REMPLACEMENT 2008
France métropolitaine - Réunion

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR AGRICOLE

ÉPREUVE TERMINALE N° 2

ÉPREUVE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

Option Gestion et maîtrise de l'eau

Durée : 4 heures

Matériel(s) et document(s) autorisé(s) : **calculatrice**

Rappel : au cours de l'épreuve, la calculatrice est autorisée pour réaliser des opérations de calcul, ou bien élaborer une programmation, à partir des données fournies par le sujet.
Tout autre usage est interdit.

Le sujet comporte 15 pages

Les annexes A, B, C, D et E sont à rendre avec la copie

SUJET

Ce sujet se fonde sur l'analyse des impacts des activités urbaines et rurales dans une région viticole caractérisée par un climat à étés chauds et secs et à hivers rigoureux avec des précipitations abondantes.

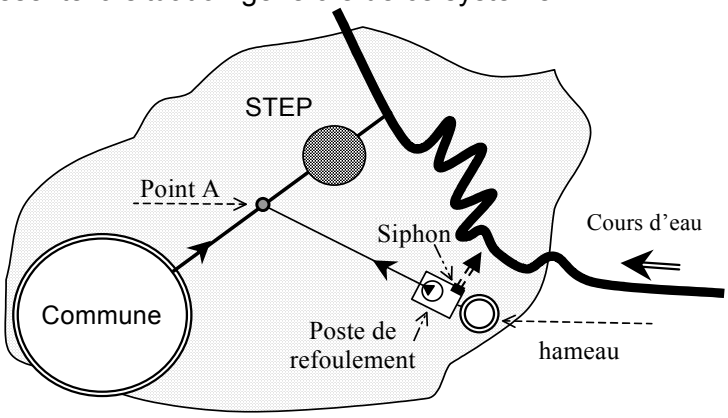
La transposition des études réalisées et des solutions retenues à un contexte fictif offre l'opportunité du questionnement relatif à :

- **l'analyse des impacts de la viticulture** **Question A** (8 points)
- **l'analyse du fonctionnement de la STEP** **Question B** (3 points)
- **l'étude du fonctionnement du réseau** **Question C** (18 points)
- **l'étude du dysfonctionnement du réseau et de ses impacts** **Question D** (11 points)

Le barème porte sur **40 points**

La commune se situe dans une région dont le climat est caractérisé par des étés chauds et secs et des hivers rigoureux comportant des précipitations abondantes. Les sols de la région sont de nature calcaire. Ils sont par endroits recouverts par des éboulis superficiels.
L'activité dominante de la commune est la viticulture.

Un réseau gravitaire collecte les eaux usées de la commune et rejoint la station d'épuration (STEP). Les eaux traitées sont restituées au milieu naturel dans le cours d'eau, petit cours d'eau à faible courant.
À la sortie du hameau, un poste de refoulement permet de transporter les eaux usées du hameau vers la canalisation qui relie la commune à la STEP au point A.
Ce poste de refoulement est équipé d'un déversoir d'orage qui se déverse dans le cours d'eau en amont de la STEP, dans une zone de méandres souvent encombrée où la vitesse du cours d'eau est très ralenti.
La station d'épuration de la commune (STEP) est de type biologique à boues activées. Sa capacité nominale est de 1900 équivalent - habitant (EH) *(40 $m^3.h^{-1}$).*
Le croquis ci-dessous représente la situation générale de ce système.



Situation générale

Question A (8 points)

Étude des impacts de la viticulture

La coupe de l'**annexe A, qui est à rendre avec la copie,** schématise les particularités géologiques et la répartition des cultures d'un des versants du bassin du cours d'eau.

Le **document 1** représente les pratiques culturales viticoles les plus courantes dans la région. Certaines d'entre elles peuvent avoir des impacts, positifs ou négatifs, sur l'environnement.

A.1 Dessiner sur **l'annexe A** les aquifères potentiels.
Préciser les principales caractéristiques de chacun d'entre eux.

A.2 Figurer sur l'annexe A, à l'aide de flèches, les circulations souterraines et superficielles de l'eau dans le bassin versant du cours d'eau.
Nommer quatre circulations différentes.

A.3 Identifier, en justifiant la réponse, la circulation présentant un risque majeur pour la qualité de l'eau du cours d'eau.

A.4 Identifier, en justifiant la réponse à l'aide des données du **document 1**, les pratiques favorables et les pratiques défavorables à la qualité de l'eau du cours d'eau.

A.5 Proposer un type d'aménagement et une amélioration des pratiques agricoles permettant de limiter les transferts de polluants d'origine agricole dans le bassin versant du cours d'eau.

Question B (3 points)
Analyse du fonctionnement de la STEP

À la station d'épuration de la commune de (STEP), on utilise la spectrophotométrie pour doser le phosphore total.
L'étalonnage est réalisé à partir de solutions étalons de phosphate de sodium et la mesure de l'absorbance de ces diverses solutions, après un traitement approprié, a donné les résultats reportés dans le **document 2**.

B.1 Décrire brièvement le principe de la spectrophotométrie dans le domaine du visible.
Citer la loi utilisée.

B.2 Un échantillon de l'eau d'entrée de la STEP diluée au 1/10 présente une absorbance de 0,55.
Déterminer graphiquement la teneur en phosphore total.
Exprimer le résultat en $mg.L^{-1}$ de P.

B.3 Déterminer la concentration de phosphore dans l'eau rejetée par la station.
Nota : Considérer que le rendement de la station (pour le traitement du phosphate) est de 80 %.

Question C (18 points)
Étude du fonctionnement du réseau

À la sortie du hameau, un poste de refoulement permet de transiter les eaux usées du hameau vers la canalisation gravitaire *(au point A)* qui relie la commune à la STEP.
Ce poste de refoulement de la station comporte deux électropompes submersibles identiques qui fonctionnent alternativement par permutation circulaire et qui sont gérées par un automate programmable.
Dans des conditions normales de fonctionnement, il peut refouler un débit maximal avec une seule des deux électropompes.

Une étude hydraulique a été réalisée à l'aide d'un logiciel professionnel en utilisant les données prévues en cas de <u>fonctionnement normal</u> du poste de refoulement.

Ces données sont :

Débit ($L.s^{-1}$)	: 10,2
Hauteur Géométrique (m)	: 10,00
Diamètre intérieur (mm)	: 106,6
Longueur de la conduite de refoulement (m)	: 250,00
Cote du plan d'eau d'aspiration (mNGF)	: 17,50

Nota : en fonctionnement normal, au point A, le raccordement de la conduite de refoulement se fait au-dessus de la ligne d'eau de la canalisation qui relie la commune à la STEP.

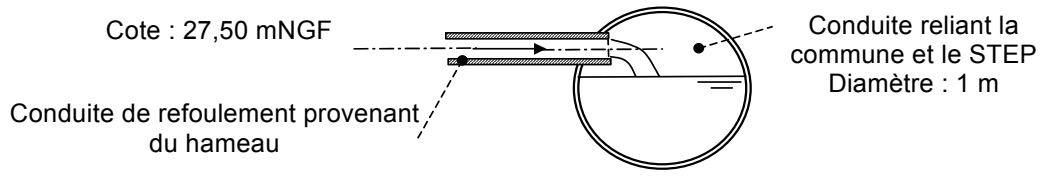


Schéma de principe du raccordement au lieu-dit Bacchus

Les résultats de ce travail sont fournis dans l'**annexe B** (à rendre avec la copie). Le **document 3** précise certaines caractéristiques du poste de refoulement et du moteur électrique.

C.1 Étude du fonctionnement du poste de refoulement (13 points)

Détails du barème

C1.1 : 1,0
C1.2 : 1,0
C1.3 : 0,5
C1.4 : 5,5
C1.5 : 5,0

C1.1 Préciser le type de l'électropompe *(submersible ou immergée)* schématisée dans le **document 3.** **Justifiez** votre réponse.

C1.2 Sur l'**annexe B** figurent des pointillés servant de lignes d'aides pour repérer le point de fonctionnement.

Citer le chiffre servant à repérer la courbe de rendement global *(coché par l'opérateur sous l'abréviation Rend. Global)* sur l'**annexe B***.*

Calculer, à partir de cette annexe, le rendement du moteur électrique.

C1.3 Sur le **document 3**, on observe que le nombre de démarrages par heure en fonctionnement normal de l'électropompe est de 10, alors que le nombre de démarrages maximum est de 15.

Citer une conséquence d'un éventuel nombre de démarrages supérieur à 15.

C1.4 Le constructeur propose deux alternatives de branchement du moteur de l'électropompe (partie 3b du **document 3**).

C1.4.1 Nommer un des deux couplages de ces deux alternatives.
Citer les caractéristiques *(tension, fréquence)* que doit avoir le réseau EDF pour être compatible avec le type branchement que vous avez retenu.

Justifiez votre réponse.

C1.4.2 Nommer les composants électriques repérés par Q1, F1 sur l'**annexe C**.
Positionner, sur l'**annexe C**, les barrettes de la boîte à bornes du moteur en fonction du type branchement que vous avez retenu.

C1.4.3 Compléter le schéma du circuit de commande ébauché sur l'**annexe D** en respectant les consignes suivantes :

- placer le disjoncteur au niveau du repère identifié par ① ;
- repérer le contact du relais thermique ;
- compléter les commandes des contacts niveaux haut (H) et bas (B) ;
- rajouter un contact d'auto-maintien ;
- le circuit de commande fonctionne sous très basse tension (24 V).

C1.5 Le fonctionnement séquentiel d'un système automatisé peut être décrit en utilisant une représentation de type GRAFCET.

C1.5.1 Citer la condition de passage à l'étape 1.

C1.5.2 Citer les deux types de contacts envisageables pour détecter un niveau avec une « poire de niveau »*.*

C1.5.3 Un automate programmable permet non seulement de gérer le fonctionnement alternatif des deux électropompes mais aussi de faire fonctionner, en cas de défaut thermique de l'une des électropompes, l'autre électropompe *(fonctionnement de secours).*
Cet automate est associé à 2 détecteurs de niveau, de type « poire de niveau » et notés (B) et (H) respectivement pour les niveaux bas (nb) et haut (nh).

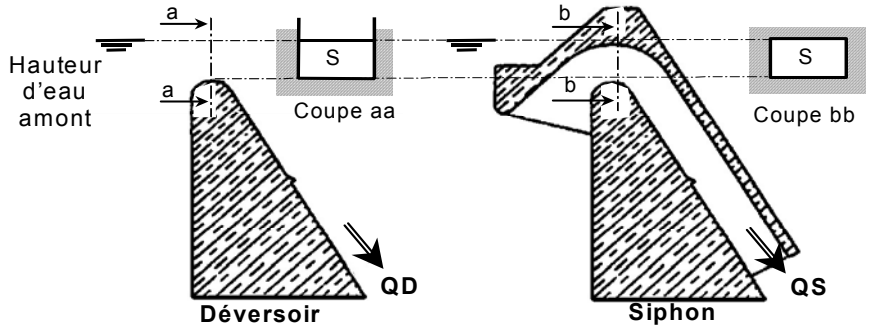
Compléter le GRAFCET, ébauché sur l'**annexe E**, de description du fonctionnement du poste de refoulement du point de vue commande.

Nota : Se référer aux notations de l'**annexe C**.

C.2 Analyse du fonctionnement du siphon de sécurité. (5 points)

Un siphon de sécurité est installé dans la bâche de reprise du poste de refoulement (Cf. **document 3**). Ce siphon est dit « auto-amorçant ». Son fonctionnement est partiellement décrit dans le **document 5**.

C2.1 Ce type d'équipement peut fonctionner comme un déversoir *(lorsqu'il est désamorcé)* et comme un siphon *(lorsqu'il est amorcé)*.



Schémas du principe de fonctionnement du siphon

Pour une même hauteur d'eau en amont de l'ouvrage et pour une même section S, le débit d'un siphon est nettement supérieur à celui d'un déversoir (QS>QD).

Déduire des informations ci-dessus et de celles fournies par le **document 4**, le principal intérêt de ce type d'ouvrage.

C2.2 Déterminer le débit évacué par le siphon amorcé en vous référant aux données du **document 4**.

C2.3 Décrire, brièvement, la phase de désamorçage du siphon.
Préciser la fonction du capuchon (Cf **document 4**).

Question D (11 points)

Étude du dysfonctionnement du réseau et de ses impacts

Lors d'un très gros orage simultané sur la commune et le hameau, les effluents en provenance du hameau n'ont pu être refoulés vers la canalisation qui relie la commune à la STEP.
Le niveau dans la bâche de reprise s'est élevé jusqu'à la cote 18 mNGF et le siphon de sécurité s'est amorcé. Le débit excédentaire a été évacué vers le cours d'eau.

D.1 Analyse des causes du dysfonctionnement (6 points)

Au moment du dysfonctionnement survenu lors du très gros orage, la puissance électrique de l'électropompe de la station de refoulement a été de 2,5 kW.

D1.1 Démontrer graphiquement, à l'aide de l'**annexe B**, que la HMT (Hauteur Manométrique Totale) lors du dysfonctionnement est de 15,2 mCE *(à 0,5 mCE près)*.

D1.2 Déterminer graphiquement, à l'aide de l'**annexe B**, le débit refoulé lors du dysfonctionnement.
En déduire la perte de charge dans la conduite de refoulement.

D1.3 Déterminer la cote piézométrique à la sortie de la conduite de refoulement provenant du hameau au point A.
En déduire la cause du dysfonctionnement constaté.
Citer une origine probable de celle-ci.

Nota :

- se référer aux cotes du **document 3**.
- on rappelle qu'au point A, le raccordement de la conduite de refoulement se fait à la cote 27,50 mNGF et que la canalisation qui relie la commune à la STEP a un diamètre de 1 m.

D.2 Analyse des impacts du fonctionnement du siphon de sécurité (5 points)
(voir **document 2**)

Au moment du dysfonctionnement survenu lors du très gros orage, le siphon de sécurité a évacué vers le milieu naturel des effluents non traités.

D2.1 L'azote organique va subir une ammonification puis, sous l'action de bactéries nitrifiantes présentes dans l'eau, l'azote ammoniacal subit la nitrification :

- dans une première étape, les ions ammonium sont oxydés par le dioxygène dissous en ions nitrite sous l'action de bactéries appelées *Nitrosomonas* ;
- dans une étape suivante, les ions nitrite sont eux-mêmes oxydés en ions nitrate par le dioxygène dissous sous l'action des bactéries *Nitrobacter*.

D2.1.1 Nommer dans l'ordre ces deux étapes.

D2.1.2 Écrire les 3 équations électroniques associées aux couples d'oxydoréduction mis en jeu lors de ces transformations.

D2.1.3 Écrire les 2 équations associées à ces transformations.

D2.1.4 Établir l'équation de la réaction de nitrification.

D2.1.5 Déterminer les nombres d'oxydation de l'élément azote dans les ions ammonium, nitrite et nitrate.

D2.2 Calculer la concentration massique de l'eau de sortie en ion nitrate, en admettant que tout l'azote ammoniacal présent dans l'eau subit la nitrification.

DOCUMENT 1

Pratiques culturales viticoles locales

Mois	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août
Taille et opérations en vert			Taille de la vigne			Liage		Ébourgeonnage/ palissage			Rognage	
Traitements chimiques						Herbicides	Insecticides		Insecticides			
										Fongicides		
Interventions au niveau du sol		Épandage dans les rangs d'écorces qui vont être broyées *(tous les 5 ans)*	Broyage des sarments *(un rang sur deux)*				Enherbement *(un rang sur deux)*					

Glossaire
Liage : action consistant à attacher les jeunes sarments sur les fils de fer.
Palissage : action consistant à relever la végétation sur des fils de fer.
Rognage : action consistant à enlever la végétation recouvrant les grappes.

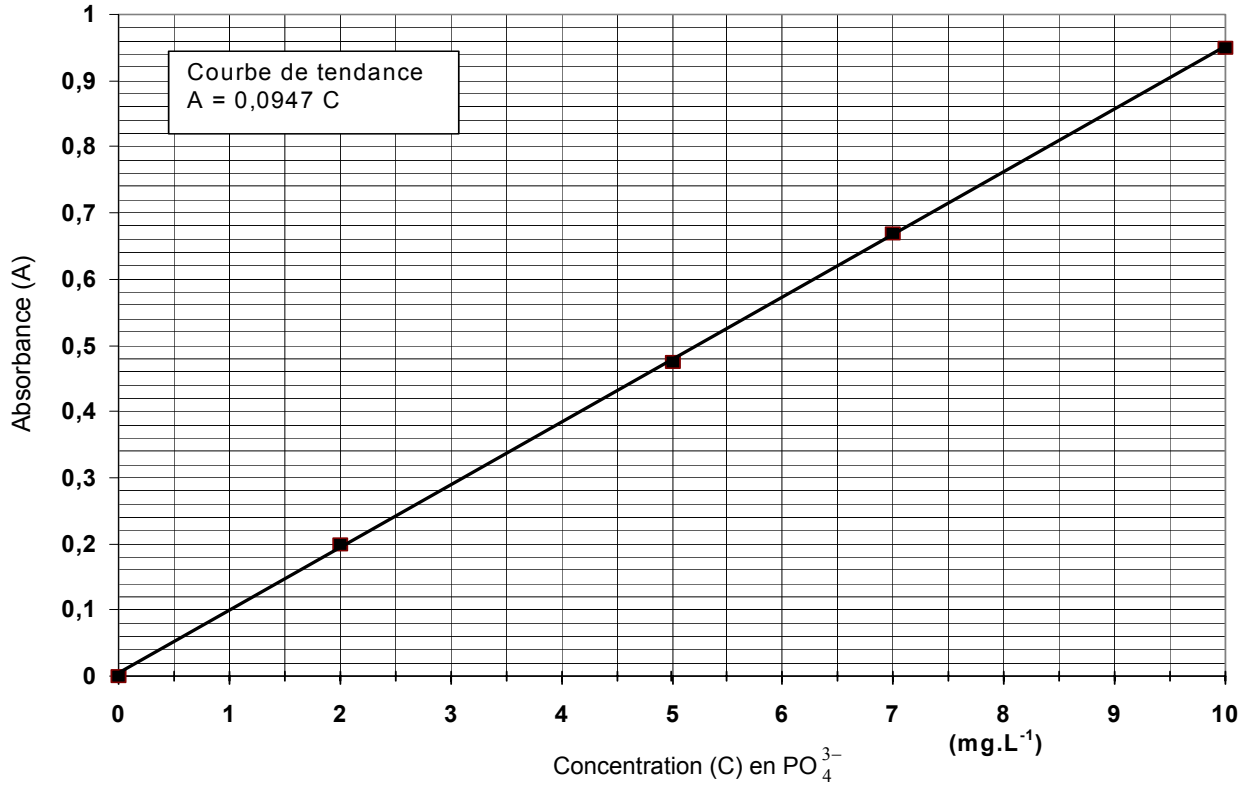
DOCUMENT 2

2a : Caractéristiques des eaux usées à l'entrée de la station d'épuration

Paramètre	Valeur
Débit ($m^3.h^{-1}$)	10
MES ($mg.L^{-1}$)	280
DCO ($mg\ O_2.L^{-1}$)	680
DBO_5 ($mg\ O_2.L^{-1}$)	300
Azote ammoniacal ($mg\ N.L^{-1}$)	49

2b : Dosage du phosphore total

Solution étalon	1	2	3	4	5
Concentration (C) PO_4^{3-} ($mg\ L^{-1}$)	0	2	5	7	10
Absorbance (A)	0	0,2	0,48	0,67	0,95



2c : Données complémentaires

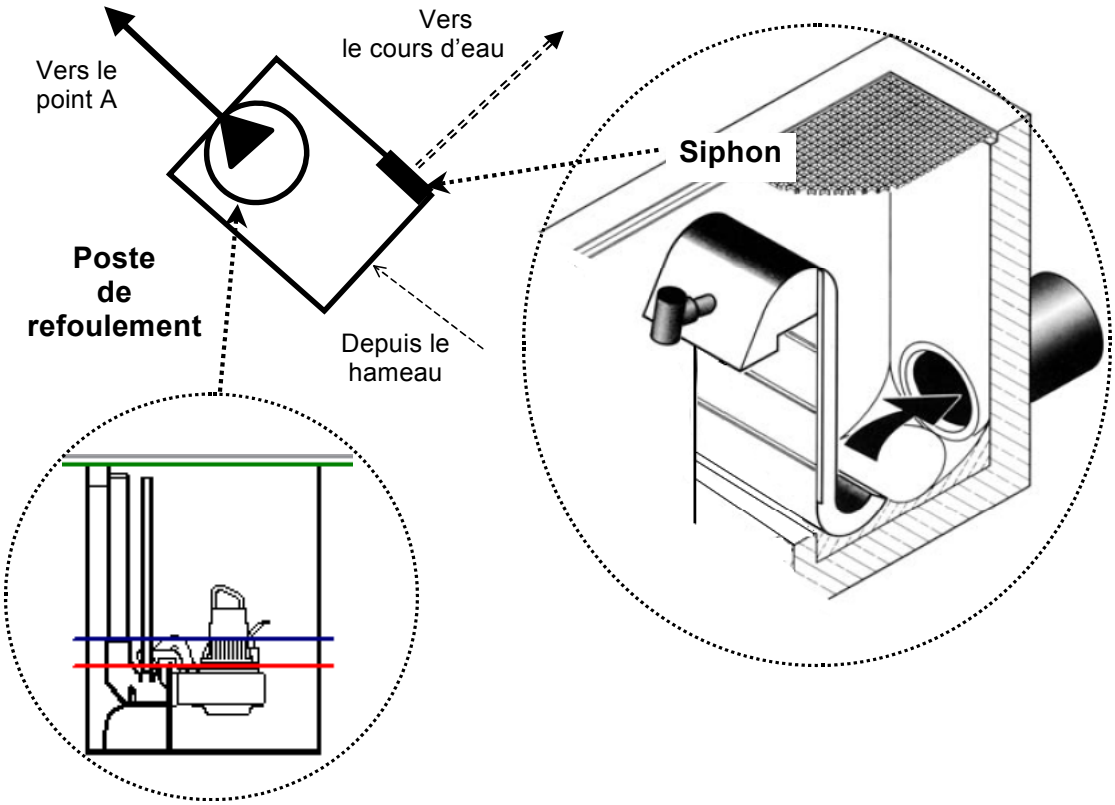
Masses molaires atomiques (M)

Élément	N	O	P
M ($g.mol^{-1}$)	14	16	31

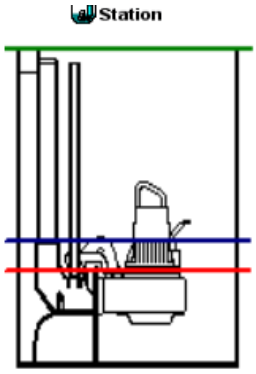
Potentiels d'oxydoréduction

Couple	E° (V)
NO_3^- / NO_2^-	0,83
NO_2^- / NH_4^+	0,81
O_2 / H_2O	1,23

DOCUMENT 3



3a : Caractéristiques du poste de refoulement



Niveau du sol : 20 mNGF

Niveau de démarrage : 17,5 mNGF

Niveau d'arrêt : 17,27 mNGF

Niveau du radier : 17,02 mNGF

Nbre de démarrages par heure : 10
Volume utile : 459 L

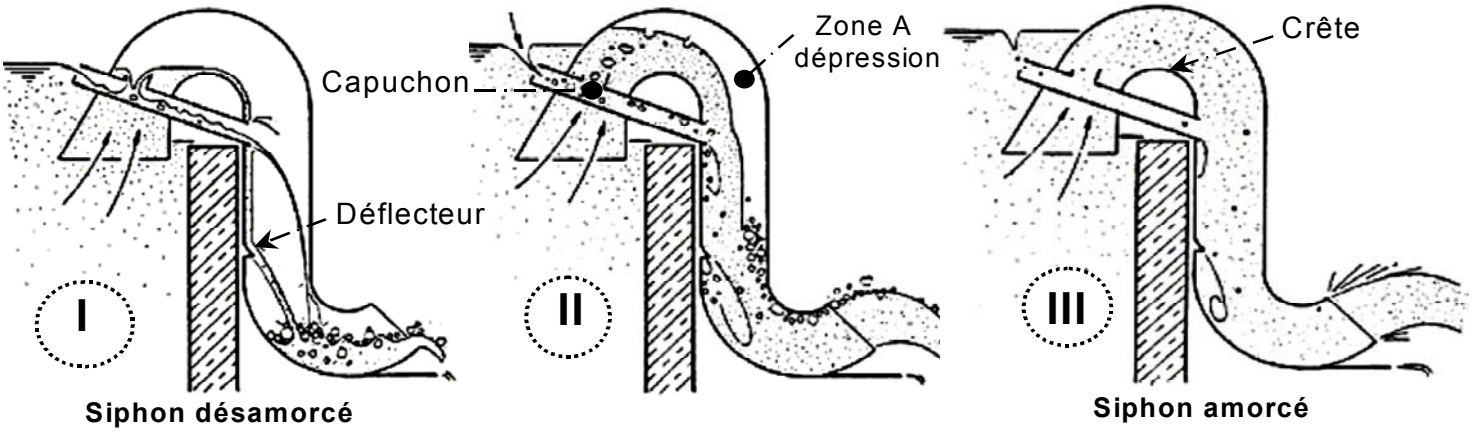
3b : Caractéristiques du moteur de l'électropompe

Général			Moteur			Courbes	
Fréquence	50 Hz		Produit	3085 .980		Révision	1
Phases	3		Moteur	15-09-2AL		Démarrages. max.	15
Pôles	2		Puiss. moteur	2,4	kW	Dernière issue	
Exécution			Installations	PS		Validité	
Refroidiss.	N		Service	S1		Statut	APPR
Temp. max.	40 °C /	104 °F					
			Alternative 1	Alternative 2		Autres stators	
Tension			690 V	400 V		Variante de stator	39
Connexion			Y	D		Vitesse	2830 r/min
Courant			2,7 A	4,7 A		Fact. de puissance	0,92
Code rotor bloqué			G	G		Module N°	124
						Révision moteur	10

DOCUMENT 4

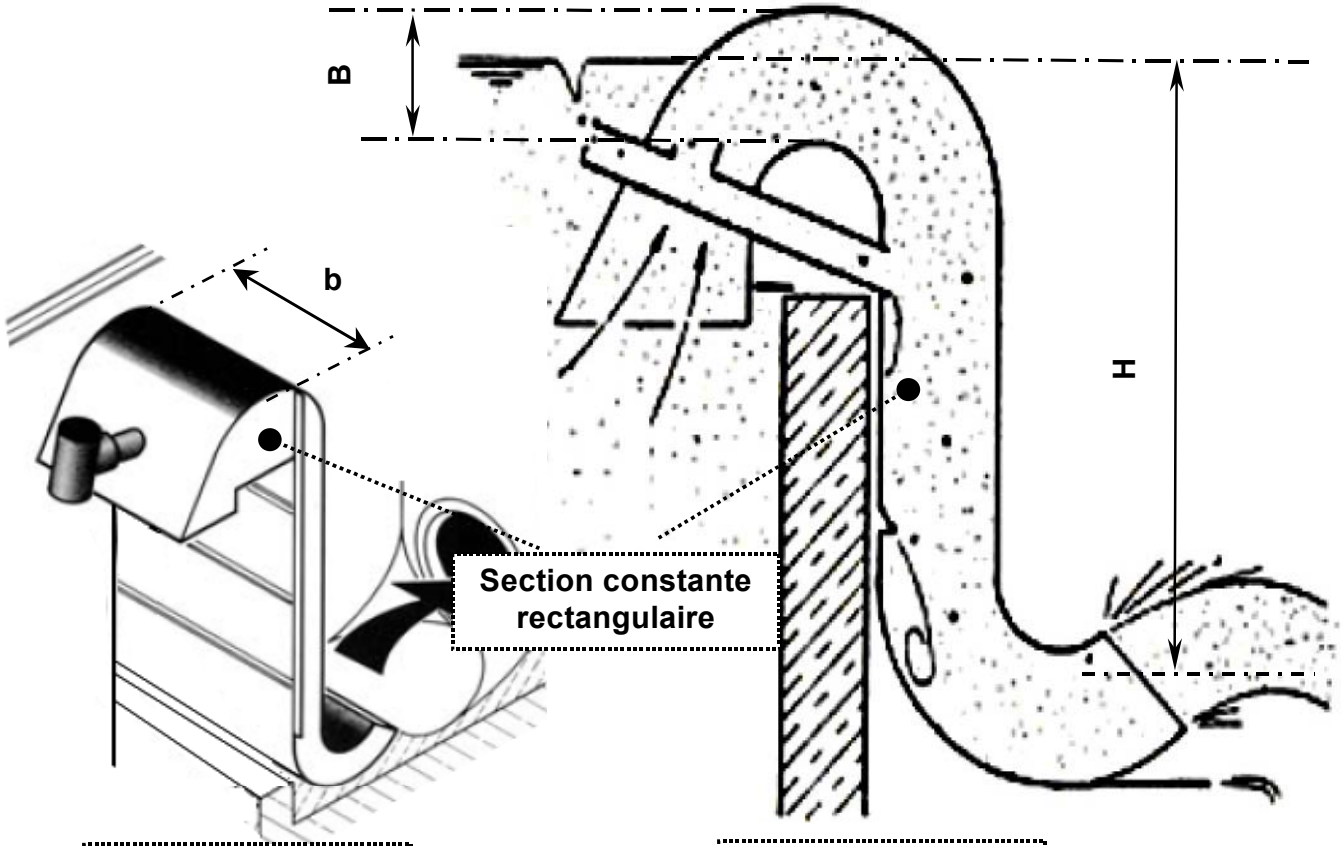
Siphon auto-amorçant

D'après documents : J Meunier & HPL Engineering



Étapes de fonctionnement du siphon auto-amorçant

Amorçage du siphon : Dans un premier temps, le siphon fonctionne comme un déversoir.
Lorsque le niveau d'eau augmente un jet d'eau se forme au niveau du déflecteur. Ceci, combiné avec l'eau accumulée dans le coude de sortie, entraîne l'air du siphon à la manière d'un éjecteur d'air. Il en résulte une baisse de pression dans le siphon (zone A en dépression), ce qui fait augmenter le niveau d'eau au-dessus de la crête (Cette baisse de pression est régularisée au niveau du capuchon d'entrée d'air). Un mélange d'air et d'eau est ainsi « déchargé » du siphon, ce qui permet son amorçage.



Vue en perspective

Coupe longitudinale

Hauteur	B	50 mm
Largeur	b	250 mm
Hauteur d'aspiration	H	250 mm

Caractéristiques du siphon

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

B E C

Nom :
(EN MAJUSCULES)
Prénoms :

Date de naissance : 19

EXAMEN :

Spécialité ou Option :

ÉPREUVE :

Centre d'épreuve :

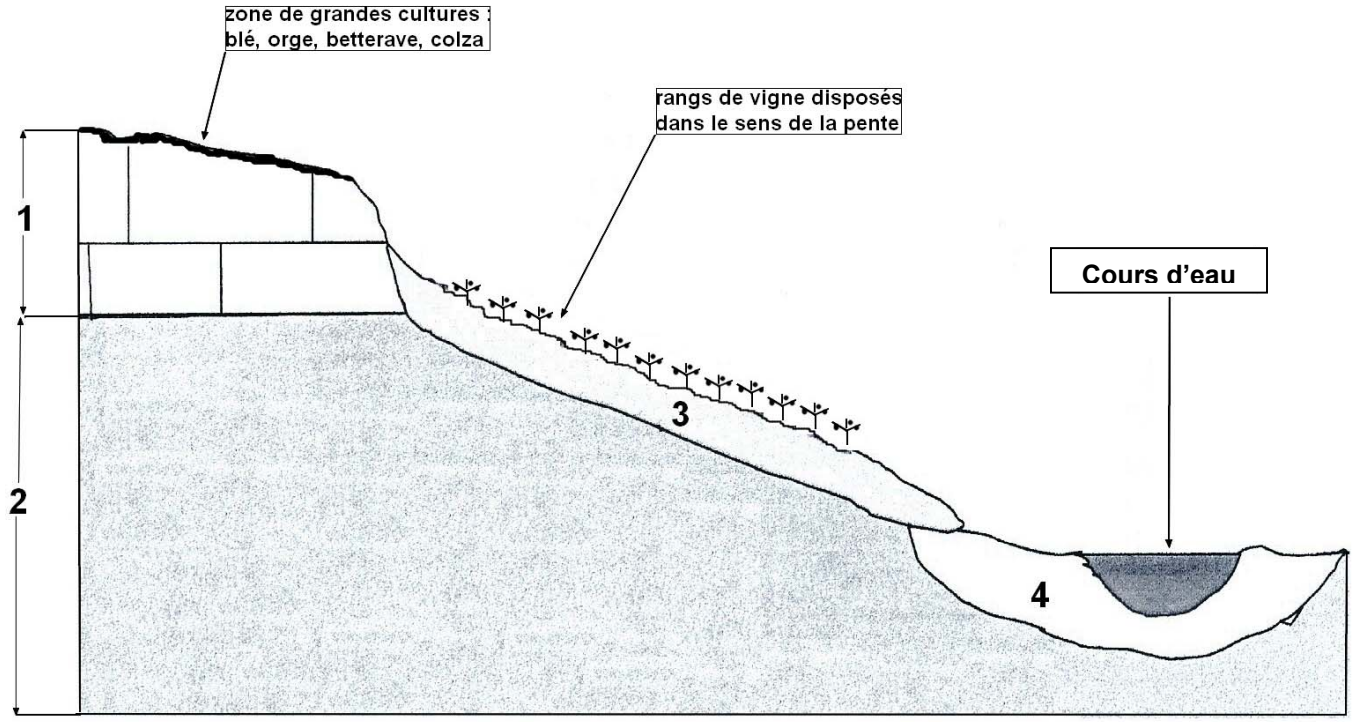
Date :

N° ne rien inscrire

ANNEXE A (à compléter et à rendre avec la copie)

N° ne rien inscrire

Particularités de la géologie et répartition des cultures d'un des versants du cours d'eau



1 Calcaire du Portlandien dont l'épaisseur est de 40 mètres.

2 Marnes du Kimméridgien dont l'épaisseur est de 80 mètres.

3 Éboulis marno-calcaires dont l'épaisseur est d'1 mètre.

4 Alluvions récentes constituées d'argiles, de sables et de graviers, dont l'épaisseur est de 3 mètres.

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

B E C

Nom :
(EN MAJUSCULES)
Prénoms :

Date de naissance : 19

EXAMEN :

Spécialité ou Option :

ÉPREUVE :

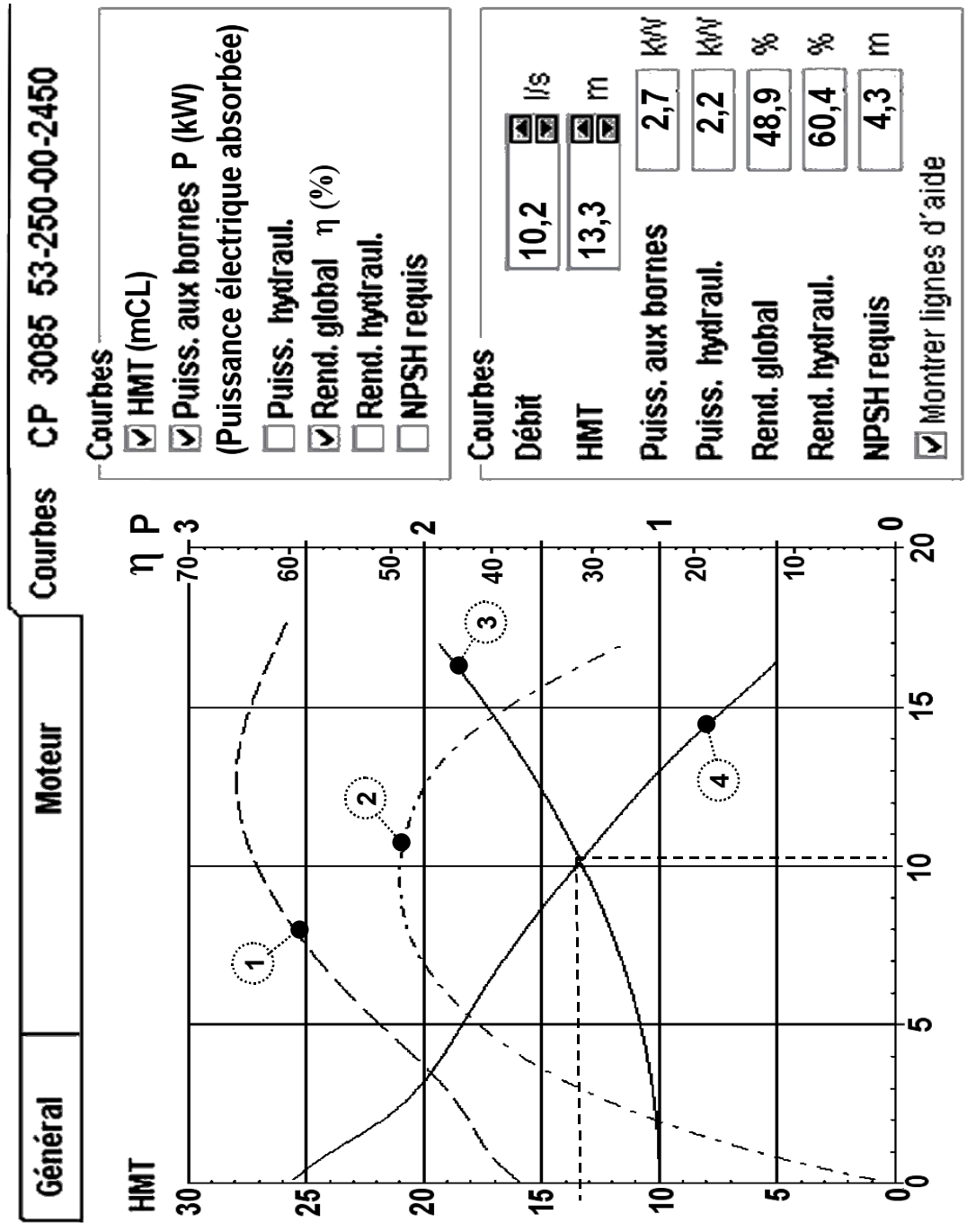
Centre d'épreuve :

Date :

N° ne rien inscrire

N° ne rien inscrire

ANNEXE B (à compléter et à rendre avec la copie)



MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

B E C

Nom :
(EN MAJUSCULES)
Prénoms :

Date de naissance : 19

EXAMEN :

Spécialité ou Option :

ÉPREUVE :

Centre d'épreuve :

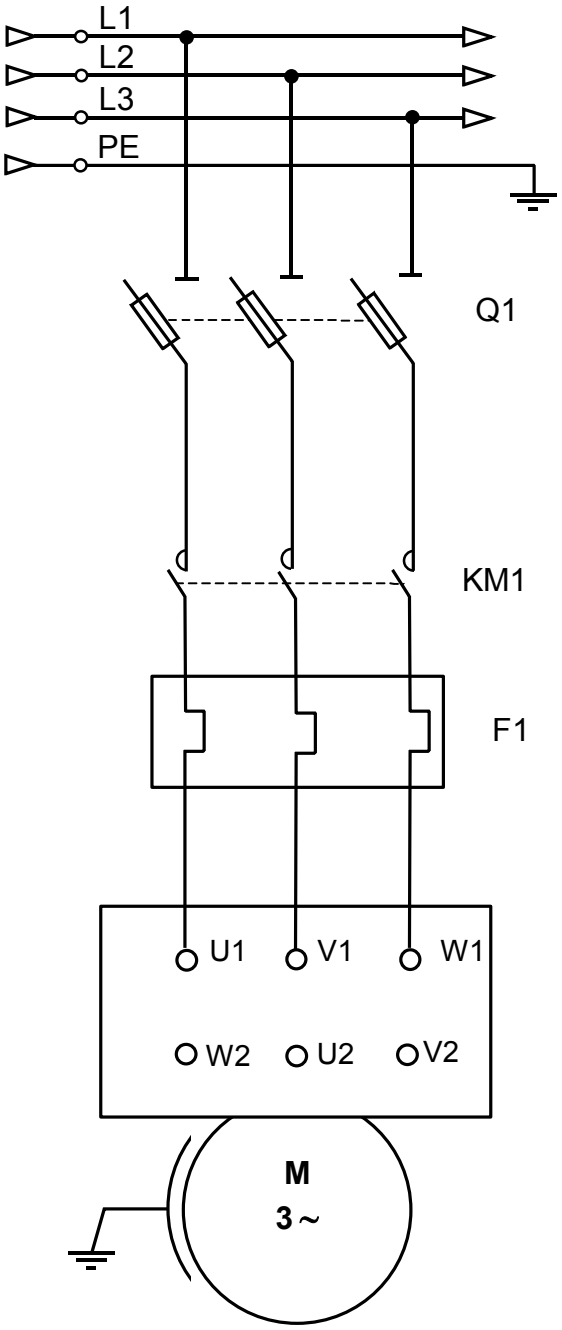
Date :

N° ne rien inscrire

ANNEXE C (à compléter et à rendre avec la copie)

N° ne rien inscrire

Schéma du circuit de puissance d'une électropompe



MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

B E C

Nom :
(EN MAJUSCULES)
Prénoms :

Date de naissance : 19

EXAMEN :

Spécialité ou Option :

ÉPREUVE :

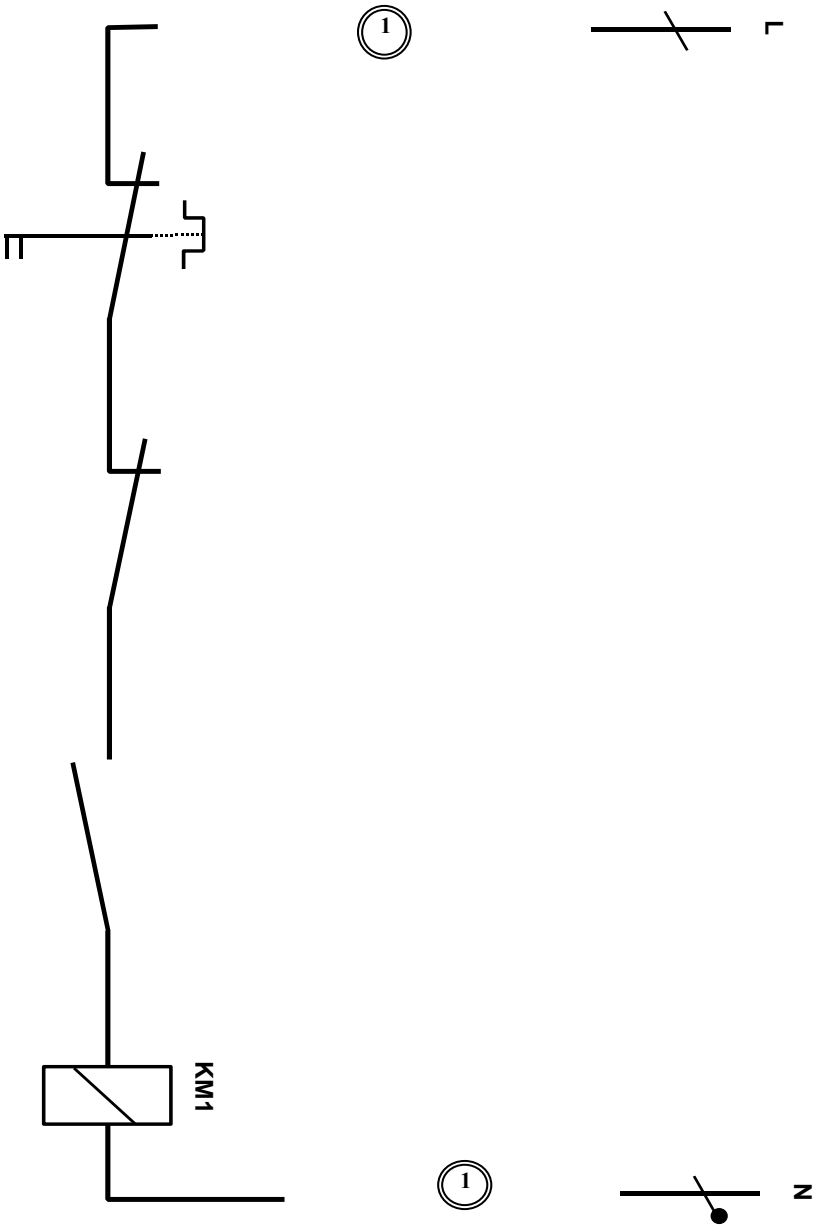
Centre d'épreuve :

Date :

N° ne rien inscrire

ANNEXE D (à compléter et à rendre avec la copie)

N° ne rien inscrire



MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

B E C

Nom :
(EN MAJUSCULES)
Prénoms :

Date de naissance : 19

EXAMEN :

Spécialité ou Option :

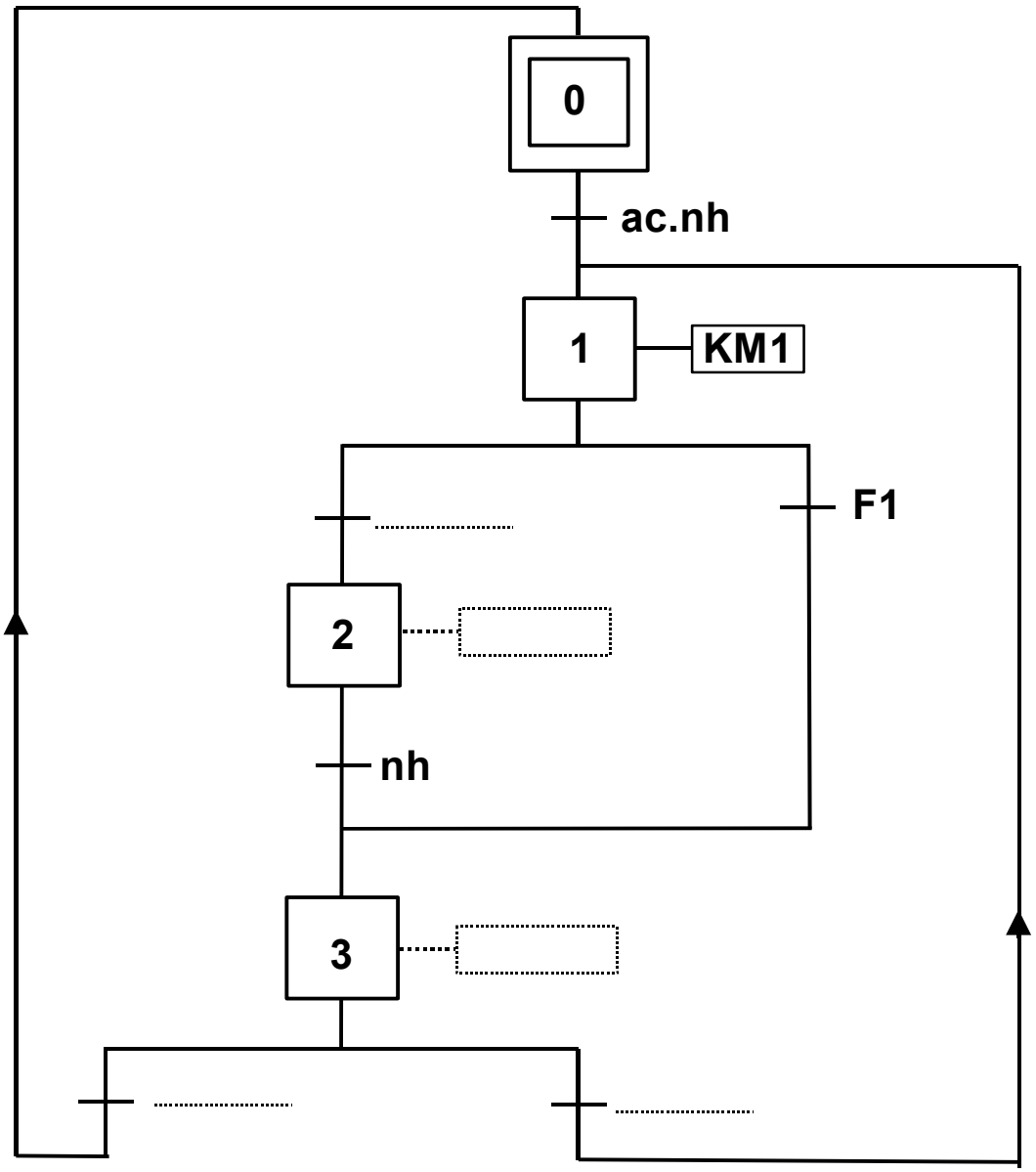
ÉPREUVE :

Centre d'épreuve :

Date :

N° ne rien inscrire

ANNEXE E (à compléter et à rendre avec la copie)

N° ne rien inscrire

Ébauche du GRAFCET de description du fonctionnement du poste de refoulement