

BACCALAURÉAT SCIENTIFIQUE

Épreuve de sciences de l'ingénieur

Sujet zéro (programme paru au J.O. du 28 août 2010)

Rétablissement du caractère maritime du Mont-Saint-Michel



Éléments de réponses sujet zéro version 3

Questions	Éléments de réponse																																								
Partie 1 : réponse au besoin																																									
Q1	<p>Une hauteur d'eau référencée de +5,1 m permettra au Mont-Saint-Michel de retrouver son caractère insulaire au moins 180 jours par an.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Zone</th> <th>Surface (m²)</th> <th>Niveau initial (m)</th> <th>Ecart (m)</th> <th>Volume à extraire (m³)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>xx</td> <td>< 4</td> <td>xx</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>360000</td> <td>5,2</td> <td>0,1</td> <td>36000</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>305000</td> <td>5,5</td> <td>0,4</td> <td>122000</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>235000</td> <td>6,5</td> <td>1,4</td> <td>329000</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>310000</td> <td>7,1</td> <td>2,0</td> <td>620000</td> </tr> <tr> <td>F</td> <td>250000</td> <td>7,0</td> <td>1,9</td> <td>475000</td> </tr> <tr> <td>G</td> <td>530000</td> <td>6,1</td> <td>1,0</td> <td>530000</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: right;">Total : 2 112000 m³</p> <p>Le volume de sédiment à extraire sur la surface considérée est de 2,1 10⁶ m³.</p>	Zone	Surface (m ²)	Niveau initial (m)	Ecart (m)	Volume à extraire (m ³)	A	xx	< 4	xx	0	B	360000	5,2	0,1	36000	C	305000	5,5	0,4	122000	D	235000	6,5	1,4	329000	E	310000	7,1	2,0	620000	F	250000	7,0	1,9	475000	G	530000	6,1	1,0	530000
Zone	Surface (m ²)	Niveau initial (m)	Ecart (m)	Volume à extraire (m ³)																																					
A	xx	< 4	xx	0																																					
B	360000	5,2	0,1	36000																																					
C	305000	5,5	0,4	122000																																					
D	235000	6,5	1,4	329000																																					
E	310000	7,1	2,0	620000																																					
F	250000	7,0	1,9	475000																																					
G	530000	6,1	1,0	530000																																					
Q2	<p>Solution 1 : extraction mécanique 40.10⁶ x 0,8 = 32 x 10⁶ kg eqC</p> <p>Solution 2 : construction et fonctionnement du barrage sur 50 ans 20 000 x 90 + 3 000 x 500 + 600 x 50 x 25 + 1,5 10⁶ x 0,8 = 5,25.10⁶ kg eqC</p> <p>Une extraction de l'excès de sédiments par des moyens mécaniques est une solution technique viable mais non pérenne. Ce procédé ferait en outre subir un traumatisme supplémentaire sur l'écosystème de la baie. Avec la solution du barrage de chasse, l'homme va rendre à la nature l'initiative de modeler le paysage. Cette restitution est en parfaite adéquation avec les prérogatives environnementales recherchées dans ce projet.</p>																																								
Partie 2 : génération et régulation du flux hydraulique																																									
Q3	Voir DR1																																								
Q4	Voir DR2																																								
Partie 3 : modélisation du comportement dynamique du barrage																																									
Q5	Voir DR3																																								
Q6	Voir DR3																																								
Q7	<p>Le calcul est réalisé sur un seul vérin. Pour cela, le poids de la vanne est divisé par deux pour le calcul :</p> $TG(\text{gravité} \rightarrow \text{vanne}) = \underset{G}{\left\{ \begin{array}{c} \vec{P} \\ \vec{O} \end{array} \right\}} = \underset{G}{\left\{ \begin{array}{cc} 0 & 0 \\ -200000 & 0 \\ 0 & 0 \end{array} \right\}} (o, \vec{x}, \vec{y}, \vec{z})$ $TA(\text{vérin} \rightarrow \text{vanne}) = \underset{A}{\left\{ \begin{array}{c} \vec{F}_{\text{vérin} \rightarrow \text{vanne}} \\ \vec{O} \end{array} \right\}} = \underset{A}{\left\{ \begin{array}{ccc} F_{\text{vérin} \rightarrow \text{vanne}} & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{array} \right\}} (o, \vec{x}, \vec{y}, \vec{z})$ $\vec{OA} \wedge \vec{F}_{\text{vérin} \rightarrow \text{vanne}} + \vec{OG} \wedge \vec{P} = \vec{0}$ $\left \begin{array}{cc} -2.44 \cdot \sin 25 & F_{\text{vérin} \rightarrow \text{vanne}} \\ 2.44 \cdot \cos 25 & 0 \\ 0 & 0 \end{array} \right \wedge \left \begin{array}{cc} 4 \cdot \cos 7 & 0 \\ -4 \cdot \sin 7 & -200000 \\ 0 & 0 \end{array} \right + \left \begin{array}{cc} 4 \cdot \cos 7 & 0 \\ -4 \cdot \sin 7 & -200000 \\ 0 & 0 \end{array} \right = 0$																																								

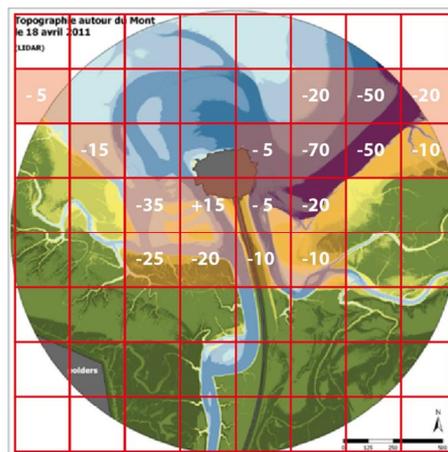
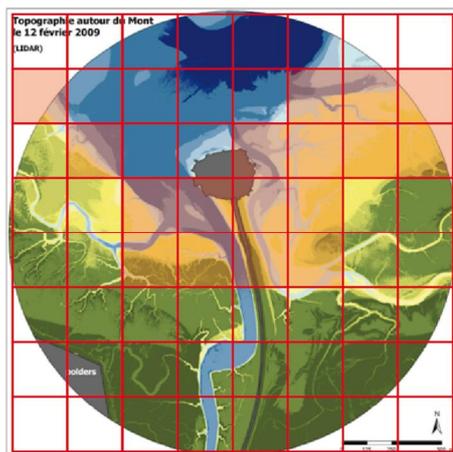
	$F_{\text{vérin}} \rightarrow \text{vanne} \times (-2.44 \cdot \cos 25) - 200\,000 \times (4 \cdot \cos 7) = 0$ $F_{\text{vérin}} \rightarrow \text{vanne} = -359\,066 \text{ N}$																				
Q8	<p>Le moment résultant, au point O, de l'action mécanique de l'eau sur la vanne est nul. Cela signifie que cette action mécanique n'a pas la capacité de provoquer, modifier ou empêcher un mouvement de rotation de la vanne par rapport à la pile du barrage autour d'un axe qui passe par le point O.</p> <p>L'action mécanique de l'eau n'a donc aucune influence sur le comportement dynamique du système d'orientation de la vanne. Il n'est donc pas nécessaire de l'intégrer dans le modèle utilisé.</p>																				
Q9	<p>2 vérins par passe et 8 passes.</p> <p>Pour un vérin $P_v = F_{\text{vérin}} \rightarrow \text{vanne} \times \text{Vitesse} = 359\,066 \times 0.001 = 359 \text{ W}$</p> <p>La puissance à fournir pour déplacer un vérin sera :</p> $P = 359 / 0.9 = 399 \text{ W}$ <p>Pour déplacer une vanne : $P = 798 \text{ W}$</p> <p>Pour déplacer les 8 vannes : $P = 8 \times 798 = 6384 \text{ W}$</p>																				
Partie 4 : analyse d'écart entre le souhaité, le simulé et le réalisé																					
Q10	Voir DR4																				
Q11	<p>Grandeurs physiques d'entrée : position tige vérin, efforts...</p> <p>Grandeur physique de sortie : hauteur de la vanne</p> <p>Le logiciel de simulation importe principalement : les liaisons mécaniques entre les constituants, le poids des solides, la géométrie des poids des solides (moment d'inertie)...</p>																				
Q12	Il s'agit en effet d'un système asservi car il existe une boucle de rétroaction de la position mesurée de la hauteur de la vanne qui vient en comparaison de la consigne de hauteur. Cette différence est ensuite corrigée pour la commande des distributeurs hydrauliques.																				
Q13	<p>Pour simuler le comportement d'un vérin, les paramètres fondamentaux sont ses sections en sortie de tige et en rentrée de tige.</p> <p>Si l'on veut être plus précis dans la description du vérin, on peut tenir compte des pertes hydraulique et mécanique (rendement), de la compressibilité du fluide, de de sa course...</p>																				
Q14	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">Critère</th> <th style="width: 20%;">Niveau</th> <th style="width: 30%;">Valeur mesurée sur DT2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. Heure t_0 du début de sur-verse</td> <td>5 h 20 min</td> <td>5 h 14</td> </tr> <tr> <td>2. Temps total de remplissage par sur-verse</td> <td>1 h 30 min</td> <td>1 h 30</td> </tr> <tr> <td>3. Niveau du Couesnon en fin de remplissage</td> <td>5,39 m</td> <td>5,45 m</td> </tr> <tr> <td>4. Débit maximal en sur-verse</td> <td>$75 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$</td> <td>$62 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$</td> </tr> <tr> <td>5. Heure t_f de fin de sur-verse</td> <td>6 h 50 min</td> <td>6 h 38</td> </tr> </tbody> </table> <p>On constate que les écarts pour les 5 critères étudiés ici sont relativement faibles vues les caractéristiques du support. En effet, s'agissant d'un barrage hydraulique avec les aléas liés aux effets naturels imprévisibles, les valeurs mesurées sont parfaitement acceptables. Seul l'écart sur l'heure de début de sur-verse est surprenant car il est parfaitement gérable ici.</p>			Critère	Niveau	Valeur mesurée sur DT2	1. Heure t_0 du début de sur-verse	5 h 20 min	5 h 14	2. Temps total de remplissage par sur-verse	1 h 30 min	1 h 30	3. Niveau du Couesnon en fin de remplissage	5,39 m	5,45 m	4. Débit maximal en sur-verse	$75 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$	$62 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$	5. Heure t_f de fin de sur-verse	6 h 50 min	6 h 38
Critère	Niveau	Valeur mesurée sur DT2																			
1. Heure t_0 du début de sur-verse	5 h 20 min	5 h 14																			
2. Temps total de remplissage par sur-verse	1 h 30 min	1 h 30																			
3. Niveau du Couesnon en fin de remplissage	5,39 m	5,45 m																			
4. Débit maximal en sur-verse	$75 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$	$62 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$																			
5. Heure t_f de fin de sur-verse	6 h 50 min	6 h 38																			
Q15	<p>La courbe de consigne indique l'évolution souhaitée de la hauteur de la vanne.</p> <p>On constate que la courbe réelle atteint, en un temps variable en fonction de la différence de hauteur entre deux marches, la valeur finale de la consigne (erreur nulle).</p>																				

Par contre la hauteur finale à chaque palier atteinte par le **modèle**, conserve une erreur par valeur inférieure de l'ordre de 5 cm quelle que soit la hauteur demandée. Le modèle n'est pas suffisamment précis. Cependant, un réglage de cet écart est possible. Le paramètre du modèle sur lequel il est possible d'agir est le correcteur P. Le réglage est donc à revoir pour annuler cet écart.

Le **modèle** atteint plus rapidement sa valeur finale que le **réel**. Là aussi, il est possible de régler la réponse du modèle. En fonction de l'objectif souhaité du modèle, celui-ci peut convenir, mais pour une simulation plus fine, il est indispensable de revoir le bloc de correction afin que le modèle se rapproche de la réponse réelle.

Partie 5 : conclusion sur la problématique du sujet

Q16



Méthode : calculer pour chaque carré élémentaire l'évolution.

L'échelle indiquée nous permet de calculer la surface d'un carré élémentaire. Nous trouvons que chaque carré a un côté réel de 280 mètres et donc une surface de 78400 m²

L'analyse des deux images nous permet d'estimer l'évolution des zones dont la hauteur est supérieure à 5 m (IGN69). Si nous considérons que chaque carré contient 100 « pixels », nous indiquons pour chaque carré, approximativement le nombre de « pixels » qui auraient évolué entre les deux photographies.

Estimation :

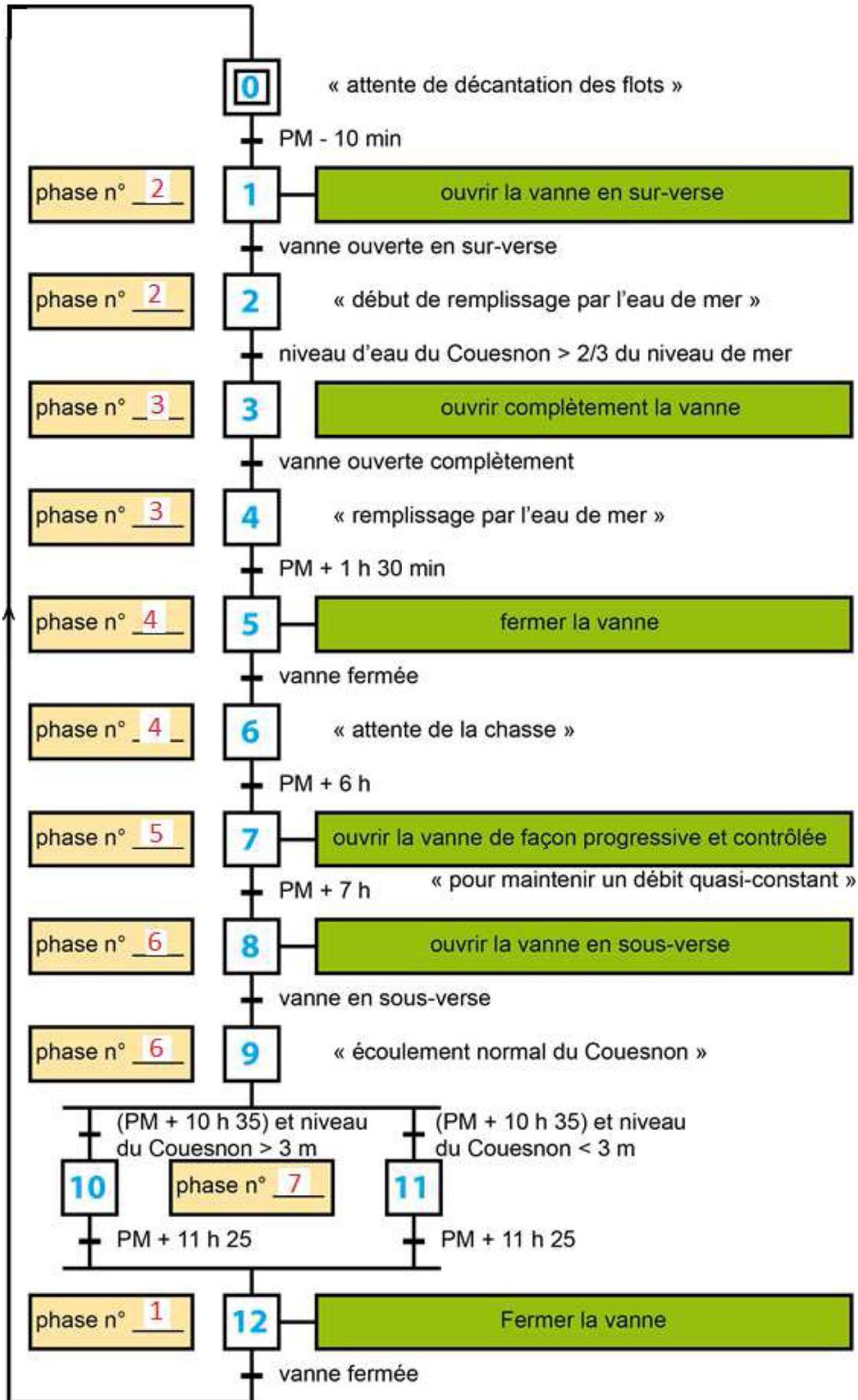
$$-5 - 15 - 35 - 25 + 15 - 20 - 5 - 5 - 10 - 20 - 70 - 20 - 10 - 50 - 50 - 20 - 10 = -355$$

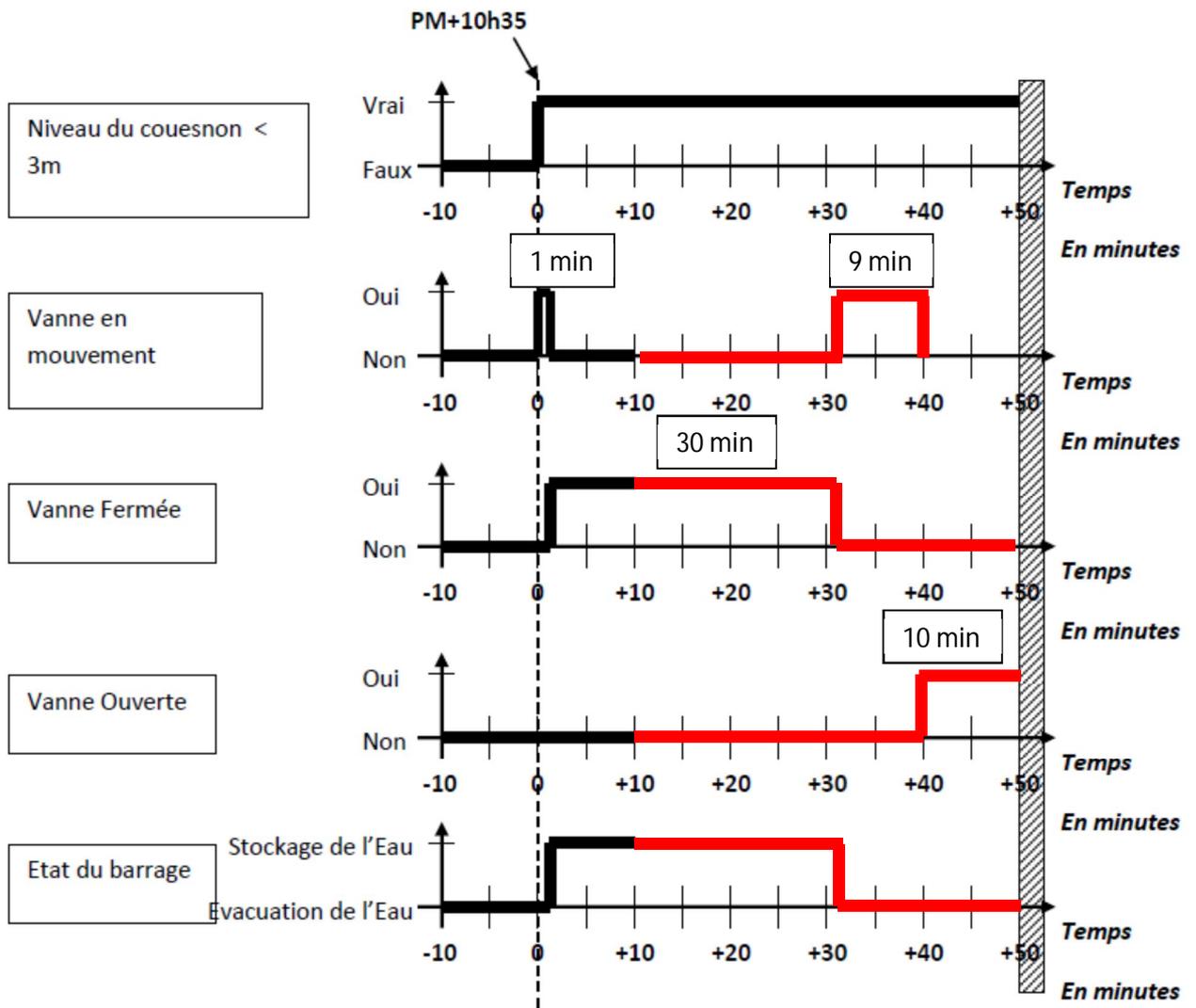
Un « pixel » ayant une surface de $78400 / 100 = 784 \text{ m}^2$, nous pouvons estimer que la superficie passée sous l'altitude de 5 m (IGN69) entre le 12 février 2009 et le 18 avril 2011 est d'environ $355 / 784 = 280\,000 \text{ m}^2 = 0,28 \text{ km}^2$

Le but étant de « récupérer » environ 1,5 km² de mer sur les terres, en un peu plus de deux ans, un peu moins de 20 % du travail a déjà été réalisé. Vu les aléas dans le domaine, il est difficile de prévoir le moment où l'objectif final sera atteint, mais à ce rythme, cela devrait être réalisé vers 2019.

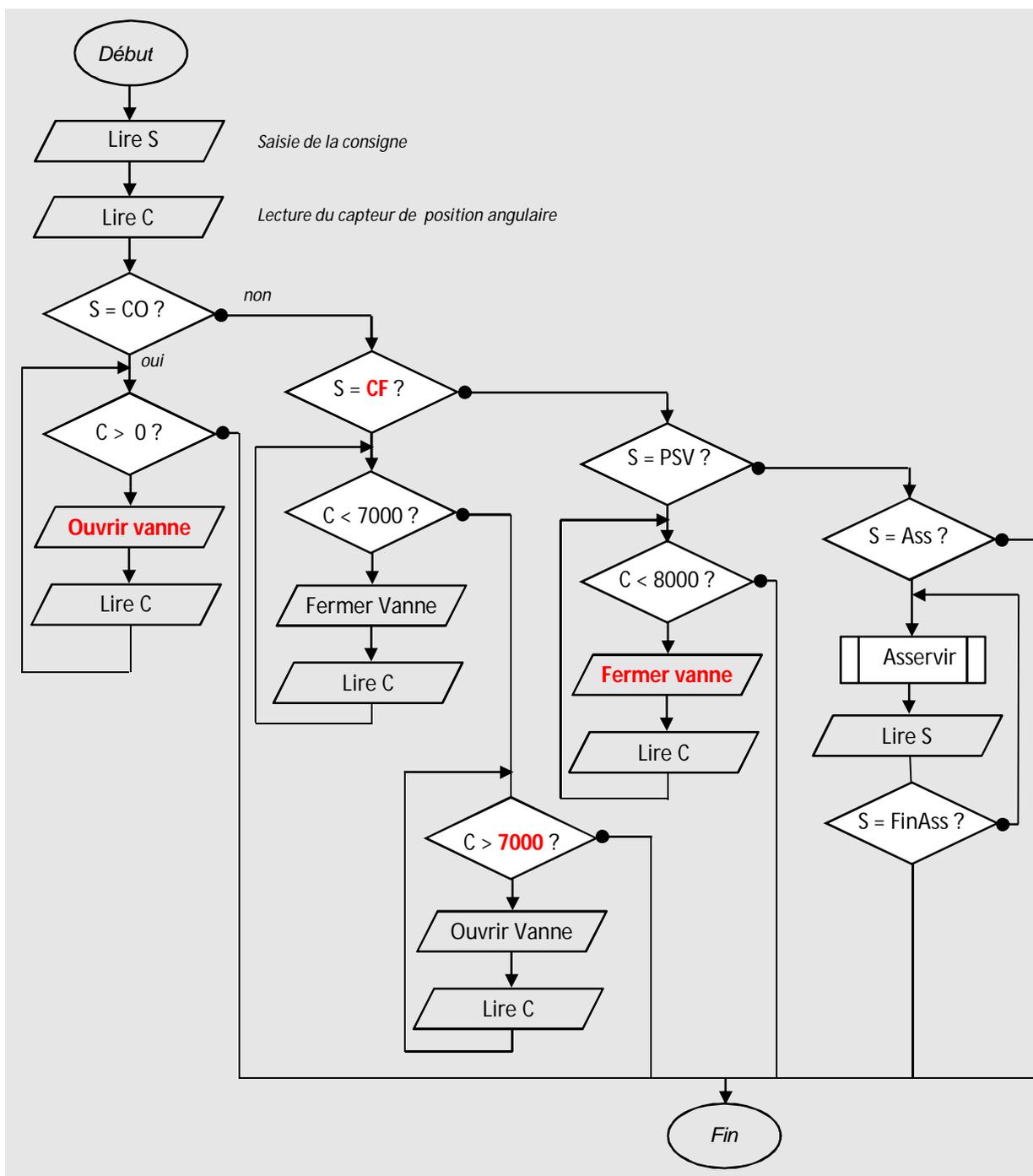
Q17

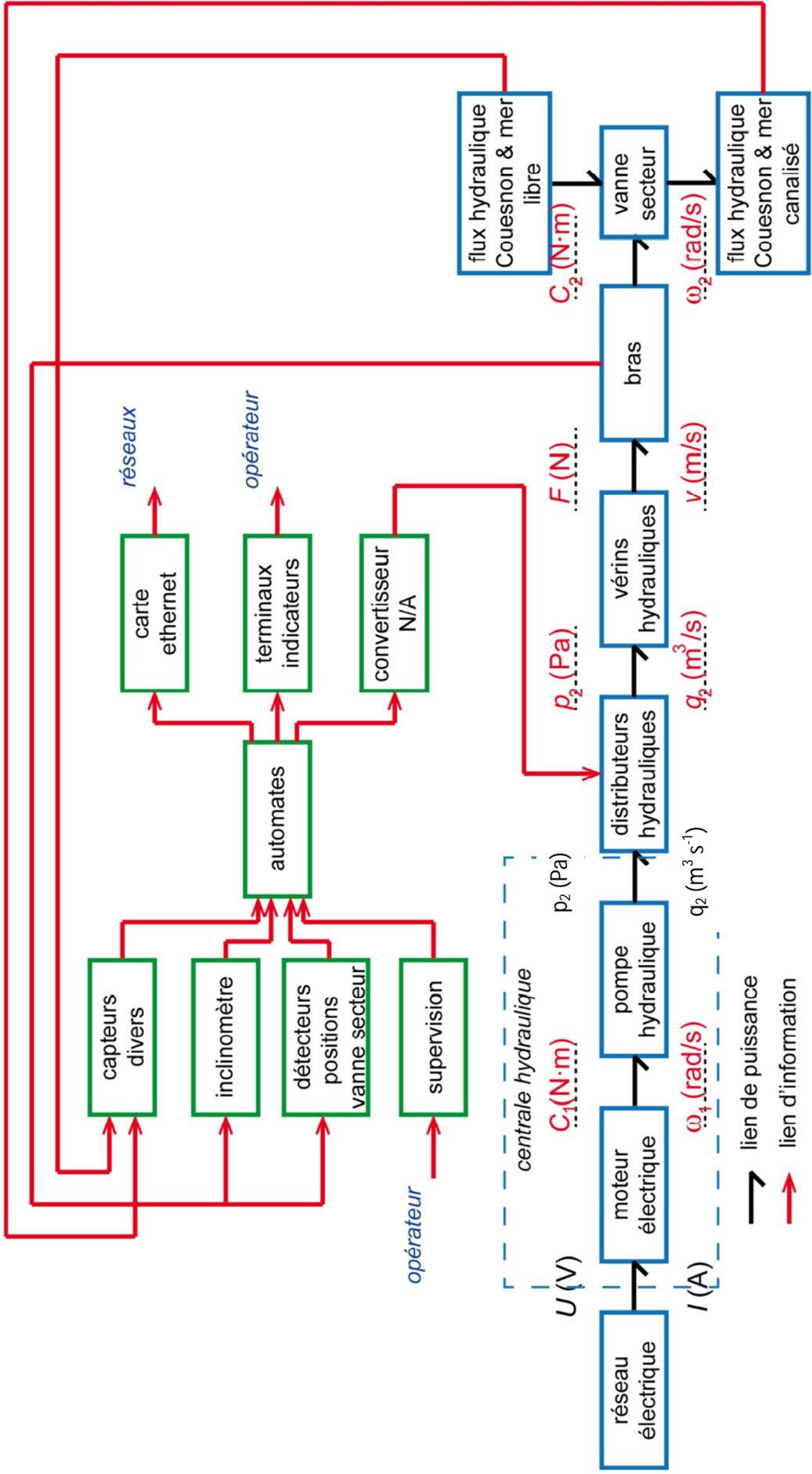
Le cahier des charges prévoit de déplacer plus de 2 millions de mètres cubes de sédiments pour rendre son caractère maritime au Mont-Saint-Michel. La solution du barrage est pertinente d'un point de vue environnemental (carbone et sécurité) mais aussi d'un point de vue technique comme vérifié ici. En effet, les effets des chasses successives avec les débits annoncés et validés conduisent déjà, après 3 ans de fonctionnement, à observer les effets attendus.





Position de la vanne	Position en degré (β)	Angle mesuré	N : Nombre issu du codeur	
			Décimal	Hexadécimal
Ouverte	-90°	0	0	0000
Ouverte en sur-verse	-53°	37	3700	E74
Fermée	-20°	70	7000	1B58
Ouverte en sous-verse	-10°	80	8000	1F40





un lien de puissance véhicule deux informations dont le produit est une puissance ; exemple U et I dans le domaine électrique
 un lien d'information véhicule une seule information ; exemple U dans le domaine électrique