

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR AGRICOLE E7-2 ÉPREUVE 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

Optimisation du système d'alimentation en eau potable du SIVOM du Bansidois

Contexte :

Les nappes profondes du territoire Girondin sont utilisées pour la production d'eau potable. Les volumes prélevés font craindre une surexploitation de cette ressource dont la gestion est règlementée par un Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux, le SAGE Nappes Profondes de Gironde.

Dans ce secteur, l'eau distribuée par le Syndicat Mixte à Vocation Multiple (SIVOM) du Bansidois provient d'une source et d'un forage. Le **document 1** présente le schéma simplifié du système d'alimentation en eau potable.

Les eaux brutes se mélangent dans une bache où elles sont désinfectées avec de l'eau de Javel. L'eau traitée est refoulée jusqu'au réservoir de Brouquy. Elle est ensuite distribuée aux abonnés des secteurs 1 et 2. La conduite de refoulement assure également la distribution d'eau aux abonnés du secteur 1.

Le réseau de distribution date des années soixante et se compose majoritairement de canalisations en fonte grise et en fonte ductile.

Les abonnés se plaignent de la présence d'eaux rouges sur l'ensemble du réseau. Les abonnés du secteur 1 se plaignent d'une pression trop élevée à certaines périodes de la journée. En conséquence, le SIVOM initie un programme de restructuration de son système d'alimentation en eau potable et une optimisation de la gestion de la ressource en eau.

Situation professionnelle :

En tant que technicien(ne) au sein du SIVOM, vous êtes chargé(e) de réaliser le diagnostic du système d'alimentation en eau potable et de proposer des solutions techniques pour remédier aux dysfonctionnements identifiés. Dans ce cadre, vous devez :

- Effectuer un diagnostic de la ressource en eau. **(4 points)**
- Proposer un équipement pour la rénovation du système de pompage. **(4 points)**
- Effectuer un diagnostic du réseau de distribution. **(12 points)**

PARTIE 1 : Diagnostic de la ressource en eau (4 points)

L'eau brute stockée dans la bêche provient d'un mélange constitué de 20 % d'eau de source et de 80 % d'eau de forage.

Les abonnés se plaignent d'une coloration rouge de l'eau potable distribuée. Des analyses physicochimiques ont été réalisées afin de déterminer l'origine de cette coloration. Le **document 2** présente les caractéristiques de différents mélanges réalisés à partir de l'eau de source et de l'eau du forage. Le **document 3** caractérise une eau selon son indice de saturation.

Deux hypothèses sont avancées pour expliquer l'origine de la coloration rouge :

- une présence de fer excessive,
- une eau agressive.

1. **Caractériser** l'eau de source et l'eau du forage à partir de leur indice de saturation.
2. **Argumenter** sur l'origine de la coloration de l'eau distribuée.
3. **Définir** les proportions du mélange d'eaux brutes permettant de résoudre durablement le problème constaté.
4. **Citer** les deux avantages que présente l'utilisation de l'eau de la source pour constituer le mélange d'eaux brutes.

PARTIE 2 : Proposition d'un équipement pour la rénovation du système de pompage du forage (4 points)

Le forage a été réalisé en 1992. Une corrosion importante de la pompe et de la canalisation de refoulement entraîne une baisse des performances hydrauliques du système de pompage. Le SIVOM décide de rénover l'ensemble du système d'alimentation de la bache de stockage en eau de forage.

Le **document 4** fournit les prescriptions techniques et hydrauliques pour la rénovation du système de pompage. Le **document 5** fournit les courbes caractéristiques du type d'électropompe devant équiper le forage.

5. **Justifier** le choix d'une canalisation en inox pour le refoulement.
6. **Choisir** la pompe à installer parmi la gamme proposée.
7. **Proposer** un ensemble d'équipements permettant de suivre l'évolution du niveau de la nappe en continu.

PARTIE 3 : Diagnostic du réseau de distribution (12 points)

Dans le cadre de son programme de restructuration, le SIVOM souhaite s'engager dans un renouvellement de son réseau de distribution d'eau potable. Une modélisation hydraulique est réalisée à l'aide d'un logiciel professionnel. Le modèle obtenu est calé.

Le **document 6** présente le schéma simplifié du réseau de distribution d'eau potable.

Diagnostic du réseau de distribution du secteur 1 :

Les abonnés du secteur 1 se plaignent de trop fortes pressions durant la journée. Pour caractériser le problème, vous effectuez des simulations sur le logiciel.

Deux scénarios de distribution sont simulés :

- scénario A, alimentation du secteur 1 par la bache ;
- scénario B, alimentation du secteur 1 par le réservoir de Brouquy.

Le **document 7** présente les profils issus de la modélisation des écoulements dans la canalisation reliant la bache et le réservoir de Brouquy.

8. **Identifier** le scénario qui engendre des surpressions et les nœuds concernés par ces surpressions.
9. **Présenter** les conséquences possibles des fortes pressions subies par les abonnés.
10. **Proposer** un équipement permettant de remédier au problème identifié.

Diagnostic du réseau de distribution du secteur 2 :

Le SIVOM souhaite savoir si la défense incendie est assurée sur la totalité du secteur 2. Des simulations hydrauliques sont réalisées en considérant la consommation des abonnés et la présence d'un poteau incendie au point N4.

Le cahier des charges de la défense incendie impose :

- un débit de 60 m³/h,
- une pression minimale de 1 bar au droit du poteau incendie.

Les **documents 8, 9 et 10** présentent les résultats issus de la modélisation du secteur 2.

11. Interpréter les résultats de la simulation réalisée pour le poteau incendie fermé.

12. Indiquer les conséquences de l'ouverture du poteau incendie sur l'évolution du niveau d'eau dans le réservoir.

13. Analyser les résultats de la simulation avec le poteau incendie ouvert, au regard du cahier des charges de la défense incendie.

Dans le cadre de la gestion patrimoniale de ses réseaux d'eau, le SIVOM envisage de remplacer les canalisations en fonte grise par des canalisations en PVC, choisies dans la gamme suivante :

Diamètre extérieur (mm)	Diamètre intérieur (mm)	Épaisseur (mm)
90	76,8	6,60
110	93,8	8,10
125	106,6	9,20
140	121,4	9,30
160	141,0	9,50
200	176,2	11,90

La rugosité du PVC est de 0,1 mm.

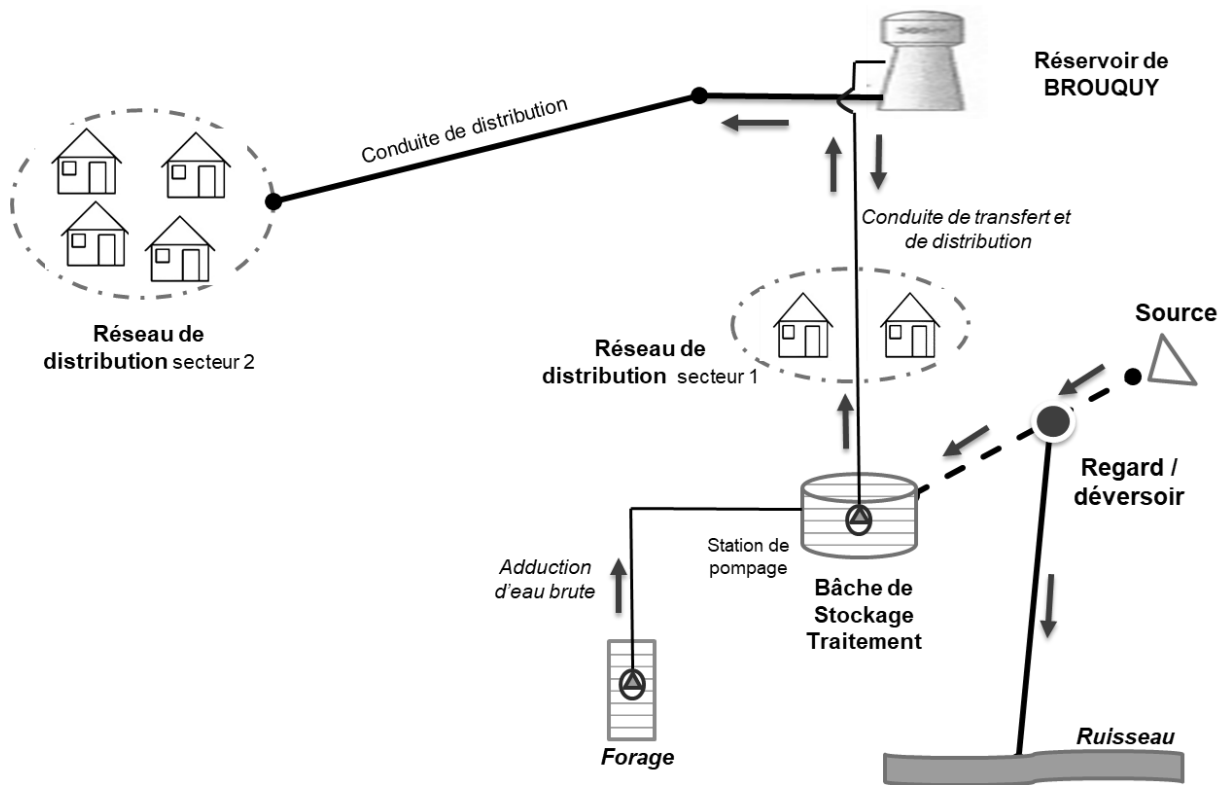
14. Présenter les paramètres à prendre en compte pour déterminer le diamètre permettant d'assurer la distribution aux abonnés et la défense incendie du secteur 2.

15. Déterminer le diamètre à installer.

16. Proposer une autre solution permettant d'assurer la défense incendie pour le tronçon non conforme.

DOCUMENT 1

Schéma simplifié du système d'alimentation en eau potable



DOCUMENT 2

Caractéristiques des mélanges d'eau

Proportions du mélange Eau source / Eau Forage	Indice de saturation (ou indice de Langelier)	Concentration en Fer ($\mu\text{g/L}$)	
0 / 100	- 2,20	31	← Eau du forage
10 / 90	-1,10	28,7	
20 / 80	-0,80	26,4	← Mélange actuel
30 / 70	-0,03	24,1	
40 / 60	0,05	21,8	
50 / 50	0,21	19,5	
60 / 40	0,28	17,5	
70 / 30	0,33	14,9	
80 / 20	0,76	12,6	
90 / 10	0,98	10,3	
100 / 0	1,10	8	← Eau de source

La concentration maximale admissible (CMA) en fer pour une eau potable est de 200 $\mu\text{g/L}$.

DOCUMENT 3

Interprétation de l'indice de saturation IS

IS < 0	Eaux agressives
IS = 0	Eaux neutres (à l'équilibre)
IS > 0	Eaux incrustantes

En gestion de réseau d'eau potable, on préconise : $0 < IS \leq 0,2$.

DOCUMENT 4

Prescriptions techniques et hydrauliques pour la rénovation du système de pompage

Les **caractéristiques de l'exploitation du pompage** sont les suivantes :

- Débit de pompage : 100 m³/h
- Cote du niveau dynamique de la nappe d'eau dans le forage : - 18 mNGF

Les **caractéristiques de la canalisation de refoulement** sont les suivantes :

- Longueur : 160 m
- Diamètre intérieur : 150 mm
- Matériau constitutif : inox
- Rugosité : 0,1 mm
- Alimentation de la bêche : surverse à la cote 46 mNGF

Les **pertes de charge linéaires** sont estimées à l'aide de la formule de Lechapt et Calmon pour une rugosité $k = 0,1$ mm :

$$J_{\text{linéaires}} = 1,1 \times Q^{1,89} \times D^{-5,01} \times L$$

avec :

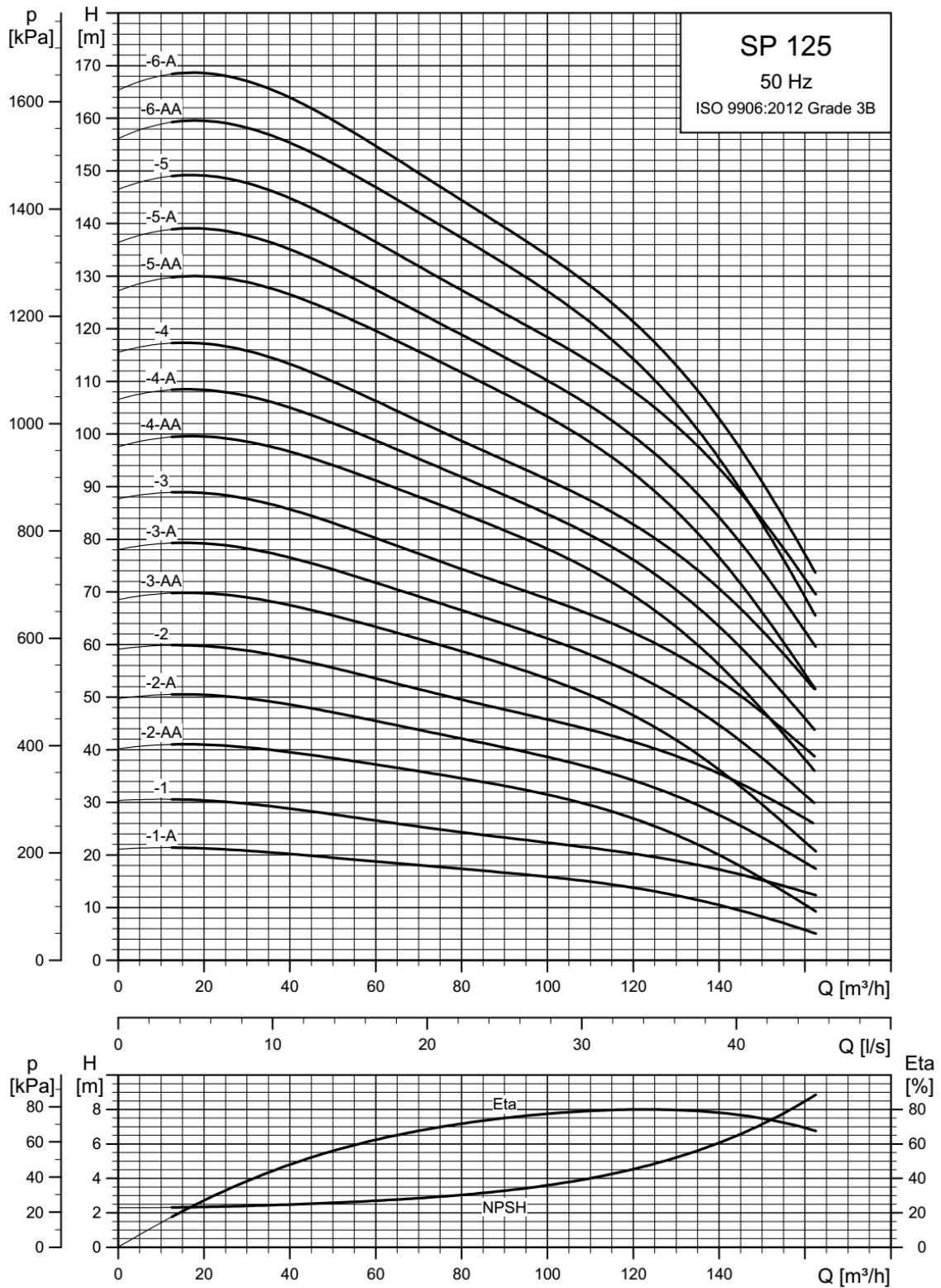
- $J_{\text{linéaires}}$: pertes de charge linéaires en mCE
- Q : débit en m³/s
- D : diamètre intérieur en m
- L : longueur de la canalisation en km

Les pertes de charge singulières totales sont estimées à 10 % des pertes de charge linéaires.

Le terme $V^2/2g$ sera négligé dans l'expression de la charge hydraulique.

DOCUMENT 5

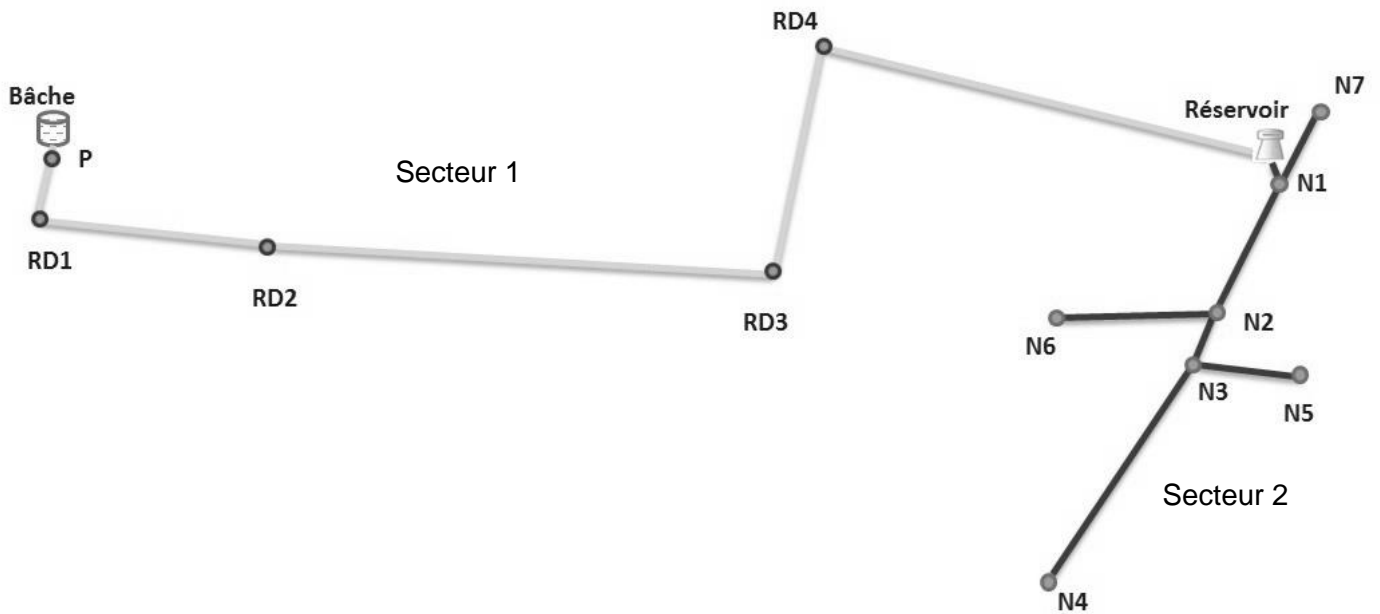
Courbes caractéristiques des électropompes SP 125 (Source : d'après un document Grundfos)



Remarque : sur ce document le terme « eta » signifie « rendement »

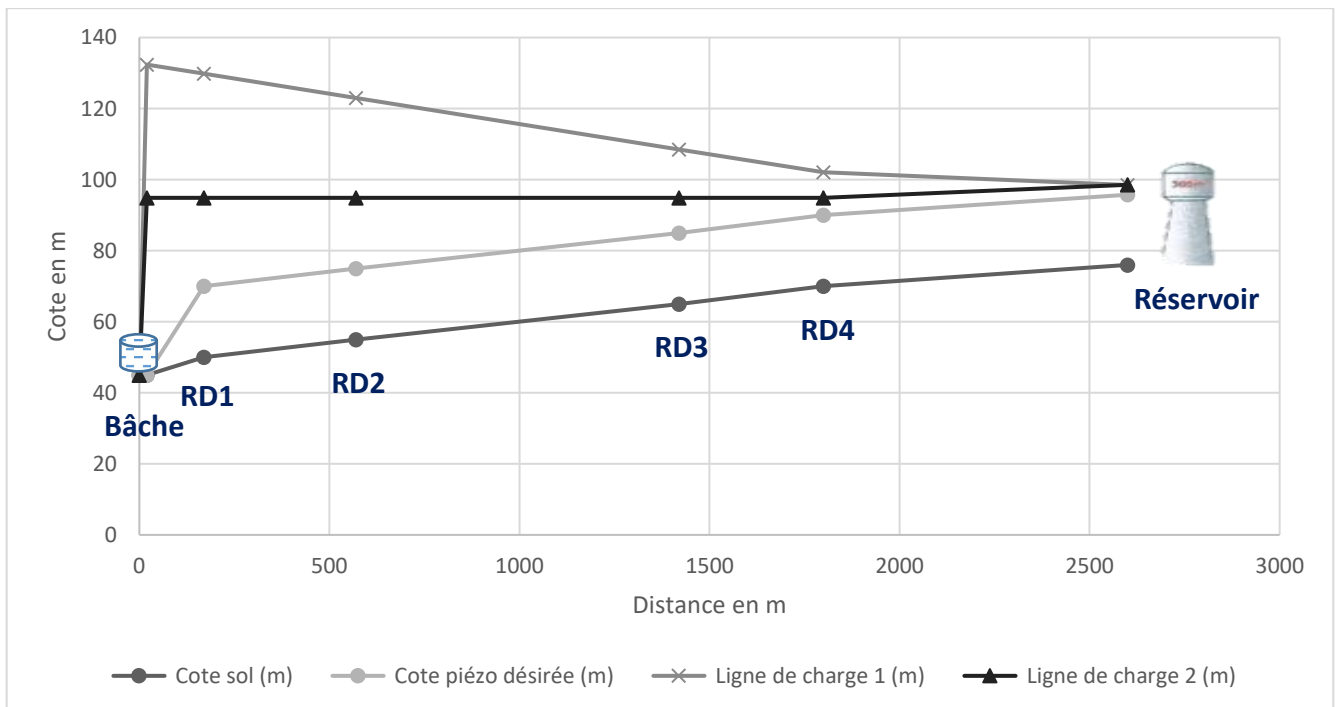
DOCUMENT 6

Schéma simplifié du réseau de distribution d'eau potable



DOCUMENT 7

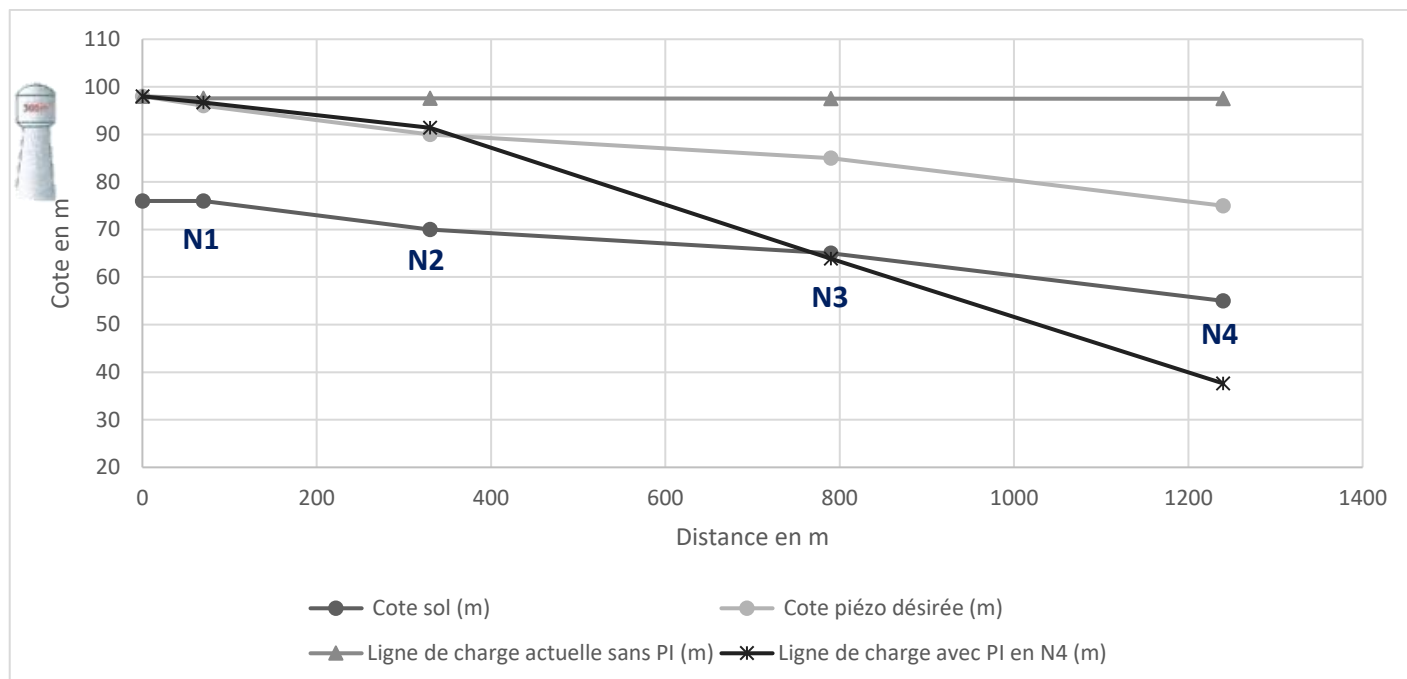
Profils hydrauliques issus de la modélisation des deux scénarios entre la bâche et le réservoir de Brouquy



La « Cote piézo désirée » répond aux contraintes d'exploitation du réseau.

DOCUMENT 8

Résultats de la simulation hydraulique pour le secteur 2 avec le poteau incendie ouvert ou fermé au nœud N4



DOCUMENT 9

Résultats de la simulation hydraulique avec poteau incendie ouvert au nœud N4

Caractéristiques et résultats dans les tronçons				
Noms des tronçons	Réservoir → N1	N1 → N2	N2 → N3	N3 → N4
Longueurs (m)	70	260	460	450
Diamètre (mm)	150	125	100	100
Matériau	Fonte Ductile	Fonte Ductile	Fonte Grise	Fonte Grise
Rugosité (K en mm)	0,1	0,1	0,1	0,1
Débit (l/s)	21,16	17,96	17,61	17,35
Vitesse (m/s)	1,20	1,46	2,24	2,21
Perte de charge totale (m)	0,78	5,28	27,55	26,20

Caractéristiques et résultats sur les nœuds					
Nom	Réservoir	N1	N2	N3	N4
Distance cumulée (m)	0	70	330	790	1 240
Cote sol (m)	76	76	70	65	55
Cote piézo désirée (m)	98	96	90	85	75
Ligne de charge avec PI en N4 (m)	98	96,68	91,40	63,85	37,65

DOCUMENT 10

Résultats de la simulation hydraulique de l'ouverture du PI au nœud 4 en période de pointe

Conditions de la simulation :

- Seuil de démarrage de la pompe 4,5 m
- Seuil d'arrêt de la pompe 5,5 m

