

Comparaison de la qualité biologique de l'eau en différentes saisons

Ce modèle de projet s'appuie sur le [processus de recherche scientifique](#) de GLOBE.

Aborder un thème environnemental / observer la nature

Pour familiariser les élèves avec le thème, consulter les suggestions d'enseignement de GLOBE (voir sous-page "[Pour l'enseignant-e](#)").

Poser des questions

Dans ce modèle, la qualité biologique de l'eau (QBE) d'un cours d'eau est comparée en différentes saisons. Les questions possibles sont les suivantes : la QBE d'un cours d'eau change-t-elle au fil des saisons ? Existe-t-il des macroinvertébrés qui ne peuvent être observés qu'à certaines saisons ? Dans quelle mesure les caractéristiques physico-chimiques du cours d'eau changent-elles au cours des saisons ?

Dans ce modèle de projet, trois relevés en automne sont comparés à trois relevés au printemps le long du même cours d'eau. Il s'agit principalement d'une comparaison de la QBE, mais les paramètres hydrologiques sont également comparés.

Développer des hypothèses

Les hypothèses sont à formuler sur la base des questions posées (la justification des hypothèses est indiquée en vert) :

- H1 : la QBE du printemps est meilleure que celle de l'automne : les températures sont plus basses au printemps qu'en automne (température de l'eau, en partie due à la fonte des eaux), donc la teneur en oxygène est plus élevée au printemps, ce qui est favorable aux macroinvertébrés.
- H2 : on trouve plus de macroinvertébrés au printemps (nombre de formes) : comme les larves de différents macroinvertébrés (par ex. d'éphémères, de trichoptères ou de perles) éclosent de l'œuf en été, elles sont plus grandes au printemps qu'en automne et peuvent donc être repérées plus facilement.
- H3 : la teneur en nitrates (TN) est plus élevée au printemps : au printemps, on épand des engrais qui peuvent se déverser dans les cours d'eau en cas de pluies.

Ces hypothèses sont ensuite confirmées ou infirmées, lors de l'analyse des données. Les hypothèses de travail comprennent également des hypothèses nulles. Ceci afin d'éviter une attitude d'attente à l'égard des résultats..

Exemple d'hypothèse nulle pour H1 : la QBE de l'automne est la même que celle du printemps.

Planifier les recherches

Avant de commencer les mesures, se procurer le [matériel](#) de mesure nécessaire, sélectionner les emplacements et planifier une sortie pour la collecte des données. Idéalement, les méthodes devraient être testées au préalable avec les élèves.



Figure 1 : une élève mesure la qualité biologique de l'eau. © Eric Wyss / GLOBE Suisse



Figure 2 : l'un des sites prélevés, sur la Birsig près de Bâle. © Daria Göllnitz / GLOBE Suisse

Recueillir des données

Collecte des données

Il est important de suivre les instructions de GLOBE pour la collecte des données (voir "Mesures sur le terrain", sous-page "Pour la classe") afin d'obtenir des résultats significatifs et comparables. Les paramètres à mesurer sont définis à partir des questions posées.

Pour disposer d'une masse de données aussi large que possible nous allons collecter, pour ce modèle, tous les paramètres des offres GLOBE "[Hydrologie](#)" et "[Bioindication des cours d'eau](#)".

Saisie des données

Les données obtenues lors des mesures peuvent être saisies depuis un mobile ou un PC via [l'application Cours d'eau](#) (enregistrement requis, voir "Saisie et comparaison des données", sous-page "Pour la classe").

Dans cet exemple, on compare les mesures effectuées à deux saisons et trois endroits sur la Birsig à Bâle (six mesures au total). Ce tableau donne les dates des mesures :

Emplacements	Mesures automne 2017	Mesures printemps 2018
Birsig Viaduktstrasse (BG1)	9 novembre	29 mars
Birsig Oberwil (BG2)	24 novembre	14 mars
Birsig Biel-Benken (BG3)	24 novembre	29 mars

La figure 3 indique la situation des différents emplacements. Les données recueillies à partir de nos mesures sont présentées dans les figures 5 à 10.

Analyser les résultats

L'évaluation des données peut être réalisée à l'aide [l'outil d'analyse eaux courantes](#).

Vérifier les hypothèses

Les hypothèses sont à vérifier au moyen des valeurs mesurées. **H1** est invalidée : la QBE de deux des trois emplacements est identique au printemps et en automne; à l'emplacement BG3 elle est meilleure en automne qu'au printemps.

Pour vérifier H2, cherchons, pour chaque emplacement, le PDF en pièce jointe relatif aux macroinvertébrés, sur l'outil d'analyse. Ce qu'ils nous indiquent : au printemps, 20, 17 et 14 formes différentes ont été trouvées à BG1, BG2 et BG3 ; tandis qu'en automne, on en a trouvé 18, 22 et 23. De ce fait, **H2** est également invalidée.

H3 par contre est vérifiée : la TN est plus élevée au printemps qu'en automne aux trois emplacements, en moyenne de 0.77 mg/l.

Interpréter les résultats

H1 et H2, tous deux invalidés, nous indiquent que la QBE de la Birsig ne varie pas tant de l'automne au printemps. De plus, comme les deux hypothèses sont presque les mêmes mais ont des arguments différents, on peut supposer que les deux justifications des différences de QBE entre les saisons sont "incorrectes". Approfondissons cet élément : si l'on examine de plus près la justification de H1, on constate qu'en général, les températures au printemps sont plus basses qu'en automne et que la teneur en oxygène (TO) est plus élevée au printemps qu'en automne dans les trois emplacements. Ainsi, les arguments étaient corrects mais ils n'ont pas causé une augmentation de la QBE. Comment est-ce possible ?

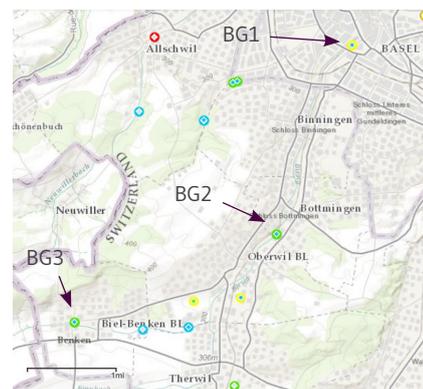


Figure 3 : situation des emplacements analysés sur la Birsig à Bâle.



Figure 4 : thermomètres mesurant la température de l'eau. © Daria Göllnitz / GLOBE Suisse

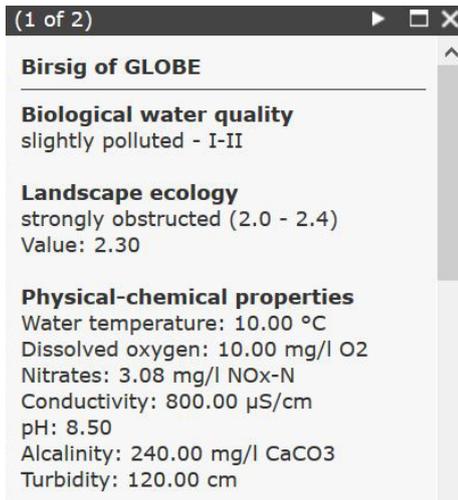


Figure 5 : capture d'écran des données de l'emplacement BG1 saisies en automne 2017.

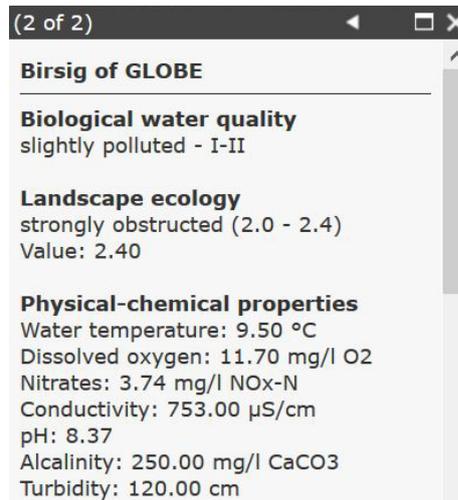


Figure 6 : capture d'écran des données de l'emplacement BG1 saisies au printemps 2018.

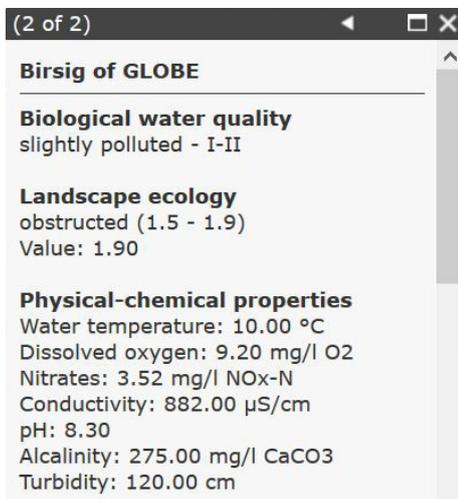


Figure 7 : capture d'écran des données de l'emplacement BG2 saisies en automne 2017.

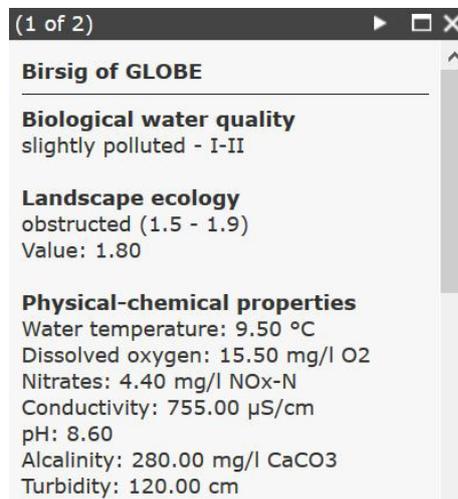


Figure 8 : capture d'écran des données de l'emplacement BG2 saisies au printemps 2018.

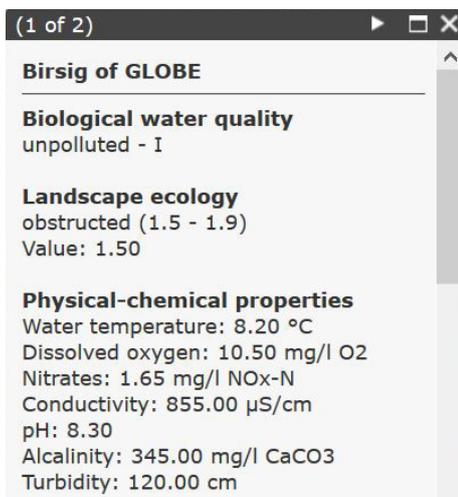


Figure 9 : capture d'écran des données de l'emplacement BG3 saisies en automne 2017.

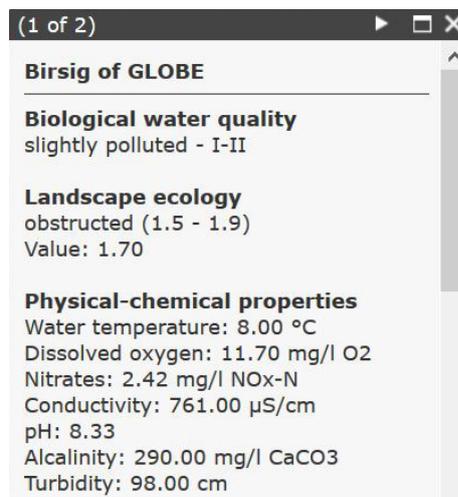


Figure 10 : capture d'écran des données de l'emplacement BG3 saisies au printemps 2018.

L'explication pourrait résider dans le rythme saisonnier de la vie des macroinvertébrés : en été, les insectes pondent leurs œufs dans l'eau ; dès ce moment éclosent les larves de divers macroinvertébrés. Durant l'été et l'automne, elles grandissent ; en automne, elles semblent déjà assez grandes pour être visibles à l'œil nu. Le nombre de macroinvertébrés ne diminue pas pendant l'hiver et le printemps, car la température de l'eau et le TO augmentent. Mais il ne croît pas non plus car en automne, toutes les formes que l'on peut trouver au printemps sont déjà là.

Le même raisonnement peut également expliquer l'invalidation de H2 : le nombre de formes trouvées n'est pas plus important au printemps qu'en automne car les macroinvertébrés ne se reproduisent entre les analyses d'automne et de printemps. Le fait qu'il n'y ait pas de régularité dans les différences du nombre de formes de l'automne au printemps (sur un site, on a trouvé moins de formes en automne qu'au printemps alors que sur les deux autres, c'est le contraire; les variations se remarquent dans plusieurs groupes de formes indicatrices) renforce cette explication : il semble que trouver plus de formes à une certaine saison tienne plutôt du hasard, donc la cause de ces différences n'est très probablement pas la saison (mais peut-être est-ce dû à une fluctuation inhabituelle du type de prélèvement). Il faut toutefois noter que la catégorie de QBE ("slightly polluted") est identique dans la Birsig pour les deux saisons, à deux des trois emplacements - et elle ne diffère que légèrement au troisième. Cela relativise les différences dans le nombre total de formes constatées.

La TN plus élevée au printemps (H3) révèle que la l'hypothèse d'une utilisation accrue d'engrais au printemps est tout à fait plausible (comp. à l'automne). Cependant, avec une moyenne de 0,77 mg/l, ces différences ne sont pas grandes. De plus, les valeurs absolues, avec un maximum de 4,4 mg/l, se situent dans une norme basse. Cela explique pourquoi la QBE ne baisse pas au printemps malgré la TN plus élevée.

Vérifier la vraisemblance

Les élèves doivent apprendre à lire leurs résultats et interprétations d'un œil critique :

- les résultats ont-ils un sens ? peuvent-ils être expliqués ?
- y a-t-il des erreurs de mesure ? comment se sont-elles produites ?
- qu'est-ce qui peut être - ou ne peut être - énoncé sur la base des mesures ?
- des données d'autres sources peuvent-elles valider ou invalider les interprétations ?
- quelles mesures faudrait-il effectuer pour répondre aux questions sans réponse ?

Pour permettre une comparaison facile avec les données cantonales, GLOBE Suisse a réalisé une fiche de liens cantonaux, sous-page "[Pour la classe](#)".

Tout d'abord, nous vérifions la plausibilité globale des valeurs mesurées. Dans le cadre du programme GLOBE, la QBE avait été mesurée à autre point de la Birsig et définie comme "slightly polluted". Cela correspond à nos mesures. En dehors de nos mesures actuelles, le TO et la TN n'ont pas été mesurées, de sorte qu'aucune autre comparaison n'est possible.

Une comparaison avec les données cantonales montre que la TN mesurée par le canton se situe globalement dans une fourchette similaire (figure 13) - les emplacements "Birsig Baslerstrasse 21" et "Birsig Heuwaage" sont proches des emplacements BG1 et BG2 étudiés. Les données cantonales indiquent également que le TO est systématiquement qualifié de "très bon" depuis le début des mesures (figure 14), ce qui correspond à nos résultats. La QBE de la Birsig a aussi été mesurée par le canton de Bâle mais avec des méthodes différentes de celles de GLOBE. La méthode de mesure la plus comparable ("IBCH") montre une bonne QBE à deux endroits de la Birsig, à proximité de BG1 (Source : Office de l'environnement et de l'énergie BS, Division de la protection des eaux (Ed.) (2018): [Biomonitoring Oberflächengewässer Basel-Stadt 2017](#)). Cela correspond à nos résultats mais cette comparaison doit être interprétée avec prudence du fait que les méthodes utilisées ne sont pas identiques.



Figure 11 : kit de test pour mesurer la teneur en nitrates. © Daria Göllnitz / GLOBE Suisse



Figure 12 : larve de simule trouvée à l'emplacement BG2. © Daria Göllnitz / GLOBE Suisse

Après avoir établi qu'une comparaison de nos mesures avec d'autres données (dans la mesure du possible) indique une cohérence, examinons de plus près les similitudes trouvées : pour d'autres cours d'eau également, on peut constater que la QBE ne fluctue pas de manière significative au fil des saisons (H1 et H2) : par exemple, les mesures fait par GLOBE sur l'Aar révèlent que sa QBE ne change pas beaucoup avec les saisons : la qualité d'un premier emplacement était un peu meilleure au printemps qu'en automne, celle d'un deuxième point était plutôt moins bonne et pour le troisième emplacement, la QBE était la même. Il en ressort donc qu'il n'y a pas de différence nette de QBE de l'eau entre d'automne et le printemps.

Nitrates (N) en mg-N/L	1993/1994	1995/1996	1997/1998	1999/2000	2001/2002	2003/2004	2005/2006	2007/2008	2009/2010	2011/2012	2013/2014	2015/2016	2017/2018
AUBACH	3.3	3.3	3.2	3.4	3.2	3.0	3.2	3.1	3.5	2.8	2.8	2.7	2.8
BACHGRABEN	3.9	5.0	5.3	5.1	4.8	5.3	5.0	4.4	5.5	4.3	4.5	4.3	3.8
BETTINGERBACH	3.6	4.0	4.7	3.7	3.4	3.7	3.2	2.6	2.7	2.4	2.4	2.5	2.0
BIRSE	3.6	3.5	3.6	3.1	2.7	3.4	3.4	3.5	3.4	3.1	2.8	3.4	3.7
BIRSIG HEUWAAGE	-	5.7	6.3	4.6	4.5	4.8	4.8	3.9	4.2	4.1	3.5	3.8	4.2



Figure 13 : extrait des mesures cantonales de teneur en nitrates dans différents cours d'eau du canton de Bâle. Source (2019) : Office de l'environnement et de l'énergie de Bâle-Ville : [Qualität der Oberflächengewässer im Kanton Basel-Stadt](#). Années d'étude : 1993 à 2018 (trad. GLOBE).

Oxygène dissous en mg/L	1993/1994	1995/1996	1997/1998	1999/2000	2001/2002	2003/2004	2005/2006	2007/2008	2009/2010	2011/2012	2013/2014	2015/2016	2017/2018
AUBACH	11.7	11.5	11.0	10.0	11.0	11.6	11.7	11.0	11.2	11.2	11.3	11.7	11.6
BACHGRABEN	9.1	12.3	13.2	10.5	12.0	12.9	12.9	12.1	12.1	10.7	12.0	13.1	12.2
BETTINGERBACH	12.0	11.8	10.9	10.6	11.3	12.4	11.8	10.4	10.5	10.4	11.1	11.5	11.8
BIRSE	12.6	12.6	12.5	11.8	11.3	13.8	11.4	10.6	11.4	12.3	12.4	12.9	12.6
BIRSIG HEUWAAGE	-	12.9	12.6	12.2	11.6	13.8	13.3	11.1	11.7	11.5	12.0	12.8	11.8



Figure 14 : extrait des mesures cantonales de la teneur en oxygène dans différents cours d'eau du canton de Bâle. Source (2019) : Office de l'environnement et de l'énergie de Bâle-Ville : [Qualität der Oberflächengewässer im Kanton Basel-Stadt](#). Années d'étude : 1993 à 2018 (trad. GLOBE).

En utilisant le filtre temporel de l'outil d'analyse eaux courantes pour afficher la courbe de la TO de mars-avril et octobre-novembre, on constate qu'il y a des variations de TO entre les saisons (fig. 15 et 16) : au printemps, les valeurs les plus élevées sont > 15 mg/l, alors qu'en automne elles sont de 12,1 - 13,0 mg/l. Au printemps, la fourchette la plus fréquente va de 11,1 à 12 mg/l, tandis qu'en automne, elle est de 9,1 à 10,0 mg/l et de 10,1 à 11,0 mg/l. Ainsi, bien que des différences saisonnières semblent être présentes dans de nombreux cours d'eau, elles ne se traduisent pas par une différence nette de QBE entre les saisons (du moins pour la Birsig et l'Aar).

Les différences de TN observées entre l'automne et le printemps semblent s'expliquer du fait que l'agriculture utilise des engrais au printemps et pas en automne. Dans l'outil d'analyse, si l'on affiche la TN des deux saisons séparément (comme ci-dessus pour la TO), aucune norme ne peut être établie. L'explication semble évidente : tous les cours d'eau ne sont pas pareillement influencés par les engrais. Dans le Modèle de projet 3, nous avons étudié de près le Sulgenbach et constaté une influence probable des engrais. La comparaison de la TN du Sulgenbach pour chaque saison révèle aussi des valeurs plus élevées au printemps qu'en automne.

Tirer des conclusions

Des comparaisons avec d'autres séries de données (par ex. celles du canton de Bâle-Ville) font apparaître des valeurs absolues globalement plausibles. Les corrélations constatées semblent également être confirmées par la comparaison avec d'autres données de GLOBE. On peut donc l'affirmer : bien qu'il n'y ait pas de différence de QBE majeure entre le printemps et l'automne (dans l'exemple de la Birsig et de l'Aar), la TO du printemps est en général plus élevée (mesuré à tous les emplacement dans l'outil d'analyse). En outre, le TO de la Birsig et celui du Sulgenbach sont plus

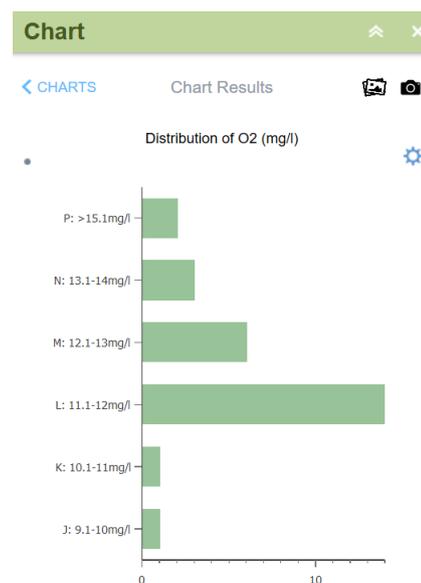


Figure 15 : distribution de la teneur en oxygène de toutes les mesures de l'outil d'analyse eaux courantes pour les mois de mars & avril.

élevés au printemps qu'en automne, probablement du fait de l'utilisation d'engrais agricoles. Les différences saisonnières de TO et TN ne se reflètent pas dans la QBE car les larves de macroinvertébrés éclosent déjà en été et le nombre total de formes reste relativement constant au cours des saisons ultérieures. On peut en déduire ce qui suit :

- en automne, les macroinvertébrés sont déjà assez grands pour être visibles à l'œil nu et identifiés
- la hausse du TO au printemps n'entraîne pas une élévation de la QBE
- le TN plus élevé de la Birsig au printemps ne baisse pas la QBE

Présenter les résultats

Les résultats de l'interprétation seront consignés par les élèves par écrit (sur un poster) ou oralement. Nous vous invitons à nous transmettre les documents ainsi élaborés via l'application (voir section "Saisie et comparaison des données" de la sous-page "[Pour la classe](#)") et à [GLOBE Suisse](#) pour publication sur notre site.

[GLOBE Suisse](#) vous aide volontiers dans la recherche d'un-e expert-e habilité-e à discuter des résultats avec les élèves !

Poser de nouvelles questions

Les élèves peuvent réfléchir à d'autres questions sur la base des analyses présentées et songer aux méthodes à utiliser pour répondre à ces questions.

GLOBE Suisse met à disposition de nombreux documents sur le thème des "Cours d'eau" qui peuvent servir d'aide à l'interprétation. Ils sont téléchargeables sur le site internet de GLOBE (sous-page "[Pour la classe](#)").

Si vous avez d'autres questions à poser, n'hésitez pas à contacter [GLOBE](#). Nous recommandons nos cours de formation réguliers dispensés par des experts et publiés sur le [site de GLOBE](#).

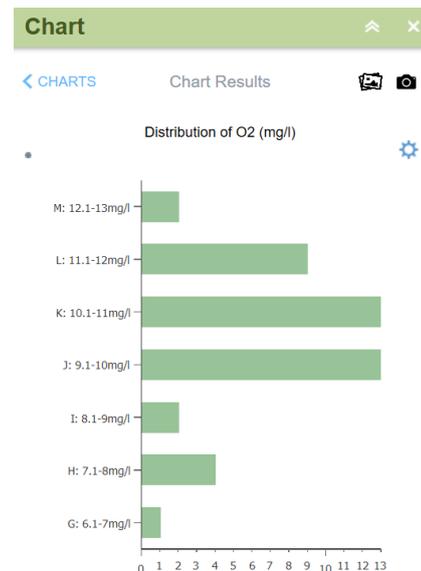


Figure 16 : distribution de la teneur en oxygène de toutes les mesures de l'outil d'analyse eaux courantes pour octobre & novembre.



Figure 17 : bien que la teneur en oxygène soit en général plus élevée au printemps qu'en automne, la qualité de l'eau reste constante au fil des saisons (ici: l'Aar près de Berne au printemps). © Daria Göllnitz / GLOBE Suisse