

Un projet d'aménagement hydraulique à la Réunion

Introduction

Lancé en 2021, le projet d'aménagement hydraulique MEREN (Mobilisation des ressources en eau des microrégions Est et Nord) est destiné à répondre aux besoins en eau des régions Nord et Est de l'île de la Réunion.

C'est l'un des grands projets du département pour rééquilibrer les apports en eau à La Réunion. Lancé en 2021, MEREN prévoit le déploiement sur 15 ans de nouvelles infrastructures pour répondre aux besoins en eau des usages agricoles, industriels et domestiques, dans le cadre d'une gestion durable et raisonnée de la ressource en eau.

Il comporte différents volets, avec la création de galeries d'adduction et de conduites, de réservoirs de stockages pour assurer la continuité des ressources en eau potable ainsi qu'un système de réutilisation des eaux usées pour l'irrigation agricole.

En s'appuyant sur le programme d'enseignement des sciences et technologie à l'école primaire, ce sujet propose d'illustrer quelques aspects scientifiques et technologiques du sujet de la qualité, du traitement et de la distribution de l'eau.



Carte du projet d'aménagement hydraulique MEREN à la Réunion
(Source : <https://meren.re>)

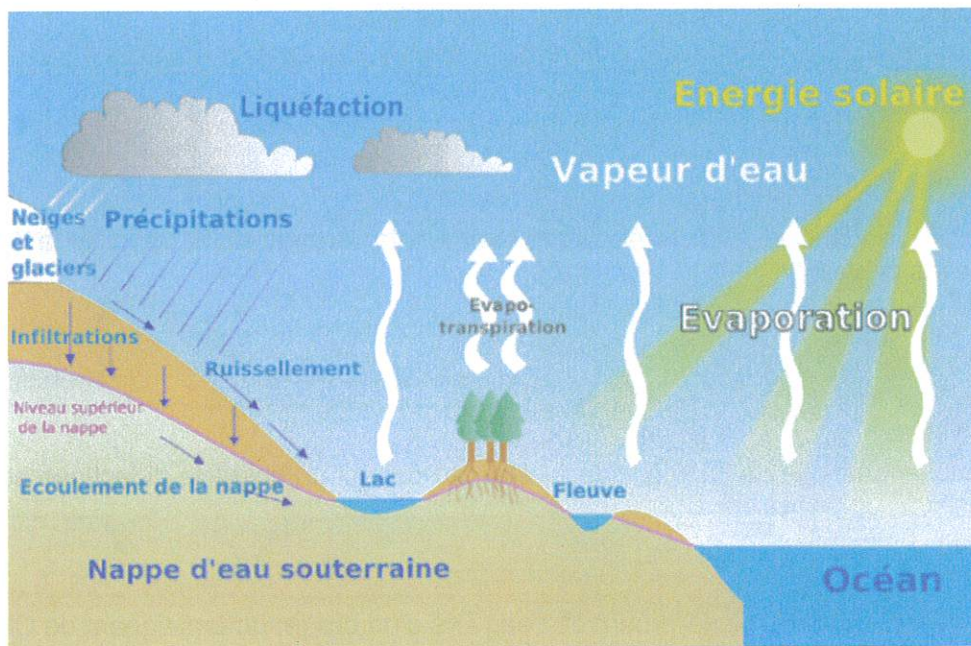
- Les parties et sous parties sont largement indépendantes.
- Le sujet comporte des questions de nature didactique ou pédagogique, repérées par un astérisque (*).
- Le jury tiendra compte dans la notation de l'épreuve de la maîtrise de la langue française du candidat.
- Le barème des différentes parties est donné à titre indicatif.

Sommaire :

Partie 1. La qualité de l'eau	/ 7,75 points
Partie 2. Le traitement de l'eau	/ 6,25 points
Partie 3. La distribution de l'eau	/ 6 points

Annexe 1

Si le projet MEREN vise à sécuriser l'approvisionnement en eau et à mieux répartir cette ressource vitale, il met aussi en évidence un enjeu fondamental : celui de la qualité de l'eau distribuée. En effet, garantir une ressource en quantité suffisante ne suffit pas, encore faut-il qu'elle soit propre à la consommation humaine, utilisable pour l'agriculture et compatible avec la préservation des écosystèmes aquatiques. Comprendre le cycle de l'eau, les effets des épisodes pluvieux sur sa qualité, ainsi que les indicateurs biologiques permettant d'évaluer l'état des rivières, constitue donc une étape essentielle pour appréhender les enjeux liés à la gestion durable de cette ressource.



Document 1 - Schéma du cycle de l'eau

(Source : https://fondation-lamap.org/sites/default/files/sequence_pdf/le-cycle-de-l-eau-dans-la-nature-2.pdf)

Question 1

À partir du **document 1** et de vos connaissances, nommer tous les changements d'état physique de l'eau qui se produisent au cours du cycle de l'eau, en y associant les états initiaux et finaux.

Dans une classe de CM1, une séquence sur « l'eau dans tous ses états » est menée. En voici le déroulement succinct :

Séquence : L'eau dans tous ses états	
Phase d'activités	Les élèves doivent classer des photos de : pluie, neige, brouillard, lac, flaque, neige, glacier, vapeur d'eau, nuage dans un tableau donné par l'enseignant. Les colonnes de celui-ci sont intitulées : liquide, solide, gazeux. Les élèves mesurent toutes les 10 minutes la température dans deux verres placés à la température ambiante. Le premier verre contient initialement de la glace pilée et le second de l'eau à 5°C. Ils consignent leurs résultats dans un tableau.
Phase de leçon	Une discussion collective permet d'établir que la température de l'eau à l'état solide est inférieure ou égale à 0°C et que la température de passage de l'eau de l'état solide à l'état liquide est proche de 0°C.
Phase d'évaluation	Les élèves répondront aux questions suivantes : <ul style="list-style-type: none">- Quels sont les trois états de l'eau ?- Quel est le critère qui permet à l'eau solide de passer à l'état liquide ?

Question 2*

À partir de cette séquence, citer les trois éléments manquants permettant de travailler la démarche scientifique avec les élèves.

Question 3*

Expliquer pourquoi le passage de l'eau liquide à l'état gazeux est un obstacle didactique pour les élèves de **cycle 2**.

À la suite d'une observation du ruissellement de l'eau lors d'un orage, un enseignant de CM1 met en place une situation d'investigation. Les élèves constatent que l'eau de ruissellement est boueuse, contrairement à l'eau de pluie.

Le problème scientifique obtenu est : « que se passe-t-il lors du ruissellement de l'eau de pluie ? »
Les élèves font alors émerger une hypothèse : le type de sol impacte la transparence de l'eau de ruissellement.

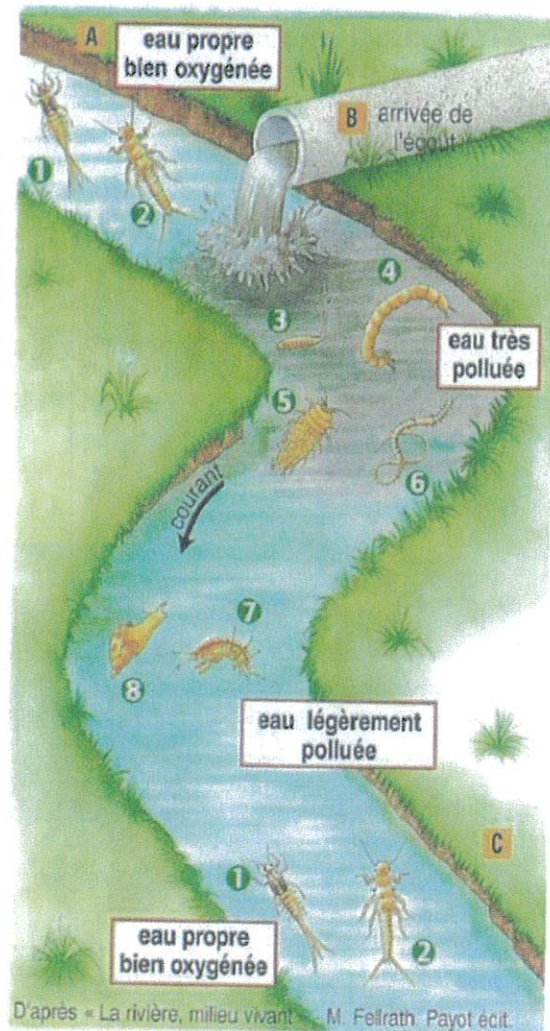
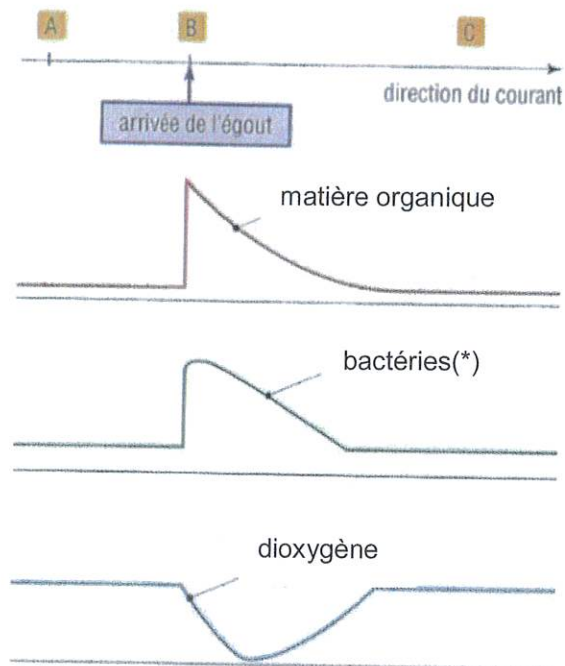
Question 4*

Proposer un protocole expérimental adapté à des élèves de CM1 permettant de vérifier leur hypothèse. La réponse devra préciser le matériel nécessaire, le protocole, et les résultats attendus.

Dans cette même classe de CM1, les élèves vont tenter de répondre au problème suivant :
 « quelle est l'influence du rejet des eaux usées sur la répartition des êtres vivants d'une rivière ? »
 Pour cela, l'enseignant leur donne les **documents 2** et **3**.

Espèces indicatrices :

- d'une rivière propre et d'une eau bien oxygénée :
 larve d'éphémère (1), larve de perle (2)
- d'une rivière très polluée pauvre en dioxygène :
 larve d'éristale (3), larve de chironome (4),
 aselle (5), tubifex (6)
- d'une rivière peu polluée bien oxygénée :
 gammare (7), limnée (8)



D'après « La rivière, milieu vivant » - M. Fellrath, Payot éd.

(*) Les bactéries aérobies sont des organismes microscopiques présents dans le milieu qui se nourrissent de matières organiques qu'elles dégradent. Elles se multiplient très rapidement lorsque la nourriture est abondante (leur nombre peut doubler en 30 minutes environ).

L'arrivée dans une rivière d'un égout urbain donne lieu à une pollution ponctuelle. Les eaux usées contiennent en effet beaucoup de matières organiques (restes d'aliments, excréments, etc.) qui sont la cause de nombreuses perturbations.

Document 2 - Les effets d'un égout sur la faune d'une rivière
 (Source : D'après La rivière, milieu vivant. Fellrath M. 1980, Payot éd.)

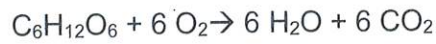
Question 5

Expliquer la diminution de la teneur en dioxygène après le rejet des eaux usées (**document 2**).

Question 6

Nommer le gaz consommé et celui qui est rejeté lors de la respiration aérobie.

La respiration aérobie est modélisée par l'équation de la réaction chimique suivante :



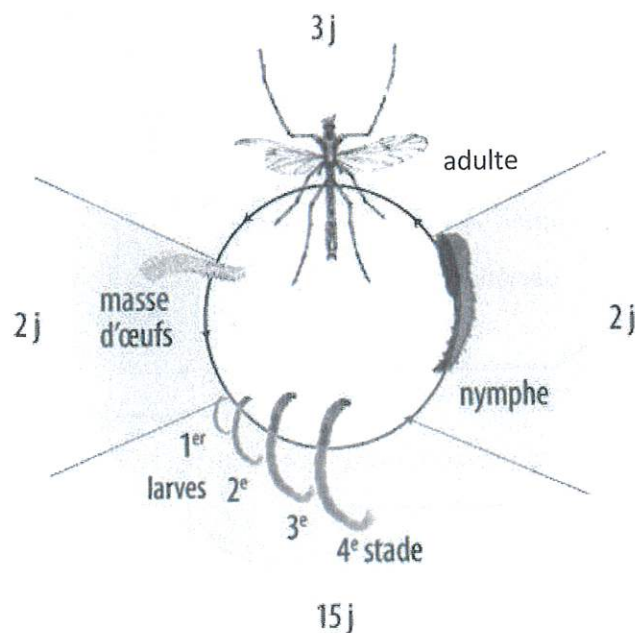
Question 7

Vérifier que l'équation de réaction ci-dessus est ajustée.

Question 8

Proposer deux aménagements ou pratiques humaines qui pourraient limiter ce type de pollution.

Les élèves de la classe de CM1 ont étudié le cycle de vie des chironomes avec leur enseignant à l'aide du **document 3**.

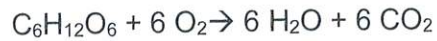


Document 3 - Les 4 principaux stades de développement des chironomes

Légende : la durée des 4 stades œuf, larve, nymphe, adulte est indiquée en jours.

(Source : Gimbert, Frédéric, et al. « Chapitre VII. Les larves de Chironomidae dans les approches écotoxicologiques d'évaluation de la qualité des milieux aquatiques ». *Eaux industrielles contaminées*, édité par Nadia Morin-Crini et Grégorio Crini, Presses universitaires de Franche-Comté, 2017, <https://doi.org/10.4000/books.pufc.11037>. D'après Oliver, 1971 © Annual Reviews.)

La respiration aérobie est modélisée par l'équation de la réaction chimique suivante :



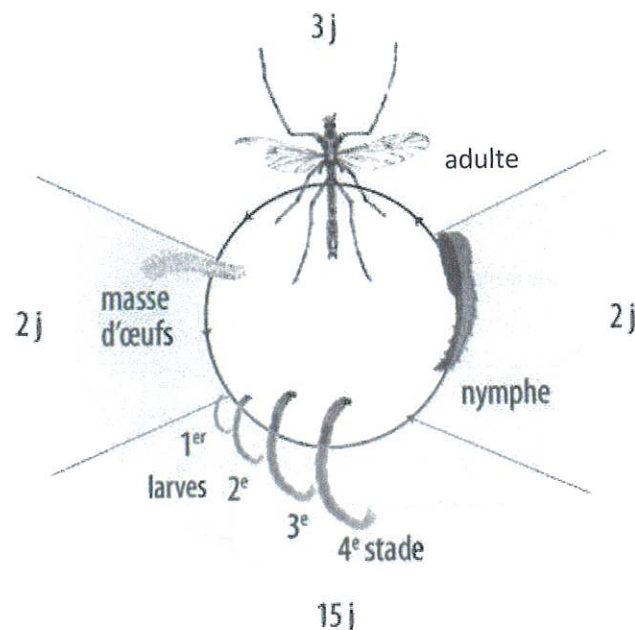
Question 7

Vérifier que l'équation de réaction ci-dessus est ajustée.

Question 8

Proposer deux aménagements ou pratiques humaines qui pourraient limiter ce type de pollution.

Les élèves de la classe de CM1 ont étudié le cycle de vie des chironomes avec leur enseignant à l'aide du **document 3**.



Document 3 - Les 4 principaux stades de développement des chironomes

Légende : la durée des 4 stades œuf, larve, nymphe, adulte est indiquée en jours.

(Source : Gimbert, Frédéric, et al. « Chapitre VII. Les larves de Chironomidae dans les approches écotoxicologiques d'évaluation de la qualité des milieux aquatiques ». *Eaux industrielles contaminées*, édité par Nadia Morin-Crini et Grégorio Crini, Presses universitaires de Franche-Comté, 2017, <https://doi.org/10.4000/books.pufc.11037>. D'après Oliver, 1971 © Annual Reviews.)

Le document 4 présente un extrait de productions d'un élève de la classe.

<p><u>Observons les animaux rapportés</u></p> <p><u>La larve de chironome</u></p> <p><u>J'observe :</u> il reste 1 chironome et 1 carcasse de larve</p> <p><u>Ce que je crois qu'il s'est passé</u></p> <p>elle s'est transformée en chironome (ce n'est plus une larve)</p>	 <p>s'est transformé en :</p>
<p>Transcription à l'identique de l'écrit : « Observons les animaux rapportés. La larve de chironome J'observe : Il reste 1 chironome et 1 carcasse de larve</p> <p><u>Ce que je crois qu'il s'est passé</u> Elle s'est transformée en chironome (ce n'est plus une larve) »</p>	<p>Transcription : « s'est transformé en »</p>

Document 4 - Extrait d'un cahier d'élève de la classe de CM1

(Source : Projet, lauréat d'un prix La main à la pâte 2006, « Que deviennent les eaux de ruissellement ? Récupérons l'eau de pluie ». <https://v2-dev.maisons-pour-la-science.org/dossier-prime-prix-lamap/que-deviennent-les-eaux-de-ruissellement-recuperons-l-eau-de-pluie>)

Question 9*

Proposer, en cinq lignes maximum, une mise en situation ainsi qu'une question scientifique permettant d'aborder le cycle de vie du chironome et d'aboutir à l'écrit du document 4.

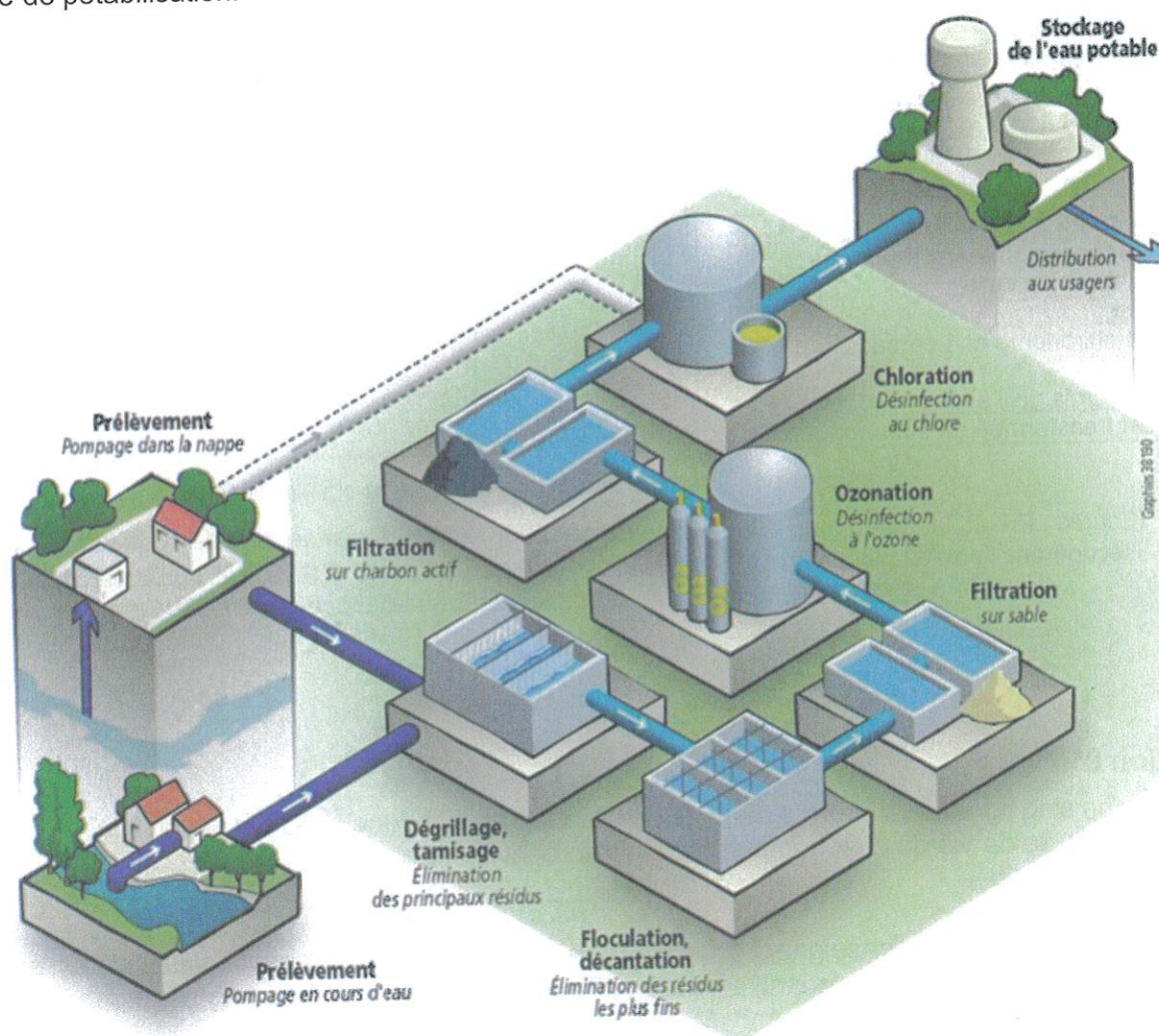
À la suite de cette activité, l'enseignant souhaite travailler avec ses élèves sur la classification en groupes emboîtés du monde du vivant, afin de positionner le chironome dans le groupe des insectes.

Question 10

Indiquer trois critères sur lesquels repose la classification en groupes emboîtés du monde du vivant.

Partie 2. Le traitement de l'eau

Si l'étude du cycle de l'eau et des indicateurs biologiques permet d'évaluer l'état de la ressource, elle révèle également les limites d'une eau brute, souvent impropre à la consommation directe. L'enjeu est alors de transformer cette ressource naturelle en une eau sécurisée et utilisable. En France, on dispose au robinet d'une eau potable, c'est-à-dire d'une eau qu'on peut utiliser et boire quotidiennement sans danger pour notre santé. Souvent, cette eau provient d'une rivière. Il faut la nettoyer et la traiter dans une usine de potabilisation.



Document 5 - Usine de potabilisation de l'eau

(source : <https://www.services.eaufrance.fr/gestion-services-eau-potable-le-traitement>)

Question 11

Définir un mélange hétérogène.

Question 12

Nommer trois méthodes de séparation des composants d'un mélange hétérogène.

Question 13

Expliquer en 3 lignes maximum le principe d'une des trois méthodes au choix.

Le **document 6** présente les masses volumiques de différentes matières pouvant être trouvées dans le bac de décantation.

Matière	Masse volumique ($kg \cdot m^{-3}$)
Caoutchouc	950
Plomb	11 350
Liège	240
Sable	1 600
Tuyau de cuivre	8 920
Essence	750

Document 6 - Table des masses volumiques de différentes matières (dans les conditions 20 °C, 1 013 hPa)

Question 14

Parmi les matières du **document 6**, indiquer celles qui seront en surface du bac de décantation. Justifier.

Question 15

Donner la relation permettant de calculer la masse volumique d'un échantillon de matière. Préciser les grandeurs et les unités associées.

L'enseignant demande à ses élèves de CM1 de rendre limpide une eau trouble contenue dans une bouteille. Cette eau, non potable, a été obtenue préalablement par l'enseignant avec : de l'eau, de la terre, du marc de café, du sable, des graviers et divers déchets végétaux (brindilles, feuilles...). Il demande aux élèves de formuler des propositions pour rendre cette eau claire (**document 7**).

1. Enlever les saletés à la main.
2. Secouer la bouteille pour séparer l'eau du reste.
3. Passer plusieurs fois à travers un filtre à café.
4. Mettre un savon dans l'eau, pour laver l'eau.
5. Absorber délicatement l'eau à l'aide d'une éponge puis la presser au-dessus d'un bocal.
6. Faire bouillir l'eau pour éliminer les saletés.
7. Ajouter des glaçons dans la bouteille.
8. Enfermer longtemps la bouteille dans un placard. Il faut laisser reposer pour que la saleté aille au fond de la bouteille.
9. Ajouter quelque chose dans l'eau sale : une craie, de l'encre.

Document 7 - Propositions d'élèves de CM1 (Source : M. Guenebeaud, Inspé de La réunion)

Question 16*

Parmi les propositions des élèves, citez celles qui vous semblent pertinentes pour répondre au problème. Justifier, en indiquant à quelle technique de séparation chacune de ces propositions fait référence.

Question 17*

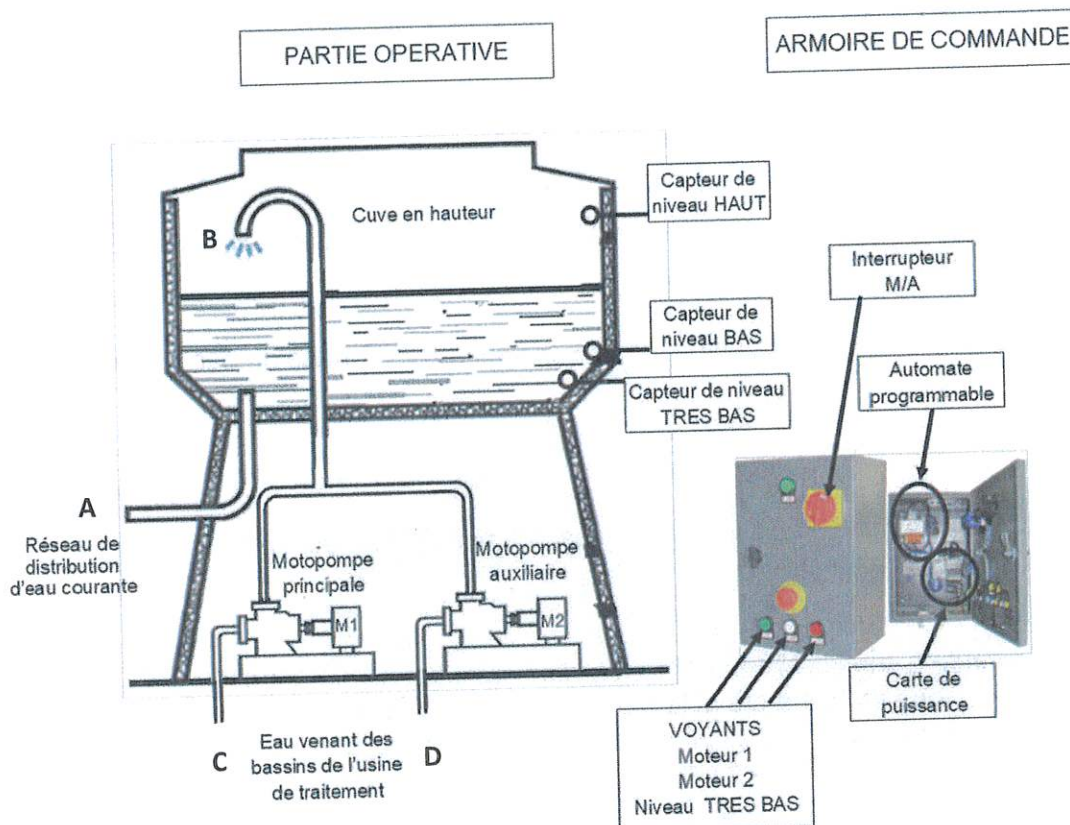
La proposition 4 est erronée. Proposer une modalité permettant de la valoriser tout en amenant l'élève à comprendre son erreur.

Question 18*

Relier cette séquence à des enjeux d'éducation au développement durable.

Partie 3. La distribution de l'eau

La qualité et la potabilité de l'eau ne trouvent pleinement leur sens que si cette ressource est effectivement disponible pour l'ensemble des usagers. La distribution de l'eau apparaît donc comme une étape stratégique, garantissant l'acheminement équitable de la ressource sur le territoire.



Document 8 - Description du fonctionnement d'un château d'eau

(Source : d'après un sujet de technologie – collège Louis Lachenal à Saint Laurent de Mure
https://louislachenal-stlaurentdemure.ent.auvergnerhonealpes.fr/lectureFichiergw.do?ID_FICHIER=7549)

Question 19

À l'aide du **document 8**, indiquer le parcours de l'eau permettant son acheminement vers le réseau de distribution en utilisant les repères (A, B, C, D) des différentes canalisations dans les deux situations suivantes : celle où la motopompe principale (moteur 1) seule est en fonctionnement et celle où la motopompe auxiliaire (moteur 2) est aussi en fonctionnement.

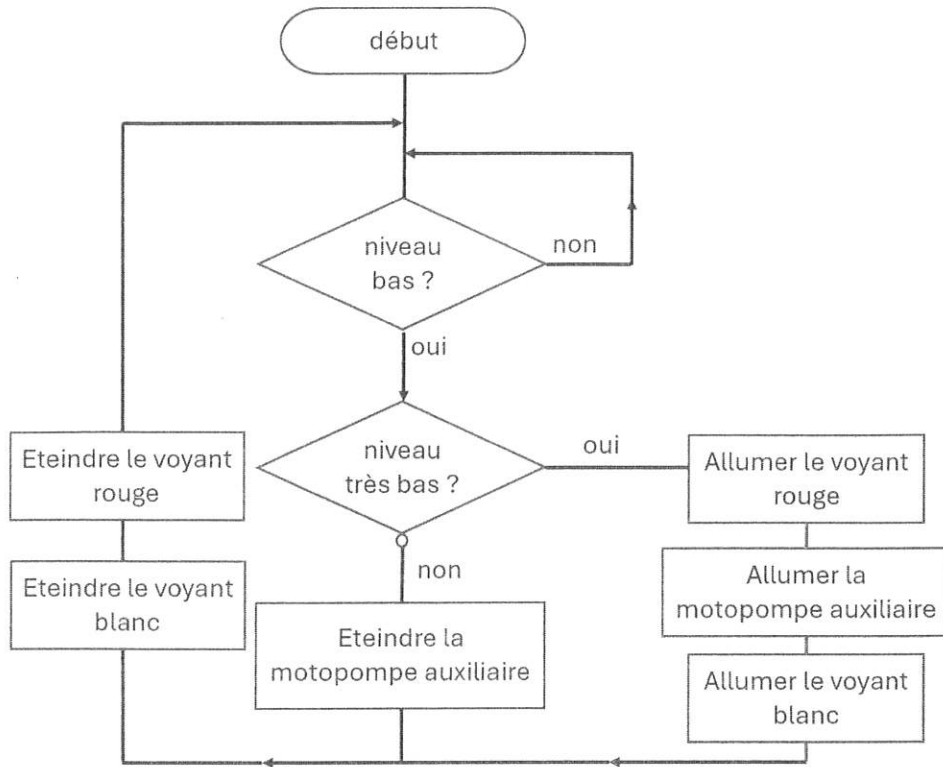
Question 20

Identifier les deux fonctions principales du château d'eau.

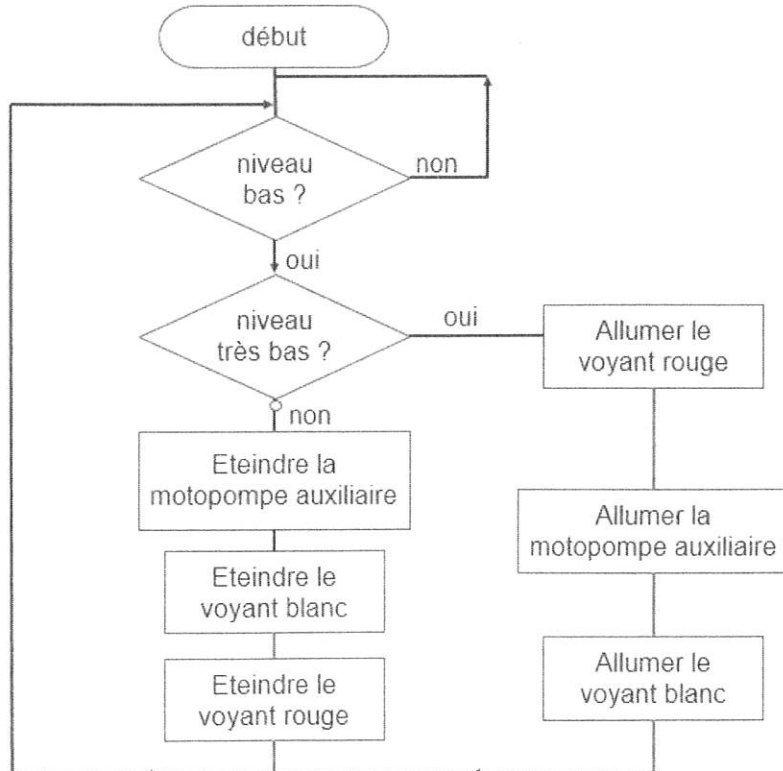
Le château d'eau est équipé de trois capteurs de niveau d'eau. Au cas où il y ait une forte demande en eau et que le capteur détecte un niveau très bas (indiqué par le voyant rouge), la motopompe auxiliaire (moteur 2) se déclenche pour remplir la cuve et le voyant blanc s'allume pour indiquer que celle-ci est en marche. Lorsque le niveau d'eau est suffisant, la motopompe auxiliaire et les voyants s'éteignent.

Document 9 - Explication du déclenchement de la motopompe auxiliaire

Algorithme 1



Algorithme 2



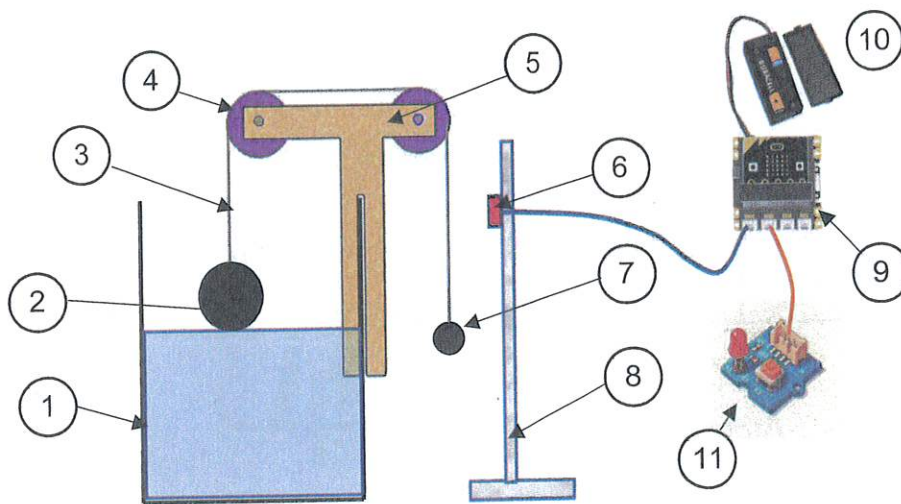
Question 21

En vous aidant du **document 9**, indiquer l'algorithme correct correspondant au fonctionnement du château d'eau lorsque le niveau est très bas. Justifier.

Dans une école labélisée E3D, niveau 2, les élèves souhaitent mettre en place un récupérateur d'eau de pluie sur le même principe que celui du château d'eau. Le récupérateur devra alerter le propriétaire à l'aide d'un signal lumineux lorsque le niveau d'eau sera au maximum.

Pour savoir quand l'eau atteint le niveau maximum, on utilise un système avec un flotteur et un contrepoids. Ce système est fait de deux boules de polystyrène, de tailles et de masses différentes, peintes en noir et reliées grâce à un fil. Un capteur infrarouge, placé sur une potence, détecte la couleur noire de la boule-contrepois quand le niveau d'eau est au maximum et envoie un signal à une carte micro:bit qui déclenche l'allumage d'une LED.

L'enseignant demande aux élèves d'assembler les différents éléments déjà prémontés par l'enseignant. Un groupe d'élèves propose le montage représenté dans le **document 10**.



1	Récupérateur
2	Boule polystyrène 80 g
3	Ficelle
4	Poulie
5	Structure carton imperméabilisé
6	Capteur infrarouge
7	Boule polystyrène 20 g
8	Potence
9	Carte Microbit + connecteur
10	Piles = coupleur
11	LED

Document 10 - Schématisation à partir de la proposition d'un groupe d'élève

Question 22*

À partir du programme de cycle 3 en **annexe 1**, identifier les compétences travaillées lors de la réalisation de cette séance.

Question 23*

Indiquer l'erreur présente dans le **document 10** et expliquer ce qui a pu l'induire.

Question 24*

Proposer deux prérequis nécessaires à la réalisation de cette maquette.

Annexe 1 — Extrait du programme de sciences et technologie du cycle 3

D'après le BOEN n° 25 du 22 juin 2023

Démarche de conception et de réalisation d'un objet technique	
<p>Au cycle 3, les élèves sont initiés à la démarche technologique, dont l'apprentissage est approfondi au cycle 4.</p> <p>Elle se développe dans un projet technologique allant de la prise de conscience d'un besoin jusqu'à la proposition de solutions techniques adaptées. On encourage la créativité des élèves, leur permettant de prendre conscience qu'à un problème peuvent correspondre plusieurs solutions. Cela leur permet d'apprendre à critiquer une solution de façon raisonnée et objective et à expliciter leurs choix pour répondre aux besoins tout en prenant notamment en compte les conséquences de ces choix sur l'environnement (la notion de cycle de vie d'un objet technique est ici essentielle).</p> <p>Cette approche sous forme de projet mené en groupe s'appuie sur la collaboration et la communication entre les élèves. Ils sont amenés à participer à l'organisation et à la planification de leur travail, à se répartir les tâches et à apprendre à compter les uns sur les autres. Ces compétences d'organisation du travail gagnent à être réinvesties dans tout autre projet.</p>	
<p>Attendus de fin de cycle</p> <ul style="list-style-type: none"> • Décrire et pratiquer la démarche technologique dans le cadre d'un projet. • Participer à un travail collectif. • Identifier les liens entre des choix de conception et leurs effets sur les étapes du cycle de vie d'un objet technique. 	
Connaissances et compétences attendues en fin de cours moyen	Liens avec les connaissances et compétences abordées en sixième dans les autres thèmes
<p>Problème technique</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rechercher des idées de solutions à l'aide de schémas ou de croquis pour résoudre un problème technique donné. • Comparer des solutions par une analyse critique (notamment dans le cadre de la transition écologique et du développement durable). 	<p>Les instruments utilisés lors de démarches scientifiques dans l'étude de la matière, du mouvement, du vivant pourront être exploités dans une approche comparative (par exemple, les différents types de balances, les différences entre loupes et microscopes, etc.)</p>
<p>Notion de contrainte (imperméabilité, poids, autonomie, etc.)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Prendre en compte une contrainte dans la recherche de solutions. • Choisir un matériau en fonction de ses propriétés physiques. • Exploiter les formes d'énergie disponibles (par exemple, le système de chauffage d'un refuge de haute montagne ou d'un appartement en milieu urbain). 	<p>Les caractéristiques physiques et chimiques d'un matériau sont mises en relation avec leur intérêt technologique dans la conception d'un objet technique (en lien avec le thème <i>Matière, mouvement, énergie, information</i>).</p> <p>La notion de contrainte peut s'illustrer dans différents processus, par exemple l'étude de la production et de la conservation des aliments (en lien avec le thème <i>Le vivant, sa diversité et les fonctions qui le caractérisent</i>).</p>
<p>Cycle de vie de l'objet technique</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identifier les différentes étapes du cycle de vie d'un objet technique. • Effectuer des choix raisonnés en fonction des conséquences environnementales. 	<p>Propriétés de la matière (décomposition des matériaux) : l'étude des propriétés de la matière pourra être mise en relation avec le cycle de vie des objets techniques.</p>
<p>Processus de réalisation de maquettes</p> <ul style="list-style-type: none"> • Organiser le travail de réalisation d'une maquette (répartition des tâches, coopération, communication, préparation du travail, prise en compte des consignes de sécurité). • Planifier le travail au sein de l'équipe. • Participer au déroulement du projet. • Réaliser des maquettes simples pour matérialiser une solution. • Vérifier que la solution répond au problème posé. 	<p>Les compétences d'organisation du travail peuvent être réexploitées dans le cadre de démarches expérimentales mobilisées dans les trois autres thématiques du programme.</p>