

## BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR AGRICOLE E7-2 EPREUVE INTÉGRATIVE

Option : GEMEAU

*Durée : 2 heures 30*

---

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

---

Le sujet comporte **10** pages

***Les annexes A et B sont à rendre avec la copie***

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

---

### SUJET

#### **Diagnostic et amélioration du réseau d'eau potable de la commune de Livarot**

##### **Contexte**

La commune de Livarot assure l'alimentation en eau potable (AEP) de ses abonnés sur deux secteurs indépendants selon le schéma simplifié présenté dans le **document 1** :

- Le secteur n°1 est composé de 550 abonnés domestiques et une cidrerie industrielle. Il est alimenté à partir de deux forages.
- Le secteur n°2 est composé de 450 abonnés domestiques et une fromagerie. Il est alimenté à partir de trois sources.

Depuis quelques années, des abonnés du secteur n°2 se plaignent d'une faible pression et d'un faible débit chez eux, en milieu d'après-midi, les jours de semaine. Dans cette situation, le gestionnaire du réseau envoie sur place un fontainier pour ouvrir la vanne de sectionnement entre les deux secteurs pendant quelques heures afin de satisfaire les abonnés.

##### **Situation professionnelle**

La société fermière, gestionnaire du réseau d'eau potable, vous dépêche en tant que technicien(ne), pour établir un diagnostic de la situation et étudier différentes solutions susceptibles de résoudre ce problème durablement.

## **Partie 1 - Diagnostic du système d'alimentation en eau potable de la commune**

### **Diagnostic général (5 points)**

Le gestionnaire vous demande d'établir un diagnostic succinct du réseau AEP de la commune.

1. **Compléter** le tableau de l'**annexe A** (à rendre avec la copie) en citant une caractéristique positive et une caractéristique négative de chaque partie du réseau : production et transfert-adduction d'une part et stockage-distribution d'autre part.
2. **Présenter** les facteurs qui augmentent les risques de plaintes des abonnés du secteur n°2.
3. **Expliquer** l'intérêt d'ouvrir la vanne de sectionnement entre les deux secteurs pour résoudre ponctuellement le problème.

Le gestionnaire ne laisse pas la vanne de sectionnement ouverte en permanence.

4. **Proposer** un argument justifiant cette décision.

### **Éléments de diagnostic sur le manque de pression dans le secteur n°2 (4 points)**

Le compteur de distribution situé en sortie du réservoir R2 a permis de fournir les résultats de consommation d'eau pour un jour de pointe annuelle en semaine et un jour de pointe annuelle en week-end. Ces données sont présentées dans le **document 2**.

Dans le cahier des charges de l'installation, les services techniques municipaux imposent au gestionnaire la condition de pression suivante : « Chaque abonné doit disposer d'une pression minimale de 1 bar au débit de pointe horaire. »

Le gestionnaire affirme que la condition de pression sur le secteur n°2 est la plus défavorable dans la situation suivante :

- l'abonné est situé à la cote 85 mNGF,
- le niveau d'eau dans le réservoir R2 est à la cote 106 mNGF,
- le débit distribué est de 58 m<sup>3</sup>/h.
- la vanne de sectionnement entre les deux secteurs est fermée.

Les pertes de charge linéaires sont estimées à partir des tables du **document 3**. Les pertes de charge singulières sont estimées à 10 % des pertes de charge linéaires. Le terme  $v^2/2g$  est négligé dans l'expression de la charge hydraulique.

5. **Justifier**, à l'aide des **documents 1 et 2**, l'affirmation du gestionnaire selon laquelle la condition de pression est la plus défavorable dans la situation présentée ci-dessus.
6. **Démontrer** que la plainte des abonnés concernant le manque de pression n'est pas justifiée dans la situation énoncée par le gestionnaire ci-dessus.

### **Éléments de diagnostic sur le manque de débit dans le secteur n°2 (2,5 points)**

Il a été vérifié que le réservoir R2 est plein à minuit.

7. **Déterminer** la plage horaire de la journée pour laquelle le réservoir R2 risque d'être vide, à l'aide des données du **document 2**, lorsque la vanne de sectionnement est fermée.
8. **Conclure** sur la pertinence de la plainte de certains abonnés concernant le manque de débit.

## Partie 2 - Amélioration de l'approvisionnement en eau

### **Première proposition : Installer une vanne pilotée (6,5 points)**

Dans un premier temps, le gestionnaire propose de remplacer la vanne manuelle de sectionnement entre les deux secteurs, par une vanne pilotée. Le **document 4** présente les caractéristiques de la vanne pilotée standard de type NFHT envisagée. Le **document 5** présente le principe de fonctionnement de la vanne. Elle se compose d'une vanne à membrane nommée « vanne de base » dans le document 5 et d'un circuit de pilotage. La commande d'ouverture - fermeture est assurée par le circuit de pilotage contrôlé par deux électrovannes EV1 et EV2. Les deux électrovannes sont de type monostable. **L'annexe B** présente un schéma de la vanne pilotée pour chaque configuration de fonctionnement.

**9. Identifier** pour chaque configuration de la vanne, sur **l'annexe B** (à rendre avec la copie) le mode d'alimentation en eau du secteur n°2, parmi les deux propositions suivantes :

- Alimentation par le réservoir R2 uniquement.
- Alimentation par le réservoir R2 et par le secteur n°1.

**Préciser** dans chaque cas sur **l'annexe B** :

- la position (ouverte ou fermée) de la vanne de base,
- la position (ouverte ou fermée) de chaque électrovanne de pilotage.

**10. Indiquer** la position (ouverte ou fermée) de la vanne de base en cas de coupure de l'alimentation électrique.

**11. Déterminer** la position (ouverte ou fermée) des électrovannes monostables EV1 et EV2 lors d'une coupure d'alimentation électrique.

Le gestionnaire souhaite asservir l'ouverture et la fermeture de la vanne pilotée au niveau d'eau dans le réservoir R2. L'asservissement de la vanne nécessite la mise en place de capteurs ainsi que des systèmes de traitement et de transmission des données pour assurer son pilotage.

**12. Proposer** trois solutions d'équipements avec leurs localisations, qui permettent de réaliser l'asservissement de la vanne pilotée au niveau d'eau dans le réservoir R2.

**13. Discuter** de la pertinence du choix de ce type de vanne et de son asservissement dans ce contexte d'utilisation.

### **Deuxième proposition : Augmenter la capacité du réservoir R2 (1 point)**

Un bureau d'études mandaté par la commune propose d'ajouter une deuxième cuve de 250 m<sup>3</sup> au réservoir R2. Vous êtes chargé(e) d'informer le maître d'ouvrage de cette proposition.

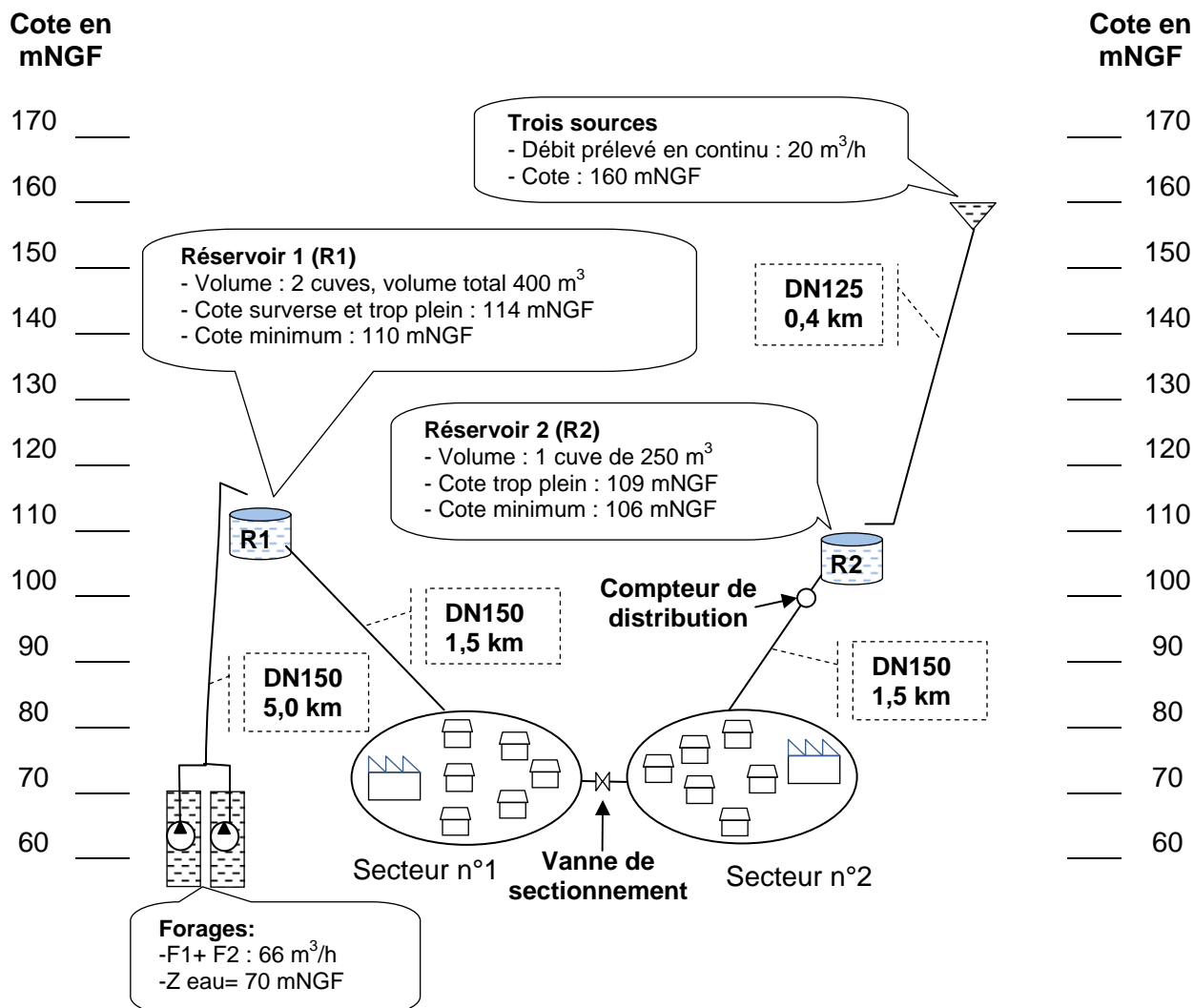
**14. Présenter** deux avantages et deux inconvénients de la solution proposée par le bureau d'études.

### **Propositions alternatives (1 point)**

**15. Proposer** deux solutions, autres que celles citées dans le sujet, susceptibles de résoudre durablement les manques d'eau dans le secteur n°2 aux heures de pointe.

## DOCUMENT 1

### Schéma simplifié de l'alimentation et de la distribution d'eau potable des secteurs 1 et 2



Toutes les conduites sont en fonte de rugosité absolue  $k = 0,10$  mm.

Les diamètres nominaux (DN) peuvent être confondus avec les diamètres intérieurs (DI).

#### Secteur 1 :

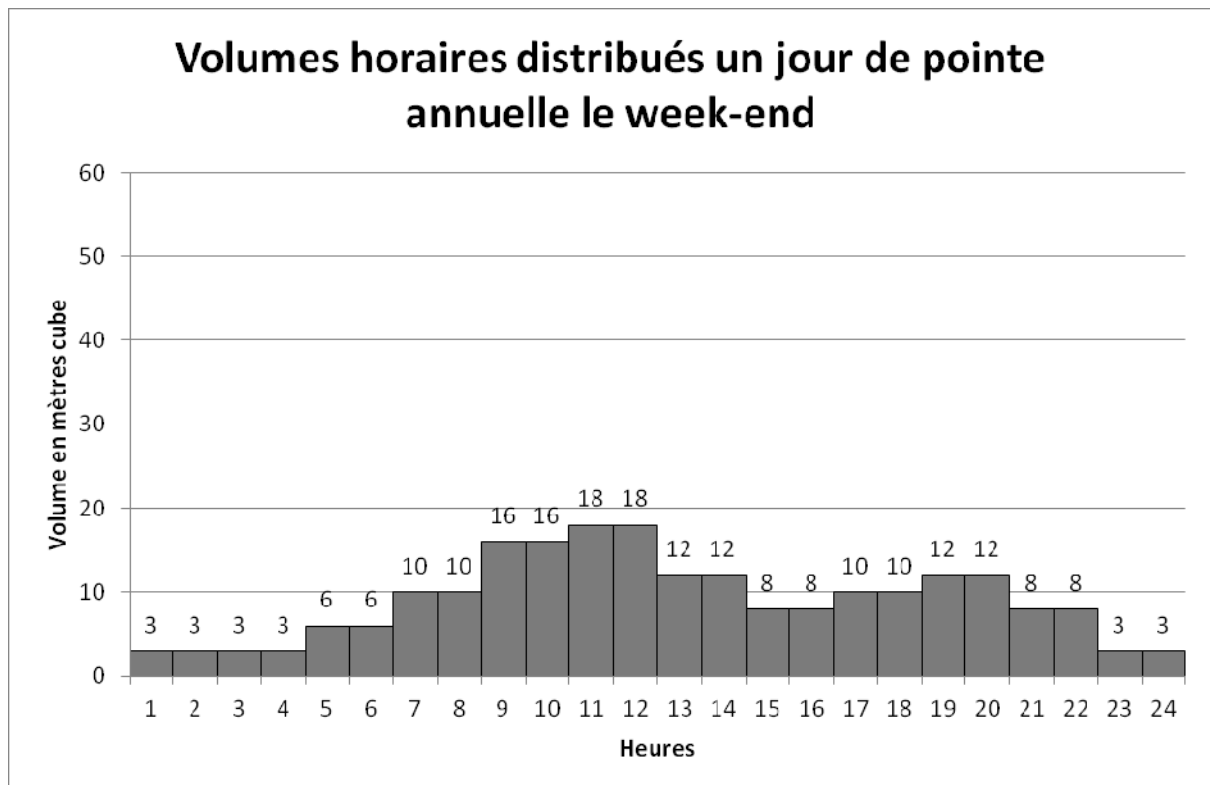
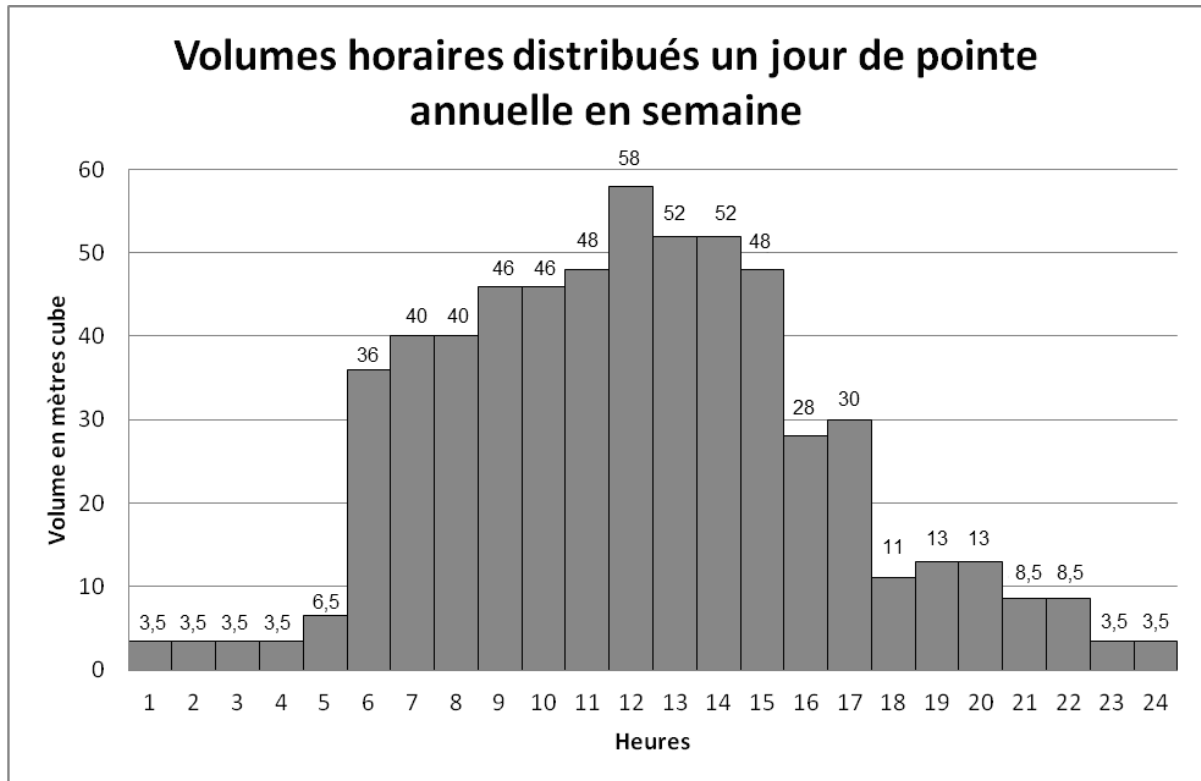
- Alimentation par surverse selon le remplissage de R1 par deux électropompes immergées identiques,
- 550 abonnés domestiques comptant 1400 habitants,
- Quatre écoles primaires et collèges,
- Une cidrerie industrielle, de 90 salariés, dont l'activité est concentrée d'octobre à février. Elle dispose d'un forage privé subvenant en partie à ses besoins,
- Réseau de distribution ramifié avec des cotes variant de 65 à 85 mNGF.

#### Secteur 2 :

- Alimentation permanente par surverse avec déversement au fossé lorsque R2 est plein,
- 450 abonnés domestiques comptant 1000 habitants,
- Une fromagerie employant 150 salariés environ, qui collecte et transforme le lait en fromage AOP. L'activité est régulière sur l'année, uniquement les jours ouvrés. Elle dispose d'un forage de capacité insuffisante pendant les besoins de pointes,
- Réseau de distribution maillé avec des cotes variant de 65 à 85 mNGF.

## DOCUMENT 2

### Volumes horaires mesurés au compteur de distribution du réservoir R2



### DOCUMENT 3

## Tables de pertes de charge unitaires

Source : Extrait du catalogue Saint-Gobain Canalisation

HYDRAULIQUE - AÉRAULIQUE

FORMULAIRE



Q (l/s)	DN 125			DN 150			DN 200		
	J (m/km)*		V (m/s)	J (m/km)*		V (m/s)	J (m/km)*		V (m/s)
	k = 0,03 mm	k = 0,10 mm		k = 0,03 mm	k = 0,10 mm		k = 0,03 mm	k = 0,10 mm	
7,00	2,832	3,070	0,57						
7,50	3,209	3,490	0,61						
8,00	3,607	3,936	0,65						
8,50	4,027	4,408	0,69						
9,00	4,469	4,906	0,73	1,844	1,984	0,51			
9,50	4,931	5,429	0,77	2,034	2,193	0,54			
10,00	5,415	5,977	0,81	2,232	2,412	0,57			
10,50	5,920	6,552	0,86	2,438	2,641	0,59			
11,00	6,445	7,151	0,90	2,653	2,880	0,62			
11,50	6,992	7,777	0,94	2,876	3,129	0,65			
12,00	7,559	8,428	0,98	3,107	3,388	0,68			
12,50	8,147	9,104	1,02	3,347	3,656	0,71			
13,00	8,756	9,806	1,06	3,595	3,935	0,74			
13,50	9,385	10,533	1,10	3,852	4,224	0,76			
14,00	10,035	11,285	1,14	4,116	4,522	0,79			
14,50	10,705	12,063	1,18	4,389	4,830	0,82			
15,00	11,396	12,867	1,22	4,669	5,149	0,85			
15,50	12,107	13,695	1,26	4,958	5,477	0,88			
16,00	12,838	14,549	1,30	5,255	5,814	0,91	1,297	1,389	0,51
16,50	13,590	15,429	1,34	5,560	6,162	0,93	1,371	1,471	0,53
17,00	14,362	16,333	1,39	5,873	6,519	0,96	1,448	1,555	0,54
17,50	15,154	17,263	1,43	6,194	6,887	0,99	1,526	1,641	0,56
18,00	15,966	18,219	1,47	6,523	7,264	1,02	1,606	1,729	0,57
18,50	16,799	19,199	1,51	6,861	7,651	1,05	1,688	1,820	0,59
19,00	17,651	20,205	1,55	7,206	8,047	1,08	1,772	1,913	0,60
19,50	18,524	21,237	1,59	7,559	8,454	1,10	1,858	2,008	0,62
20,00	19,416	22,293	1,63	7,920	8,870	1,13	1,945	2,105	0,64
20,50	20,329	23,375	1,67	8,289	9,296	1,16	2,035	2,204	0,65
21,00	21,262	24,482	1,71	8,665	9,732	1,19	2,126	2,306	0,67
21,50	22,214	25,614	1,75	9,050	10,177	1,22	2,219	2,410	0,68
22,00	23,187	26,772	1,79	9,443	10,633	1,24	2,314	2,516	0,70
22,50	24,180	27,955	1,83	9,843	11,098	1,27	2,411	2,624	0,72
23,00	25,192	29,163	1,87	10,252	11,573	1,30	2,510	2,734	0,73
23,50	26,224	30,397	1,91	10,668	12,057	1,33	2,611	2,847	0,75
24,00	27,277	31,655	1,96	11,092	12,552	1,36	2,713	2,962	0,76
26,00	31,684	36,942	2,12	12,867	14,627	1,47	3,141	3,443	0,83
28,00	36,408	42,633	2,28	14,766	16,857	1,58	3,599	3,959	0,89
30,00	41,448	48,728	2,44	16,790	19,244	1,70	4,085	4,510	0,95
32,00	46,802	55,226	2,61	18,937	21,787	1,81	4,600	5,096	1,02
34,00	52,471	62,128	2,77	21,208	24,485	1,92	5,144	5,717	1,08
36,00	58,454	69,432	2,93	23,602	27,339	2,04	5,717	6,372	1,15
38,00				26,119	30,348	2,15	6,317	7,063	1,21
40,00				28,758	33,513	2,26	6,946	7,788	1,27
42,00				31,520	36,833	2,38	7,604	8,548	1,34
44,00				34,404	40,309	2,49	8,289	9,342	1,40
46,00				37,409	43,940	2,60	9,003	10,172	1,46
48,00				40,537	47,726	2,72	9,744	11,035	1,53
50,00				43,786	51,668	2,83	10,514	11,934	1,59
55,00							12,559	14,332	1,75
60,00							14,777	16,946	1,91
65,00							17,168	19,777	2,07
70,00							19,731	22,823	2,23
75,00							22,465	26,085	2,39
80,00							25,370	29,564	2,55
85,00							28,446	33,258	2,71
90,00							31,692	37,167	2,86

Valeurs directement utilisables pour l'eau à 10°C

\* Il s'agit de mètres de hauteur du fluide tel qu'il circule dans la conduite par kilomètre courant de celle-ci.

Les informations contenues dans ce document sont données à titre indicatif. SAINT-GOBAIN PAM ne saurait être tenue pour responsable des éventuelles erreurs contenues dans ce document.

## DOCUMENT 4

### Caractéristiques de la vanne pilotée

*D'après un document extrait du catalogue du constructeur Bayard*

#### Contrôle de réseau

HYDRÉLEC  
Série K4 20  
PFA 16



#### Fonction

Manœuvre pas à pas de la vanne par l'intermédiaire des deux électrovannes (versions NOHT, NFHT, NBHT).

#### Standard

- Vanne normalement fermée hors tension (NFHT) 24 V 50 Hz.

#### Variantes

- Version simplifiée tout ou rien (NF ou NO uniquement).
- Vanne normalement ouverte hors tension (NOHT) ou normalement bloquée hors tension (NBHT).
- Autres tensions, nous consulter.
- PFA 25.

## DOCUMENT 5

### Principe de fonctionnement d'une vanne à commande hydraulique D'après un document extrait du catalogue du constructeur Bayard

Un appareil HYDROBLOC se compose :

- d'une vanne de base comprenant (fig. 1) :
  - un corps (1) séparé en deux parties par une cloison médiane ouverte (2),
  - un chapeau (3),
  - un équipage mobile de fermeture (4).

La cloison médiane (2) et la membrane de l'équipage mobile délimitent trois zones distinctes : amont A, aval B, chambre de manœuvre C.

- d'un circuit pilote de commande.

Les trois zones A, B et C sont reliées entre elles par un circuit extérieur de petit diamètre dit "circuit pilote" (5a et 5b).

### Principe de fonctionnement en VANNE

Un petit robinet à 3 voies (6) permet :

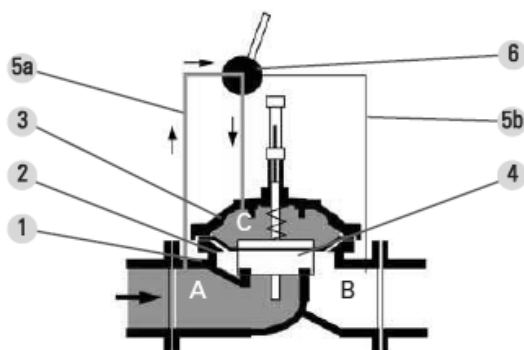


fig. 1 : Fermeture

- de mettre la chambre C en communication avec la zone amont A par la tubulure amont (5a) du circuit pilote.

Cette manœuvre provoque une arrivée d'eau dans la chambre C et, compte tenu du rapport des surfaces de la membrane et du clapet, déclenche la fermeture de la vanne.

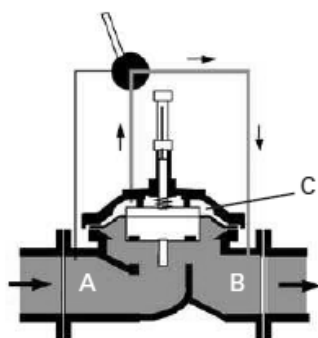


fig. 2 : Ouverture

- de mettre la chambre C en communication avec la zone aval B par la tubulure aval (5b) du circuit pilote.

Cette manœuvre provoque une sortie d'eau de la chambre. Dans ce cas, et pour les mêmes raisons, la vanne s'ouvre.

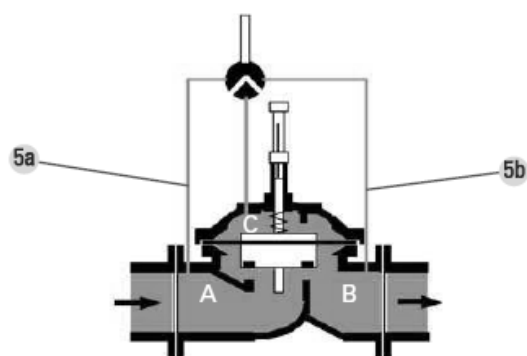


fig. 3 : Blocage

- d'isoler la chambre C. Dans ce cas, l'eau ne peut ni sortir ni entrer dans la chambre C. La vanne reste dans la position où elle se trouve (blocage).



MINISTERE DE L'AGRICULTURE

EXAMEN :

Spécialité ou Option :

EPREUVE :

Centre d'épreuve :

Date :

Nom :  
(EN MAJUSCULES)  
Prénoms :

Date de naissance : 19

N° ne rien inscrire

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

N° ne rien inscrire

**Diagnostic du réseau**

	Secteur n°1	Secteur n°2
<b>Production et transfert-adduction</b>	Caractéristique positive :          Caractéristique négative :	Caractéristique positive :          Caractéristique négative :
<b>Stockage et distribution</b>	Caractéristique positive :          Caractéristique négative :	Caractéristique positive :          Caractéristique négative :

**Nom :**  
 (EN MAJUSCULES)  
**Prénoms :**

Spécialité ou Option :

**EPREUVE :**

**Date de naissance :** 19

Centre d'épreuve :

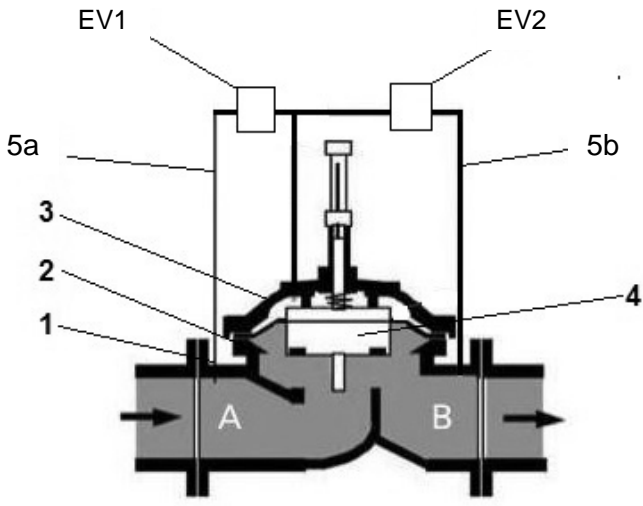
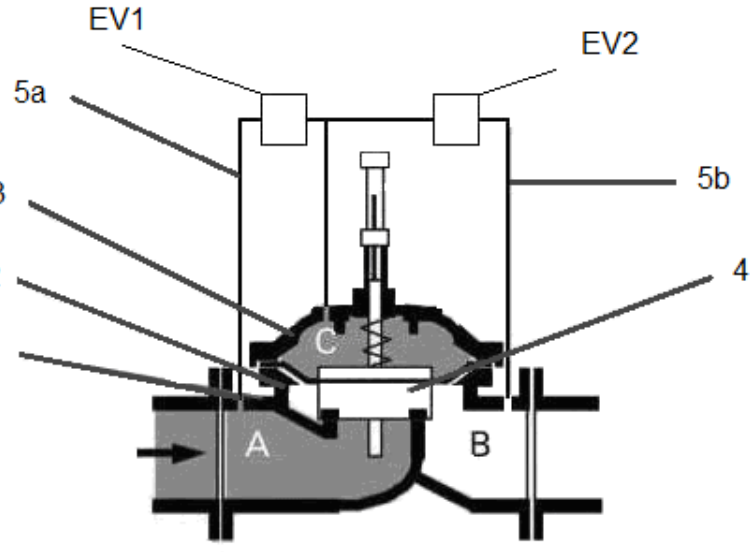
Date :

N° ne rien inscrire

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

N° ne rien inscrire

**Vanne pilotée standard**

Schéma	Mode d'alimentation du secteur n°2	Position de la vanne de base	Position des électrovannes de pilotage
		<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: auto;">A compléter</div>	
		<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: auto;">A compléter</div>	