

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL
E1 APPROCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNOLOGIQUE

Toutes options

Durée : 120 minutes

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

Le sujet comporte 13 pages

Partie 1 - La passe à poissons

Partie 2 - Le saumon, un bon indicateur de la qualité des milieux aquatiques

Partie 3 - Etude de la taille d'une population de saumons

SUJET

La migration du saumon atlantique

Le saumon atlantique, *Salmo salar*, est un poisson migrateur dont la vie alterne entre l'eau douce et l'eau salée. Il se reproduit en eau douce dans le cours d'eau où il est né. À l'âge adulte, il migre dans l'océan Atlantique. Cette espèce est sensible à la qualité de l'eau et aux aménagements de nos rivières.

PARTIE 1 - La passe à poissons

La passe à poissons est un aménagement qui permet de franchir un obstacle créé par l'homme. Ce dispositif facilite la migration du saumon de l'aval vers l'amont.

Au niveau de la passe à poissons on détourne l'eau vers une microcentrale hydroélectrique. Cette petite centrale est constituée d'un turbo-alternateur qui convertit l'énergie de l'eau en électricité. Une microcentrale hydroélectrique assortie d'une passe à poissons concilie ainsi continuité écologique de la rivière et production d'électricité.

Le **document 1** décrit le fonctionnement d'une microcentrale hydroélectrique.

1. Construire le schéma de la chaîne énergétique du turbo-alternateur sur votre copie.

2. Déterminer la puissance mécanique P_m reçue par le turbo-alternateur lors de la chute d'eau sur une hauteur $h = 40$ cm.

Donnée : $P_m = D \times g \times h$

avec P_m : puissance mécanique reçue, exprimée en Watt ;

h : hauteur de chute d'eau, exprimée en mètre ;

g : l'intensité de pesanteur, exprimée en $m.s^{-2}$ avec $g = 9,8 m.s^{-2}$;

D : débit massique d'eau dans la chute d'eau avec $D = 2,5 \times 10^5 kg.s^{-1}$.

La puissance électrique produite par le turbo-alternateur est égale à 686 kW.

3. Vérifier, par un calcul, la valeur de la puissance électrique, sachant que le rendement du turbo-alternateur est de 70 %.

4. Déterminer la proportion de la puissance électrique produite par cette microcentrale (en %) par rapport à la production d'un barrage, sachant que la puissance électrique produite par un barrage hydroélectrique est de 5 913 kW.

5. Justifier l'intérêt de mettre en place une microcentrale hydroélectrique.

L'étude porte sur le nombre de saumons dans une population et sur l'impact de la température sur les effectifs de cette population. Pour cela, le contrôle de la reproduction naturelle consiste à localiser et à suivre l'activité sur les lieux de reproduction, notamment en réalisant une capture-marquage-recapture des saumons. Ce contrôle sera réalisé au niveau d'une passe à poissons.

Sur une période donnée, on a réalisé une première capture de saumons. Parmi ces saumons, on réalise un marquage de 26 saumons. Les saumons sont relâchés et après un intervalle de temps suffisant, on réalise une seconde capture d'un échantillon de 11 saumons au sein duquel on retrouve seulement 19 % de saumons marqués.

On note :

- **N** : le nombre de saumons à estimer dans la population.
- **M** : le nombre de saumons marqués lors de la première capture.
- **C** : le nombre de saumons capturés lors de la seconde capture dont **R** individus marqués.

6. Calculer le nombre de saumons marqués lors de la seconde capture **R** (arrondir le résultat à l'unité).

La formule $\frac{R}{C} = \frac{M}{N}$ permet d'estimer le nombre de saumons dans la population initiale.

7. Montrer que **N** = 143.

Dans un second temps, on s'intéresse à l'impact de la température de l'eau de la rivière sur le nombre d'individus de la population de saumon dans un secteur donné.

Les résultats obtenus et le nuage de points associés sont donnés dans le **document 2**.

8. Discuter l'existence d'une corrélation entre la température de l'eau et le nombre d'individus.

9. Donner, à l'aide de la calculatrice, l'équation de la droite d'ajustement de S en T obtenue par la méthode des moindres carrés.

10. Préciser l'impact de la température sur la population de saumons dans le secteur donné de la rivière au regard des caractéristiques présentées dans le **document 3**.

Le **document 4** présente les influences de la température sur l'évolution de la population de saumons.

11. Recenser les facteurs influençant l'évolution de la population de saumons.

12. Expliquer l'impact négatif d'un de ces facteurs sur la population de saumons.

PARTIE 2 - Le saumon, un bon indicateur de la qualité des milieux aquatiques

Le saumon est une espèce bio-indicatrice en raison de sa sensibilité à la qualité de l'eau et à l'intégrité physique de son habitat. Le jeune saumon vit dans les eaux froides et bien oxygénées.

Il est particulièrement exposé aux polluants comme les polychlorobiphényles notés aussi PCB. Ce sont des substances chimiques issues de l'industrie s'accumulant dans l'environnement et dans le tissu adipeux du poisson.

Le **document 5** présente les teneurs en PCB dans l'écosystème de rivière.

13. Montrer la place du saumon à différents niveaux trophiques.

14. Expliquer le phénomène conduisant à une forte teneur en PCB chez le saumon.

Pour déterminer si la qualité de l'eau de la rivière est favorable à la croissance du saumon, un technicien procède à l'analyse de l'eau, les résultats obtenus sont donnés dans le **document 3**.

Il réalise un dosage colorimétrique des ions calcium Ca^{2+} contenus dans l'eau de rivière. Le protocole et le résultat du dosage sont donnés dans le **document 6**.

La concentration en masse des ions calcium Ca^{2+} est égale à $C_{m1} = 40 \text{ mg.L}^{-1}$.

15. Démontrer cette valeur par le calcul.

Données :

Masse molaire de l'ion calcium $M(\text{Ca}^{2+}) = 40 \text{ g.mol}^{-1}$

Relation d'équivalence : $C_1 \times V_1 = C_2 \times V_{2eq}$

Avec : C_1 : concentration en quantité de matière d'ions calcium (en mol.L^{-1})

C_2 : concentration en quantité de matière de solution titrante en ions Y^{4-} (en mol.L^{-1})

V_1 : volume d'eau analysé (en mL)

V_2 : volume de solution titrante versé à l'équivalence (en mL)

Pour la croissance du saumon, l'eau de rivière doit répondre à des critères qui sont précisés dans le **document 7**.

16. Rédiger une synthèse sur l'adéquation entre les conditions de vie et les besoins de croissance du saumon en s'appuyant sur les questions précédentes et les données sur la qualité de l'eau présentée dans les **documents 5 et 7**.

PARTIE 3 - Étude de la taille des saumons

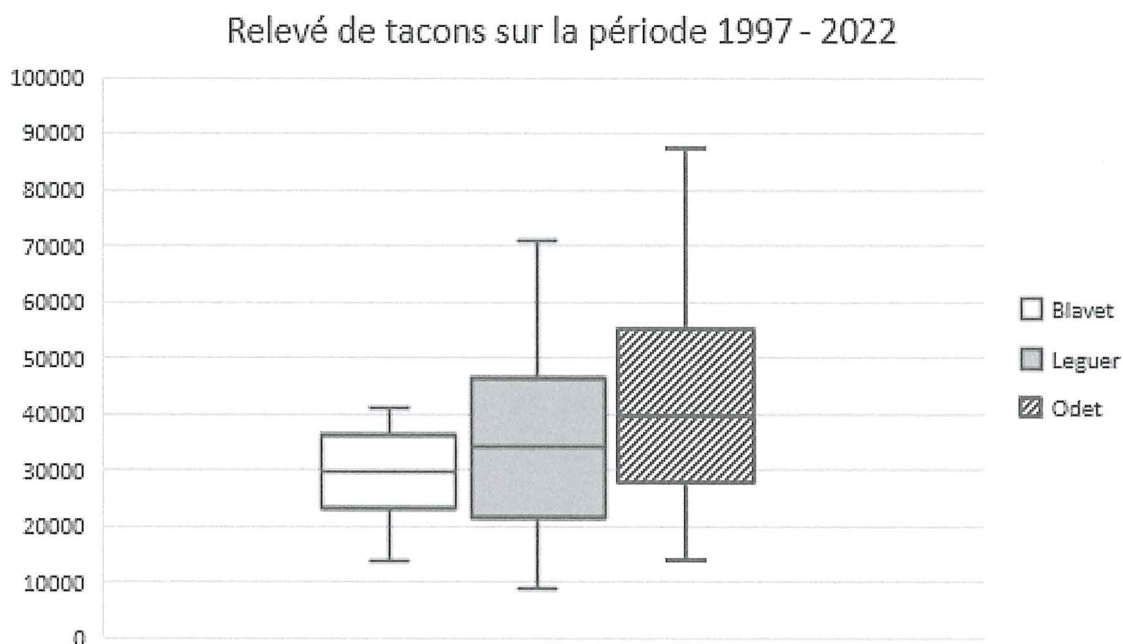
Afin de suivre l'évolution de la ressource en saumon, plusieurs relevés de jeunes saumons, appelés tacons, sont effectués depuis 1997 dans plusieurs cours d'eaux de Bretagne.

Les données concernant les prélèvements réalisés sur une période sont ensuite répertoriées à l'aide d'un tableur afin d'être analysées. Un extrait de ce tableur et de son dictionnaire des données est présenté dans le **document 8**.

On s'intéresse à l'effectif des tacons dans les différents fleuves de Bretagne au fil des années.

17. Indiquer les seules colonnes utiles à conserver.

Le graphique ci-dessous donne, à partir de la base de données mise en qualité, la répartition des effectifs des relevés des tacons sur la période 1997 – 2022 pour trois rivières.



Le compte-rendu note : « ***Pour les trois rivières : le Blavet, le Leguer et l'Oudon, plus de trois quarts des relevés sur la période 1997 – 2022 montrent un effectif supérieur à 20 000*** ».

18. Discuter la pertinence de cette affirmation.

DOCUMENT 1

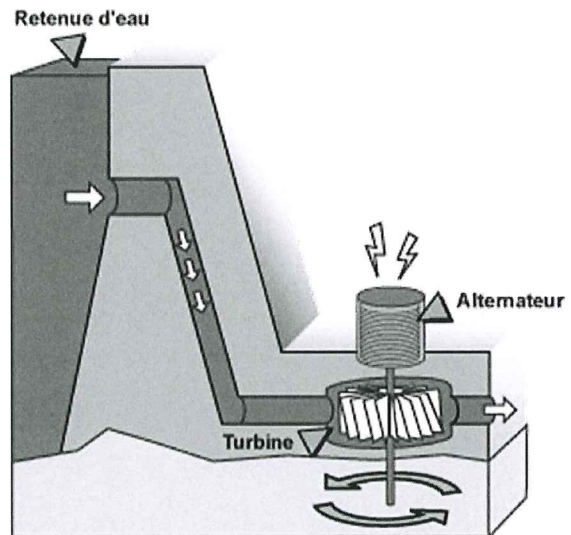
Fonctionnement d'une microcentrale hydroélectrique

Microcentrale hydroélectrique

Débit massique d'eau dans la chute d'eau :

$$D = 2,5 \times 10^5 \text{ kg.s}^{-1}$$

La chute d'eau fait tourner la turbine reliée à un alternateur qui convertit l'énergie mécanique en énergie électrique.



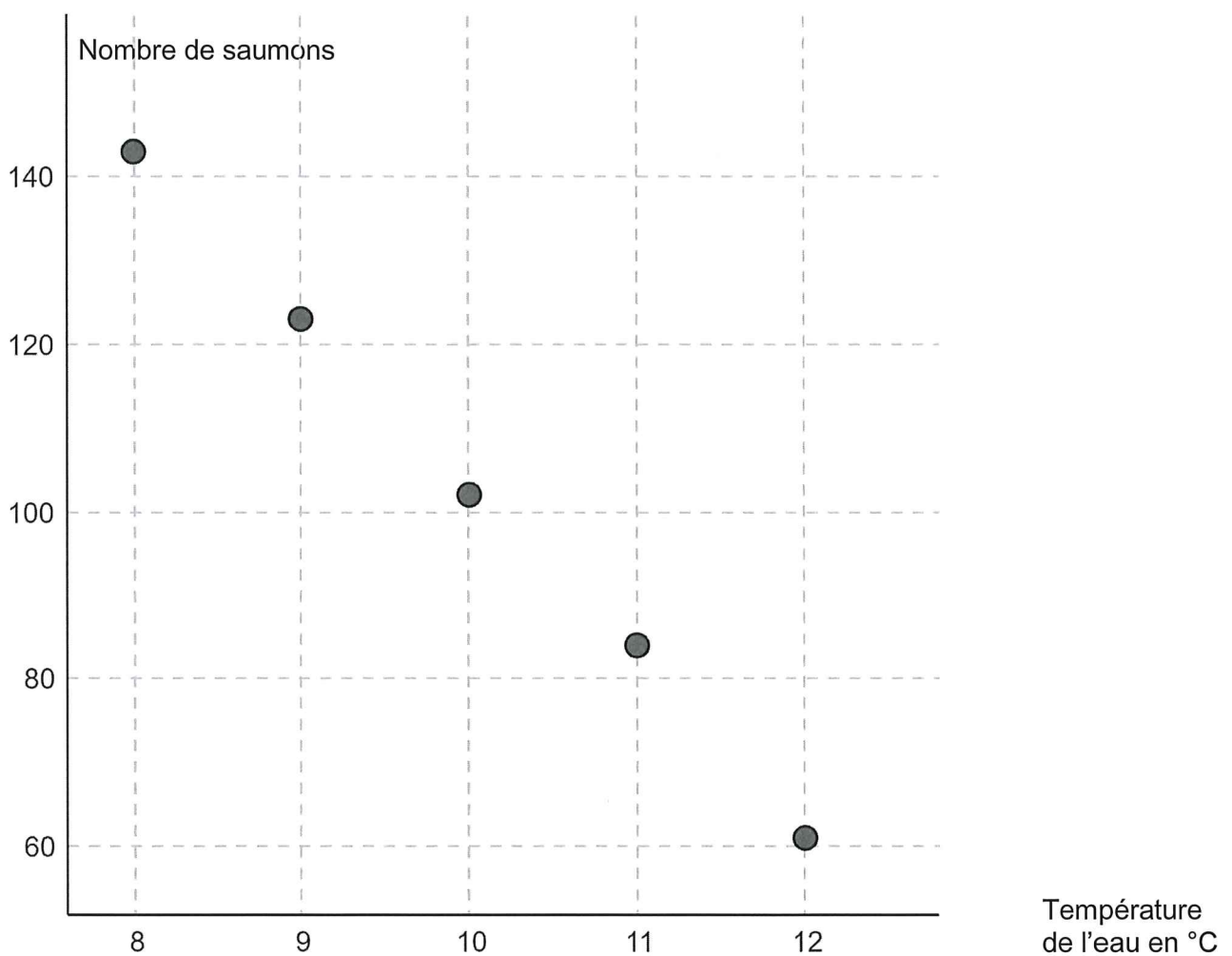
D'après : <https://www.energies-services.org>

DOCUMENT 2

Données sur le nombre de saumons en fonction de la température

T : Température moyenne (en °C)	8	9	10	11	12
S : Nombre de saumons	143	123	102	84	61

Évolution du nombre de saumons en fonction de la température, exprimée en °C



Documents créés pour les besoins de l'examen

DOCUMENT 3

Résultats de l'analyse de l'eau de rivière

Paramètres	Valeur
pH	7,2
Température de l'eau	15 °C
Concentration en ions magnésium Mg^{2+}	18 mg.L ⁻¹
Concentration en ions nitrate NO_3^-	65 mg.L ⁻¹
Concentration en ions calcium Ca^{2+}	-
Concentration en ions ammonium NH_4^+	$\leq 0,06$ mg.L ⁻¹
PCB	Présent

D'après le ministère chargé de la santé : résultats des analyses du contrôle des eaux de rivières

DOCUMENT 4

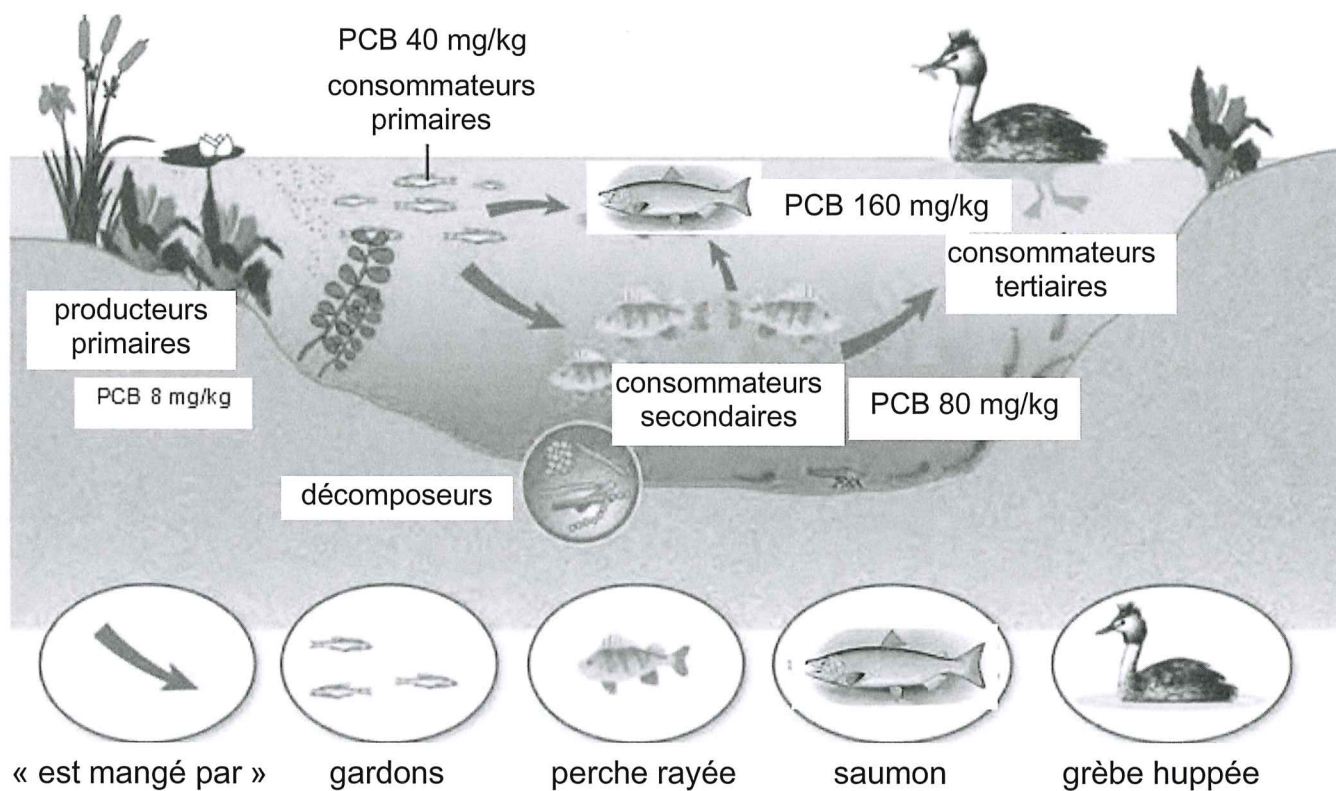
Influences de la température sur l'évolution de la population du saumon

Les études scientifiques montrent que le saumon est une espèce vulnérable qui peut être impactée par les activités humaines et le changement climatique. L'augmentation de la température des mers et des rivières peut influencer la biodiversité aquatique et notamment la population de poissons. En effet, des observations montrent que la croissance du saumon est ralentie, qu'il a de plus en plus de mal à s'alimenter à cause du peu de disponibilité de certaines ressources alimentaires. De plus, le taux de prédation du saumon par d'autres poissons est plus important et sa reproduction peut être perturbée.

D'après : ONEMA

DOCUMENT 5

Teneurs en PCB dans l'écosystème de rivière



Document créé pour les besoins de l'examen

DOCUMENT 6

Dosage pour déterminer la dureté de l'eau de rivière

Protocole :

Introduire la solution titrante contenant des ions Y^{4-} de concentration en quantité de matière $C_2 = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ dans la burette. Ajuster le zéro.

Prélever un volume $V_1 = 100,0 \text{ mL}$ d'eau à analyser, de concentration en quantité de matière C_1 en ions calcium Ca^{2+} et l'introduire dans un bécher ; ajouter environ 20 mL d'une solution tampon de façon à amener le pH vers 10.

Ajouter quelques gouttes de l'indicateur coloré adapté, le Noir Ériochrome T (N.E.T.) : le milieu devient rose.

Relever le volume V_{2E} de solution titrante versé pour obtenir l'équivalence observée par un virage du rose au bleu de l'indicateur coloré.

Dosage :

L'équation simplifiée de la réaction support du dosage est : $Ca^{2+} + Y^{4-} \rightarrow CaY^{2-}$

L'équivalence est obtenue pour un volume $V_{2eq} = 10,0 \text{ mL}$.

Document original

DOCUMENT 7

Biologie écologie du saumon atlantique

Le saumon de la famille des salmonidés est une espèce présente sur tout le continent européen. Ce poisson se caractérise par sa grande sensibilité aux perturbations environnementales et est souvent utilisée comme espèce indicatrice pour surveiller les rivières. Elle apprécie les eaux claires, de bonne qualité avec un pH compris entre 8 et 9 et bien oxygénée, c'est-à-dire que la concentration en masse en dioxygène dissous doit être supérieure à 6 mg.L^{-1} . La température de l'eau pour sa croissance doit être comprise entre 4° et 12°C . Le saumon n'apprécie guère les eaux stagnantes, il préfère les eaux rapides que l'on retrouve dans les cours d'eau. La concentration en masse en ions calcium dans l'eau doit être supérieure à 20 mg.L^{-1} pour favoriser la construction du squelette et donc sa croissance. Les écailles contiennent principalement du calcium, du phosphate et du collagène.

Son régime alimentaire est plutôt composé d'invertébrés aquatiques, tels que les larves d'insectes et les crustacés mais aussi de petits poissons.

D'après : <https://www.peche.com>

DOCUMENT 8

Descriptif des champs					
Abréviation du champ, choisie dans le SIG	format du champ	Longueur	Précision	Description du champ	Classes (ou exemple)
			(nb décimale)		
ias_id	Texte (string)	254	0	Identifiant unique de la table (nom du bassin et année de suivi)	leff_1997
ias_bassin	Texte (string)	254	0	Nom du bassin versant suivi	leff
ias_log_op	Texte (string)	254	0	Structure productrice de la donnée (opérateur de la pêche)	fdaappma_22
ias_surf_a	nombre (integer 64)	10	0	Surface de production accessible (m²) = surface équivalent radiers + rapides + 1/5 de plats	72305
ias_surf_e	nombre (integer 64)	10	0	Surface de production accessible (m²) = surface équivalent radiers + rapides + 1/5 de plats	53259
ias_annee	nombre (integer 64)	10	0	Année de suivi	1997
ias_p	nombre (double réel)	10	2	Indice d'abondance pondéré = Nombre de tacons en 5 minutes de pêche pondérés par rapport à la surface de production échantillonnée	15,88
ias_prod_a	nombre (integer 64)	10	0	Effectif de tacons produits	4111

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	ias_id	ias_bv	ias_str_p	ias_surf_a	ias_surf_e	ias_annee	ias_p	ias_prod_annuelle
43	aven_2019	aven	fdaappma 29	142686	124377,4094	2019	33,42	20195
44	aven_2020	aven	fdaappma 29	142686	124377,4094	2020	18,62	10591
45	aven_2021	aven	fdaappma 29	142686	124377,4094	2021	37,57	19960
46	blavet_1997	blavet	fdaappma 56	393985	291591	1997	12,30	29938
47	blavet_1998	blavet	fdaappma 56	393985	306741	1998	7,63	13946
48	blavet_1999	blavet	fdaappma 56	393985	306741	1999	13,70	32559
264	leguer_1997	leguer	fdaappma 22	197283	153731	1997	35,24	36423
265	leguer_1998	leguer	fdaappma 22	197283	170849	1998	16,20	9049
266	leguer_1999	leguer	fdaappma 22	197283	170849	1999	25,60	19290
267	leguer_2000	leguer	fdaappma 22	197283	170849	2000	26,72	19128
268	leguer_2001	leguer	fdaappma 22	197283	170849	2001	34,84	34073
269	leguer_2002	leguer	fdaappma 22	197283	170849	2002	98,08	70973
316	odet_2014	odet	fdaappma 29	249049	185289	2014	43,59	43075
317	odet_2015	odet	fdaappma 29	249049	185289	2015	60,71	55626
318	odet_2016	odet	fdaappma 29	249049	185289	2016	32,75	30638
319	odet_2017	odet	fdaappma 29	249049	185289	2017	46,45	39350
320	odet_2018	odet	fdaappma 29	249049	185297	2018	28,63	27811
321	odet_2019	odet	fdaappma 29	248682	136078	2019	58,66	39618
322	odet_2020	odet	fdaappma 29	248682	195751	2020	27,31	26812
323	odet_2021	odet	fdaappma 29	248682	195751	2021	66,68	63160
440	yar_2019	yar	fdaappma 22	37104	37104	2019	10,42	1334
441	yar_2020	yar	fdaappma 22	37104	37104	2020	0,00	0
442	aulne_2022	aulne	fdaappma 29	193135	168439	2022	21,85	15776
443	aven_2022	aven	fdaappma 29	142686	124377	2022	39,06	23323
444	blavet_2022	blavet	fdaappma 56	326121	227812	2022	20,35	23364

Documents adaptés pour les besoins de l'épreuve
Source : BGM, 2022.

Indices pondérés d'abondance de juvéniles de saumon par bassin en Bretagne depuis 1997.

GRILLE d'ÉVALUATION

Capacité évaluée	Critères d'évaluation	Points
C1.1 Interpréter des faits en s'appuyant sur une démarche scientifique	Appropriation à partir d'un contexte d'un problème ou de questionnements	/8
	Raisonnement scientifique pour proposer une stratégie de résolution	
	Réalisation de la démarche retenue	
	Exploitation de données et de résultat	
C1.2 Étudier un phénomène social ou professionnel à l'aide de données notamment en nombre	Analyse du contexte et de la problématique	/4
	Exposition des données adaptée au contexte et représentative de la problématique étudiée	
C1.3 Exploiter la modélisation d'un phénomène	Analyse d'un phénomène dans son contexte	/8
	Utilisation d'un ou de plusieurs modèle(s) adapté(s) au phénomène étudié	
	Validation d'une conjecture ou d'une théorie	
	Communication / diffusion de la réponse	
TOTAL		/20