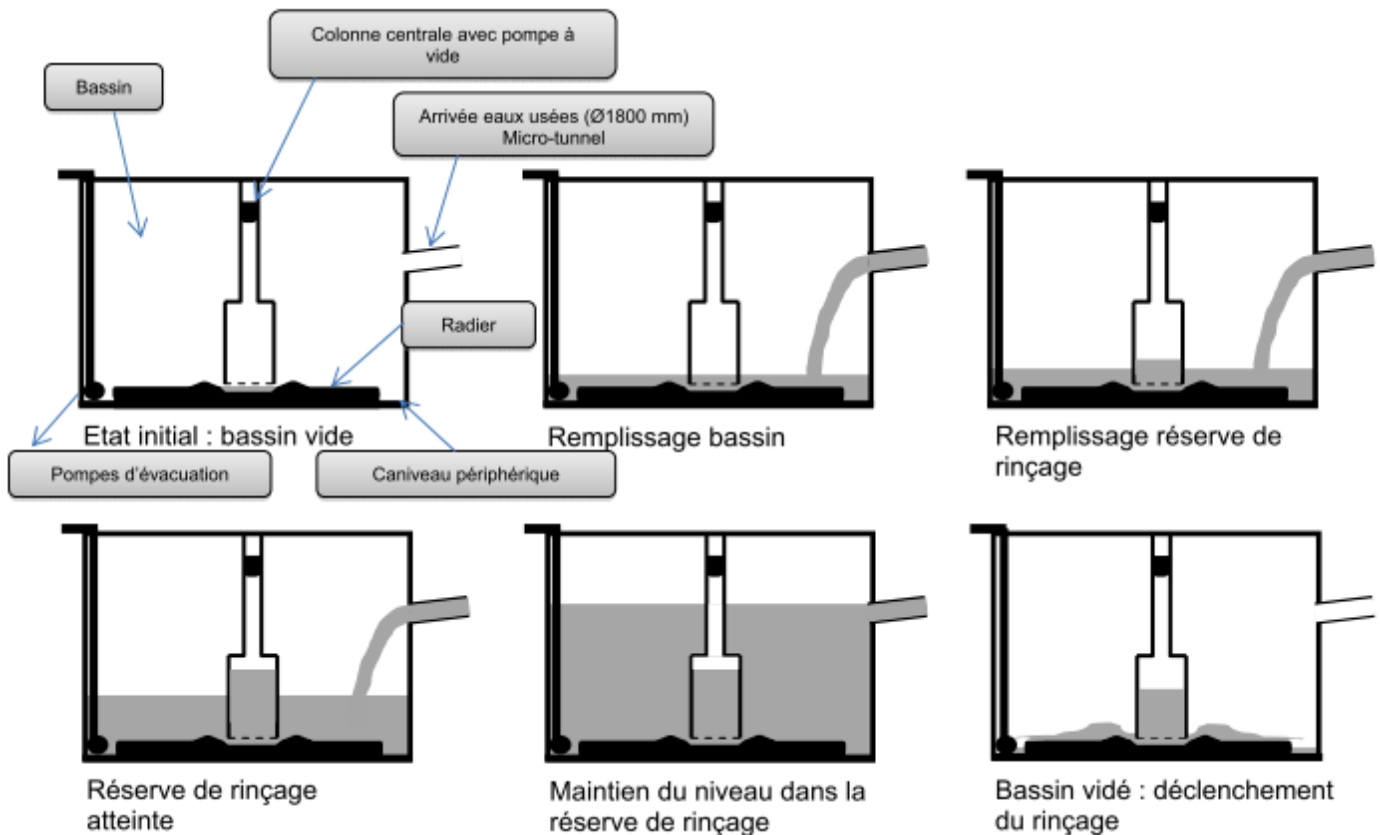


Lors d'un événement pluvieux important un bassin de rétention situé sur le site 2 permet de stocker environ 10 000 m<sup>3</sup>. Ces eaux sont stockées en attendant la fin de l'épisode pluvieux pour être ensuite vidangées et traitées par la station d'épuration. Il faut ensuite nettoyer le bassin pour éviter l'accumulation de résidus qui pourraient former une croûte épaisse.

### Système de nettoyage du bassin

Après la fin de la vidange, il est nécessaire de procéder au nettoyage du radier du bassin afin d'éviter la formation d'une croûte de dépôts qui pourrait se révéler particulièrement épaisse et pourrait altérer significativement le fonctionnement du bassin.

Le système de rinçage de radier sous vide Biogest MF a la particularité d'être entièrement automatique et de n'avoir aucune pièce en mouvement et en contact avec les eaux chargées du bassin. Il permet également un rinçage du radier lors d'un remplissage partiel du bassin.

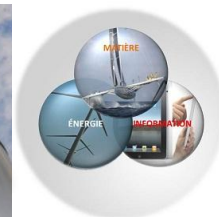
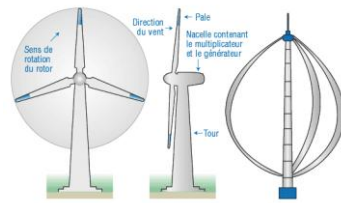


Le cycle de rinçage en mode de fonctionnement automatique est décrit sur le document DT5.

Q8 : Compléter le diagramme état / transition du document réponse DR3 en indiquant :

- les actions de l'état\_0101 ;
- la condition de passage de l'état\_0101 à l'état\_0102 ;
- les actions de l'état\_0102 ;
- la condition manquante entre l'état\_01 et l'état\_00.





## Documents techniques DT5

### Rinçage du radier : PROCESS DE FONCTIONNEMENT EN MODE AUTOMATIQUE

Dès que le niveau d'eau a atteint le siphon (information *niveau\_siphon=1*) :

- démarrage de la pompe à vide ;
- la vanne motorisée « *Aspiration* » s'ouvre ;
- la vanne motorisée « *Gonflage membrane* » s'ouvre. Sa fermeture s'effectue après 60 secondes de fonctionnement.

Dès le niveau d'eau dans le réservoir de chasse central a atteint le niveau maximum (information *Niveau\_haut = 1*) :

- la vanne motorisée « *Aspiration* » se ferme ;
- arrêt de la pompe à vide.

Le système est alors opérationnel, en attente de l'autorisation de rinçage.

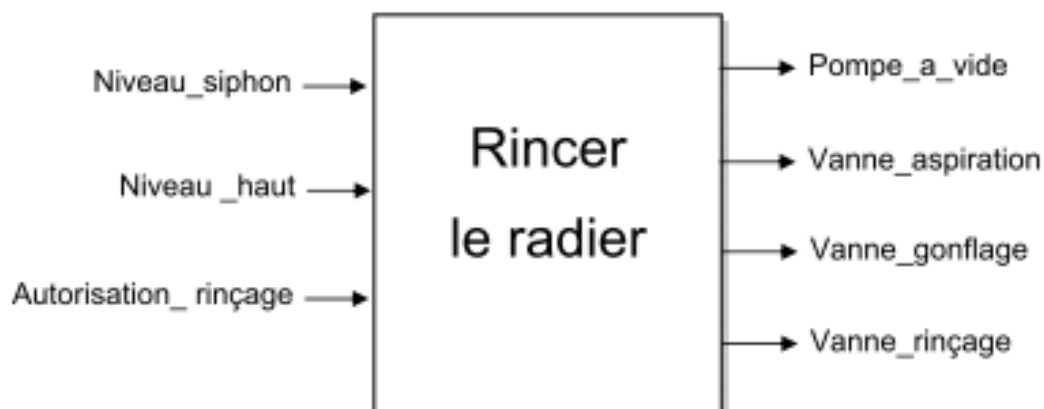
Déclenchement du rinçage (information *autorisation\_rinçage*) :

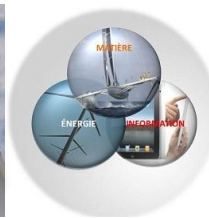
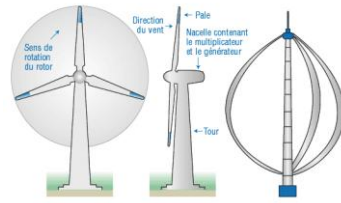
- la vanne motorisée « *Rinçage* » s'ouvre ;
- rinçage du radier.

Dès que le niveau d'eau repasse en dessous du niveau du siphon, le cycle de rinçage est terminé, toutes les vannes motorisées se ferment.

Le système est en attente d'un nouveau cycle de remplissage/rinçage.

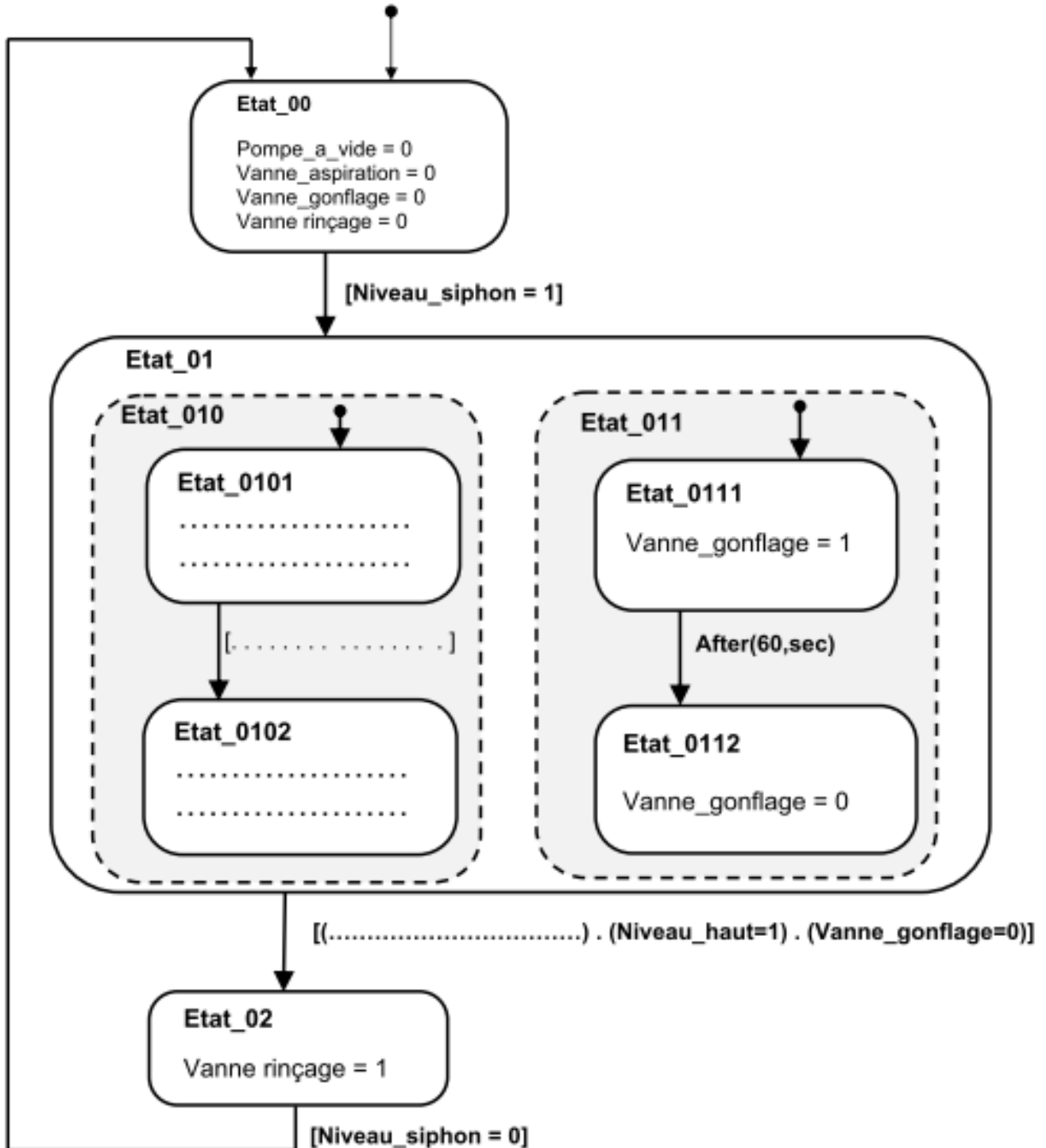
### Bilan des entrées sorties :





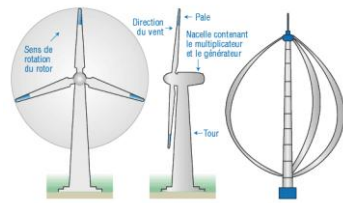
Documents réponses DR3

Diagramme d'état de la fonction rincer



**Remarques :** Les états Etat\_010 et Etat\_011 représentés en pointillés sont effectués simultanément.





### 3 Le tramway aérien de Rio de Janeiro



#### Présentation

Rio de Janeiro est une mégapole Brésilienne de plus de 6 millions d'habitants admirée pour sa beauté, ses plages et connue pour son carnaval. Son implantation géographique est telle que la majeure partie de la ville est située sur une multitude de collines et de dépressions formant un paysage escarpé où la circulation urbaine est rapidement devenue un problème.

Plus de 20% de la population habite dans les favelas. Ces habitations constituées d'un amalgame de matériaux de récupération sont concentrées sur les pentes escarpées des collines.

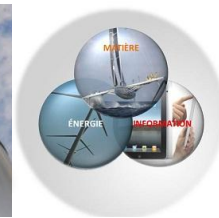
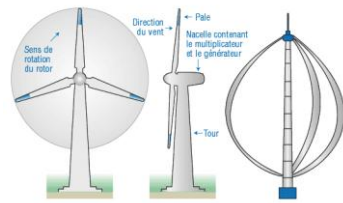
Le déplacement dans ces quartiers ne peut se faire qu'à pied, par cyclomoteur ou par mini van et aucun vrai réseau de transport urbain n'a pu voir le jour du fait de la configuration du terrain.

C'est dans cet environnement que l'état de Rio a confié au groupe français Poma la réalisation d'un tramway aérien dans le quartier d'Alemão au nord de la ville.

#### Implantation des gares

Ce tramway aérien est composé de télécabines circulant sur deux câbles reliant six gares entre elles. La gare G3 (Baiana) est la gare motrice. Elle entraîne deux boucles de câbles de part et d'autre, une boucle pour les gares G1 à G3 et une boucle pour les gares G3 à G6





## Fonctionnement par grand vent

Le téléphérique ne doit pas fonctionner par grand vent. Des anémomètres sont installés en haut de chacune des gares. La technologie de l'anémomètre est décrite dans le document DR3. L'information de la vitesse du vent doit être codée pour être transmise au système de gestion de la ligne afin d'être traitée.

DR3		Anémomètre Alizia 178	
Vitesse du vent		Utilisation	
Etendue de mesure :	0 – 60 m·s <sup>-1</sup>	Sortie :	4 - 20 mA pour 0 - 60 m·s <sup>-1</sup>
Seuil de démarrage :	0,5 m·s <sup>-1</sup>	Alimentation :	6 à 24 Vcc
Précision :	0,5 m·s <sup>-1</sup>	Boucle de courant :	2 fils
		Domaine d'utilisation :	-20 à +70 °C

Q9 : La mesure de la vitesse du vent est convertie en un nombre binaire pour être traitée par l'automate de commande. Il y a 120 valeurs différentes à coder. Donner en le justifiant le nombre de bits minimum nécessaire au codage de l'information.

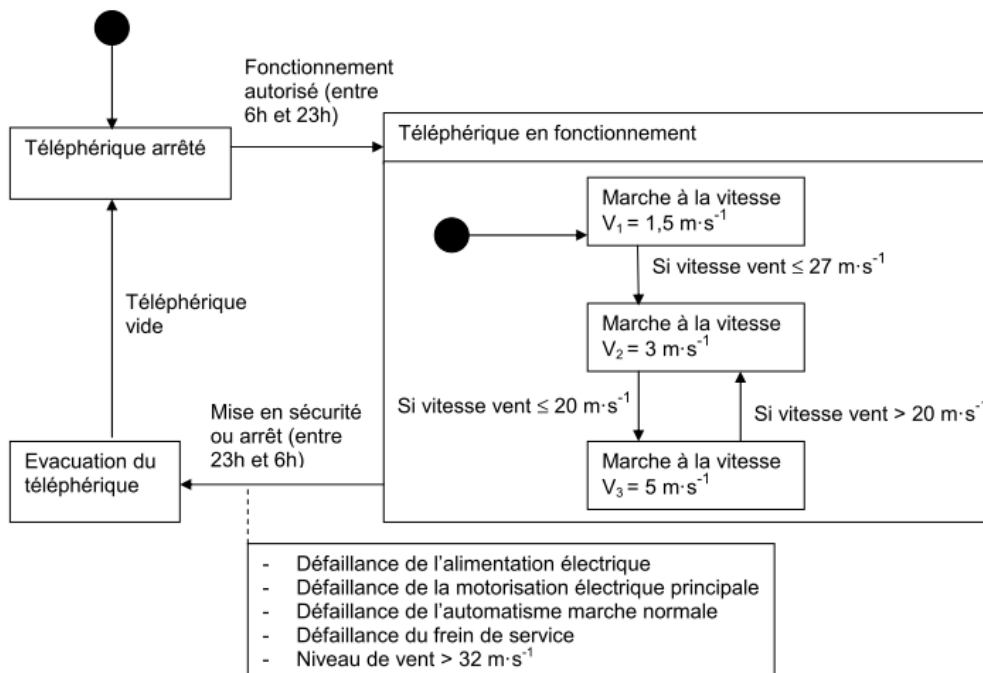
Q10 : La plage de vitesse du vent mesurée est de 0 - 60 m·s<sup>-1</sup>. Quelle est la vitesse du vent représentée par une valeur de '1'.

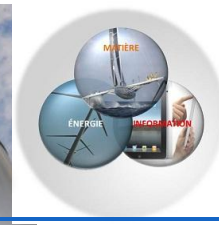
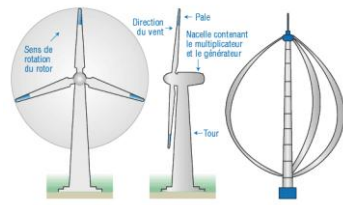
Q11 : Quel sera le nombre représentant une vitesse de 27 m·s<sup>-1</sup>.

Q12 : Déterminer la valeur binaire correspondante pour une représentation des nombres sur 7 bits.

Q13 : A partir du diagramme d'état ci-dessous, expliquer en quelques phrases le traitement d'information qui est effectué à partir de la donnée vitesse du vent.

Diagramme d'états du métro-câble





## Corrigé

### Système d'occultation de fenêtre de toit

1/ Q1 : 2,5 mm => 11,65 ms

1/ Q2 :  $60 / 11,65 \cdot 10^{-3} = 5150 \text{ tr} \cdot \text{mn}^{-1}$

1/ Q3 : La compression progressive des lames derrière la lame bloquée entraîne une augmentation de la force délivrée par le moteur donc une augmentation du courant consommé.

1/ Q4 : Dans la phase 3 le courant est maximum et la vitesse du volet n'est pas nulle. On se trouve dans l'état 'BLOCAGE DE L'ÉTOILE EN COURS'.

1/ Q5 : Phase 4 le moteur est bloqué les lames sont comprimées, après un délai de 0,2s on passe en phase 5 arrêt du moteur. On quitte l'état de détection du blocage.

1/ Q6 : RELACHEMENT DES LAMES puis ARRÊT DU MOTEUR

2/ Q7 : Le système bloqué ne force plus. Le moteur est arrêté. Economie d'énergie donc plus grande autonomie de la batterie. Le moteur ne s'échauffe pas donc plus grande durée de vie. Le volet ne souffre pas mécaniquement.

### Le tramway aérien de Rio de Janeiro

1/ Q9 : Il faut 7 bits car  $2^7 = 128 > 120$ .

1/ Q10 : La plage de  $60 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  est représentée par 120 valeurs, une valeur représente  $60 / 120 = 0,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .

1/ Q11 : La vitesse de  $27 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  est représentée par le nombre  $2 \cdot 27 = 54$

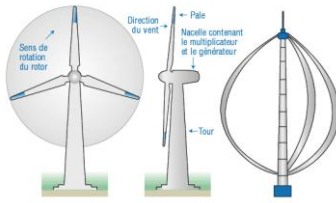
1/ Q12 : En binaire sur 7 bits : 0 1 1 0 1 1 0

2/ Q13 : Mise en route du tramway on démarre à  $1,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

Si la vitesse du vent est inférieure à  $27 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  alors on oscille entre 5 et  $3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  selon que le vent est ou non inférieur ou supérieur à  $20 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .

Dès que la vitesse du vent dépasse  $32 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  alors il y a une mise en sécurité.



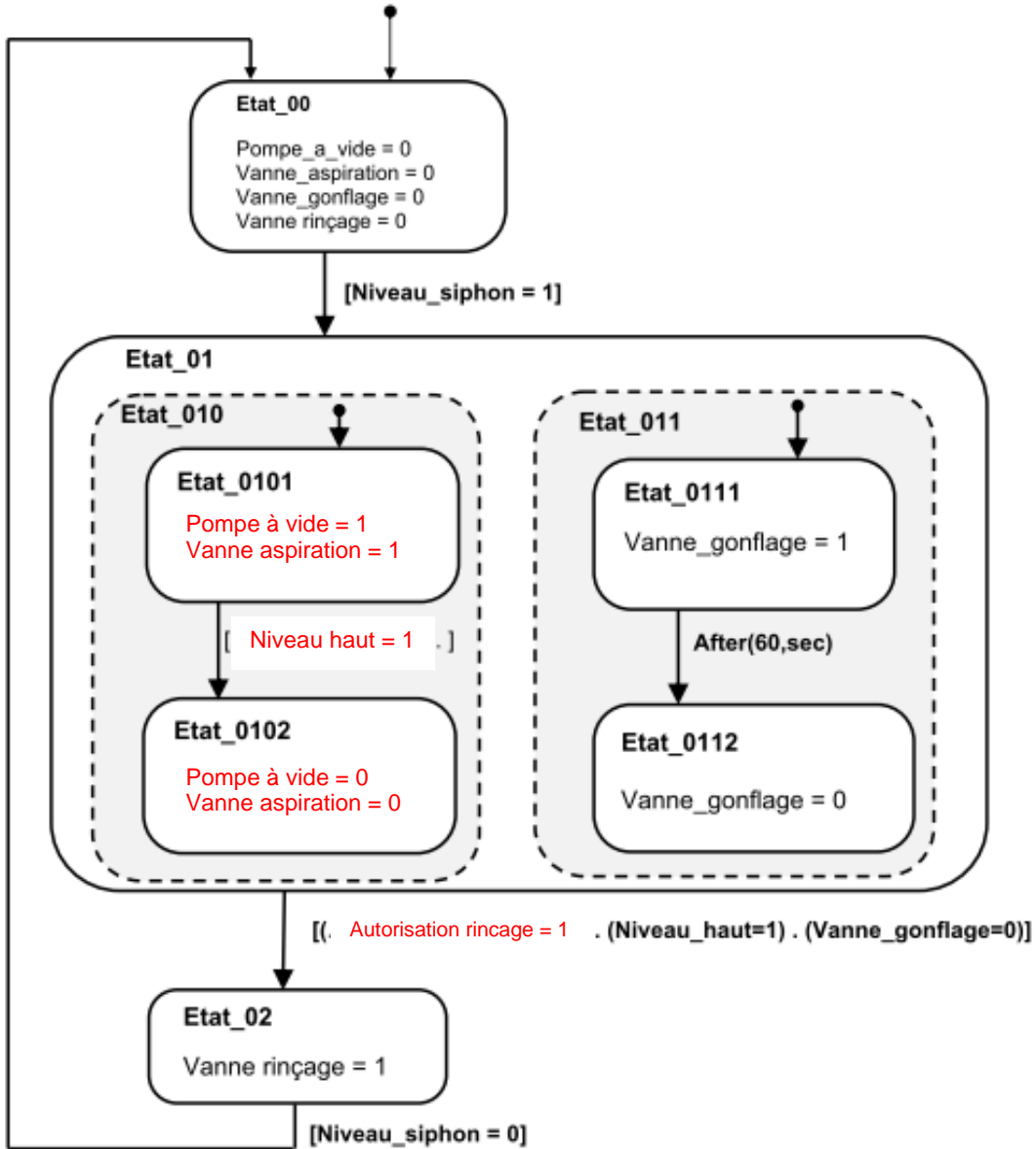


Bac de rétention de Bezons

6/ Q8 :

Documents réponses DR3

Diagramme d'état de la fonction rincer



**Remarques :** Les états Etat\_010 et Etat\_011 représentés en pointillés sont effectués simultanément.