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 2018
Métropole - Réunion

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR AGRICOLE
E7-2 EPREUVE INTÉGRATIVE

Option : GEMEAU

Durée : 150 minutes

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

Le sujet comporte 10 pages

NB : les documents ont été modifiés pour les besoins de l'épreuve

---

SUJET

Réduction du taux de sulfure d'hydrogène (H_2S) dans un réseau d'assainissement

Contexte

La commune des Allards constate, depuis quelques années, la présence de sulfure d'hydrogène (H_2S) dans son réseau d'eaux usées séparatif. Pour remédier à ce problème, l'exploitant procède à une injection de chlorure ferrique ($FeCl_3$) dans une conduite de refoulement.
En 2015, la commune décide de reprendre la gestion de l'assainissement en régie directe. Son service technique étudie la possibilité de diminuer les quantités de chlorure ferrique injectées afin de réduire les coûts d'exploitation du réseau d'assainissement.

Situation professionnelle

Vous êtes technicien(ne) supérieur(e) au sein du service technique de la commune des Allards. Vous êtes chargé du suivi des réseaux et de la station d'épuration. L'objectif fixé par votre direction est de diminuer les quantités de chlorure ferrique injectées afin de réduire les coûts d'exploitation du réseau d'assainissement. Pour atteindre cet objectif, vous procédez à une analyse du fonctionnement du système existant afin de proposer une solution adaptée au contexte. Vous organisez votre travail en quatre parties :

- identification des limites du mode de traitement actuel du sulfure d'hydrogène dans le réseau ; ***(2 points)***
- diagnostic de fonctionnement du poste de refoulement ; ***(6 points)***
- diagnostic de fonctionnement du réseau ; ***(6 points)***
- proposition d'une solution pour réduire la quantité de chlorure ferrique injectée dans le réseau. ***(6 points)***

PARTIE 1
Identification des limites du mode de traitement actuel du sulfure d'hydrogène dans le réseau *(2 points)*

Pour évaluer la quantité résiduelle de sulfure d'hydrogène dans le réseau, vous réalisez une campagne de mesures sur la première semaine du mois de juillet 2016, au niveau du regard de visite R1. Le **document 1** présente le plan du réseau. Le **document 2** présente les résultats de la campagne de mesures du sulfure d'hydrogène. Le **document 3** présente l'échelle de toxicité du sulfure d'hydrogène.
L'injection de chlorure ferrique dans la canalisation de refoulement, au niveau du poste de refoulement du Bourg, doit permettre de maintenir la concentration de sulfure d'hydrogène à un niveau inférieur à 10 mg/L.

1. **Identifier** les problèmes mis en évidence par les résultats de votre campagne de mesures.

2. **Justifier** l'objectif fixé par l'exploitant de maintenir la concentration de sulfure d'hydrogène à un niveau inférieur à 10 mg/L.

Dans le but de déterminer l'origine des variations de concentration de sulfure d'hydrogène, vous émettez plusieurs hypothèses :

- une usure prématurée des pompes du poste de refoulement du Bourg ;
- une variation de la teneur en sulfure d'hydrogène liée au temps de séjour ;
- un dosage inadapté de chlorure ferrique, lié au dysfonctionnement de la pompe doseuse.

PARTIE 2
Diagnostic de fonctionnement du poste de refoulement *(6 points)*

Le poste de refoulement du Bourg est équipé de deux pompes identiques qui ne fonctionnent jamais simultanément. Le **document 4** présente les caractéristiques initiales des pompes du poste de refoulement du Bourg. Le **document 5** présente les caractéristiques du poste de refoulement.

3. **Rédiger** un protocole permettant de déterminer le point de fonctionnement de la pompe en marche.

Les résultats obtenus lors de votre essai sont les suivants :

- différence de niveau entre le manomètre M et le plan d'eau dans le poste : 1,5 m ;
- pression affichée sur le manomètre : 2,4 bar ;
- débit mesuré : 18,5 m^3/h.

4. **Calculer** la HMT réelle de la pompe. Pour ce calcul, les pertes de charge en amont du manomètre ainsi que le terme $V^2/2g$ sont considérés comme négligeables.

5. **Comparer** la HMT réelle de la pompe calculée précédemment avec celle donnée par le constructeur.

En complément des mesures précédentes, vous avez mesuré une puissance électrique absorbée par le moteur de 3 110 W**.** Elle est notée P1 sur le **document 4**.

6. **Formuler** un avis sur l'hypothèse de l'usure prématurée de l'électropompe, à partir des paramètres hydrauliques et électriques mesurés précédemment.

PARTIE 3
Diagnostic du réseau *(6 points)*

Le temps de séjour moyen journalier de l'effluent dans la canalisation a une influence sur le développement du sulfure d'hydrogène. Le **document 6** présente l'ensemble des paramètres qui favorisent le développement du sulfure d'hydrogène dans une canalisation.

7. **Lister** les paramètres nécessaires au calcul du temps de séjour moyen journalier de l'effluent.

Un relevé du temps de marche des pompes a été effectué sur l'année 2015. Les résultats de ces mesures sont présentés dans le **document 7**. Le débit de fonctionnement de la pompe est de 18,5 m^3/h.
Afin d'évaluer l'incidence du temps de séjour de l'effluent dans la canalisation sur les variations de concentration en sulfure d'hydrogène, vous interprétez les résultats des mesures de temps de marche des pompes présentés dans le **document 7**.

8. **Évaluer**, à partir des données des **documents 1 et 7,** le temps de séjour moyen journalier de l'effluent dans la canalisation de refoulement du poste du Bourg pour le mois le plus pertinent.

9. **Calculer** la vitesse moyenne de l'effluent.

10. **Formuler** un avis sur l'impact de la vitesse et du temps de séjour de l'effluent sur la formation du sulfure d'hydrogène.

Une pompe doseuse injecte du chlorure ferrique en sortie du poste du Bourg. L'injection de chlorure ferrique est asservie au démarrage et à l'arrêt des pompes de refoulement du poste du Bourg.
Après vérification de la pompe doseuse, vous ne constatez aucun dysfonctionnement lié au débit. Le débit de la pompe doseuse est réglé à 18 L/h.

11. **Rédiger**, en 5 lignes maximum, une conclusion de votre diagnostic de fonctionnement du poste de refoulement et du réseau.

PARTIE 4
Optimisation du système *(6 points)*

Pour déterminer la dose optimum de chlorure ferrique à injecter, vous procédez à l'arrêt total de la pompe doseuse pendant une journée. Cet arrêt vous permet de mesurer, au niveau du regard R1, la concentration en sulfure d'hydrogène lorsqu'il n'y a pas d'injection de chlorure ferrique. Les résultats de ces mesures figurent sur le **document 8**. Pour cette journée, 185 m^3 d'effluent ont transité par le poste du Bourg pour un temps de fonctionnement cumulé des pompes de 10 h.
Le **document 9** présente les caractéristiques des principaux réactifs utilisés dans le traitement du sulfure d'hydrogène. Par simplification, on considère que 1 mg/L d'H_2S est égal à 1 mg/L de sulfures S^{2-}.

12. **Déterminer** le débit d'injection, en L/h de chlorure ferrique, nécessaire pour atteindre la consigne de 10 mg/L de sulfure d'hydrogène.

Afin d'ajuster la dose de chlorure ferrique aux variations de concentration de sulfure d'hydrogène dans l'effluent, vous proposez d'asservir la pompe doseuse à la concentration de sulfure d'hydrogène mesurée dans le réseau de refoulement. La boucle de régulation de l'asservissement est présentée dans le **document 10**. Le capteur utilisé pour réaliser cette régulation est présenté dans le **document 11.** On admet que le temps de transit de l'effluent entre le poste de refoulement et le regard R1 est suffisant pour que le chlorure ferrique réagisse totalement avec le sulfure d'hydrogène.

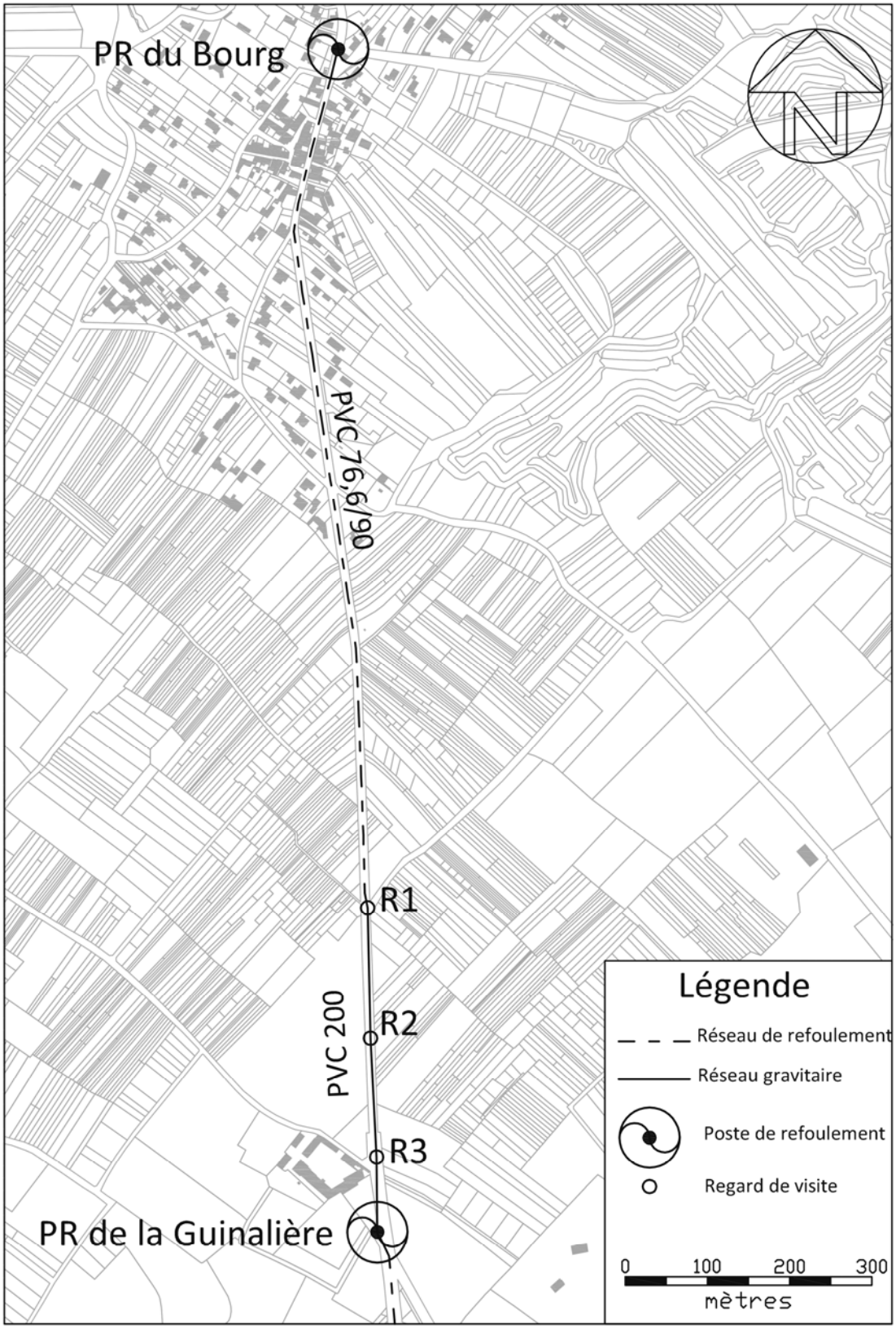
13. **Préciser** la fonction de ce capteur et son lieu d'implantation sur le réseau.

14. **Déterminer** la valeur de l'intensité (en mA) que l'on doit obtenir à la sortie du capteur lorsque la concentration en sulfure d'hydrogène de l'effluent vaut 10 mg/L.

15. **Proposer** une solution pour éviter la formation de sulfure d'hydrogène.

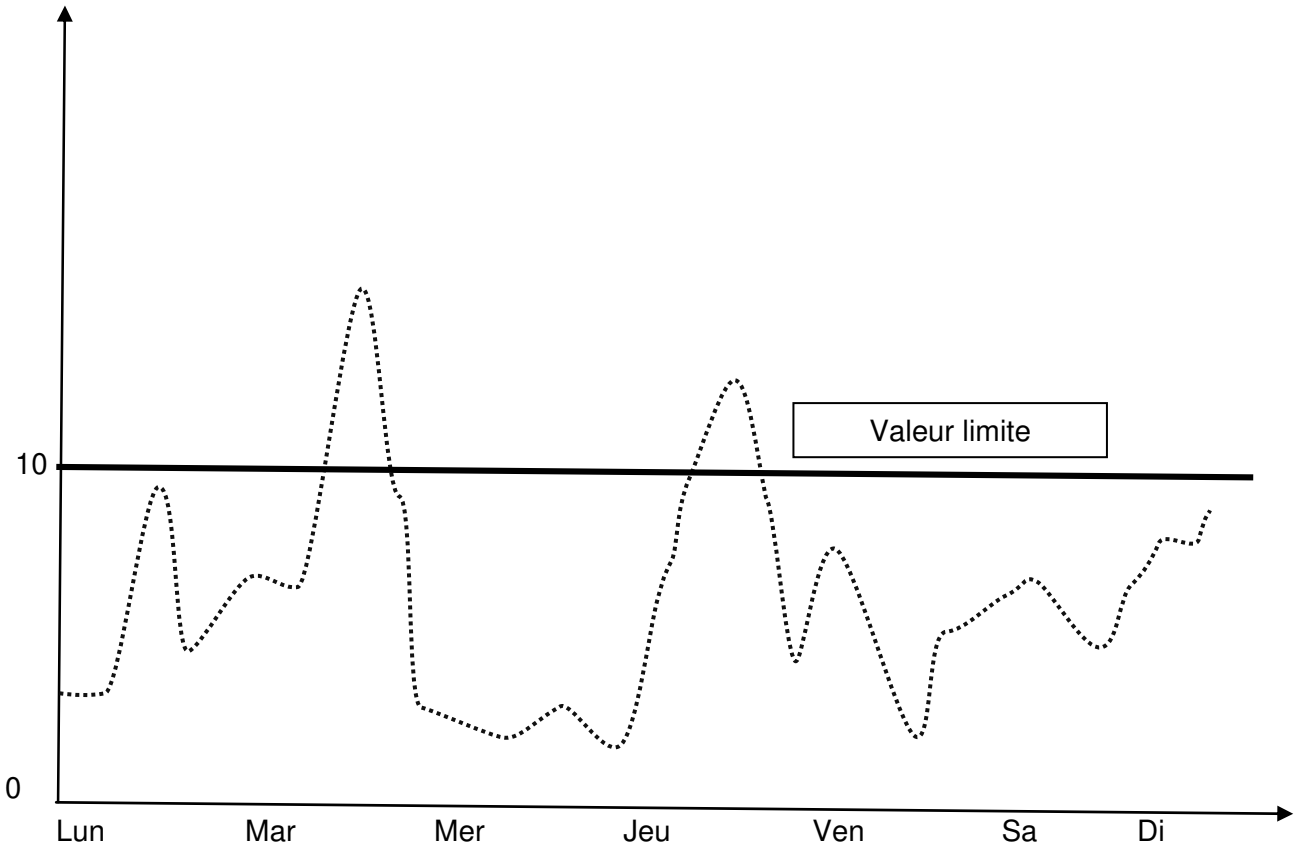
DOCUMENT 1

Plan du réseau d'eaux usées des Allards



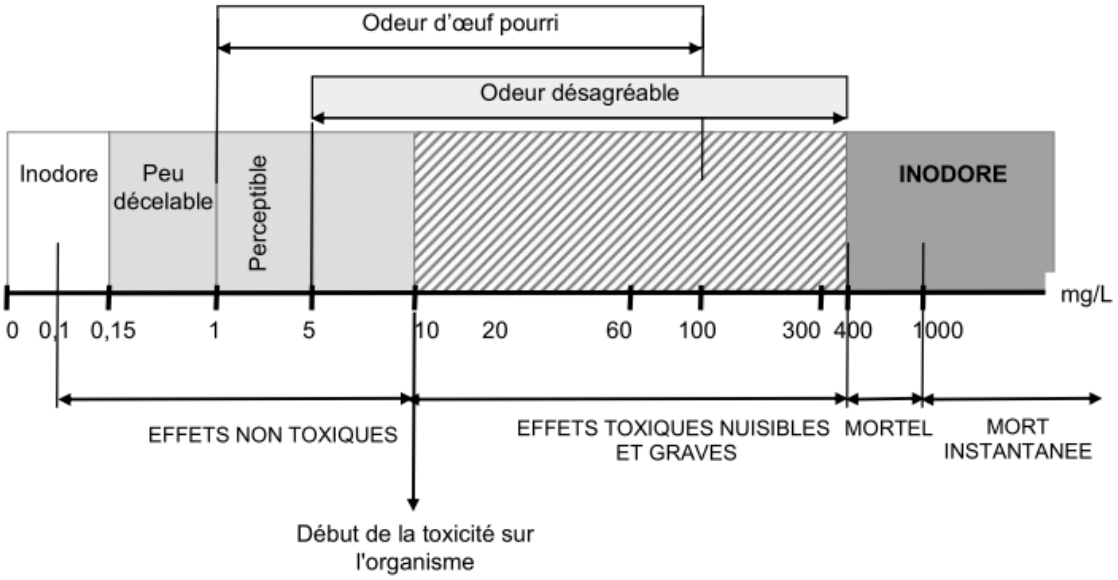
DOCUMENT 2

Résultats de la campagne de mesures de la concentration en sulfure d'hydrogène (H_2S) au niveau du regard R1 (juillet 2016)



DOCUMENT 3

Échelle de toxicité du sulfure d'hydrogène



DOCUMENT 4

Courbes caractéristiques d'une pompe du poste de refoulement du Bourg et courbe du réseau des Allards

Source : logiciel FLYPS

CP 3060 HT 3~ 250

FLYGT

Courbe

Pompe

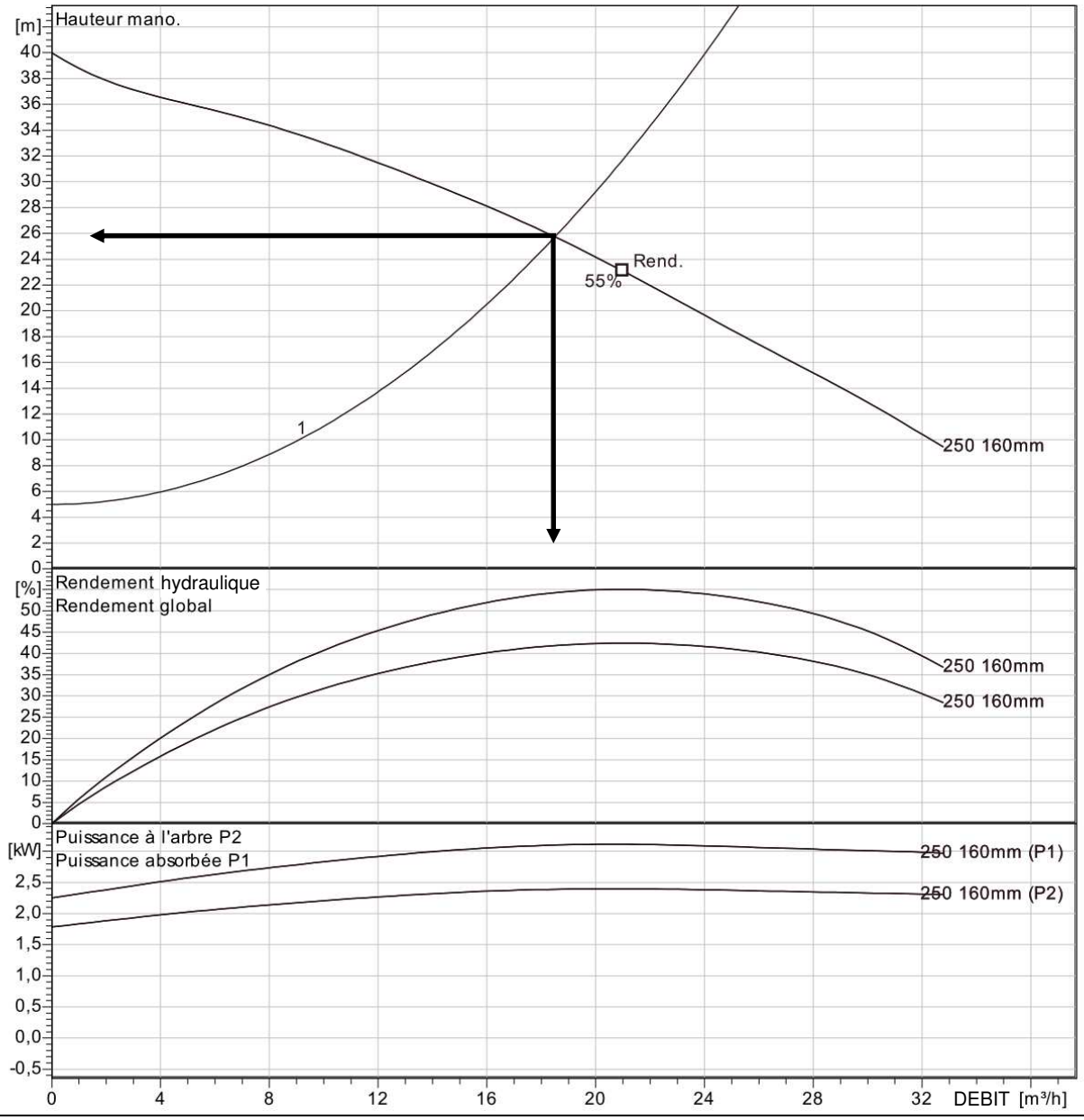
Diamètre de refoulement	50 mm
Diamètre d'aspiration	50 mm
Diamètre de roue	160 mm
Nombres de canaux	3

Motor

Moteur #	C3060.390 14-10-2AF-W 2.4KW
Variante stator	34
Fréquence	50 Hz
Rated voltage	400 V
Nombre de pôles	2
Phases	3~
Puissance nominale	2,4 kW
Intensité nominale	4,9 A
Intensité de démarrage	26 A
Vitesse nominale	2820 1/min

Facteur de puissance
1/1 de charge 0,92
3/4 de charge 0,89
1/2 de charge 0,82

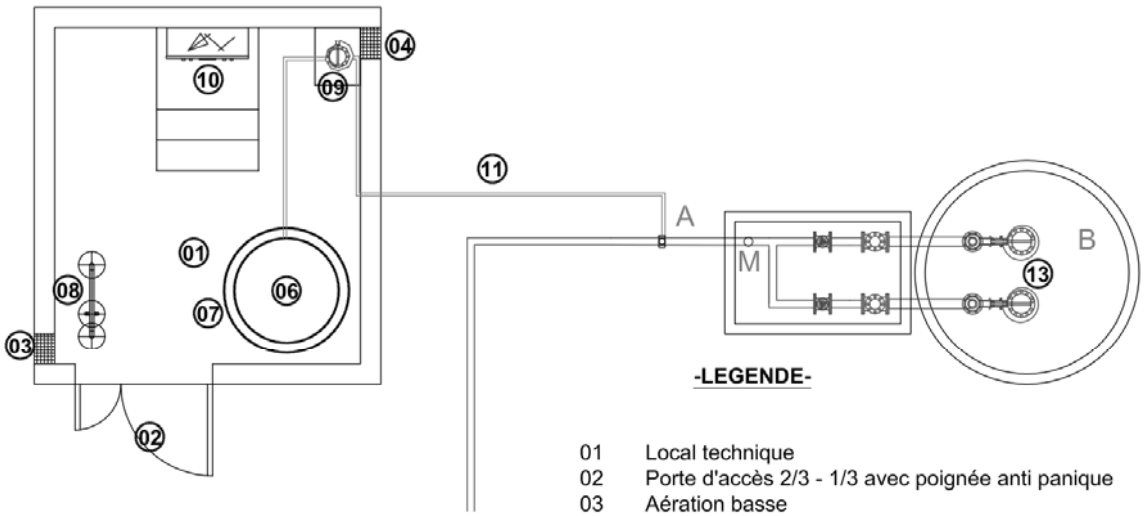
Rendement
1/1 de charge 77,0 %
3/4 de charge 79,0 %
1/2 de charge 78,5 %



DOCUMENT 5
Plan du poste de refoulement du Bourg

Remarques : Sur le plan, les points 5 et 12 ne sont pas représentés.
Sur le plan, le point M représente la position du manomètre.

- PLAN -



-LEGENDE-

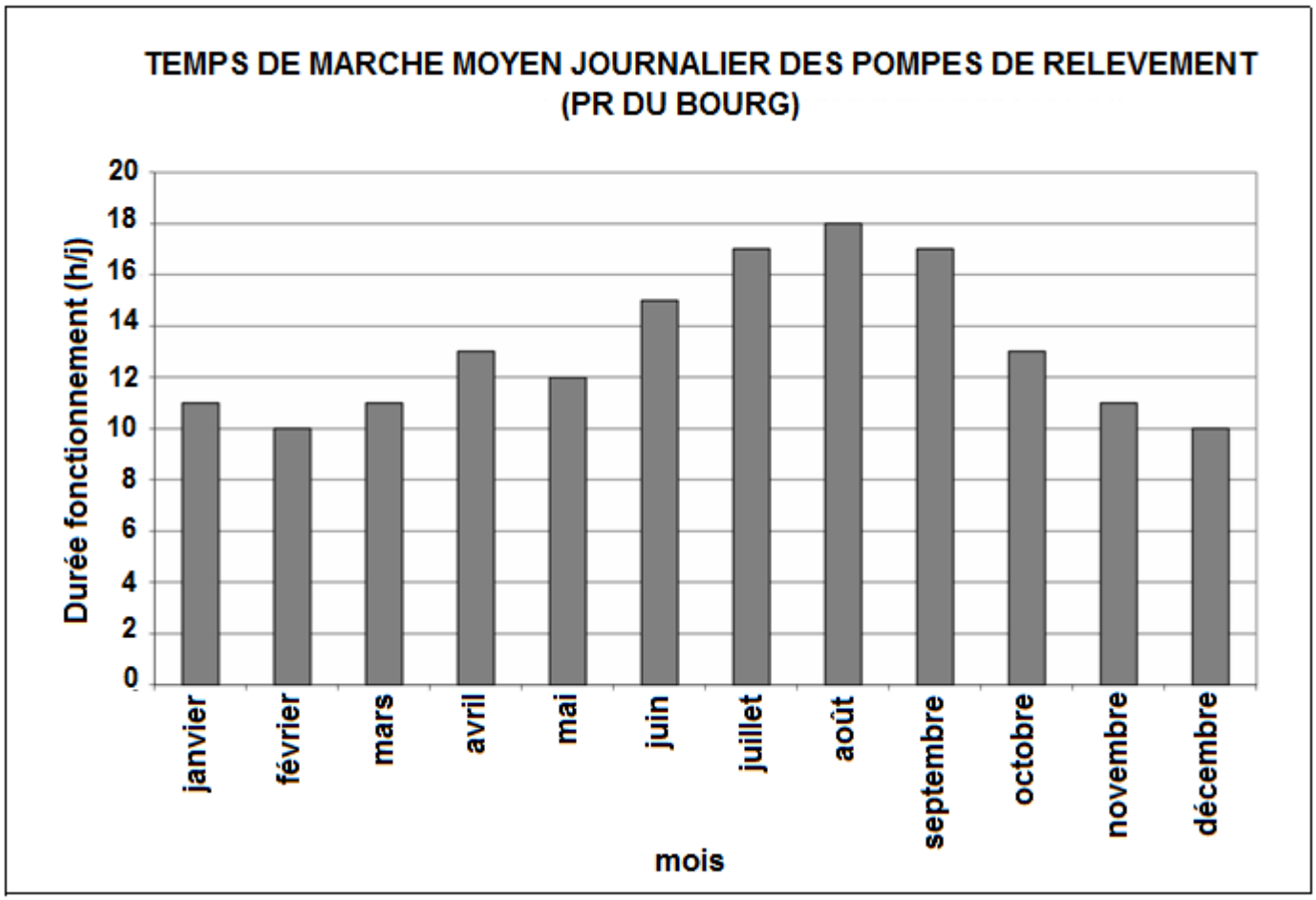
01	Local technique
02	Porte d'accès 2/3 - 1/3 avec poignée anti panique
03	Aération basse
04	Aération haute
05	Robinet d'eau potable
06	Cuve de stockage chlorure ferrique Ø1.00 x h 2.00m
07	Cuve de rétention Ø1.20 x h 1.40m
08	Douche de sécurité + rince œil (avec système d'évacuation)
09	Pompe doseuse sur socle
10	Armoire de commande
11	Conduite d'injection
12	Point lumineux
13	Poste de refoulement enterré

DOCUMENT 6
Paramètres favorisant le développement du sulfure d'hydrogène

PARAMETRES	VALEURS
Température	Négligeable en dessous de 10°C Prépondérante au-dessus de 15°C
pH	5,5 < pH < 8,5
Potentiel d'oxydoréduction	Seuil d'alerte à partir de E< +50 mV/H_2
Vitesse moyenne du flux	< 0,2 m/s
Temps de séjour moyen journalier	> 2h

DOCUMENT 7

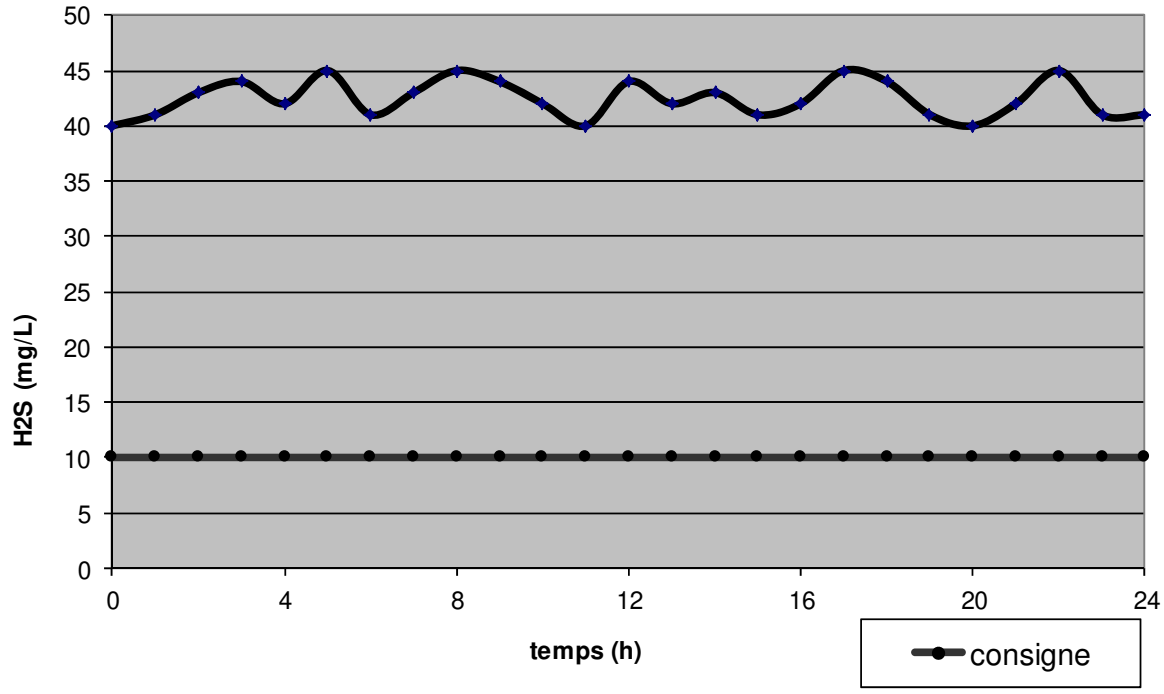
Temps de marche moyens journaliers des pompes du poste du Bourg en 2015



DOCUMENT 8

Résultats de la mesure du sulfure d'hydrogène au niveau du regard R1

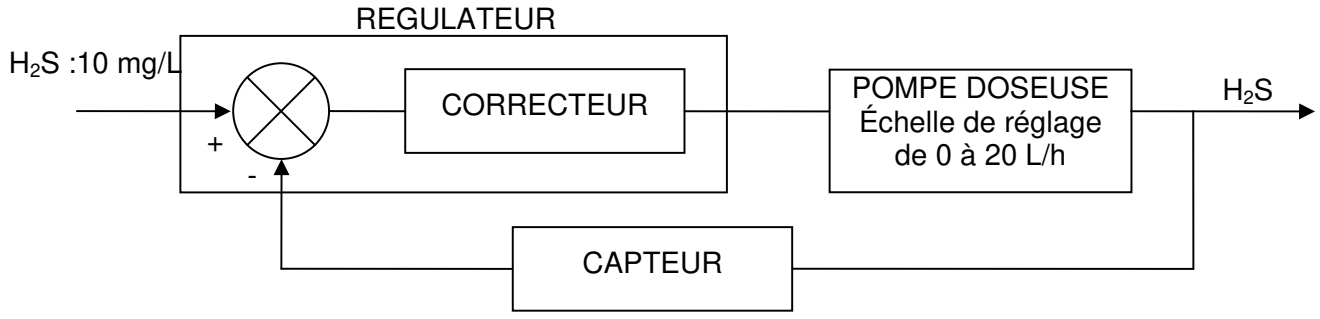
Évolution sur une journée de la quantité de sulfure d'hydrogène mesurée dans le regard R1



DOCUMENT 9
Caractéristiques des principaux réactifs utilisés dans le traitement du sulfure d'hydrogène

Types de traitement	Dénomination	Formule du réactif	Concentration de la solution	Dose pratique de réactif(en g) à injecter par g de H_2S	Mise en œuvre
Curatif	CLAIRTAN	$FeClSO_4$; liquide	200 g/L	11	Pompe doseuse
	CHLORURE FERRIQUE	$FeCl_3$; liquide	595 g/L	10	Pompe doseuse
	SULFATE FERREUX	$FeSO_4$; poudre	460 g/L	10	Bac préparation + pompe doseuse
Curatif et préventif	Peroxyde d'hydrogène	H_2O_2 ; liquide sous pression	385 g/L	8,5	Pompe doseuse

DOCUMENT 10
Schéma simplifié de la boucle de régulation de l'asservissement



DOCUMENT 11

Capteur chimique pour mesurer le sulfure d'hydrogène

Source : Extrait d'un document ADOS

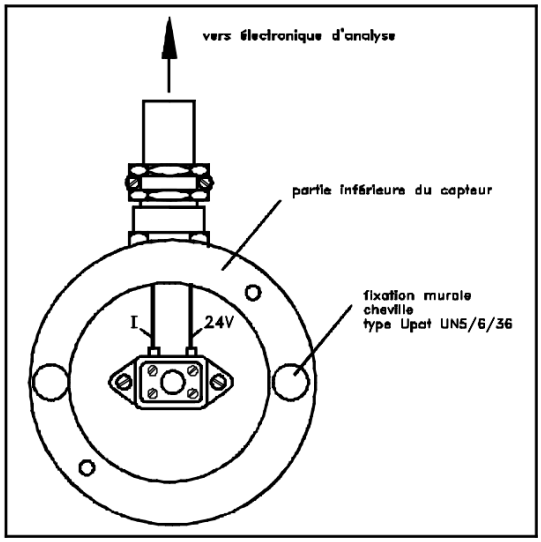
1- Fonctionnement

Le capteur ADOS 592 H_2S est une unité de mesure sur site comportant une cellule de mesure chimique dans laquelle est diffusé l'air à analyser.

Le courant du capteur est amplifié et envoyé via une interface 4 - 20 mA qui analyse la valeur mesurée et l'affiche en concentration.

2- Constitution du capteur de gaz ADOS 592 TOX H2S

Le capteur est constitué d'un boîtier rond en deux parties, la partie supérieure contenant les éléments de mesure et la partie inférieure permettant une fixation murale et la connexion du câble de signal de mesure.



B41f



3- Caractéristiques techniques, capteur de mesure de gaz ADOS 592 TOX H_2S

Substance essayée	:	H_2S
Gamme de mesure	:	0 – 50 mg/L
Précision	:	± 3 % de la valeur maximale du calibre
Interface	:	interface de courant à 2 fils, 4-20 mA
Tension de fonctionnement	:	pile lithium, durée de vie 1 an
Température ambiante	:	- 10 à + 40°C
Dimension de la tête de mesure	:	diamètre 80 mm, hauteur 80 mm

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.