

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR AGRICOLE
ÉPREUVE ET2
ÉPREUVE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

Option : **GEMEAU**

Durée : 4 heures

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

Matériel graphique

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 12 pages

Les annexes A et B sont à rendre avec la copie

SUJET

L'Antenne est une rivière située au nord de Cognac dont le bassin a une superficie de 435 km². Ce territoire est caractérisé par un climat océanique.

Les surfaces agricoles utiles (SAU), occupent 75 % de la superficie du bassin versant. Leur importance a légèrement diminué depuis 30 ans. La viticulture représente 30 % de la SAU.

Le Syndicat Mixte pour l'étude de l'aménagement et de la gestion du bassin de l'Antenne cherche à remédier aux problèmes quantitatifs et qualitatifs de l'Antenne.

La transposition des études réalisées sur le bassin versant de l'Antenne à un contexte fictif offre l'opportunité d'un questionnement en 5 parties :

Partie 1 : Étude hydrogéologique du bassin versant de l'Antenne (5 points)

Partie 2 : Étude du comportement du sol (10 points)

Partie 3 : Étude d'un fossé d'assainissement (5 points)

Partie 4 : Influence des effluents viti- vinicoles sur l'Antenne (8 points)

Partie 5 : Étude de la station de pompage (12 points)

Annexes A et B

PARTIE 1 : ÉTUDE HYDROGÉOLOGIQUE DU BASSIN VERSANT DE L'ANTENNE

Les formations géologiques constituant le sous-sol du bassin versant de l'Antenne sont pour l'essentiel des dépôts calcaires et marneux d'origine marine. Ils sont datés de l'ère secondaire.

On se propose d'étudier le fonctionnement hydrogéologique du forage de « Ballans », piézomètre de référence pour la gestion des étiages.

Le **document 1** reproduit la coupe stratigraphique de ce forage.

Le **document 2** représente la chronique piézométrique entre 2000 et 2010.

1.1 Localiser, à l'aide du **document 1**, le(s) aquifère(s) potentiel(s).

1.2 Préciser les caractéristiques hydrogéologiques des calcaires.

1.3 Déterminer quel type de nappe est captée par le forage, sachant que le niveau piézométrique moyen est de – 20 m.

Justifier votre réponse.

1.4 Décrire la chronique piézométrique du forage de « Ballans » présentée sur le **document 2**.

Proposer une explication aux faits ainsi mis en évidence.

1.5 Préciser, en justifiant la réponse, comment l'état de la nappe varie au cours de l'année.

PARTIE 2 : ÉTUDE DU COMPORTEMENT DU SOL

Un viticulteur dont l'exploitation est située dans le bassin versant de l'Antenne a conduit pendant 35 ans ses vignes en laissant le sol de l'inter-rang nu toute l'année et en désherbant chimiquement le rang. Le viticulteur est régulièrement confronté à d'importants phénomènes d'érosion sur ses parcelles.

Le **document 3** présente certaines caractéristiques du sol de ce vignoble ainsi qu'un triangle d'interprétation.

2.1 Déterminer, à l'aide du **document 3**, la texture de ce sol.

Expliquer la démarche utilisée.

2.2 Identifier trois facteurs aggravant le risque d'érosion sur la parcelle d'après le **document 3** et le contexte présenté ci-dessus.

La conduite prolongée et continue du vignoble en sol nu a progressivement entraîné la diminution du taux de matières organiques du sol.

2.3 Montrer la relation existant entre la diminution dans le temps de la teneur en matières organiques du sol et les risques d'érosion sur la parcelle.

Dans une perspective de durabilité, le viticulteur décide de modifier la conduite de ses vignes. Il adopte de nouvelles pratiques en maintenant en herbe l'inter-rang et en laissant sur sol les bois de taille broyés.

2.4 Décrire l'évolution probable des matières organiques du sol suite à la mise en œuvre de ces nouvelles pratiques.

Expliquer les mécanismes en jeu.

2.5 Expliquer les conséquences probables de ces nouvelles pratiques sur :

- la disponibilité de l'eau pour la culture ;
- la circulation de l'eau à l'échelle de la parcelle ;
- la qualité de l'eau en aval de la parcelle.

PARTIE 3 : ÉTUDE D'UN FOSSÉ D'ASSAINISSEMENT

On réalise une étude hydraulique succincte concernant les 200 derniers mètres d'un fossé d'assainissement pluvial se jetant dans l'Antenne.

Pour cette étude, le fossé a été assimilé à un canal uniforme de section rectangulaire de caractéristiques :

- largeur : 80 cm ;
- pente : 0,2 m/km ;
- coefficient de Manning-Strickler : $K_S = 40$ unités SI ;
- tirant d'eau normal $y_N = 30$ cm.

Le **document 4** fournit les données et consignes hydrotechniques.

3.1 Calculer le débit du fossé dans ces conditions d'écoulement.

Calculer le tirant d'eau critique.

Déterminer le régime d'écoulement permanent uniforme correspondant.

À son débouché dans l'Antenne, le fil d'eau du fossé se situe au-dessus du niveau des plus hautes eaux de la rivière. En toutes circonstances, l'écoulement dans le fossé se termine alors par une chute.

3.2 Représenter sous forme de schéma le profil en long de l'extrémité avale du canal.

Représenter sur ce schéma :

- le tirant d'eau normal ;
- le tirant d'eau critique ;
- la ligne d'eau.

3.3 Citer, selon la nomenclature française, le nom de la courbe de remous.

3.4 Calculer la charge spécifique.

PARTIE 4 : INFLUENCE DES EFFLUENTS VITICOLES SUR L'ANTENNE

Pour apprécier l'influence des effluents viticoles sur l'Antenne, un suivi analytique a été réalisé sur la période du 15 septembre au 12 octobre 2009. La période choisie encadre celle des vendanges, qui ont eu lieu entre le 15 et le 30 septembre. Pendant cette période, les effluents sont surtout constitués d'eaux de lavage des différents matériels utilisés. Une part importante des effluents rejoint le réseau pluvial puis le réseau d'eaux superficielles.

Pendant cette période, des prélèvements ont été réalisés dans l'Antenne tous les 3 jours, ce qui correspond à 10 prélèvements.

Le **document 5** présente les résultats des prélèvements.

Données :

$\text{pKa} (\text{NH}_4^+ / \text{NH}_3) = 9,2$

Masses molaires atomiques en g.mol^{-1} : H : 1 N : 14

4.1 Déterminer, à partir de la variation de la conductivité, la nature (*organique ou minérale*) de ces effluents viticoles.

Justifier la réponse.

4.2 Définir les paramètres DCO et DBO_5 .

Effectuer le rapport DCO/DBO_5 pour l'analyse du 27 septembre.

Interpréter le résultat obtenu.

4.3 Expliquer la diminution de l'oxygène dissous pendant la période de vendange.

Faire de même pour son augmentation progressive après les vendanges.

4.4 Écrire l'équilibre entre l'ion ammonium et l'ammoniac en solution aqueuse.

Exprimer la constante d'acidité K_a en fonction des concentrations molaires volumiques.

4.5 Calculer la concentration molaire volumique en ammoniac du prélèvement effectué le 6 octobre.

Comparer la valeur obtenue à celle de la concentration en ion ammonium.

4.6 Citer les paramètres mesurés par la méthode Kjeldahl.

Déterminer la quantité d'azote organique contenu dans le prélèvement du 6 octobre.

Exprimer le résultat en milligramme d'azote par litre.

PARTIE 5 : ÉTUDE DE LA STATION DE POMPAGE

Des prélèvements à des fins d'irrigation collective sont effectués dans l'Antenne pour alimenter une borne d'irrigation pouvant délivrer un débit compris entre 100 et 180 m³.h⁻¹ avec une pression relative de service de 3,2 bars au point M.

Le **document 6** présente le réseau d'alimentation de la borne d'irrigation.

Le profil en long du réseau d'alimentation de la borne d'irrigation est représenté sur l'**annexe A** (à rendre avec la copie).

La station est équipée d'une pompe de surface IDP 152 FP à 2 étages repérée (N°2 ; 55 kW ; 75 kW) dont la courbe caractéristique est reproduite sur l'**annexe B** (à rendre avec la copie).

Le réseau d'alimentation de l'installation électrique a pour caractéristiques :

- partie opérative : 230 V/400 V ; 50 Hz ;
- partie commande : 24 V ; 50 Hz.

La plaque signalétique de l'électropompe indique :

$$P_u=55 \text{ kW} \quad 400 \text{ V}/690 \text{ V} \quad N_N=1470 \text{ tr.min}^{-1} \quad \cos \varphi = 0,9 \quad \eta = 0,9.$$

Le **document 4** et l'**annexe B** fournissent les données et consignes hydrotechniques.

5.1 Calculer la charge relative aux points B, C et M, lorsque la pompe fournit un débit de 180 m³.h⁻¹.

Tracer sur l'**annexe A**, la ligne de charge dans les conduites d'aspiration et de refoulement.

5.2 Calculer le NPSH disponible pour le débit de 180 m³.h⁻¹ et **déterminer** s'il existe un risque de cavitation pour la pompe.

La borne d'irrigation peut être utilisée pour des débits variant de 100 à 180 m³.h⁻¹.

5.3 Nommer l'appareil de régulation à installer après la borne permettant de maintenir la pression relative de service à 3,2 bars. **Justifier** sa nécessité.

Lors de la modernisation de la station on décide de supprimer le dispositif de régulation et d'équiper le moteur de la pompe d'un variateur de vitesse qui permettra de maintenir la pression relative de service à 3,2 bars.

5.4 Justifier l'intérêt de ce changement.

5.5 Tracer, sur l'**annexe B** (à rendre avec la copie), la courbe des points homologues pour un débit de fonctionnement de 140 m³.h⁻¹.

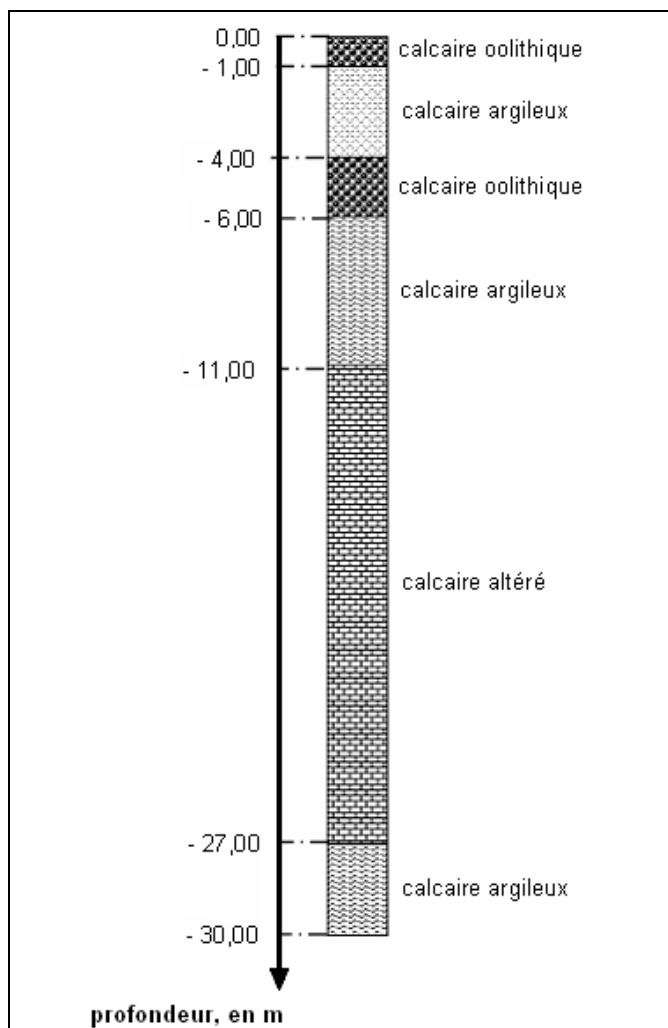
Calculer la vitesse de rotation de la pompe.

5.6 Nommer le couplage du moteur à réaliser, **représenter** la boîte à bornes en indiquant la position des barrettes et des fils d'alimentation.

DOCUMENT 1

Coupe stratigraphique du forage de « Ballans »

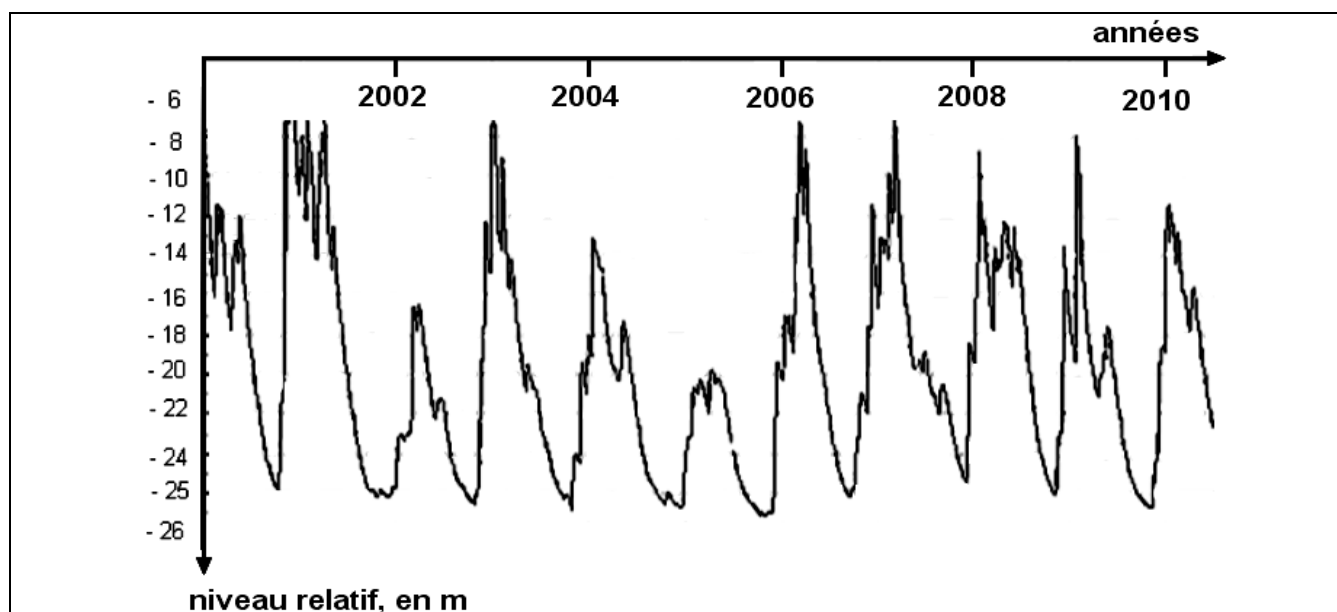
L'ensemble des formations géologiques présentées ci-contre appartient au jurassique.
Les cotes sont exprimées en m NGF.



d'après document ORE Poitou-Charentes

DOCUMENT 2

Chronique piézométrique du forage de «Ballans» entre 2000 et 2010



Les cotes sont exprimées en m NGF

d'après document ORE Poitou-Charentes

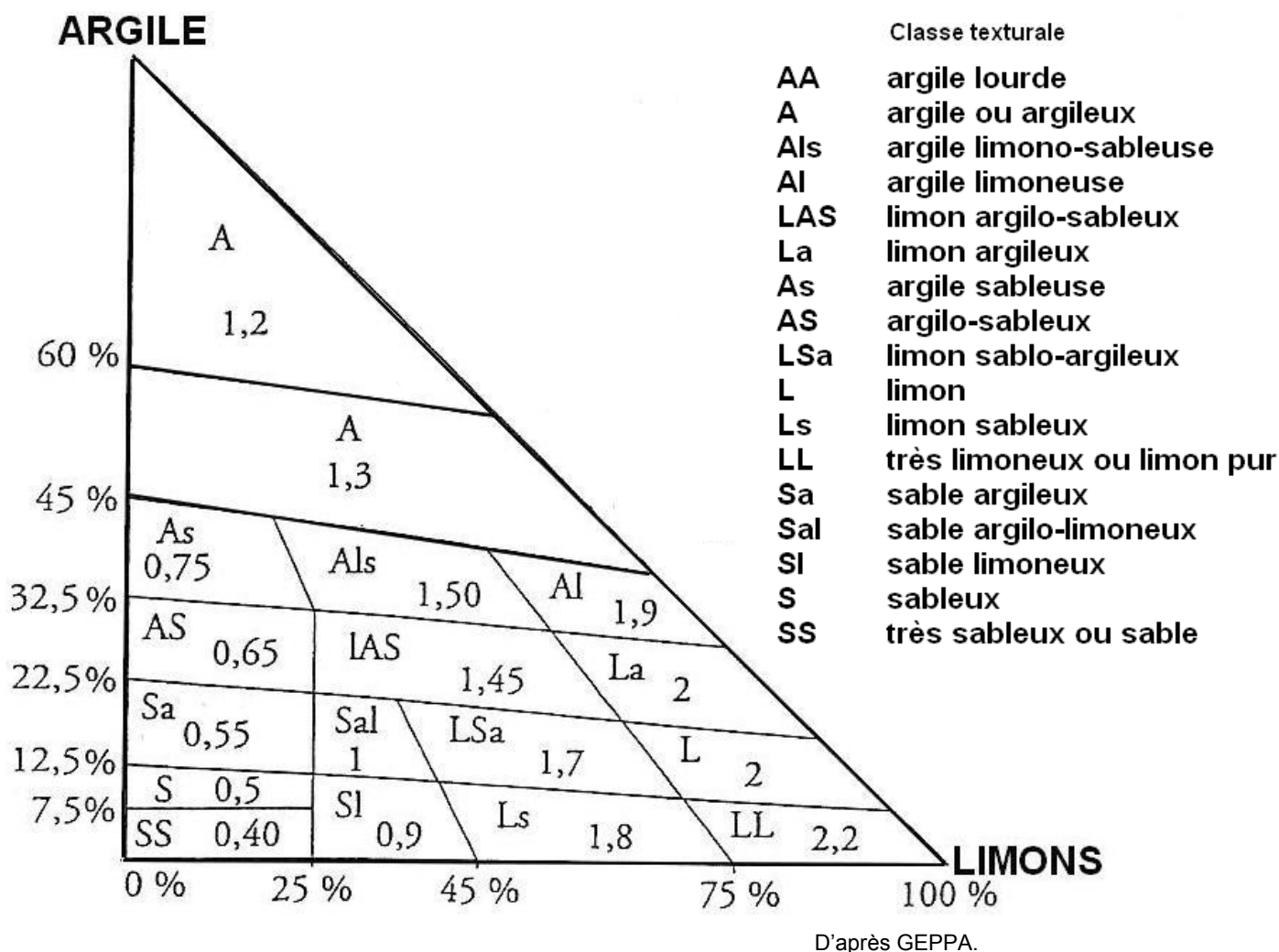
DOCUMENT 3
Données relatives au sol

3.1. Analyse d'un prélèvement de terre effectué sur une zone représentative de la parcelle étudiée (0-40 cm).

Critères	g.kg ⁻¹
Argile	152
Limons fins	345
Limons grossiers	168
Sables fins	191
Sables grossiers	144

Critères	g.kg ⁻¹
Matières organiques	8,50
Azote total	0,43
Carbone organique	5,00
pH eau	7,4

3.2. Triangle d'interprétation. d'estimation de la RU en millimètres d'eau par centimètre de profondeur de sol en fonction de la texture du sol



Les données chiffrées situées dans les cases du triangle indiquent les valeurs de la RU exprimées en mm d'eau par cm de profondeur de sol. Les lettres dans les cases indiquent la classe texturale.

DOCUMENT 4

Données et consignes hydrotechniques :

- Toutes les cotes sont rattachées au Nivellement Général de la France (m NGF).
- Dans l'expression de la charge hydraulique, le terme d'énergie de vitesse peut être négligé.
- Toutes les pertes de charge singulières sont négligeables.
- On prendra les valeurs suivantes :
 - Le coefficient de rugosité (selon Hazen-Williams) $K_{HW} = 116$ (*fonte*)
 - L'accélération de la pesanteur $g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$
 - La masse volumique de l'eau : $\rho_{\text{eau}} = 1\,000 \text{ kg.m}^{-3}$
 - La pression atmosphérique locale : $P_{\text{atm}} = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$
 - La pression de vapeur saturante de l'eau $P_v = 0,023 \text{ bar}$

Formulaire :

Expression du nombre de Froude (Fr) :

$$Fr = \frac{U}{\sqrt{g \times y}} \quad \text{avec} \quad \begin{array}{l} U : \text{vitesse moyenne de l'écoulement en m.s}^{-1} \\ y : \text{tirant d'eau en m} \\ g : \text{accélération de la pesanteur } g = 9,81 \text{ m.s}^{-2} \end{array}$$

Lois de similitude pour la variation de la vitesse de rotation :

$$\left\{ \begin{array}{l} \left(\frac{Q}{Q'} \right) = \left(\frac{N}{N'} \right) \\ \left(\frac{H}{H'} \right) = \left(\frac{N}{N'} \right)^2 \end{array} \right. \quad \text{avec} : \begin{cases} Q : \text{débit} \\ H : \text{charge} \\ N : \text{vitesse de rotation} \end{cases}$$

Formule d'Hazen-Williams :

$$J = \frac{10,67}{K_{HW}^{1,852}} \frac{Q^{1,852}}{D^{4,87}} \quad \text{avec} \quad \begin{array}{l} J : \text{perte de charge unitaire en m CE.m}^{-1} \\ Q : \text{débit en m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \\ D : \text{diamètre intérieur en m} \\ K_{HW} : \text{coefficient d'Hazen - Williams} \end{array}$$

Formule de Manning-Strickler :

$$Q = K_S \cdot R_H^{2/3} \cdot I^{1/2} \cdot S \quad \text{avec} \quad \begin{array}{l} Q : \text{débit en m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \\ K_S : \text{coefficient de rugosité selon Manning-Strickler (unité SI)} \\ R_H : \text{rayon hydraulique en m} \\ S : \text{section mouillée en m}^2 \\ I : \text{pente du canal en m.m}^{-1} \end{array}$$

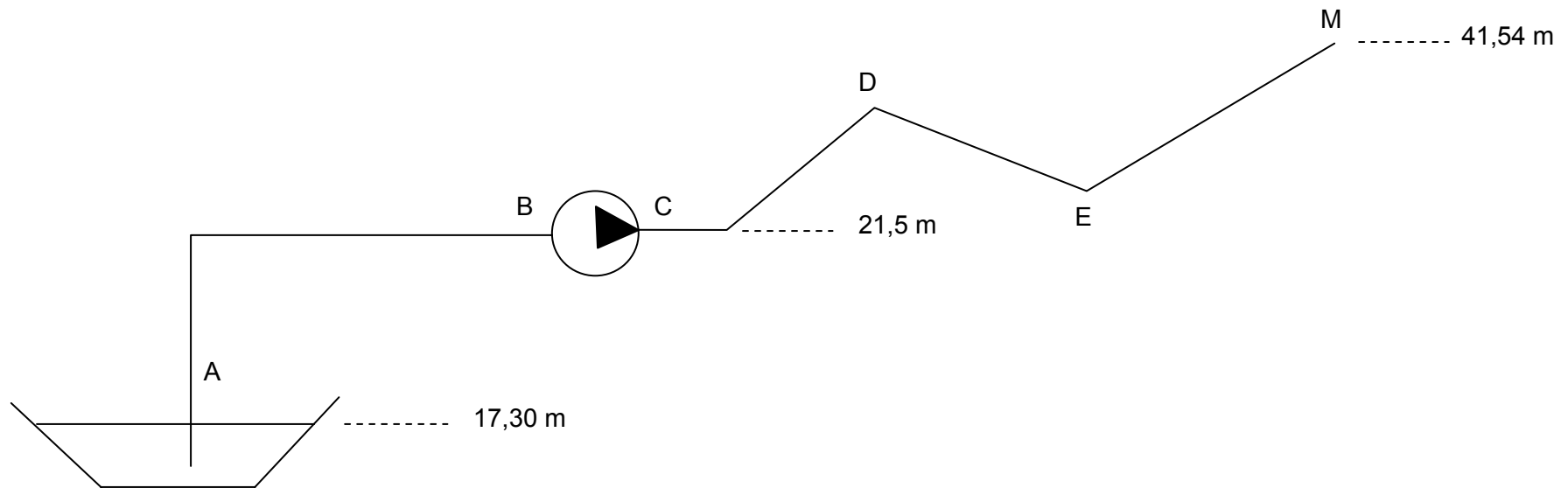
DOCUMENT 5

Paramètres physico-chimiques de l'eau d'Antenne

DATE	15/9	18/9	21/9	24/9	27/9	30/9	3/10	6/10	9/10	12/10
Q(m ³ .s ⁻¹)	0,15	0,16	0,14	0,14	0,16	0,15	0,14	0,1	0,13	0,16
T(°C)	14,6	14,1	14,5	14,7	15,2	13,9	13,7	12,2	12,4	11,4
pH	7,0	7,2	7,2	7,0	7,2	7,3	7,3	7,4	7,5	7,6
σ (μS.cm ⁻¹)	620	620	630	670	650	650	660	650	630	660
DBO ₅ (mgO ₂ .L ⁻¹)	<2	<2	15	120	140	30	<2	<2	<2	<2
DCO (mgO ₂ .L ⁻¹)	10	15	45	160	145	50	15	15	15	3
O ₂ dissous (% saturation)	96	95	94	20	30	44	55	68	80	82
MES (mg.L ⁻¹)	10	10	16	30	28	18	10	120	15	25
N Kjeldahl (mg.L ⁻¹)	1,2	1,1	1,7	1,8	1,6	1,5	2,2	2,5	1,6	1,2
NH ₄ ⁺ (mg.L ⁻¹)	0	0,6	0,2	0,1	0,1	0,2	1,5	2,1	1,5	0,6
NO ₃ ⁻ (mg.L ⁻¹)	22	21	2	0	0	8	15	18	19	25
P total (mg.L ⁻¹)	0,1	0,15	0,08	0,22	0,1	0,08	0,12	0,28	0,3	0,2
PO ₄ ³⁻ (mg.L ⁻¹)	0,12	0,21	0,03	0,03	0,03	0,03	0,24	0,27	0,18	0,09

DOCUMENT 6
Schéma du réseau d'alimentation de la borne d'irrigation

Aspiration : DN 200 ; L 60 m
Refoulement : DN 150 ; L 190 m



M. EX.

Nom :
(EN MAJUSCULES)
Prénoms :

EXAMEN :

Spécialité ou Option :

ÉPREUVE :

Date de naissance : 19

Centre d'épreuve :

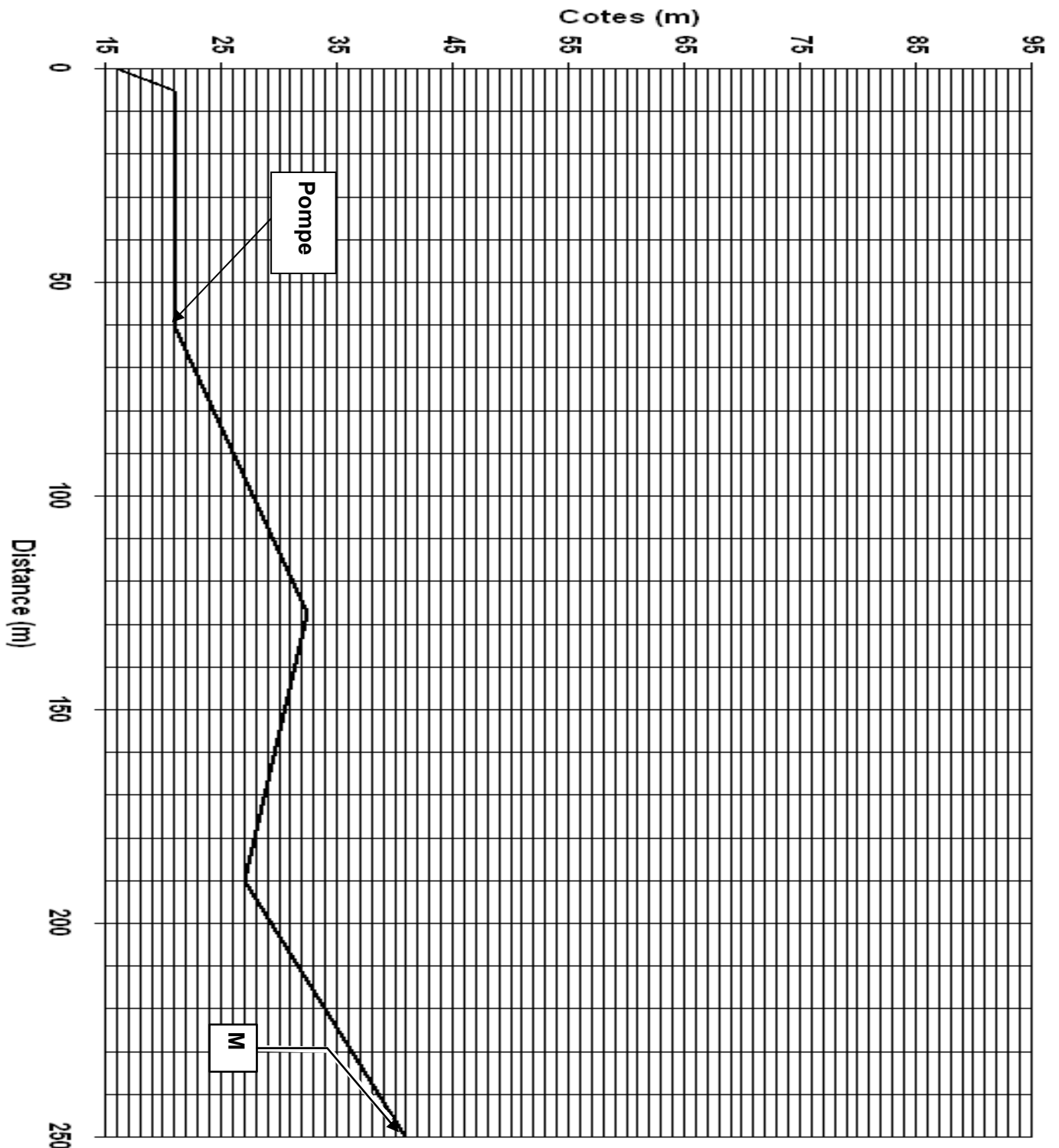
Date :

N° ne rien inscrire

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

N° ne rien inscrire

Profil en long du réseau d'alimentation de la borne d'irrigation



M. EX.

Nom :
(EN MAJUSCULES)
Prénoms :

EXAMEN :

Spécialité ou Option :

ÉPREUVE :

Date de naissance : 19

Centre d'épreuve :

Date :

N° ne rien inscrire

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

N° ne rien inscrire

**Courbe de pompe
Extrait d'un document du constructeur**

