

SESSION 2022

CRPE

Concours de recrutement de professeurs des écoles

Concours externe, Externe spécial, Troisième concours
Second concours interne, Second concours interne spécial

Troisième épreuve écrite

**Épreuve écrite d'application
Domaine sciences et technologie**

Durée : 3 heures

L'usage de tout ouvrage de référence, de tout document et de tout matériel électronique (y compris les montres connectées) est rigoureusement interdit.

Si vous repérez ce qui vous semble être une erreur d'énoncé, vous devez le signaler très lisiblement sur votre copie, en proposer la correction et poursuivre l'épreuve en conséquence. De même, si cela vous conduit à formuler une ou plusieurs hypothèses, vous devez la (ou les) mentionner explicitement.

NB : Conformément au principe d'anonymat, votre copie ne doit comporter aucun signe distinctif, tel que nom, signature, origine, etc. Si le travail qui vous est demandé consiste notamment en la rédaction d'un projet ou d'une note, vous devrez impérativement vous abstenir de la signer ou de l'identifier.

Tournez la page S.V.P

Préserver les océans de la pollution plastique

Introduction :

De tous les déchets présents dans l'océan, les déchets plastiques sont de plus en plus nombreux. Chaque année, huit millions de tonnes de déchets plastiques arrivent de l'intérieur des terres vers l'océan. Le plastique se dégrade extrêmement lentement dans l'environnement et se fragmente en petites particules¹. Les chercheurs se mobilisent afin d'étudier le devenir des plastiques en milieu aquatique : il s'agit notamment de comprendre quels sont les impacts de l'accumulation des plastiques dans le milieu aquatique sur les êtres vivants et d'identifier des solutions face à cette pollution².

En s'appuyant sur les programmes d'enseignement des sciences et technologie à l'école primaire, ce sujet propose d'aborder les problématiques suivantes :

Quelles caractéristiques possèdent les plastiques ? Que deviennent les déchets plastiques ingérés par les animaux marins ? Comment récupérer les déchets plastiques dans l'océan à l'aide d'une solution robotisée innovante ?

- 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.
- Les parties et sous parties sont largement indépendantes.
- Le barème des différentes parties est donné à titre indicatif.

¹ D'après « La pollution plastique et l'Océan » <https://fr.oceancampus.eu/cours/GHa/la-pollution-plastique-et-locean>

² D'après le dossier de presse des rencontres du Groupement de Recherche « Polymères et Océans » (2021). « Pollution plastique : du constat aux solutions, la recherche mobilisée » (CNRS/Ifremer/Anses). <https://www.cnrs.fr/fr/pollution-plastique-du-constat-aux-solutions-la-recherche-mobilisee>

SOMMAIRE :

Partie 1 : Les caractéristiques des plastiques

/ 8 Points

- A. Préparation des activités expérimentales des élèves
- B. Mise en œuvre de protocoles expérimentaux

Partie 2 : La tortue marine, une espèce menacée par les déchets plastiques

/ 6 Points

- A. L'appareil digestif de la tortue
- B. Représentations initiales des élèves sur l'appareil digestif humain
- C. Les mécanismes de la digestion

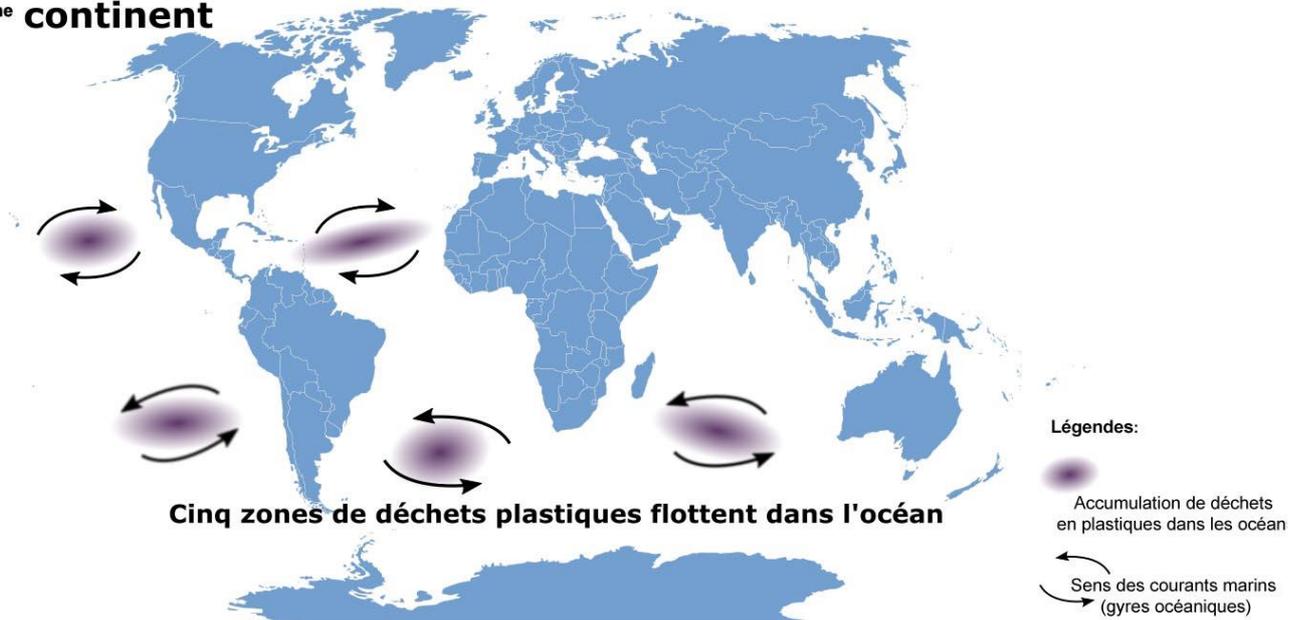
Partie 3 : Une solution robotisée innovante pour la collecte de déchets marins

/ 6 Points

- A. Étude de la structure du robot : fonctions et composants
- B. Étude du comportement du robot

Arrivés dans l'océan, les déchets plastiques se déplacent en suivant les courants marins. Certains vont couler dans les profondeurs, d'autres vont continuer leur déplacement à travers les océans pendant des dizaines, voire des centaines d'années. Une partie des déchets restant à la surface ou à moyenne profondeur vont se regrouper dans ce que l'on appelle de manière imagée des « continents de plastiques ».

7^{ème} continent



Carte représentant les zones d'accumulation de déchets plastiques dans les océans.

Cette partie propose une mise en œuvre d'activités expérimentales scientifiques en classe : la fabrication d'une solution d'eau salée et un test de flottaison. Les documents qui suivent sont mis à disposition du candidat qui devra les exploiter pour formuler ses réponses aux questions posées.

Concentrations en masse de sels des mers et des océans	Mers et océans	Concentration en masse* de sels (g.L⁻¹)
L'eau de mer est dite « salée » parce qu'elle contient des substances dissoutes, nommées « sels ». 80 % de ces sels sont le chlorure de sodium (sel de cuisine). Les mers et océans du globe n'ont pas la même salinité.	Mer Baltique	7,0
	Océan Antarctique	34,7
	Océan Pacifique	35,0
	Océan Indien	36,5
	Mer Rouge	39,7
	Mer Morte	275,0

Document 1 : Tableau représentant les concentrations en sels des mers et océans. (Source : <https://www.futura-sciences.com/planete/dossiers/developpement-durable-eau-elle-encore-bleue-618/page/11/>)

* On appelle concentration en masse de sels, la masse de sels contenus dans un litre d'eau de mer.

Substances	Masse volumique (kg.m⁻³ ou g.L⁻¹)
Polypropylène (PP)	900
Polyéthylène (PE)	930
Polyéthylène Téréphtalate (PET)	1380
Polystyrène (PS)	1040
Polychlorure de vinyle (PVC)	1380
Eau de la Mer Morte	1240
Eau douce	1000

Document 2 : Tableau représentant les masses volumiques de différentes substances.

(Source : <https://oceans.taraexpeditions.org/rp/dossier-pedagogique-eco-responsabilite-gestion-des-dechets/>)

A. Préparation des activités expérimentales des élèves

Question 1 :

A partir du document 1, calculer la masse de sel à peser pour fabriquer 50 mL d'une solution d'eau de salinité comparable à celle de l'eau de la mer Morte.

B. Mise en œuvre de protocoles expérimentaux

On propose à des élèves de CM2 un protocole pour qu'ils préparent 50 mL d'eau d'une salinité comparable à celle de la mer Morte.

Question 2* :

Préciser le matériel à mettre à disposition des élèves et indiquer les différentes étapes de ce protocole.

Les élèves réalisent le protocole.

Question 3 :

Donner le nom de la transformation physico-chimique qui intervient lors de la mise en solution aqueuse du sel. Identifier le soluté et le solvant.

Question 4 :

Indiquer si l'eau salée est un mélange ou un corps pur en justifiant.

Lorsque l'on interroge les élèves de CM2 sur les plastiques, la majorité d'entre eux indique que les objets en plastique flottent et ne coulent pas. On propose aux élèves de tester cette idée. Des échantillons de cinq matières plastiques (PP, PE, PET, PS et PVC) sont disponibles en classe dans cinq bacs différents.

Les consignes données aux élèves sont les suivantes :

- Sélectionner deux matières plastiques de votre choix.
- Utiliser le matériel à disposition pour réaliser l'expérience de flottaison de ces échantillons :
 - dans l'eau douce
 - dans l'eau salée.

Les élèves réalisent l'expérience de flottaison.

Voici un exemple de trace écrite construite collectivement après les tests et avant la phase de validation.

Groupe	Polypropylène PP		Polyéthylène PE		Polyéthylène Téréphtalate PET		Polystyrène PS		Polychlorure de vinyle PVC	
	Eau Douce	Eau Mer Morte	Eau Douce	Eau Mer Morte	Eau Douce	Eau Mer Morte	Eau Douce	Eau Mer Morte	Eau Douce	Eau Mer Morte
1	flotte	flotte					flotte	coule		
2					coule	coule			coule	coule
3			flotte	flotte			coule	flotte		
4	flotte	flotte					coule	flotte		
5			flotte	flotte			flotte	flotte		
6	flotte	flotte	flotte	flotte						
7			flotte	flotte					coule	coule
8	flotte	flotte							coule	coule
9							coule	coule	coule	coule
10	flotte	flotte	flotte	flotte						
Résultat										

Document 3 : tableau de recueil des résultats d'expériences des élèves.

Question 5* :

En s'appuyant sur les données du **document 2**, montrer comment on peut rendre compte des expériences de flottaison au travers de deux schémas légendés.

Question 6* :

Identifier dans le tableau **deux points de vigilance** nécessaires à l'interprétation des résultats. Justifier.

Question 7* :

Préciser ce qui peut être mis en œuvre dans la classe pour apporter une conclusion définitive à l'expérience.

Pour comprendre le déplacement des plastiques dans les océans, les élèves de CM2 étudient les facteurs à l'origine des courants marins. Ils prennent appui sur un corpus documentaire qui leur permet de proposer la concentration en masse de sel comme un des paramètres qui influencerait le déplacement des masses d'eau.

Dans ce cadre, l'enseignant propose une modélisation à partir d'un montage (voir **document 4**).

Les élèves effectuent le protocole suivant :

- Mettre de l'eau salée colorée en vert dans la bouteille de gauche.
- Mettre de l'eau douce colorée en rouge dans la bouteille de droite.
- Enlever les pinces se situant sur les pailles entre les deux bouteilles.

Question 8 :

En s'appuyant sur les données du **document 2**, proposer le schéma légendé du résultat attendu dans les deux bouteilles une fois que les pinces sont retirées. Indiquer sur le schéma par des flèches le mouvement de l'eau salée et le mouvement de l'eau douce.



Document 4 : Photographie du montage modélisant un type de circulation océanique.

Deux bouteilles ont été percées à deux hauteurs distinctes, puis reliées l'une à l'autre avec des pailles en position horizontale. Les pailles sont pincées en leur milieu pour éviter les échanges prématurés entre les contenus. (Source : Image extraite de la vidéo « Bouteilles et océanographie », <http://interstices.info/circulation-oceanique> ©Inria).

Question 9 :

Justifier scientifiquement le déplacement des masses d'eaux colorées lorsque le montage du **document 4** fonctionne.

Question 10* :

Proposer une expérience, réalisable en classe de CM2, permettant de différencier l'eau douce de l'eau salée.

Question 11 :

En conclusion, expliquer en cinq lignes maximum la présence de « continents de plastiques » situés dans les océans.

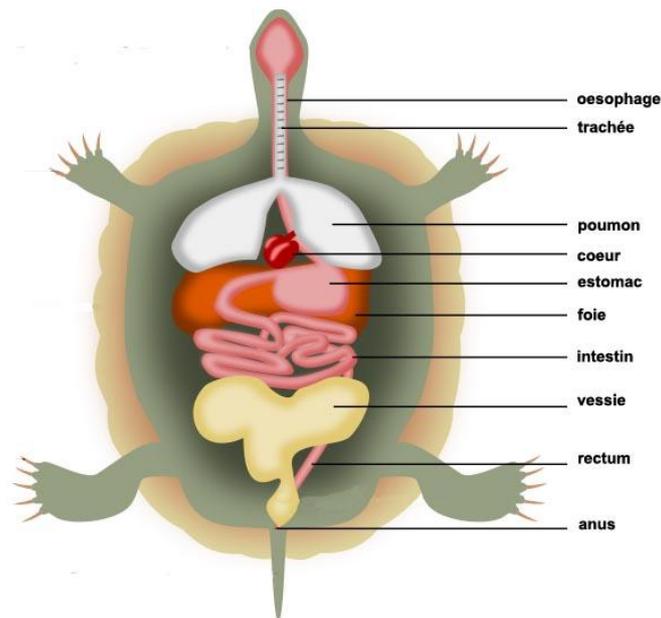
Partie 2. La tortue marine, une espèce menacée par les déchets plastiques

Chaque année, huit millions de tonnes de déchets plastiques arrivent de l'intérieur des terres vers l'océan, impactant fortement la vie marine. En France, 85 % des tortues marines ont ingéré des déchets plastiques issus de notre consommation courante. C'est le constat alarmant que dressent les chercheurs du projet européen INDICIT (« *INDICator Impact Turtles* »). On s'intéresse au devenir des plastiques ingérés par la tortue. Pour cela, on étudie comment s'effectue la digestion chez les êtres vivants, dont l'Homme.



Document 5 : Photographie montrant la quantité et la diversité des débris plastiques ingérés, retirés de l'intestin d'une jeune tortue (présentée dans l'encart) (D'après : Emily M. Duncan et collaborateurs, *Science Reports*, 2019)³.

A. L'appareil digestif de la tortue



Document 6 : Schéma simplifié des organes internes de la tortue (Source : wikimédia CC BY-SA 3.0).

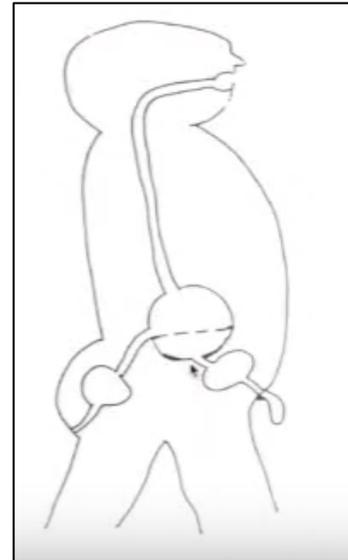
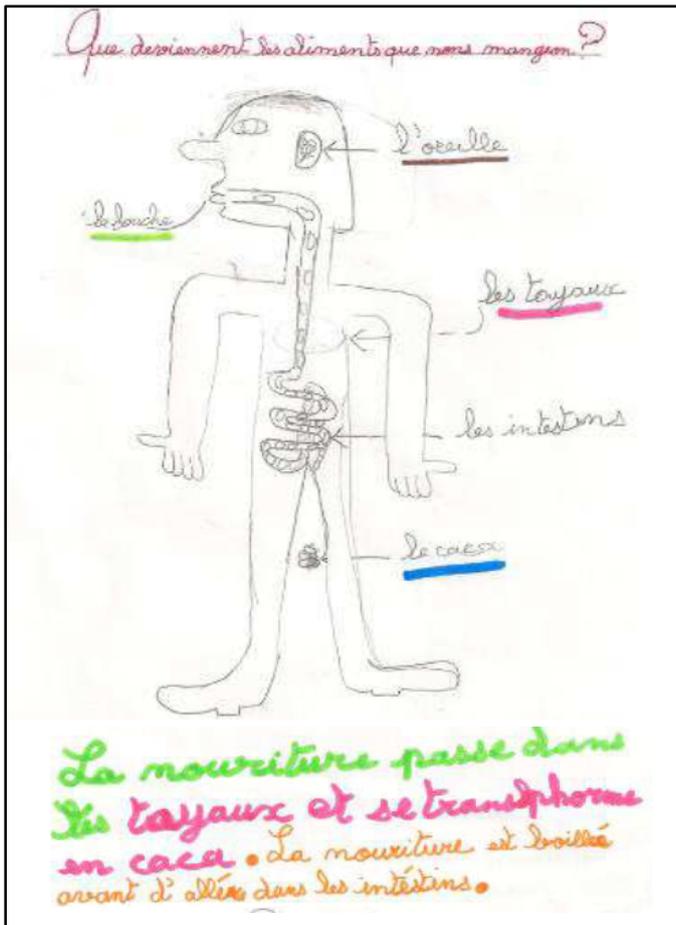
Question 12 :

A partir du schéma ci-dessus (**Document 6**), identifier les organes appartenant au tube digestif de la tortue et préciser leurs rôles dans la digestion.

³ Emily M. Duncan et al, Diet-related selectivity of macroplastic ingestion in green turtles (*Chelonia mydas*) in the eastern Mediterranean, *Scientific Reports* (2019). [DOI: 10.1038/s41598-019-48086-4](https://doi.org/10.1038/s41598-019-48086-4)

B. Représentations initiales des élèves sur l'appareil digestif humain.

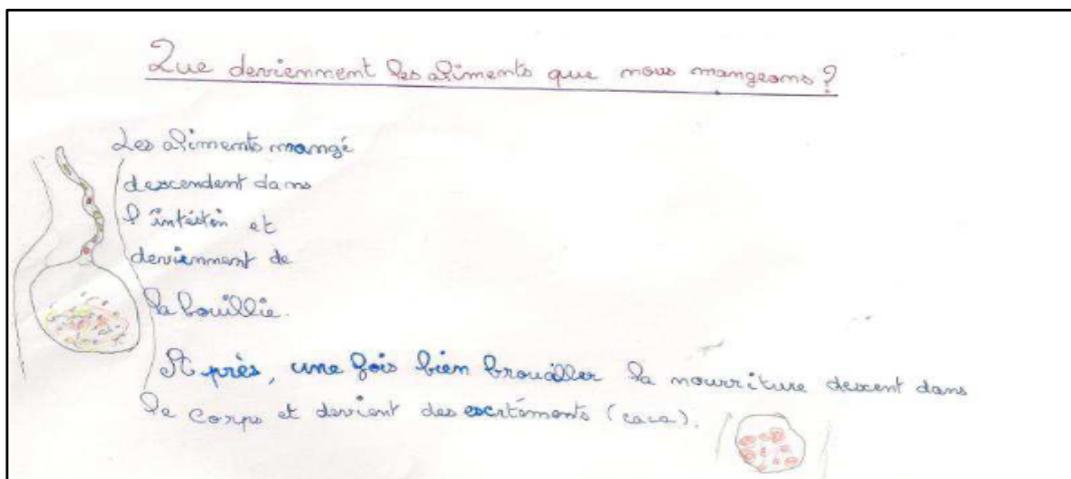
Trois représentations initiales d'élèves de CM1 sur le devenir des aliments dans l'organisme sont fournies ci-après (**document 7**).



Retranscription à l'identique du texte manuscrit :
Titre : « Que deviennent les aliments que nous mangeons ? »

Légendes du dessin, de haut en bas :
« l'oreille » ; « la bouche » ; « les tuyaux » ; « les intestins » ; « le caca »

Texte sous le dessin : « La nourriture passe dans les tuyaux et se transforme en caca. La nourriture est broyée avant d'aller dans les intestins ».



Titre : « Que deviennent les aliments que nous mangeons ? »

Texte à côté du dessin : « Les aliments mangés descendent dans l'intestin et deviennent de la bouillie. Après, une fois bien brouillée la nourriture descend dans le corps et devient des excréments (caca) ».

Document 7 : Représentations initiales de trois élèves sur le thème de la digestion de l'Homme.

(D'après « Des conceptions initiales au savoir scientifique : le cas de la digestion » (2012-13). Mémoire de master MEEF de Stéphanie Boudet, Université de Nantes)

Question 13* :

Confronter et analyser ces représentations afin d'identifier au moins trois obstacles à la compréhension du phénomène de digestion chez l'Homme.

Question 14* :

En partant des obstacles identifiés à la question précédente, proposer une activité à mettre en place pour amener les élèves à acquérir une compréhension du phénomène de la digestion chez l'Homme.

C. Les mécanismes digestifs.



Au XVIII^{ème} siècle, les scientifiques s'interrogent sur le mécanisme de la digestion. Une des théories de l'époque est celle de Giovanni BORELLI (1608-1672) pour qui la digestion serait un phénomène purement mécanique : les aliments seraient simplement broyés dans le tube digestif. Réaumur (1683-1757) ne croit pas à cette théorie. Il étudie la digestion sur des rapaces qui sont des oiseaux dont la particularité est de rejeter sous forme de pelote les parties de leurs proies qu'ils ne digèrent pas (plumes, os, poils...) Voici le récit d'une de ses expériences :

« Je plaçai dans un gros tube en fer blanc ouvert aux deux bouts, un morceau de viande. Le tube ainsi garni fut donné à une buse pour son premier déjeuner. Ce ne fut que le lendemain que je trouvai le tube qu'elle venait de rendre : il avait toute sa rondeur, on ne découvrait sur sa surface extérieure aucune trace de frottements. Le morceau de viande avait été réduit peut-être au quart de son premier volume ; ce qui en restait était couvert par une espèce de bouillie venue probablement de celles de ses parties qui avaient été dissoutes. »

Document 8 : Extrait de « Observations sur la digestion des oiseaux » de René-Antoine Ferchault de Réaumur (1752).

Question 15* :

Expliquer l'intérêt de proposer aux élèves des documents historiques tels que celui présenté ci-dessus.

Question 16* :

Indiquer la trace écrite que peut construire une classe de CM2 suite à l'exploitation de l'expérience de Réaumur.

Les chercheurs du projet européen INDICIT (« *INDICator Impact Turtles* ») étudient la présence de plastique dans l'appareil digestif des tortues. « *Emballages de gâteaux, bâtons de sucette, cotons tiges, bouchons, bouteilles de sauce salade, sacs poubelle, morceaux de gobelets...* » Autant d'objets jetables que Gaëlle Darmon, chercheuse au Centre d'écologie fonctionnelle et évolutive (CEFE) ne s'attendait pas à trouver quasi-systématiquement dans l'appareil digestif des tortues.

« Si les morts directes par occlusion ou perforation intestinale ne s'observent que dans 1 ou 2 % des cas, l'ingestion de plastique a d'autres conséquences graves sur la santé », constate la chercheuse. Les plastiques contenus dans leur tube digestif ne subissent aucune dégradation et ne sont pas évacués. Ils s'accumulent dans le tube digestif et empêchent notamment les tortues de s'alimenter et de se déplacer normalement. « On a vu des tortues qui flottaient et qui n'arrivaient plus à plonger à cause des plastiques qui font des bulles d'air. »

Document 9 : Extrait modifié de l'article « Le plastique et la tortue », publié le 2 juillet 2019 sur le site web de l'Université de Montpellier. (<https://www.umontpellier.fr/articles/le-plastique-et-la-tortue>)

Question 17* :

Suite à la lecture du document 9 et des autres documents précédemment utilisés, écrire une synthèse de cinq lignes maximum à élaborer avec les élèves expliquant en quoi la tortue marine est une espèce menacée par les déchets plastiques.

Partie 3. Une solution robotisée innovante pour la collecte de déchets marins

La réduction de la pollution marine liée aux plastiques est complexe, car ces déchets plastiques se détériorent avec le soleil, l'eau, le sel et finissent par couler. Les déchets encore en surface deviennent, de plus, friables lorsqu'on les récolte. Ils pourraient finir ensuite dans nos assiettes par l'intermédiaire des poissons qui les ont ingérés.

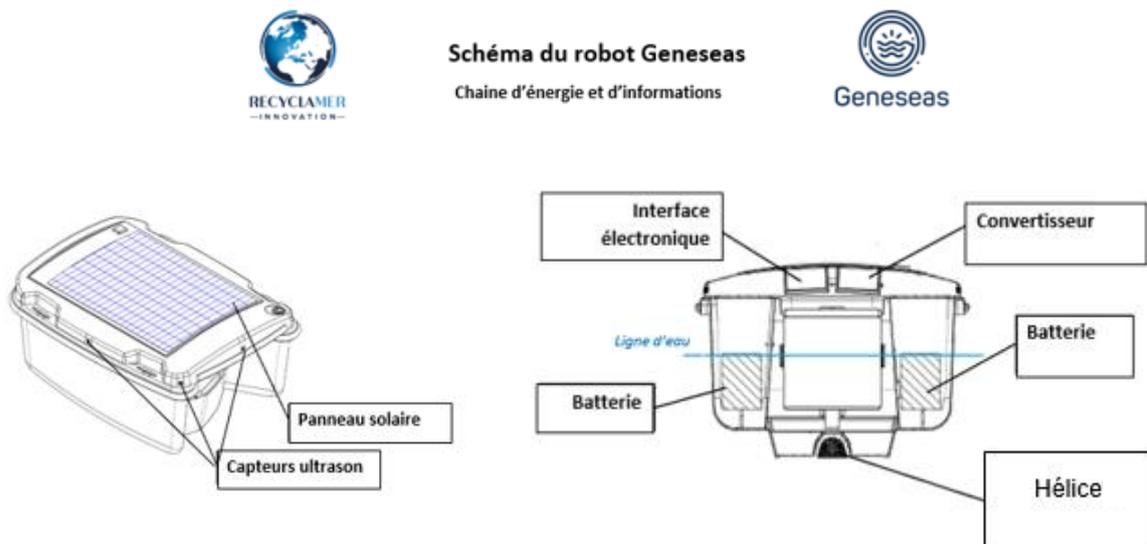
Afin d'enrayer ce processus, le robot *Geneseas* a été inventé pour collecter les déchets avant qu'ils ne coulent. Les déchets collectés peuvent être très variés : du plastique (bouteilles, emballages), des mégots de cigarettes, du verre (bouteilles en verre), du métal (canettes remplies d'air), ou des déchets organiques (poissons morts, bois flottant, algues...).

Grâce à l'utilisation d'une application installée sur un téléphone mobile multifonction (« smartphone »), l'utilisateur détermine la zone à nettoyer. Il est informé par le robot lorsque le panier de remplissage est plein.



Document 10 : Photographie du petit robot *Geneseas*, collectant les déchets à la surface de l'eau, dans le port de La Rochelle. (Source : <https://plastics-themag.com/Recyclamer-the-aquatic-vacuum>)

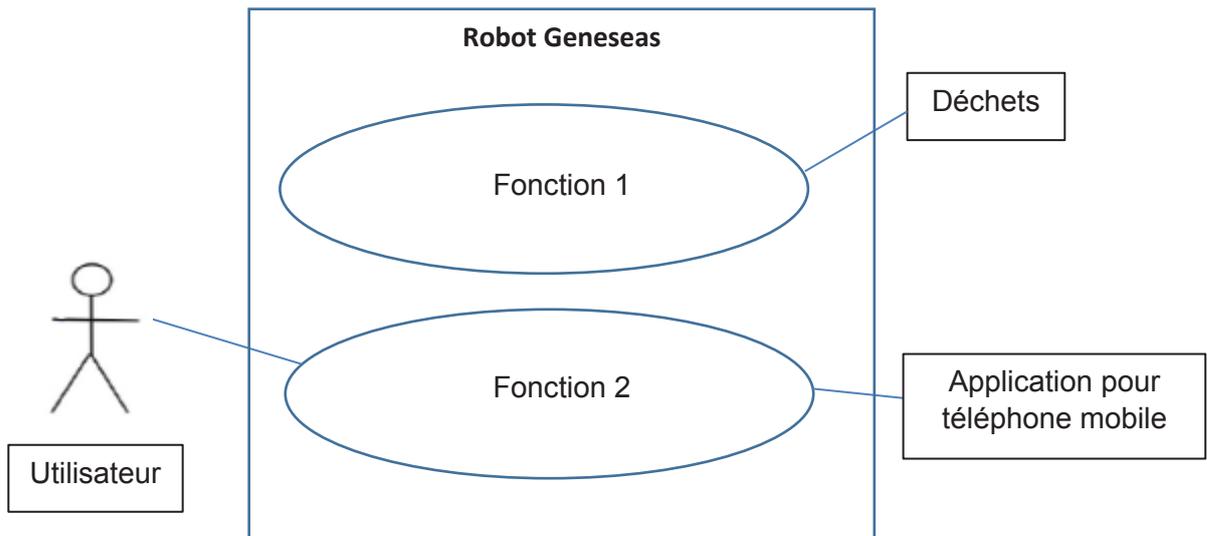
A. Etude de la structure du robot : fonctions et composants



Document 11 : Description du robot *Geneseas* (d'après <https://www.recyclamer-innovation.com>).

Question 18 :

Indiquer avec un verbe à l’infinitif les fonctions 1 et 2 présentées dans le diagramme des cas d’utilisation du robot (**document 12**).



Document 12 : Diagramme de fonctionnement du robot.

Question 19 :

Donner les fonctions techniques de l’hélice et de la batterie.

Voici une maquette de bateau (**document 13**). L’enseignant propose à ses élèves de cycle 3 d’améliorer le fonctionnement du bateau pour qu’il puisse avancer plus vite. Des élèves formulent l’hypothèse d’agir sur les pales (nombre, taille, forme).



Document 13 : Kit de montage d’un petit bateau en bois pour enfants de l’école primaire.
(Source : <http://www.grandado.fr>)

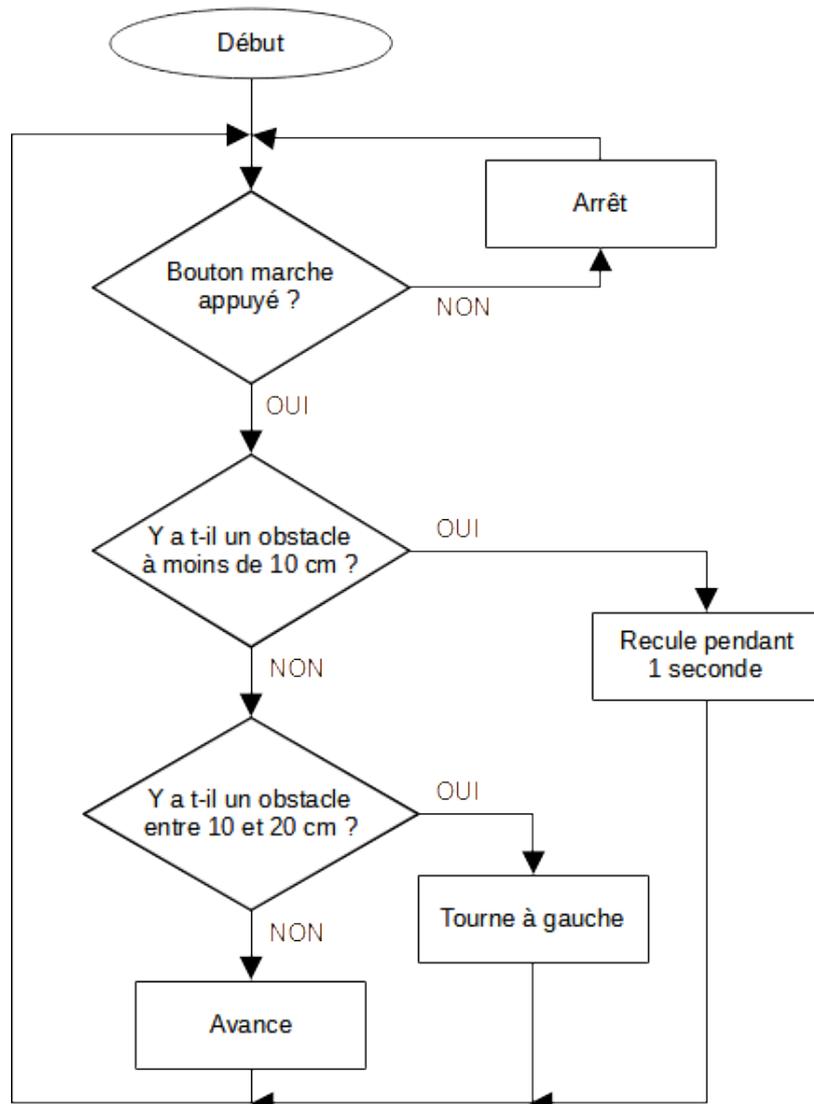
Question 20* :

Détailler la mise en œuvre pédagogique en classe d’une expérience permettant de montrer le lien entre le nombre de pales et la valeur de la vitesse du bateau.
Préciser deux points de vigilance techniques à respecter pour que l’expérience soit valable scientifiquement.

B. Étude du comportement du robot

Grâce à l'application installée sur le téléphone mobile multifonction de l'utilisateur, des points GPS (« Géopositionnement par satellite ») sont déterminés pour former une zone à nettoyer. Le robot se dirige alors automatiquement vers cette zone pour accomplir un cycle de nettoyage. Lorsque le panier est rempli de déchets, l'opérateur peut reprendre la main sur le robot pour le faire revenir au point de départ, où il pourra retirer et vider le panier.

L'appareil est programmé avec l'algorithme suivant pour éviter les obstacles. À l'aide du capteur ultrason, le robot détecte la distance à l'obstacle.



Document 14 : Algorithme de fonctionnement du robot.

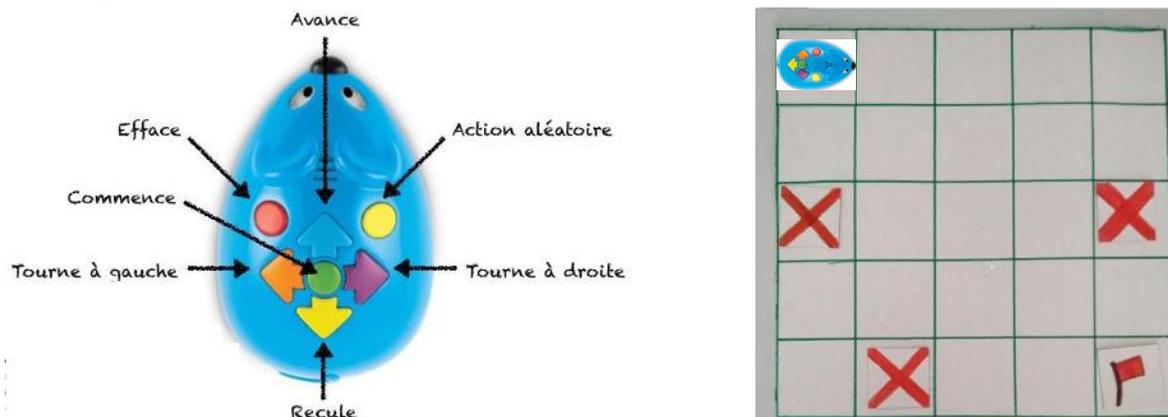
Question 21 :

Décrire le comportement du robot face à un obstacle situé à 15 cm.

Question 22 :

Décrire le comportement du robot face à un obstacle situé à 5 cm.

Un enseignant de CP décide de faire travailler ses élèves en utilisant des « souris robots » programmables et un « labyrinthe » de 5 x 5 cases.



Document 15 : Présentation de la « souris robot » et du labyrinthe mis à disposition des élèves.
(Source : <https://www.learningresources.com>)

Question 23* :

Proposer et décrire une activité d'apprentissage préalable à l'utilisation des robots.

Lors de la séance de programmation, la consigne suivante a été donnée aux élèves : « *Le robot part de la case en haut à gauche et doit arriver en bas à droite en évitant les cases marquées d'une croix* ».

Observer les quatre exemples de travaux d'élèves ci-dessous :

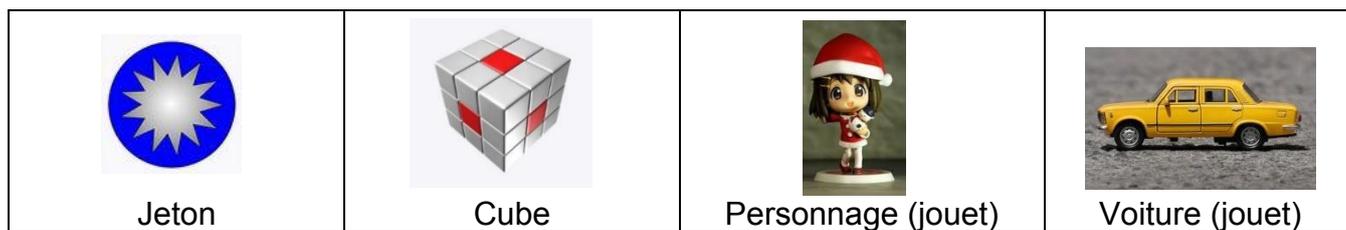
<p>Élève A</p>	<p>Élève B</p>
	<p>Élève C</p>
	<p>Élève D</p>

Document 16 : Réponses d'élèves sur le trajet de la « souris robot ».

Question 24* :

Analyser les réponses proposées par les élèves en cherchant à expliciter leurs réussites et en émettant des hypothèses sur leurs erreurs.

Ne disposant que d'un nombre limité de robots, l'enseignant décide de confier à certains élèves un objet qui symbolisera le robot. Il dispose des objets suivants :



Document 17 : Images d'objets à disposition des élèves. (Source : Pixabay, images libres de droit)

Question 25* :

Choisir un ou plusieurs objets parmi les quatre proposés et justifier ce ou ces choix.

Troisième épreuve écrite du CRPE

Épreuve écrite d'application domaine sciences et technologie

Concours Externe

	Code concours	épreuve	matière
Public	EXT PU	103 A	2041
Privé	EXT PR	103 A	2041

Externe Spécial langue régionale

	Code concours	épreuve	matière
Public	EXT LR PU	103 A	2041
Privé	EX TLR PR	103 A	2041

Troisième concours

	Code concours	épreuve	matière
Public	3EME PU	103 A	2041
Privé	3EME PR	103 A	2041

Second concours interne

	Code concours	épreuve	matière
Public	2INT PU	103 A	2041
Privé	2INT PR	103 A	2041

Second concours interne - Spécial langue régionale

	Code concours	épreuve	matière
Public	2INT LR PU	103 A	2041
Privé	2INT LR PR	103 A	2041

Information aux candidats : les codes doivent être reportés sur les rubriques figurant en en-tête de chacune des copies que vous remettrez.