Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV©

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour en savoir plus sur nos formations disponibles, veuillez visiter :
www.formav.co/explorer

SESSION 2011
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 ou document autorisé : **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 13 pages

L'annexe A est à rendre avec la copie

SUJET

La Seugne est un affluent direct, en rive gauche, de la Charente. Son cours est de 88 kilomètres de long.
Elle draine un bassin versant de 980 km^2. Ce bassin versant est faiblement urbanisé, avec un habitat dispersé.
La ville de Pons est la localité la plus importante traversée par La Seugne.
En 2003, une nouvelle station d'épuration a vu le jour et d'importants travaux de réhabilitation ont été menés sur le réseau d'eaux usées.

La transposition des études réalisées et des solutions retenues à un contexte fictif, offre l'opportunité d'un questionnement sur ce projet.

Partie I : Analyse de la situation antérieure
(**Question A** : 1,5 point).
(**Question B** : 10 points).
(**Question C** : 15 points).

Partie II : Analyse de la situation pendant les travaux de réhabilitation
(**Question D** : 5,5 points).

Partie III : Analyse de la situation actuelle
(**Question E** : 8 points).

Données et consignes préliminaires *(se référer aussi aux documents et annexes ci-joints)* ***:***

- *Les pertes de charge linéaires seront impérativement évaluées grâce à la formule de Lechapt et Calmon rappelée ci-dessous :*

$$J = 1{,}1\ Q^{1{,}89}\ D^{-5{,}01}$$ Avec *J : perte de charge unitaire en mCE/km ;*
Q : débit en $m^3.s^{-1}$;
D : diamètre intérieur en m.

- *Toutes les cotes sont rattachées au Nivellement Général de la France (m NGF).*
- *Négliger :*
  - *les pertes de charge linéaires entre les électropompes et les sorties des postes de relèvement (position du manomètre de chaque poste) ;*
  - *le terme* $\frac{v^2}{2g}$ *dans l'expression de la charge hydraulique ;*
  - *la perte de charge linéaire entre les points A et C (longueur de conduite négligeable).*
- *Considérer que :*
  - *les caractéristiques physiques de l'eau usée sont identiques à celles de l'eau potable ;*
  - *les pertes de charge singulières dans les conduites sont égales à 10% de la perte de charge régulière ; sauf dans les conduites reliant les électropompes P1 ou P2 au point A et les électropompes P3 ou P4 au point B ;*
  - *les pertes de charge totales entre dans les conduites P1-A et P2-A sont identiques ;*
  - *les pertes de charge totales entre dans les conduites P3-B et P4-B sont identiques ;*
  - *le plan des conduites et accessoires passant par (A) est à la cote 5 mNGF ;*
  - *le plan des conduites et accessoires passant par (B) est à la cote 8 mNGF.*
  - *le réseau électrique 230/400 V, 50 Hz ;*
  - *les rendements et les facteurs de puissance des électropompes sont constants ; respectivement égaux à 92% (rendements) et 0,86 (facteurs de puissance).*
- *On rappelle que :*
  - *l'accélération de la pesanteur (g) = 9,81 $m.s^{-2}$;*
  - *la masse volumique de l'eau (ρ) = 1 000 $kg.m^{-3}$;*
  - *les masses molaires atomiques suivantes* :

Élément	***N***	***O***	***P***	***Cl***	***Fe***
Masse molaire *($g.mol^{-1}$)*	*14*	*16*	*31*	*35,5*	*56*

PARTIE I : ANALYSE DE LA SITUATION ANTÉRIEURE

Jusqu'en 2003, la ville de Pons était équipée d'une station d'épuration à boues activées de capacité 5 500 Eh *(Equivalent-Habitant).*
Cette station, qui rejetait ses eaux traitées dans La Seugne, traitait essentiellement la pollution organique.

QUESTION A
1,5 point sur 40

Un bilan, réalisé le **9 mai 2002** à l'entrée et à la sortie de l'ancienne station, a donné les résultats présentés dans le tableau 1.

Tableau 1 : résultat des analyses d'eau du 9 mai 2002

Éléments	Eau en entrée station	Eau en sortie de station
MES ($mg.L^{-1}$)	243	18
DCO ($mg.L^{-1}$)	765	56
DBO_5 ($mg.L^{-1}$)	306	22
NK ($mg.L^{-1}$)	95	5,5
NH_4^+ ($mg.L^{-1}$)	53	0,6
NO_2^- ($mg.L^{-1}$)	< 0,1	< 0,1
NO_3^- ($mg.L^{-1}$)	< 0,1	15,4
P_t ($mg.L^{-1}$)	17,6	13,1
Débit ($m^3.j^{-1}$)	515	512

A.1 Calculer le taux d'élimination du phosphore total P_t.

A.2 Identifier, à l'aide du tableau 1, le risque principal généré par les rejets de la station pour la qualité de l'eau de La Seugne.

QUESTION B
10 points sur 40

Une partie du bassin versant de la Seugne étant reconnue d'intérêt communautaire (ZNIEFF, ZPS et site Natura 2000), un document d'objectif a été réalisé.

Le **document 1** présente certaines caractéristiques du bassin versant de la Seugne.

Le **document 2** présente l'hydrogramme moyen annuel de la Seugne, établi à la station hydrologique de Saint Seurin de Palenne.

Le **document 3** présente des extraits du document d'objectif.

Le **document 4** présente le profil pédologique d'un sol représentatif du bassin versant de la Seugne.

B.1 Indiquer les origines possibles et la nature pour chaque source de pollution citée dans le **document 1**.

B.2 Déterminer, en justifiant la réponse à l'aide des informations contenues dans le **document 2**, le régime hydrologique de la Seugne.

B.3 Expliquer, à l'aide de l'ensemble des données contenues dans les **documents 1, 2** et **3**, quatre conséquences des deux pollutions sur l'hydrosystème Seugne.
Préciser, à l'aide du **document 2**, comment les risques potentiels associés à ces pollutions peuvent compromettre les objectifs de la zone d'intérêt communautaire.

B.4 Énoncer les mécanismes de transfert des nitrates du sol vers un cours d'eau.

B.5 Identifier, à l'aide des informations apportées par le **document 4**, trois caractéristiques du sol favorisant le transfert des nitrates vers la Seugne.

B.6 Proposer quatre actions adaptées au contexte local permettant une reconquête de la qualité de l'eau dans la partie aval de la Seugne.

QUESTION C
15 points sur 40

	Barème
C.1	1,5 pt
C.2	2,5 pts
C.3	11 pts

Une partie des eaux usées fortement chargées est acheminée gravitairement vers le poste de refoulement de Joly Sable avant d'être refoulée vers la station d'épuration.
Ce poste est composé de deux électropompes submersibles identiques *(P1 et P2)* entraînées par deux moteurs identiques de rendement 92% et de facteur de puissance 0,86, supposés constants.

Le **document 6** représente, de façon simplifiée, la partie du système hydraulique entre le poste de refoulement de Joly Sable et la station de traitement.

Le **document 7** fournit les caractéristiques des deux électropompes submersibles de ce poste (*KSB KRT F 65 / 210, à roue vortex de diamètre 130 mm)*.

C.1 La fonction principale d'un clapet est d'assurer le passage uni-directionnel d'un fluide ; toutefois, pour assurer cette fonction, plusieurs technologies sont disponibles afin de prendre en compte des fonctions « contraintes » *(fonctions correspondant à une exigence d'un élément du milieu extérieur)*.

Le **document 5** représente, de façon simplifiée, ces types de clapets.

C.11 Nommer les clapets repérés par les lettres **A** et **B** sur le **document 5.**

C.12 Citer, en se référant aux **documents 5** et **6,** un des critères qui a conduit à préférer le clapet A pour le poste de refoulement de Joly Sable.

C.2 Le fonctionnement séquentiel des électropompes du poste de Joly Sable est décrit dans le **document 6** *(GRAFCET, du point de vue partie commande).*

C.21 Citer la fonction des organes repérés par KM1 et KM2 sur le GRAFCET du **document 6**.

C.22 La mesure des niveaux d'eaux dans le poste *(NB1 : Niveau Bas, NM1 : Niveau Moyen, NH1 : Niveau Haut)* est possible avec des capteurs avec ou sans contact avec l'eau.
Citer un capteur de chaque type *(avec ou sans contact avec l'eau).*

C.23 Citer le principal inconvénient du type de fonctionnement associé au GRAFCET du **document 6**.

C.3 Le débit maximum refoulé par le poste de Joly Sable est de 25 $m^3.h^{-1}$.

C.31 Citer, en se référant au **document 6**, la réceptivité qui a été franchie lorsque le débit de refoulement a atteint sa valeur maximale.
Justifier la réponse.
Préciser la valeur du niveau d'eau dans le poste de Joly Sable lors du franchissement de cette réceptivité.

C.32 Déterminer la valeur de la pression indiquée par le manomètre disposé au point A dans la chambre de robinetteries du poste de Joly Sable *(Cf **document 6**)*.
Exprimer le résultat dans l'unité du système international puis dans une autre unité de pression.

C.33 Citer trois des cinq singularités à l'origine des pertes de charge singulières dans ce poste.

C.34 Déterminer, à l'aide du **document 7**, la valeur totale des pertes de charge singulières entre une électropompe et le point C.
Expliciter la démarche utilisée.

C.35 Déterminer la puissance active totale au cours de cette étape.

C.36 Représenter le triangle des puissances *(sous forme vectorielle)* et le déphasage courant-tension.
Légender la représentation.
Expliciter l'intérêt de l'amélioration du facteur de puissance.

PARTIE II : ANALYSE DE LA SITUATION PENDANT LES TRAVAUX DE RÉHABILITATION

QUESTION D
5,5 points sur 40

Une partie du projet de réhabilitation a consisté à remplacer la conduite de refoulement du poste de Gazinac vers la station d'épuration.

Le **document 8** représente le schéma de principe de ce système hydraulique pendant les travaux.

Avant rénovation, ce poste refoulait directement vers la station de traitement *(à partir de deux électropompes submersibles identiques, notées P3 et P4)* et fonctionnait de façon identique à celui de Joly Sable.
Pendant la phase des travaux, une interconnexion entre les deux postes de refoulement a été posée provisoirement pour assurer la continuité de la collecte des eaux usées. Cette conduite a été raccordée à la conduite de refoulement au point C.
Le fonctionnement du poste Gazinac pendant les travaux est le suivant :

- si les électropompes P1 et P2 *(poste de Joly Sable)* sont en fonctionnement, alors aucune électropompe du poste de Gazinac ne peut démarrer, même si le niveau moyen NM2 est atteint.
- si les électropompes P3 et P4 *(poste de Gazinac)* sont en fonctionnement, alors aucune électropompe du poste de Joly Sable ne peut démarrer, même si le niveau moyen NM1est atteint.

D.1 Compléter, sur l'**annexe A** (à rendre avec la copie), les réceptivités du GRAFCET de fonctionnement des postes de refoulement.
Nota : Pour compléter les réceptivités du GRAFCET, utiliser l'état des étapes (ex : si l'étape 22 est active, noter X22).

D.2 Nommer les étapes actives lorsque les électropompes P3 et P4 fonctionnent simultanément et que P1 et P2 sont à l'arrêt.

D.3 Lorsque les électropompes P1 et P3 fonctionnent simultanément et que les plans d'eau des postes de refoulement sont respectivement aux cotes de NM1 *(4,25 m NGF)* pour Joly Sable et de NM2 (*3,50 m NGF)* pour Gazinac, le débit refoulé par P1 est de 14 $m^3.h^{-1}$ et la pression en A est de 16,5 mCE.
Calculer la pression au point B.

PARTIE III : ANALYSE DE LA SITUATION ACTUELLE

QUESTION E
8 points sur 40

La nouvelle station est une filière par boues activées avec traitement de l'azote et du phosphore.
Elle a été dimensionnée pour recevoir les effluents urbains de la ville de Pons, les effluents d'une industrie agroalimentaire ainsi que des matières de vidange provenant des systèmes d'assainissement non collectif.
Un bilan, réalisé le 29 **novembre** 2007, a donné les résultats présentés dans le tableau 2.

Tableau 2 : résultat des analyses d'eau du 29 novembre 2007

Éléments	Eau en entrée de station	Eau en sortie de station
MES ($mg.L^{-1}$)	269	7
DCO ($mg.L^{-1}$)	677	9
DBO_5 ($mg.L^{-1}$)	354	3
NK ($mg.L^{-1}$)	109	4
NH_4^+ ($mg.L^{-1}$)	88	0,6
NO_2^- ($mg.L^{-1}$)	< 0,1	< 0,1
NO_3^- ($mg.L^{-1}$)	< 0,1	1,2
P_t ($mg.L^{-1}$)	17	0,3
Débit ($m^3.j^{-1}$)	568	568

E.1 Le processus d'élimination de l'azote se déroule en deux étapes :

- dans un premier temps, l'essentiel de l'azote entrant est oxydé en ions nitrate ;
- dans un second temps, une réaction de dénitrification *(passage de l'ion nitrate au diazote)* est assurée par des bactéries anaérobies.

Pour la réaction de dénitrification, les deux couples d'oxydoréduction suivants sont pris en compte :

NO_3^- / N_2 E° = 1,25 V

O_2 / H_2O E° = 1,23 V

E.11 Déterminer les nombres *(degrés)* d'oxydation de l'azote dans NO_3^- et dans N_2.

E.12 Écrire les équations de demi-réaction puis l'équation de la réaction de la dénitrification.

E.13 Calculer la masse de dioxygène libéré lors de la dénitrification de 1,0 g d'azote.

E.2 La station d'épuration doit éliminer quotidiennement au moins 80 % de la masse de phosphore entrant. La déphosphatation s'effectue par voie physico-chimique avec du chlorure de fer III, ou chlorure ferrique.

L'équation de la réaction de déphosphatation est la suivante :

$$Fe^{3+}(aq) + PO_4^{3-}(aq) \rightarrow FePO_4(s)$$

Nota : Considérer que le phosphore est uniquement sous forme de phosphate PO_4^{3-}.

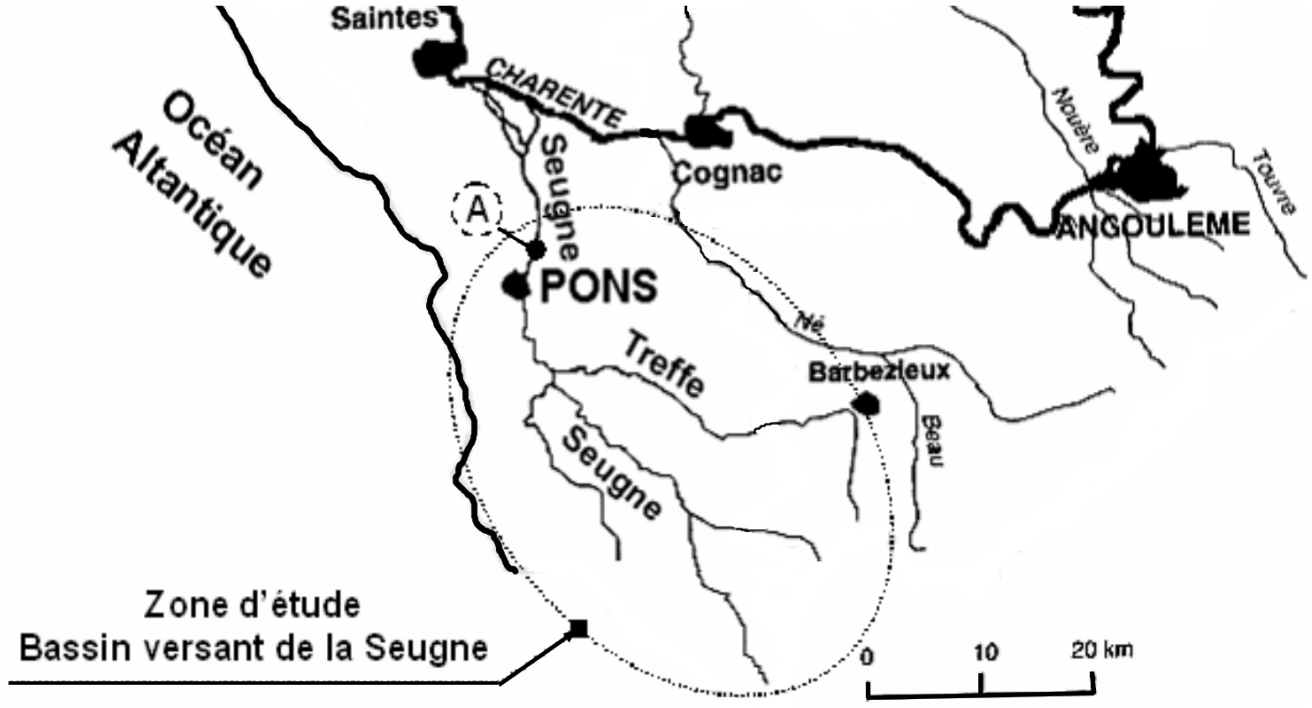
E.21 Calculer la masse minimale de phosphore à éliminer par jour.

E.22 En déduire la masse de chlorure ferrique nécessaire à l'élimination de ce phosphore.

E.3 Expliciter, à partir des tableaux 1 et 2, en quoi les travaux réalisés peuvent contribuer à l'amélioration de la qualité de l'eau de la Seugne.

DOCUMENT 1

Le bassin versant de la Seugne



A : station hydrologique de Saint Seurin de Palenne

Les caractéristiques du bassin versant de la Seugne

Hydrogéologie

Le substratum du bassin versant de la Seugne est principalement constitué de roches calcaires fissurées. Dans la région, de nombreuses résurgences participent à l'alimentation des cours d'eau.

La répartition des usages au niveau du bassin versant de la Seugne

D'une manière générale, les parties les plus basses, situées en aval de la Seugne, sont le domaine de l'élevage extensif. Les parties les plus hautes, situées en amont de la Seugne, sont occupées par des cultures céréalières. Les secteurs de terres alluviales sont généralement occupés par des cultures de peupliers ou de frênes. La quasi-totalité des milieux naturels accessibles est concernée par des activités de tourisme et de loisirs.

La qualité de l'eau

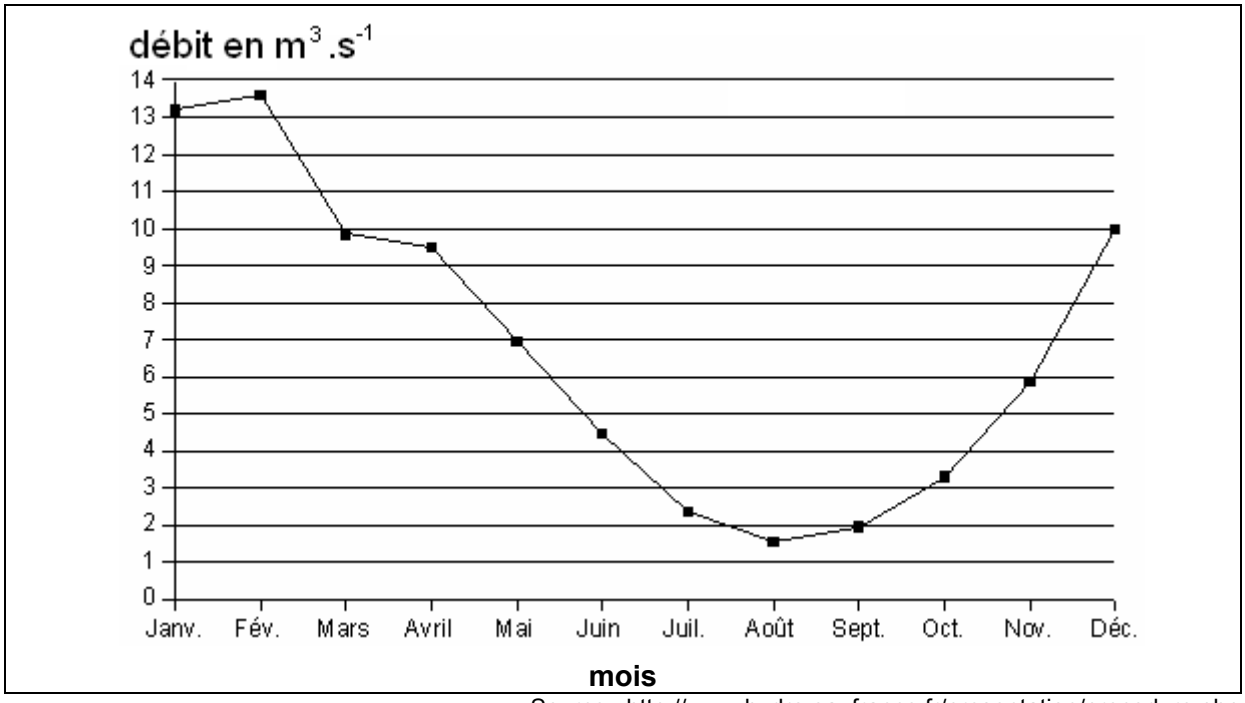
La qualité de l'eau de la Seugne évolue progressivement de la classe « bonne » (ex classe 1B) à la classe « médiocre » (ex classe 3) en aval de la station d'épuration de Pons. Ce déclassement a pour principale origine une pollution par les nitrates et les phosphates.

D'après http://pc70valcharente.natura2000.fr

DOCUMENT 2

Hydrogramme moyen annuel de la Seugne

Bassin versant drainé au niveau de la station : 902 km²
Les données fournies ont été calculées sur 41 ans.



Source : http://www.hydro.eaufrance.fr/presentation/procedure.php

Hydrogramme moyen annuel de la Seugne

DOCUMENT 3

Extraits du document d'objectif

Les **enjeux de la conservation des spécificités écologiques du site** sont de deux ordres :

- **maintien des surfaces restantes** d'habitats naturels ;
- maintien ou **restauration**, selon les cas, de **l'état de conservation** de ces habitats, en particulier le fonctionnement de l'hydrosystème.

Pour répondre à ces enjeux, les **acteurs locaux** ont donc rédigé un document d'objectif, présenté ci-dessous.

1- Restaurer l'hydrosystème

- Améliorer les modalités d'entretien et de gestion des berges et des cours d'eau ;
- Protéger les écosystèmes aquatiques et les habitats naturels de la zone inondable ;
- Restaurer et entretenir le fonctionnement de l'hydrosystème à l'échelle du site expérimental et du bassin versant ;
- Favoriser une gestion des milieux naturels compatible avec la gestion des risques liés aux crues et inondations.

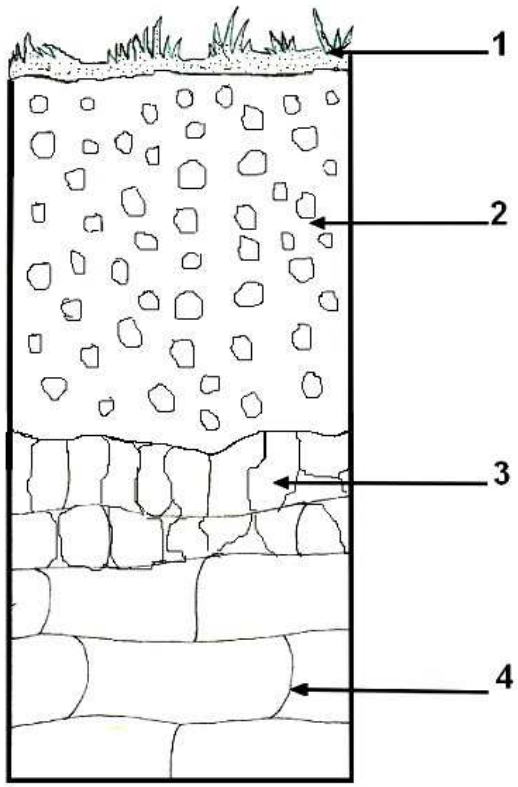
2 -Trouver un équilibre

- Promouvoir une utilisation équilibrée des milieux naturels entre les différentes activités touristiques et économiques, notamment dans une perspective de valorisation et de développement ;
- Maîtriser la fréquentation du site, particulièrement aux abords des cours d'eau et dans les secteurs sensibles;
- Vérifier que les différents projets d'aménagement du territoire sont compatibles avec l'équilibre et la valeur écologique du site.

d'après http://pc70valcharente.natura2000.fr

DOCUMENT 4

Profil pédologique d'un sol représentatif du bassin versant de la Seugne



Légende :

1 : terre végétale

2 : horizon caillouteux et graveleux de 25 cm d'épaisseur en moyenne

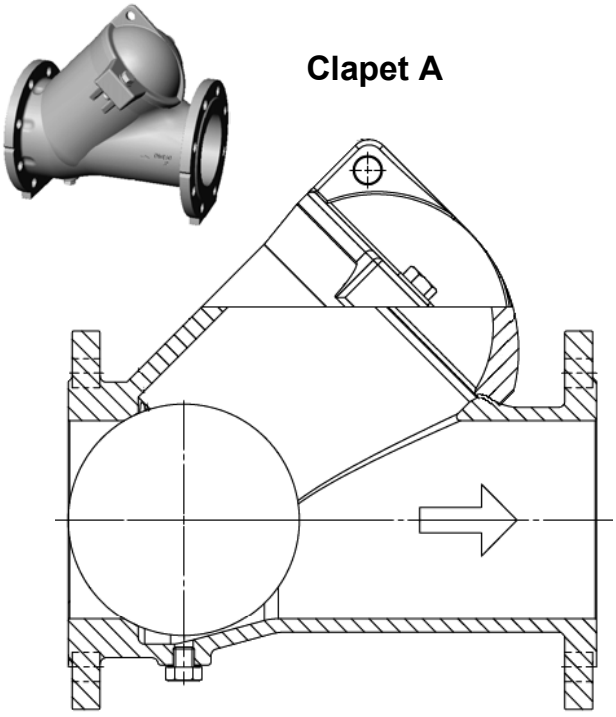
3 : roche mère calcaire altérée

4 : roche mère calcaire fissurée

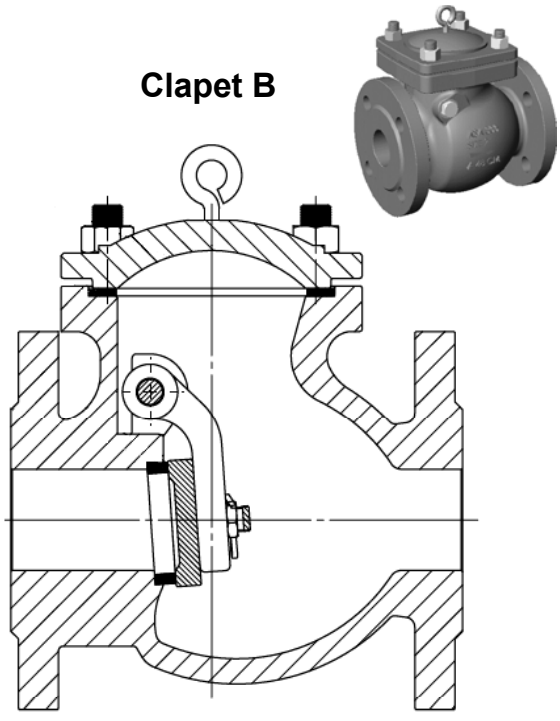
D'après « *notice de la carte pédologique de France au 1/100000* », G. Caillot, INRA

DOCUMENT 5
Types de clapets

Clapet A



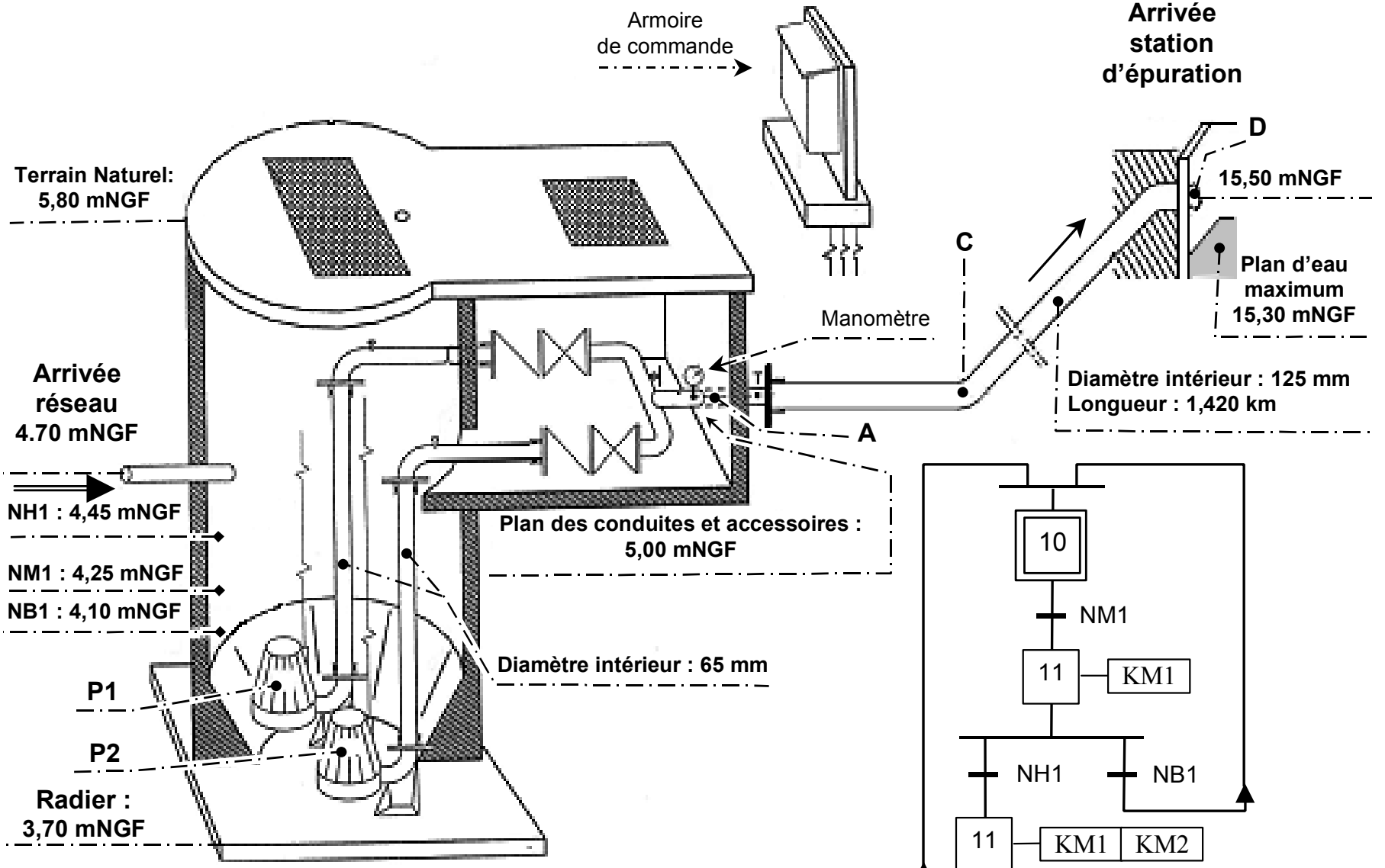
Clapet B



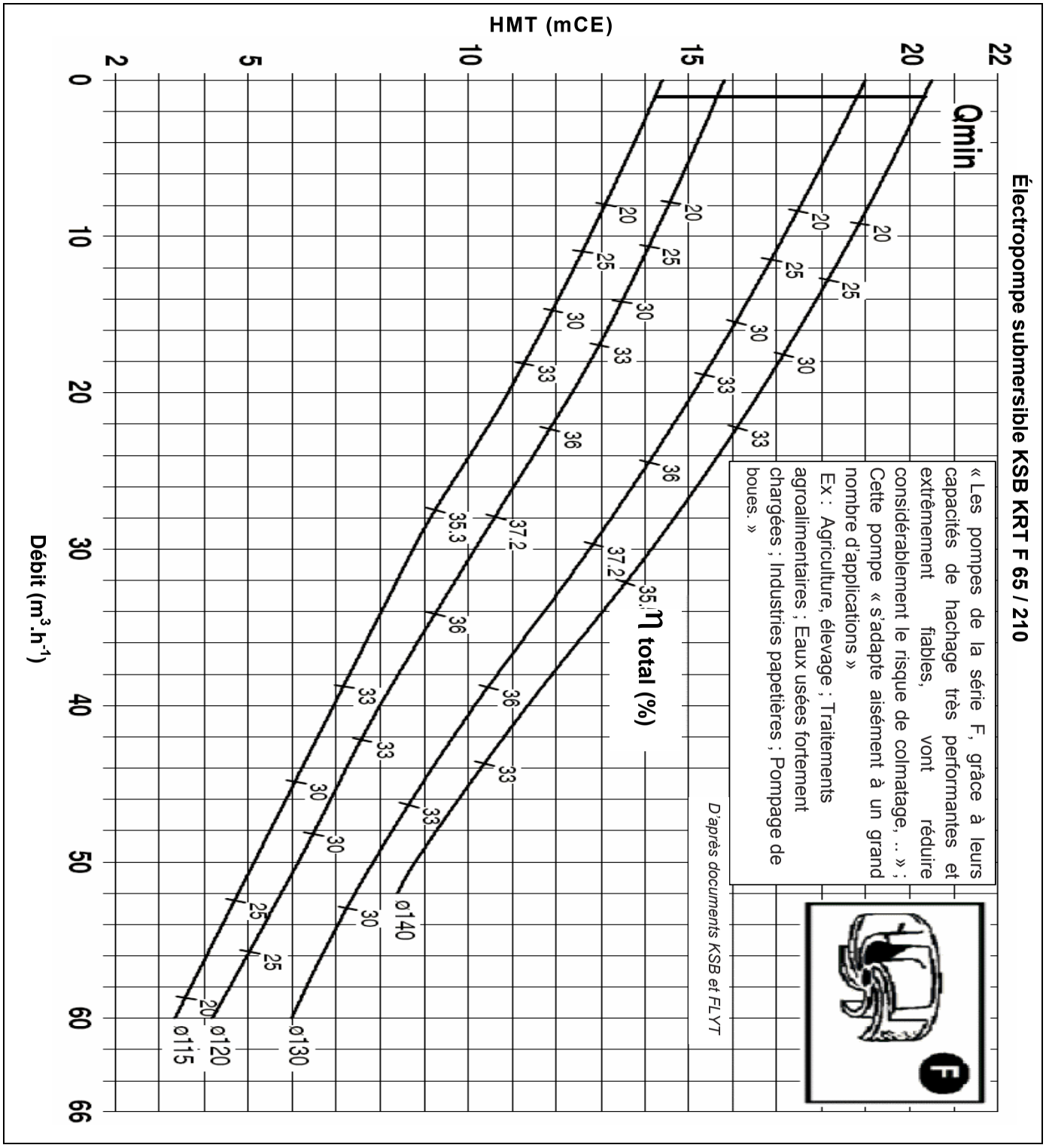
D'après documents Tecofi et Socla

DOCUMENT 6

Système hydraulique de refoulement à partir de Joly Sable
(avant réhabilitation)



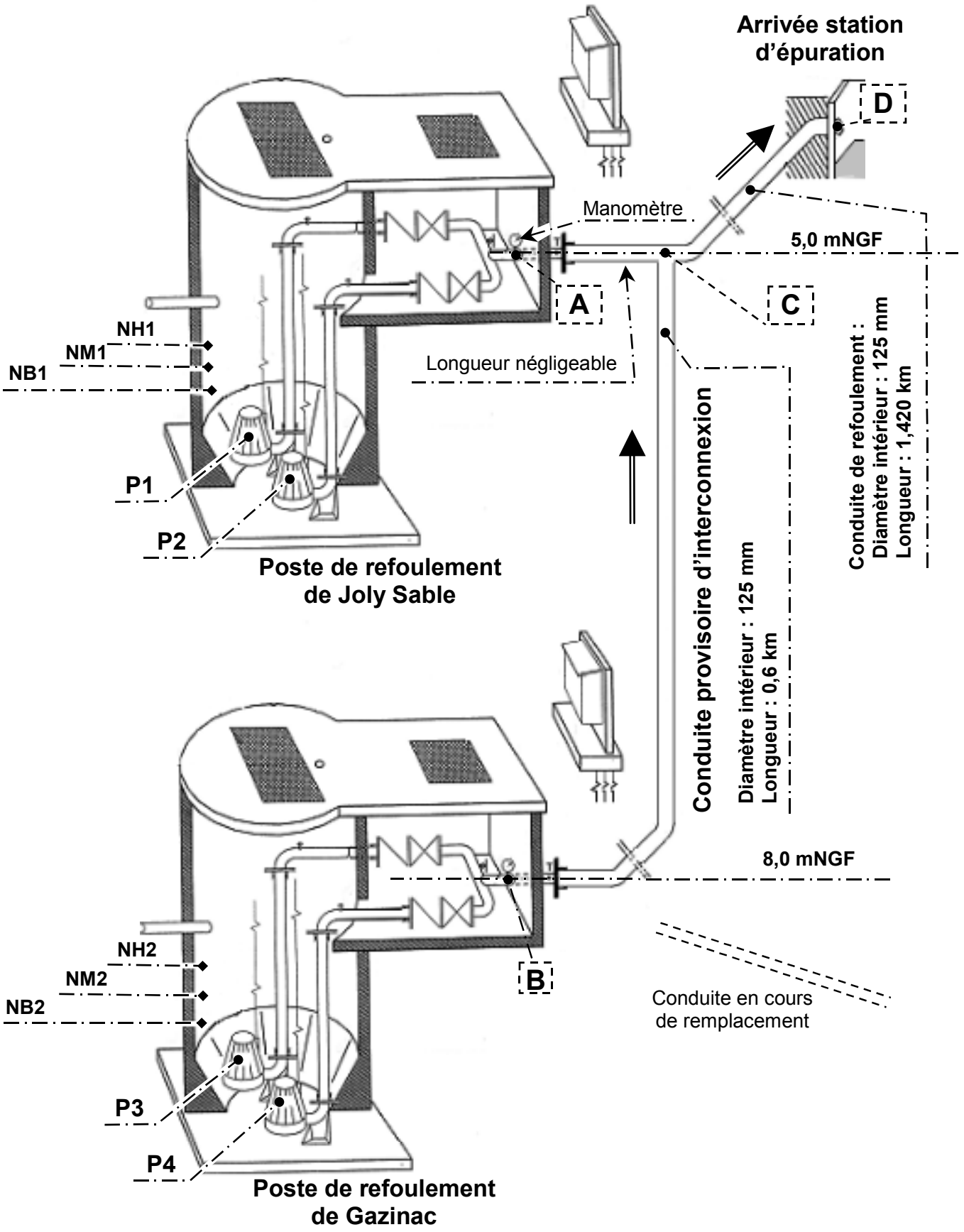
DOCUMENT 7
Caractéristiques des électropompes submersibles du poste de Joly Sable



DOCUMENT 8

Système hydraulique pendant les travaux de réhabilitation

(Interconnexion des postes de refoulement de Gazinac et de Joly Sable)



MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

M. EX.

Nom :
(EN MAJUSCULES)
Prénoms :

Date de naissance : 19

EXAMEN :
Spécialité ou Option :

ÉPREUVE :

Centre d'épreuve :

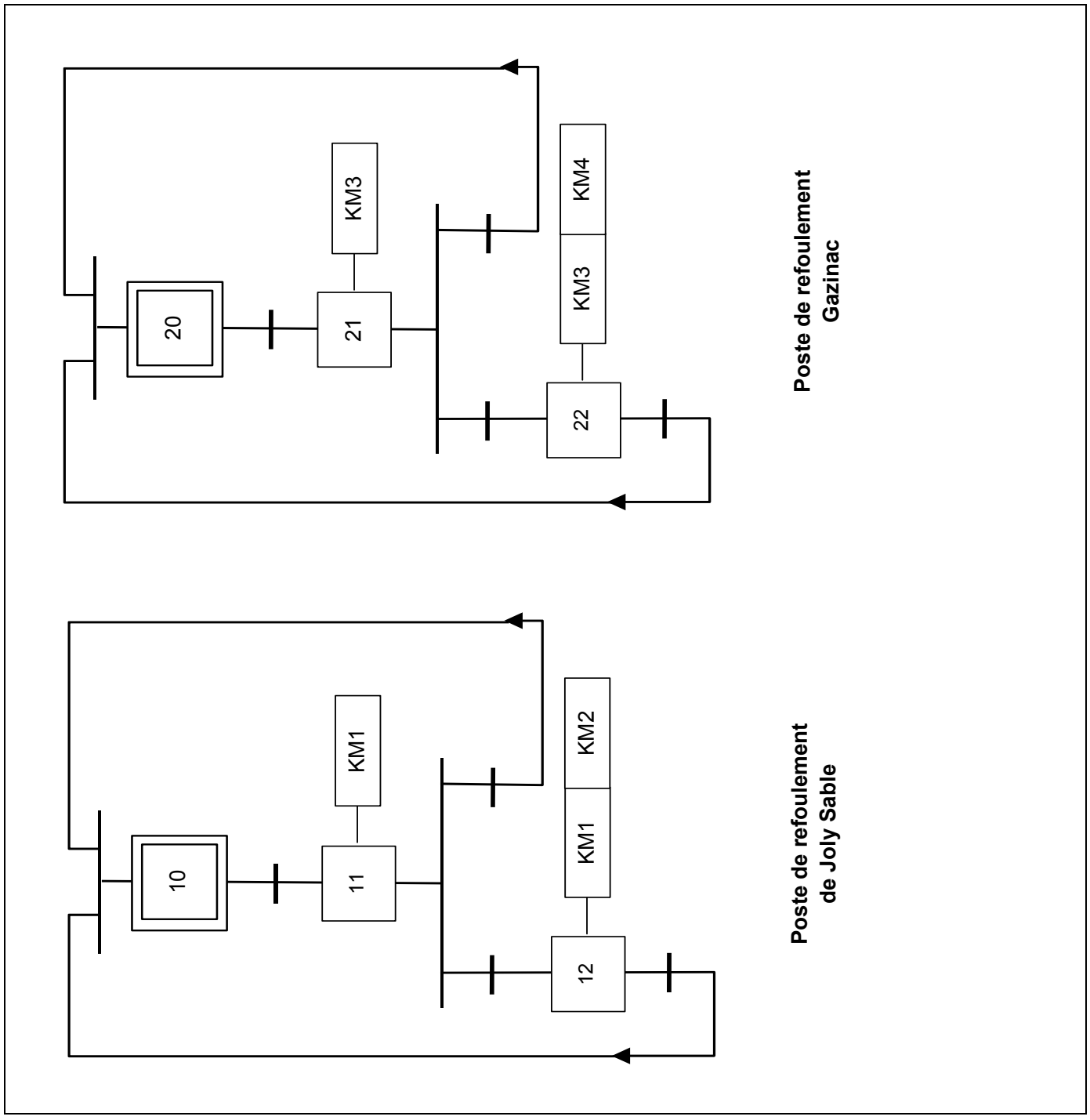
Date :

N° ne rien inscrire

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

N° ne rien inscrire

Fonctionnement coordonné des postes de refoulement pendant les travaux



Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV© avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV©, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV© se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV© avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV©, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV© se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.