



Depuis 1981, le Service de l'environnement du canton de Fribourg (SEn) a étudié à 4 reprises l'état sanitaire de ses cours d'eau par bassin versant, afin de connaître l'évolution de leur qualité et d'évaluer l'efficacité des mesures d'assainissement. La méthodologie, identique pour les deux premiers monitorings (NOËL & FASEL, 1985), a été adaptée une première fois lors du troisième suivi (EETEC, 2005). À partir de 2011, un nouveau concept a été mis en place pour la période 2011-2016 (EETEC, 2011), repris pour la période 2017-2022. Les bassins versants ont été regroupés en plus grandes entités géographiques afin de limiter le cycle d'étude sur 6 ans, périodicité plus proche d'une gestion optimale des cours d'eau. Le nombre de stations échantillonnées a été adapté, et de nouvelles investigations ont été introduites (monitoring biologique sur 2 campagnes annuelles avec étude des diatomées, échantillonnage physico-chimique mensuel avec analyse des micropolluants). Les résultats sont publiés sous forme de fiches synthétiques, exposant le bassin versant et chaque station, puis synthétisés et interprétés dans la note d'accompagnement du monitoring (exemple ci-contre).

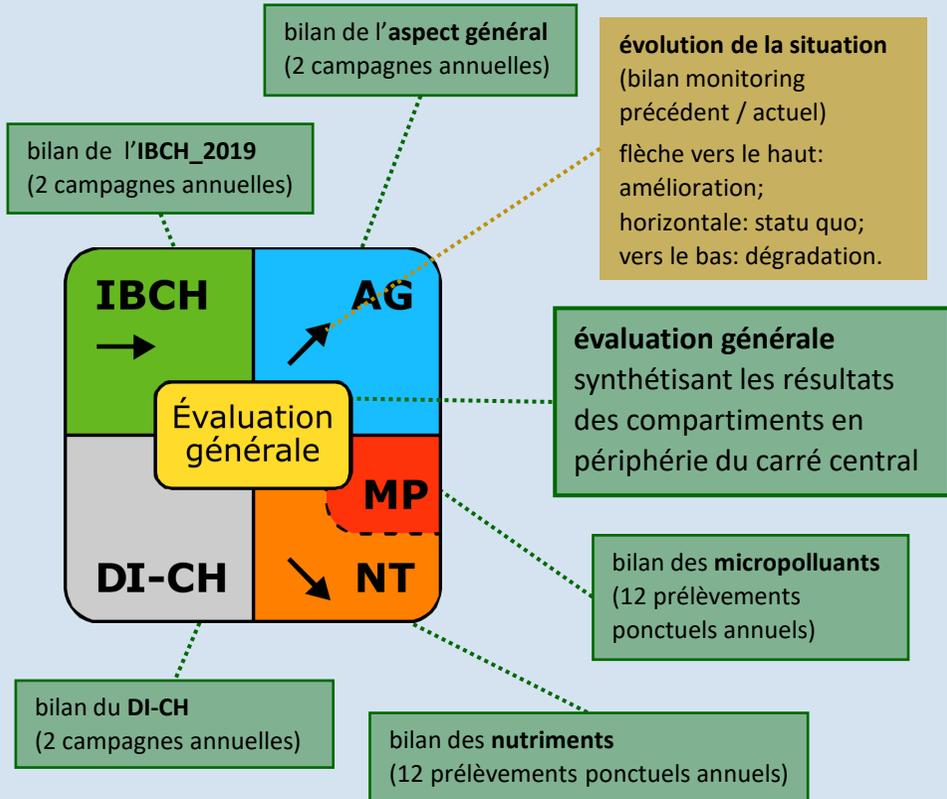
Avertissement

En l'absence de méthode officielle de synthèse des résultats (bilan global), une proposition a été testée et introduite lors du suivi 2011-2016, basée sur **l'atteinte des objectifs légaux** (EETEC, 2014). Les règles utilisées pour le calcul des différents bilans (par compartiment et pour l'évaluation générale) ont été développées conjointement par le bureau biol conseils et le SEn. Elles reposent sur une approche et des bases bien définies et reproductibles. **Ces mêmes règles de calcul sont reprises pour le monitoring en cours (2017-2022) afin que les résultats soient comparables (évolution de la situation)**. En revanche, l'explicatif a été adapté pour le rendre plus compréhensible, sous la forme du présent mode d'emploi.

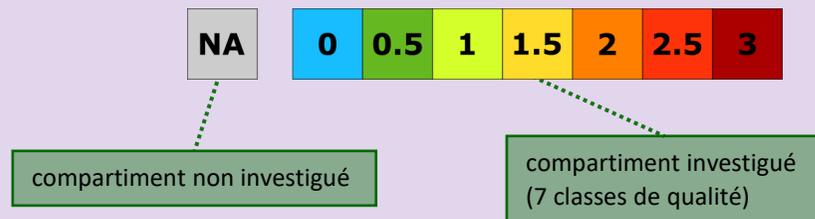
Le choix de conserver ou d'écarter certains indicateurs dans le calcul des bilans, le poids des différents indicateurs et compartiments, les méthodes de calcul et les résultats qui en découlent constituent un « **avis d'expert** », et non pas une analyse statistique. Il faut également tenir compte du fait que certaines informations peuvent être atténuées sous l'effet des nombreux paramètres pris en compte et intégrés dans les calculs (moyennes). Il est donc essentiel de consulter les fiches de synthèse pour obtenir des informations plus détaillées.

bilan global: pictogramme

Présentation du pictogramme du bilan global de qualité



Classes de qualité et palette de couleurs utilisées pour le bilan des compartiments



mode d'emploi



Chaque station du monitoring fait l'objet d'un **bilan global** de qualité du cours d'eau, visualisé au moyen d'un pictogramme.

4 **compartiments** sont représentés en **périphérie** du carré central. Ils correspondent au bilan de l'IBCH_2019 (OFEV, 2019), de l'aspect général, du DI-CH, et de la physico-chimie. Dans la représentation, le compartiment physico-chimie a été individualisé en 2 sous-compartiments: nutriments et micropolluants (pesticides et médicaments). A noter que les métaux lourds ne sont pas inclus dans le bilan global (difficulté d'interprétation).

Le compartiment central correspond à l'**évaluation générale**, qui synthétise les résultats des compartiments périphériques.

L'**évolution du bilan global** de qualité des compartiments périphériques entre le monitoring précédent et actuel (6 ans d'écart) est représentée au moyen de flèches. A l'exception du compartiment micropolluants, dont le nombre de substances analysées et la méthode d'évaluation du bilan diffèrent entre les 2 monitoring, les compartiments périphériques peuvent être comparés (méthodes de prélèvement, d'évaluation et de calcul du bilan identiques entre les 2 monitoring).

Le bilan de chaque compartiment est évalué selon une règle de calcul claire et reproductible (voir pages suivantes exemples c à h). Selon le résultat obtenu, il lui est affecté une **classes de qualité** (classe d'état) correspondant à un **code couleur** défini, par analogie au SMG (OFEFP, 1998).

Pour déterminer la classe de qualité, des points sont attribués à chaque compartiment en fonction des atteintes observées, sur une échelle de 0 à 3, avec des pas de 0.5 point (7 classes de qualité avec 7 couleurs différentes). Plus les atteintes sont sévères, plus le nombre de points attribué est élevé. **Seul le minimum de point (0, en bleu) correspond à une situation où l'ensemble des indicateurs pris en compte dans le calcul satisfont aux exigences légales ou aux recommandations.**

Afin d'éviter toute confusion, la palette de couleurs utilisée ici diffère légèrement de celle utilisée dans les fiches de synthèse et dans le SMG. Lorsque un (ou plusieurs) compartiment périphérique n'a pas été investigué, il apparaît en **grisé** (cf. compartiment DI-CH du point 1). Cette représentation permet une visualisation des compartiments périphériques compris dans l'évaluation générale (variable d'une station à l'autre!).



Exemples de résultats de l'IBCH présentés dans les fiches de synthèse

Exemple 1

Qualité biologique et physico-chimique

Macrozoobenthos

Campagnes	2011		2017	
	23.05.2011	03.10.2011	20.03.2017	26.09.2017
Valeur VT	0.68	0.60	0.68	0.51
Variété taxonomique	23	22	26	19
Valeur GI	0.97	0.56	0.97	0.56
n° GI 2019	8	5	8	5
Groupe indicateur	Capniidae	Hydroptilidae	Capniidae	Hydroptilidae
Note IBCH 2019	0.79	0.58	0.79	0.53
Test de robustesse	0.58	0.53	0.63	0.48
SPEAR _{pesticide}	28.99	23.43	26.73	25.58



Exemple 2

Qualité biologique et physico-chimique

Macrozoobenthos

Campagnes	2011		2017	
	23.05.2011	03.10.2011	20.03.2017	26.09.2017
Valeur VT	0.68	0.60	0.60	0.43
Variété taxonomique	23	22	22	16
Valeur GI	0.97	0.56	0.56	0.28
n° GI 2019	8	5	5	3
Groupe indicateur	Capniidae	Hydroptilidae	Hydroptilidae	Hydropsychidae
Note IBCH 2019	0.79	0.58	0.58	0.37
Test de robustesse	0.58	0.53	0.53	0.32
SPEAR _{pesticide}	28.99	23.43	23.43	14.98



a

Pour les stations concernées par une investigation de l'IBCH_2019 (OFEV, 2019), **2 campagnes annuelles sont effectuées**.

Pour chaque campagne, des points sont attribués lorsque les objectifs de qualité (exigences légales) ne sont pas atteints : 1 point par IBCH en catégorie «moyen», 2 points par IBCH en catégorie «médiocre», 3 points par IBCH en catégorie «mauvais». Aucun point n'est attribué aux catégories «très bon» et «bon» (objectif atteint dans les 2 cas).

Le **bilan de l'IBCH** s'obtient en effectuant la moyenne du total des points obtenus pour les 2 campagnes, arrondie au 0.5 supérieur.

A noter que tous les IBCH (monitoring précédent et actuel) ont été calculés selon la nouvelle méthode IBCH_2019.

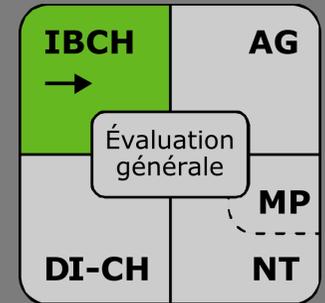
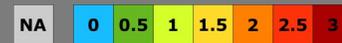
a

Exemple 1 (calcul du bilan)

bilan IBCH 2017: $\frac{1}{2} = 0.5$

(bilan IBCH 2011: $\frac{1}{2} = 0.5$)

évolution 2011 / 2017 : *statu quo*

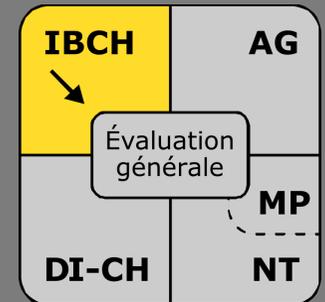
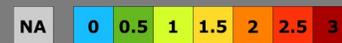


Exemple 2 (calcul du bilan)

bilan IBCH 2017: $\frac{2+1}{2} = 1.5$

(bilan IBCH 2011: $\frac{1}{2} = 0.5$)

évolution 2011 / 2017 : *dégradation*





Exemples de résultats de l'aspect général présentés dans les fiches de synthèse

Exemple 3

Aspect général

Campagnes	2011		2017	
	18.05.2011	28.09.2011	21.03.2017	27.09.2017
Organismes hétérotrophes	0	0	0	0
Taches sulfure	0	0	0	0
Vases organiques	0	0.5	0	0
Mousse (écume)	0	0	0	0
Turbidité	0	0	0	0
Coloration	0	0	0	0
Odeur	2.5	0	0	0
Colmatage	0	0	0	0
Déchets eaux usées	0	0	0	0

■ Exigences respectées / aucun
 ■ Situation critique / peu-moyen
 ■ Exigences non respectées / beaucoup

Exemple 4

Aspect général

Campagnes	2011		2017	
	18.05.2011	28.09.2011	21.03.2017	27.09.2017
Organismes hétérotrophes	0	0	1	1
Taches sulfure	0	0	1.5	2.5
Vases organiques	0	0.5	0	0
Mousse (écume)	0	0	0	0
Turbidité	0	0	0.5	1
Coloration	0	0	0.5	1
Odeur	2.5	0	0	0.5
Colmatage	0	0	0	0
Déchets eaux usées	0	0	0.5	1

■ Exigences respectées / aucun
 ■ Situation critique / peu-moyen
 ■ Exigences non respectées / beaucoup

b

b

Pour les stations concernées par une investigation de l'aspect général (BINDERHEIM & GÖGDEL, 2007), **2 campagnes annuelles sont effectuées**.

Les 4 paramètres les plus représentatifs d'une pollution organique sont considérés dans le calcul du bilan : **organismes hétérotrophes, taches de sulfure de fer, odeur, déchets d'eaux usées**. L'origine artificielle des autres paramètres (vases organiques, mousse, turbidité, coloration, colmatage) est en effet souvent très difficile à mettre en évidence.

Pour chaque campagne, des points sont attribués aux 4 paramètres sélectionnés de l'aspect général lorsque ceux-ci ne respectent pas les objectifs de qualité (exigences légales) : 1 point par paramètre en catégorie «peu-moyen», 3 points par paramètre en catégorie «beaucoup».

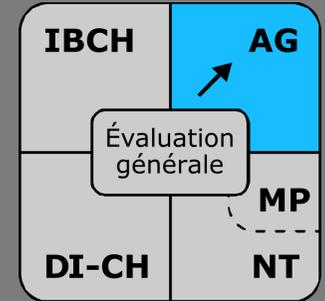
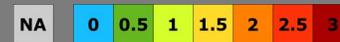
Le **bilan de l'aspect général** s'obtient en effectuant la moyenne du total des points obtenus pour les 2 campagnes, arrondie au 0.5 supérieur.

Exemple 3 (calcul du bilan)

bilan aspect général (AG) 2017 : $\frac{0}{8} = 0$

(bilan aspect général 2011 : $\frac{3}{8} \cong 0.5$)

évolution 2011 / 2017 : **amélioration**



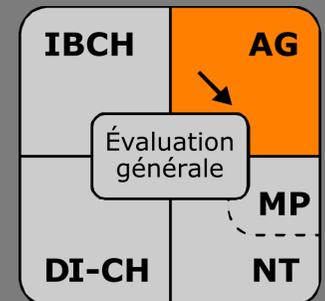
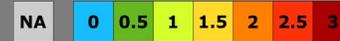
Exemple 4 (calcul du bilan)

bilan aspect général (AG) 2017 :

$\frac{3+1+1+3+3+1+3}{8} \cong 2$

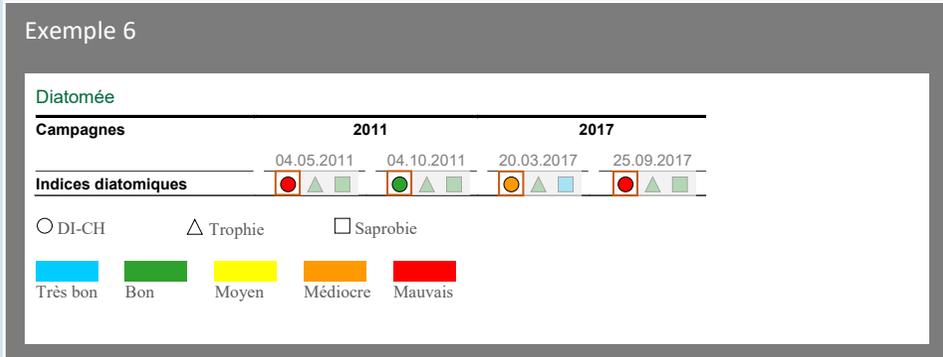
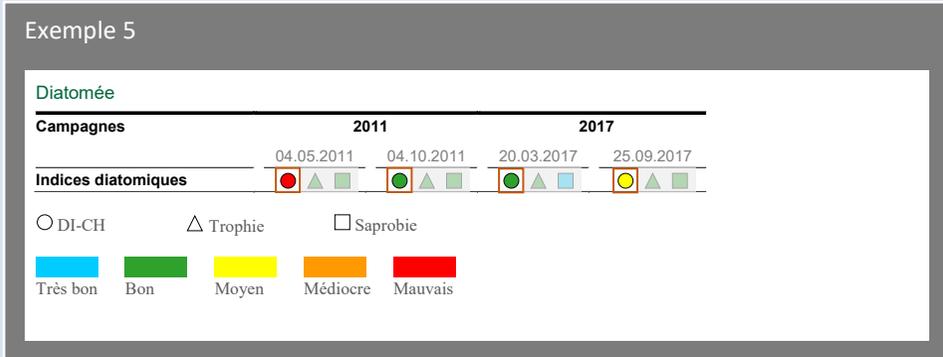
(bilan aspect général 2011 : $\frac{3}{8} \cong 0.5$)

évolution 2011 / 2017 : **dégradation**



bilan global: DI-CH

Exemples de résultats du DI-CH présentés dans les fiches de synthèse



mode d'emploi



Pour les stations concernées par une investigation du **DI-CH** (HÜRLIMANN & NIEDERHAUSER, 2007), **2 campagnes annuelles sont effectuées**.

Pour chaque campagne, des points sont attribués lorsque les objectifs de qualité (exigences légales) ne sont pas atteints : 1 point par DI-CH en catégorie «moyen», 2 points par DI-CH en catégorie «médiocre», 3 points par DI-CH en catégorie «mauvais». Aucun point n'est attribué aux catégories «très bon» et «bon» (objectif atteint dans les 2 cas).

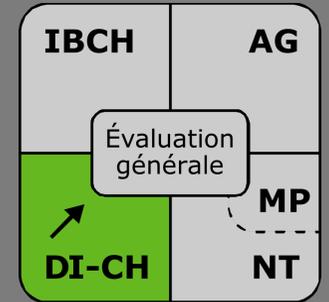
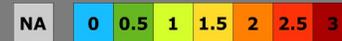
Le **bilan du DI-CH** s'obtient en effectuant la moyenne du total des points obtenus pour les 2 campagnes, arrondie au 0.5 supérieur.

Exemple 5 (calcul du bilan)

$$\text{bilan DI-CH 2017} : \frac{1}{2} = 0.5$$

$$(\text{bilan DI-CH 2011} : \frac{3}{2} = 1.5)$$

évolution 2011 / 2017 : **amélioration**

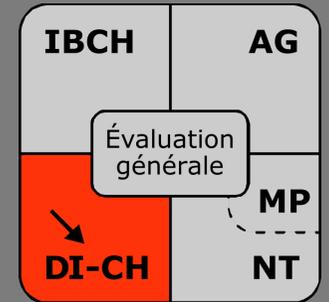


Exemple 6 (calcul du bilan)

$$\text{bilan DI-CH 2017} : \frac{2+3}{2} = 2.5$$

$$(\text{bilan DI-CH 2011} : \frac{3}{2} = 1.5)$$

évolution 2011 / 2017 : **dégradation**



Exemples de résultats des nutriments présentés dans les fiches de synthèse

Exemple 7

Débit et nutriments

Campagnes		2011	2017
Débit moyen (min/max)	L/s	212.8 (114 / 355)	532.3 (134 / 2044)
MES (min/max)	mg/L	8.9 (1.5 / 11)	46.8 (1.5 / 117)
DOC	mg C/L	3.4	5.4
TOC	mg C/L	3.3	3.3
Azote			
Ammonium NH ₄ ⁺	mg N/L	0.099	9.891
Nitrites NO ₂ ⁻	mg N/L	0.052	0.017
Nitrates NO ₃ ⁻	mg N/L	4.15	5.06
Phosphore			
Orthophosphate PO ₄ ³⁻	mg P/L	0.063	0.064
Phosphore total Ptot	mg P/L	0.064	0.064

■ Très bon
 ■ Bon
 ■ Moyen
 ■ Médiocre
 ■ Mauvais

d



Pour les stations concernées par une investigation physico-chimique des **nutriments** (LIECHTI, 2010), **12 prélèvements ponctuels annuels** sont effectués (heure, jour, semaine étant déterminés aléatoirement), puis le percentile 90 des 12 prélèvements est calculé pour chaque nutriment.

Les **5 nutriments** les plus adaptés à caractériser une pollution organique sont considérés dans le calcul du bilan: **DOC, NH₄⁺, NO₂⁻, NO₃⁻, PO₄³⁻** (les redondances DOC / TOC et PO₄³⁻ / Ptot sont éliminées du calcul).

Pour chacun des 5 résultats (percentile 90), des points sont attribués lorsque ceux-ci ne respectent pas les objectifs de qualité (exigences légales): 1 point par nutriment en catégorie «moyen», 2 points par nutriment en catégorie «médiocre», 3 points par nutriment en catégorie «mauvais». Aucun point n'est attribué aux catégories «très bon» et «bon» (objectif atteint dans les 2 cas). Afin de donner plus de poids aux paramètres considérés comme les plus nocifs (NH₄⁺, NO₂⁻ et PO₄³⁻), un coefficient 2 leur a été attribué (coefficient 1 pour le DOC et le NO₃⁻).

Le **bilan des nutriments** s'obtient en effectuant la moyenne du total des points obtenus, arrondie au 0.5 supérieur.

d

Exemple 7 (calcul du bilan)

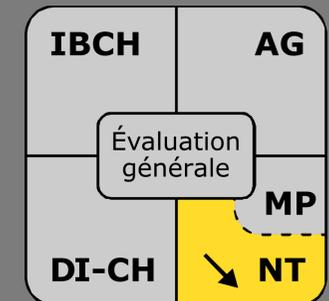
bilan nutriments (NT) 2017 :

$$\frac{1 \times 1 + 3 \times 2 + 2 \times 2}{1 + 2 + 2 + 1 + 2} \cong 1.5$$

$$(\text{bilan nutriments 2011} : \frac{2 \times 2}{1 + 2 + 2 + 1 + 2} = 0.5)$$

évolution 2011 / 2017 : **dégradation**

NA ■ 0 ■ 0.5 ■ 1 ■ 1.5 ■ 2 ■ 2.5 ■ 3



Exemples de résultats des micropolluants présentés dans les fiches de synthèse

Exemple 8

Micropolluants

Pesticides et médicaments (quotient de risque)

2017	Pesticides	Médicaments	Total
Janvier	0.0	2.3	2.3
Février	0.4	1.7	2.1
Mars	0.4	1.5	2.0
Avril	0.1	2.3	2.5
Mai	0.4	3.0	3.4
Juin	0.6	2.2	2.8
Juillet	0.0	2.2	2.2
Août	0.0	2.8	2.8
Septembre	0.0	6.6	6.7
Octobre	0.2	2.7	2.9
Novembre	1.0	2.0	3.1
Décembre	0.7	0.2	0.9
Percentile 90	1.28	3.45	4.77

Très bon Bon Moyen Médiocre Mauvais



Pour les stations concernées par une investigation physico-chimique des **micropolluants** (pesticides et médicaments), **12 prélèvements ponctuels annuels** sont effectués (heure, jour, semaine étant déterminés aléatoirement). Pour chacun des 12 prélèvements, un quotient de risque est calculé séparément pour les pesticides et les médicaments, puis le percentile 90 des 12 quotients de risque est calculé pour les pesticides (21 substances), les médicaments (6 substances) et le total des micropolluants.

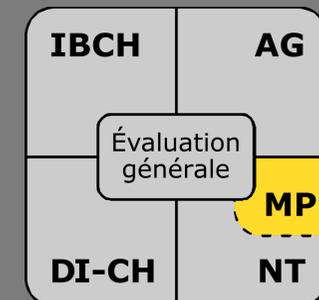
Le percentile 90 des pesticides et le percentile 90 des médicaments sont considérés dans le calcul du bilan. Des points sont attribués lorsque ceux-ci ne respectent pas les critères de qualité environnementale du centre Ecotox (www.centreecotox.ch/prestations-expert/criteres-de-qualite-environnementale/): 1 point par percentile 90 en catégorie «moyen», 2 points par percentile 90 en catégorie «médiocre», 3 points par percentile 90 en catégorie «mauvais». Aucun point n'est attribué aux catégories «très bon» et «bon» (recommandations respectées dans les 2 cas).

Le **bilan des micropolluants** s'obtient en effectuant la moyenne du total des points obtenus, arrondie au 0.5 supérieur.

Exemple 8 (calcul du bilan)

$$\text{bilan micropolluants (MP) 2017} : \frac{1+2}{2} = 1.5$$

le bilan micropolluants du monitoring précédent, et par conséquent l'évolution du bilan, ne sont pas effectués (voir point 1)



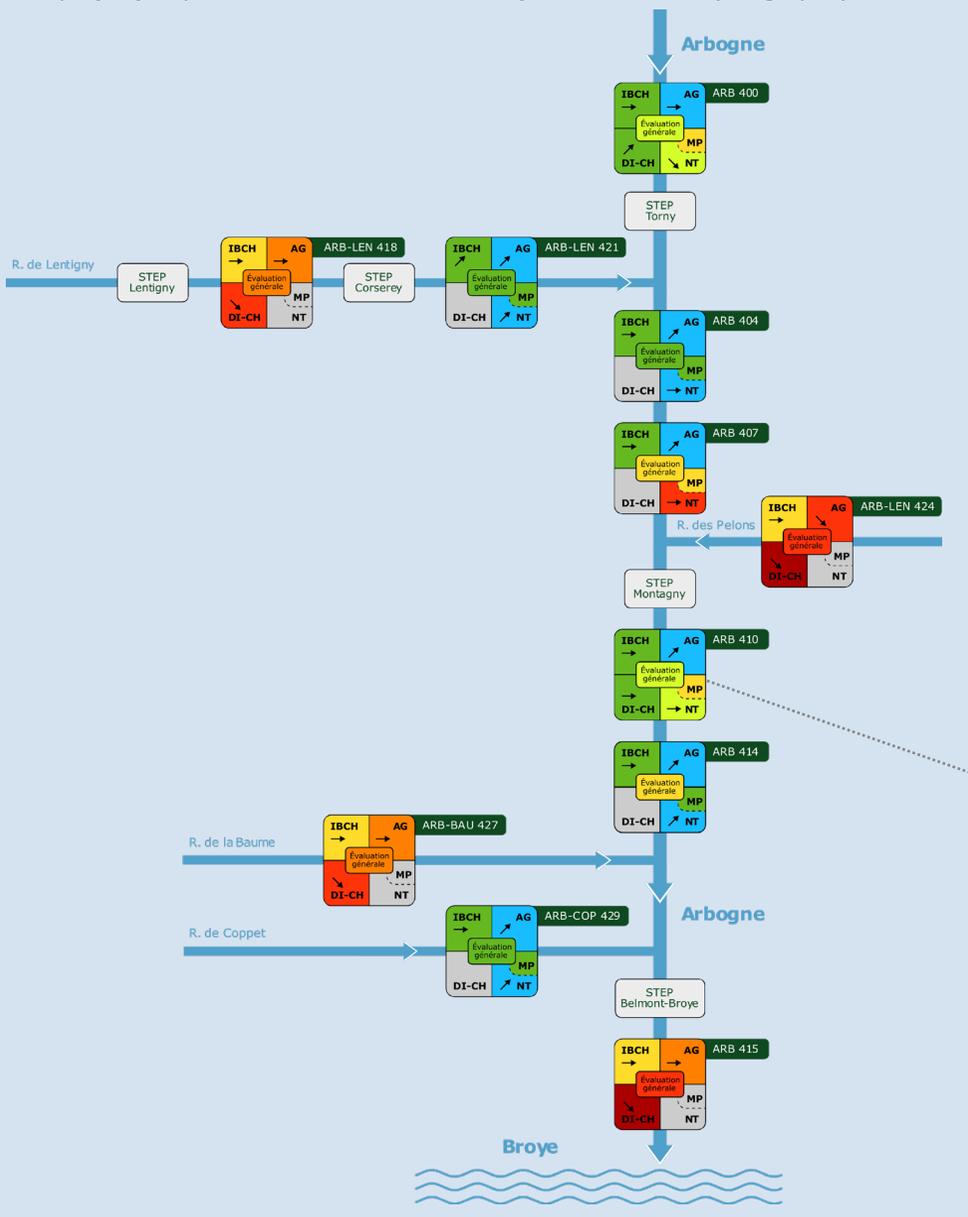
NA 0 0.5 1 1.5 2 2.5 3

bilan global: évaluation générale

mode d'emploi



Exemple fictif de présentation des résultats sous forme de réseau hydrographique



Pour chaque station du monitoring, une **évaluation générale synthétisant les bilans des compartiments périphériques** disponibles est effectuée (entre 1 et 5 compartiments périphériques disponibles selon les stations).

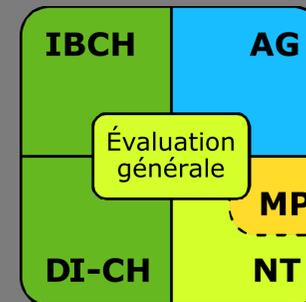
L'évaluation générale s'obtient en calculant la moyenne du total des points obtenus dans chaque compartiment investigué, arrondie au 0.5 supérieur.

Si une **pollution avérée**, survenue durant l'année de la campagne ou durant l'année précédente, influence la qualité de la station sans que cela se marque clairement sur un ou plusieurs compartiments périphériques, 1 «**point de pénalité**» est ajouté à la moyenne obtenue. Cet éventuel ajustement de l'évaluation générale permet de tenir compte de pollutions dont les impacts réels sur la qualité du cours d'eau ne sont que peu ou pas reflétés par les indices mesurés lors du monitoring (ex: pollution aux hydrocarbures), ou qui impliquent des substances non mesurées (hors cadre du monitoring) / non détectées (pic de concentration non échantillonné).

Les pictogrammes représentant les différents résultats obtenus pour chacune des stations sont ensuite projetés sur le réseau hydrographique schématisé (exemple ci-contre), qui indique également les cours d'eau investigués, la localisation des STEP, et leur milieu récepteur. Ces résultats synthétiques sont présentés et interprétés dans la note d'accompagnement du monitoring.

Exemple 9

$$\text{évaluation générale: } \frac{0.5+0+0.5+1+1.5}{5} \cong 1$$



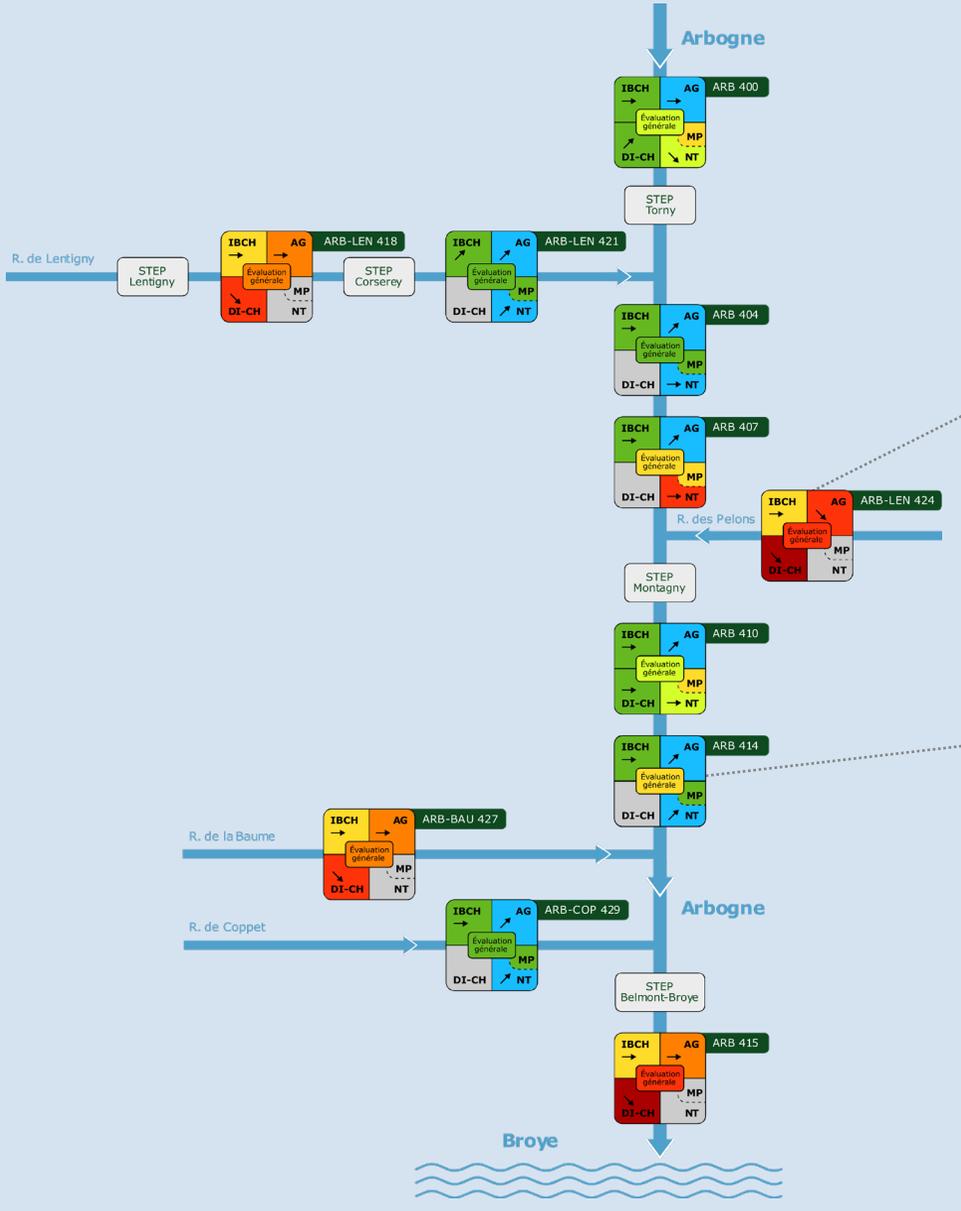
NA	0	0.5	1	1.5	2	2.5	3
----	---	-----	---	-----	---	-----	---

bilan global: évaluation générale

mode d'emploi



Exemple fictif de présentation des résultats sous forme de réseau hydrographique



Rappelons ici que l'évaluation des différents compartiments reflète l'atteinte des objectifs légaux et non pas la qualité sensu stricto. Ainsi, **seul le minimum de point (0, en bleu) correspond à une situation où l'ensemble des indicateurs pris en compte dans le calcul satisfait aux exigences légales ou aux recommandations.** Les objectifs peuvent être considérés comme presque atteints pour le vert (0.5 point), puis non atteints à partir de la nuance jauneverd (1 point), à des degrés plus sévères en allant vers le rouge sombre.

Exemple 10

évaluation générale (nutriments et micropolluants non investigués):

$$\frac{1.5+2.5+3}{3} \approx 2.5$$

IBCH	AG
DI-CH	MP
NT	NT

Évaluation générale

NA	0	0.5	1	1.5	2	2.5	3
----	---	-----	---	-----	---	-----	---

Exemple 11

évaluation générale (DI-CH non investigué et 1 point de pénalité pour pollution avérée):

$$\frac{0.5+0+0+0.5}{4} + 1 \approx 1.5$$

IBCH	AG
DI-CH	MP
NT	NT

Évaluation générale

NA	0	0.5	1	1.5	2	2.5	3
----	---	-----	---	-----	---	-----	---

liste des acronymes

BEP :	bassin d'eaux pluviales
BV :	bassin versant
DI-CH :	indice diatomique suisse
DO :	déversoir d'orage
DOC :	carbone organique dissous
EU :	eaux usées
GI :	groupe indicateur
IBCH :	indice biologique suisse
IBGN :	indice biologique global normalisé (France)
MES :	matières en suspension
NH ₄ ⁺	ion ammonium
niveau R :	niveau région
NO ₂ ⁻	ion nitrite
NO ₃ ⁻	ion nitrate
PGEE :	plan général d'évacuation des eaux
PO ₄ ³⁻	ion phosphate (orthophosphate)
Ptot :	phosphore total
r. :	ruisseau / riau
RD :	rive droite
RG :	rive gauche
SEn:	Service de l'environnement du canton de Fribourg
SMG :	système modulaire gradué
SPEAR	Species at risk
STAP :	station de pompage
STEP :	station d'épuration
TOC :	carbone organique total

bibliographie

BINDERHEIM E., GÖGGEL W., 2007. Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau. Aspect général. L'environnement pratique n° 0701. Office fédéral de l'environnement, Berne. 43 p.

ETEC, 2005. Etude de l'état sanitaire des cours d'eau du canton de Fribourg. Rapport méthodologique 2004. Service de l'environnement du canton de Fribourg.

ETEC, 2011. Proposition de programme pour l'étude de l'état sanitaire des cours d'eau du canton de Fribourg à partir de 2011 : note explicative du monitoring. Actualisation 2014. Service de l'environnement du canton de Fribourg.

ETEC, 2014. Etude de l'état sanitaire des cours d'eau du canton de Fribourg. Note d'accompagnement du monitoring 2011: Arbogne, Petite Glâne, Chandon. Actualisation 2017. Service de l'environnement du canton de Fribourg.

HÜRLIMANN J., NIEDERHAUSER P., 2007. Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau : Diatomées Niveau R (région). L'environnement pratique n° 0740. Office fédéral de l'environnement, Berne. 130 p.

LIECHTI P., 2010. Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau. Analyses physico-chimiques, nutriments. L'environnement pratique n°1005. Office fédéral de l'environnement, Berne. 44 p.

NOËL F., FASEL D., 1985. Etude de l'état sanitaire des cours d'eau du canton de Fribourg. Bull. Soc. Frib. Sc. Nat. - Vol 74 1/2/3 p. 1-332.

OFEFP, 1998. Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau en Suisse. Système modulaire gradué. L'environnement pratique, information concernant la protection des eaux n° 26. Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage, Berne. 41 p.

OFEV (éd.), 2019 : Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau (IBCH_2019). Macrozoobenthos – niveau R. 1ère édition actualisée 2019 ; 1re édition 2010. Office fédéral de l'environnement, Berne. L'environnement pratique no 1026 : 58 p.