

Évaluation de l'impact des rejets chroniques des eaux pluviales routières sur la qualité biologique des rivières

Étape 2 : expérimentations 2019 et 2020
(macro-invertébrés)

Mars 2021



Crédit photo : © Cerema

Partenaires de l'étude :

Ministère chargé des transports / DGITM

Évaluation de l'impact des rejets chroniques des eaux pluviales routières sur la qualité biologique des rivières

Étape 2 : Expérimentation 2019 et 2020 (macro-invertébrés)

Historique des versions du document

Version	Date	Commentaire
v1	31/03/21	Établi par Pierre MAZUER
v2	28/05/21	Intégration des observations d'Eric Gardais (DGITM)


Affaire suivie par

Pierre MAZUER - Département AID – Groupe Biodiversité, eau et aménagements
Tél. : 03 87 20 46 34
Courriel : pierre.mazuer@cerema.fr
Site de Metz : Cerema Est – Bâtiment C, Île du Saulcy, CS 30855, 57045 Metz Cedex 1 - Tél : +33 (0)3 87 20 43 00

Références

n° : NOVA : 20-ET-0206

Partenaire : Ministère chargé des transports / DGITM

Rapport	Nom	Date	Visa
Établi par	Pierre MAZUER,	Mars_2021	
Avec la participation de	Sylvain COLLON (prélèvements et cartes) et Émilie BUSSON (prélèvements et chapitre 2.1) Marc Gigueux (relecture)	Mars_2021	
Contrôlé par	Luc CHRETIEN (Cerema)	Mars_2021	
Validé par	Luc CHRETIEN (Cerema)	Mars_2021	

Ce rapport s'adresse aux personnes intéressées par la gestion des eaux pluviales routières (gestionnaires des réseaux routiers, services de contrôles des pollutions, gestionnaires des écosystèmes aquatiques ...), ayant un niveau scientifique de base sur la pollution des eaux et la biologie.

Résumé

L'objectif du présent travail est de mettre en évidence l'impact éventuel d'un rejet d'eaux pluviales routières sur un cours d'eau, en travaillant sur un bassin versant le plus naturel possible et ayant le moins de facteurs perturbants autres que celui étudié. La pollution routière est une pollution chronique, dont l'impact sur le milieu récepteur est délicat à mettre en évidence du fait de son caractère intermittent, lié aux précipitations. Elle peut être masquée par les multiples sources de dégradation de la qualité des cours d'eau (hydrologique, chimique, hydromorphologique ...). Le site sur l'autoroute A31, étudié dans le présent rapport, répond à cet objectif.

Trente indicateurs biologiques, basés sur la communauté de macro-invertébrés aquatiques, ont été testés.

Les indices globaux (IBGN historique, indice saprobie, I2M2) ou dérivés (outil diagnostic de l'I2M2, traits biologiques du SEEE) ne permettent pas une mise en évidence d'une modification de la communauté de macro-invertébrés entre l'amont et l'aval du rejet de l'A31. Ce résultat est conforme à la synthèse bibliographique réalisée lors de l'étape 1 (voir le rapport).

Par contre, la modification de la communauté de macro-invertébrés entre l'amont et l'aval du rejet est nettement mise en évidence par des indicateurs de types :

- 1) indice de similitude de Jaccard par rapport à la station de référence locale (amont rejet),
- 2) taux d'abondance des espèces polluosensibles (à la pollution organique) par rapport à la station de référence.

Ces indicateurs sont plus performants si les échantillons élémentaires (couples substrat-vitesse) sont identiques à l'amont et à l'aval du rejet. Il est donc pertinent d'échantillonner, si nécessaire, des couples substrat-vitesse supplémentaires à ceux demandés dans la norme de prélèvement AFNOR NF T90-333 pour faire une analyse sur ces couples supplémentaires.

Ces données, obtenues sur un site d'étude, mériteraient d'être confirmées sur d'autres sites.

Avertissement : ce rapport contient de nombreuses abréviations et termes scientifiques. Ils sont définis dans le chapitre « Glossaire et abréviations ». L'abréviation principale utilisée dans ce rapport est EPR pour « Eau pluviale routière », synonyme de « eau de ruissellement de chaussée routière ».

Les deux rapports (étapes 1 et 2) sur l'évaluation de l'impact des eaux pluviales font l'objet d'une note synthétique.

Summary

The objective of the present work was to highlight the possible impact of a discharge of road rainwater on a watercourse, by working on a catchment area that is as natural as possible and has the least number of disturbing factors other than the one studied. Road pollution is a chronic pollution, the impact of which on the receiving environment is difficult to identify because of its intermittent nature, linked to rainfall. It can be masked by the multiple sources of degradation of the quality of watercourses (hydrological, chemical, hydromorphological, etc.). The A31 motorway site studied in this report meets this objective.

Thirty biological indicators were tested, based on the aquatic macroinvertebrate community.

The global indices (historical IBGN, saprobial index, I2M2) or derived indices (I2M2 diagnostic tool, biological traits of the SEEE) do not show any change in the macroinvertebrate community between upstream and downstream of the discharge from the A31 motorway. This result is in conformity with the bibliographical synthesis carried out during stage 1 (see the report).

On the other hand, the modification of the macroinvertebrate community between upstream and downstream of the discharge is clearly highlighted by indicators of the following types :

- 1) Jaccard similarity index with respect to the reference station (upstream discharge),*
- 2) abundance rate of species sensitive to organic pollution in relation to the reference station.*

These indicators are more efficient if the elementary samples (substrate-velocity pairs) are identical upstream and downstream of the discharge. It is therefore relevant to sample, if necessary, additional substrate-speed pairs to those required in the AFNOR NF T90-333 sampling standard.

These data, obtained on a study site, would deserve to be confirmed on other sites.

Translated with www.DeepL.com/Translator (free version)

SOMMAIRE

RÉSUMÉ.....	3
1 CONTEXTE, OBJET ET OBJECTIFS DE L'ÉTUDE.....	7
2 PRÉSENTATION DU REJET D'EPR ET DES STATIONS D'ÉTUDE.....	9
2.1 Tronçon de l'A31 et rejet.....	9
2.2 Présentation du contexte régional et local du site d'étude et des stations d'étude.....	11
3 PRÉLÈVEMENTS ET DÉTERMINATIONS TAXONOMIQUES.....	19
3.1 Prélèvements et observations de terrain.....	19
3.1.1 Date de prélèvement et situation hydrologique.....	19
3.1.2 Méthode utilisée.....	20
3.1.3 Conditions d'application de la norme.....	21
3.1.4 Substrats prélevés.....	21
3.1.5 Vitesses de courant prélevées.....	22
3.2 Déterminations taxonomiques.....	23
4 EXPLOITATION DES DONNÉES MACRO-INVERTÉBRÉS.....	24
4.1 Listes taxonomiques.....	24
4.2 Réalisation des calculs.....	26
4.3 IBGN-équivalents.....	27
4.3.1 Présentation de la méthode.....	27
4.3.2 Résultats.....	27
4.4 L'I2M2.....	29
4.4.1 Présentation de l'I2M2 et de son outil diagnostic.....	29
4.4.2 Types de pressions prises en compte par l'I2M2.....	30
4.4.3 Prise en compte de la typologie des cours d'eau.....	31
4.4.4 Taxons pris en compte par l'I2M2.....	31
4.4.5 Résultats de l'I2M2.....	31
4.5 Outil diagnostic de l'I2M2 sur les risques de pressions.....	32
4.5.1 Pression de qualité d'eau.....	32
4.5.2 Pressions de dégradation physique de l'habitat et d'utilisation de l'espace.....	33
4.6 Traits biologiques calculés par le SEEE.....	33
4.6.1 Distribution dans les classes de trophie (nutriments).....	34
4.6.2 Distribution dans les classes de saprobie (pollution organique).....	34
4.6.3 Distribution dans les classes de salinité.....	35
4.7 Espèces remarquables.....	36
4.8 Espèces exotiques.....	37
4.9 Comparaison avec une communauté de référence.....	38
4.10 Analyse à l'espèce : saprobie.....	40

4.11	Abondances des taxons dominants.....	41
4.12	Taux d'espèces polluosensibles par rapport à la référence.....	43
4.12.1	Nombre d'espèces.....	43
4.12.2	Abondance d'espèces polluosensibles.....	44
4.13	Comparaison amont-aval pour des couples substrat-vitesse identiques.....	44
4.13.1	Pseudo-IBGN.....	45
4.13.2	Indice de Jaccard.....	45
4.13.3	Taux de maintien des espèces les plus polluosensibles par rapport à la référence.....	46
4.14	Comparaison amont-aval pour des classes de vitesse identiques pour le substrat pierres.....	47
4.14.1	Classe de vitesse 25 à 75 cm/s.....	47
4.14.2	Classe de vitesse 5 à 25 cm/s.....	48
4.15	Conclusion technique et discussion.....	49
5	CONCLUSION.....	53
	GLOSSAIRE :.....	54
	BIBLIOGRAPHIE.....	56
	ANNEXES (VOIR RAPPORT SPÉCIFIQUE).....	57

1 Contexte, objet et objectifs de l'étude

Ces éléments sont définis dans le rapport d'étape 1.

Le texte en italique ci-dessous reprend en partie le chapitre « Contexte, objet et objectifs » du rapport d'étape 1 :

« La biologie est actuellement le principal compartiment de l'écosystème aquatique utilisé pour évaluer l'état écologique des eaux continentales superficielles (Directive européenne cadre sur l'eau, 2000).

L'objet de la présente étude est, après une synthèse bibliographique, de définir un ou des paramètres biologiques pour évaluer l'impact, sur la qualité d'un cours d'eau, de rejets [chroniques] d'eaux pluviales (non traitées ou traitées) provenant de chaussées routières (appelés par la suite EPR). ...

De nombreuses études basées sur les indices biologiques, utilisées actuellement en France pour les études d'impacts (IBGN, IBD, IBMR, IOBS ...), ont conclu à l'absence d'impacts des EPR.

L'absence « de réactivité » de ces indices biologiques permettait légitimement de se demander : « les rejets [routiers] sont-ils véritablement polluants ? (Marchand et Merle, 1986).

Une mise à jour de ces informations est donc utile pour déterminer si l'absence de réactivité des outils biologiques est due à leur manque de sensibilité à ce type de pollution ou alors à une absence d'impact réelle des EPR sur l'écosystème cours d'eau.

La difficulté pour mettre en évidence l'impact biologique des EPR est liée à :

- leur caractère intermittent (fréquence des événements climatiques : pluie, neige ...)
- leur nature, parfois toxique (HAP, métaux ...), pouvant avoir un effet immédiat (dit aigu) ou au contraire différé dans le temps et dans l'espace (dit chronique) ;
- leurs caractéristiques physiques ou chimiques (sédimentation, etc), pouvant limiter leurs effets à certains habitats biologiques (par exemple la concentration de vases polluées dans les zones calmes à l'aval d'un rejet) ;
- l'interférence que peuvent constituer l'impact des événements hydrologiques en eux-mêmes (dérive de macro-invertébrés lors d'une crue...)
- la capacité de résilience du milieu récepteur (par exemple la vitesse de reensemencement en taxons provenant de l'amont), comparée à la fréquence des rejets routiers.

Le rapport d'étape 1 (synthèse bibliographique) a apporté les éléments de connaissance suivants :

« La première partie de la présente étude a permis de synthétiser les caractéristiques des eaux pluviales routières, incluant les caractéristiques du tronçon routier (et de son trafic), des phénomènes climatiques, du traitement des eaux de ruissellement de chaussée et du milieu récepteur.

Il n'existe pas, d'après notre recherche bibliographique, de publications permettant de prédire une concentration maximale des substances polluantes (c'est-à-dire le pic de pollution pour une pluie

de référence), en fonction de tous les critères cités. L'impact de la pollution routière est donc difficile à évaluer « a priori ». Néanmoins, [d'après les] exemples [bibliographiques], la présence de polluants est nettement mise en évidence.

La deuxième partie constitue la synthèse bibliographique des données antérieures sur l'utilisation des outils biologiques. Toutes les études antérieures ont démontré (voir Partie II) la difficulté pour mettre en évidence l'effet de ce type de pollution intermittente et chronique, avec les outils biologiques actuels. Néanmoins, le groupe des macro-invertébrés reste le plus pertinent pour étudier ce type de pollution.

La troisième partie propose une méthode d'étude biologique, basée sur les macro-invertébrés, comportant les critères de choix d'un site d'étude, des méthodes de prélèvement et de laboratoire, ainsi que d'exploitation des résultats ».

Le présent rapport présente les résultats de l'étape 2, consistant à faire des prélèvements macro-invertébrés sur un ruisseau selon le protocole fixé dans le rapport d'étape 1 (ce protocole a été respecté) et à tester des indicateurs biologiques basés sur les macro-invertébrés.

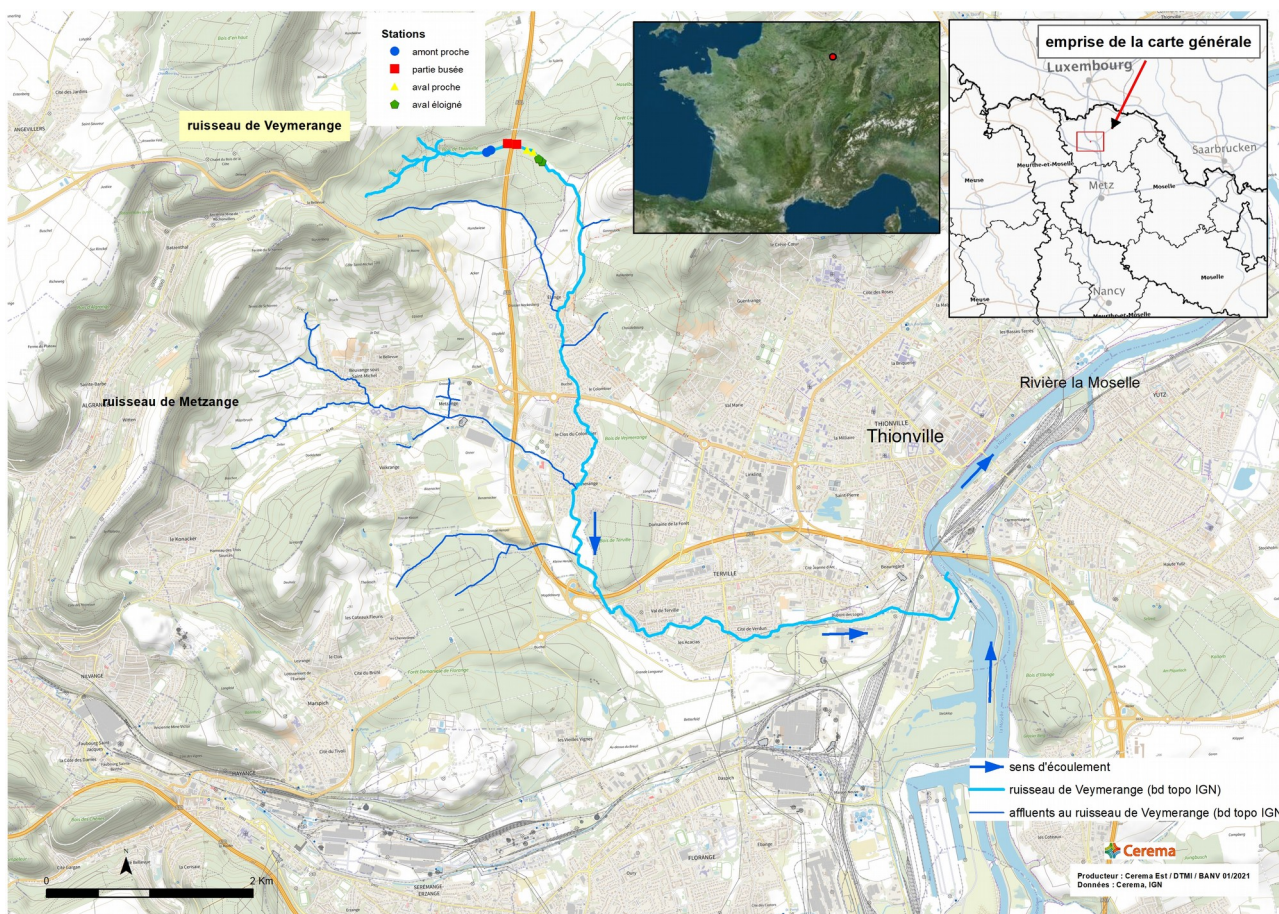
Les critères de choix du site d'étude (exposés dans le rapport d'étape 1) pour la présente expérimentation sont :

- un petit ruisseau et une forte circulation routière ;
- l'absence d'autre source de perturbations que celle qui est étudiée ;
- un rejet d'EPR sans traitement, hormis celui de fossés enherbés.

Le choix du site final s'est porté sur l'autoroute A31 et le ruisseau de Veymerange amont (voir rapport d'étape 1) : « Nous avons ... retenu le ruisseau de Veymerange dans la forêt communale au Nord-Ouest de Thionville, recevant les EPR de l'A31, un grand axe de communication en Lorraine, dans la vallée de la Moselle, reliant Nancy, Metz, Thionville et le Luxembourg. Ce site présente tous les critères de choix favorables : pas de traitement des eaux pluviales, excepté par fossés enherbés, petit ruisseau récepteur entièrement forestier, de largeur plein bord 3 m et de largeur au miroir 1,3 m, aux substrats variés de pierres, graviers ... ».

Trois stations sont étudiées : amont proche, aval proche et aval éloigné (voir document 1 ci-dessous).

Document 1 – Localisation du bassin versant du Veymerange et des stations d'études à 2 km de la source (partie forestière) :



2 Présentation du rejet d'EPR et des stations d'étude

2.1 Tronçon de l'A31 et rejet

Les paramètres permettant de caractériser la pollution des eaux de ruissellement provenant du bassin versant routier étudié sont synthétisés dans le tableau 1 ci-dessous :

Tableau 1 - Synthèse des données routières sur l'A31 au niveau de la zone d'étude :

Classe de données	Type de données	Données
Localisation de la route	Région, département, commune, n° de route, point kilométrique ...	Lorraine, département de la Moselle, commune de Thionville, Autoroute A31, pk : 57PR339+206 (rejet)
Caractéristique du tronçon routier et de son trafic	Date de mise en circulation	1981
	Longueur et superficie du bassin versant routier collecté (chaussée) par le réseau pluvial étudié (m et m ²)	Environ 650 m (entre les PR339 et PR340) et 0,0137 km ² (1) (soit 1,37 ha)
	Abords ouverts ou restreints	Site ouvert (dont les abords ne s'opposent pas à la dispersion de la charge polluante par voie aérienne)
	Type d'enrobé (et année de mise en service pour une chaussée drainante)	Non drainant. Chaussée semi-rigide avec une structure composée de matériaux laitiers (résidus d'aciérie) sur 40 cm et d'une couverture bitumineuse de 15 à 20 cm
	Pente du tronçon (‰)	<= 10 ‰
	Autre information sur le bassin versant	présence de glissière en Zn
	Densité du trafic moyen annuel (Véhicules /jour)	2019 : entre 50 000 et 75 000. Trafic moyen journalier annuel (+ de 10% d'augmentation sur 5 ans)
	Condition de circulation	Autoroute (zone fluide)
	Accidents routiers (et déversement)	Sept accidents entre juin 2019 et mars 2020 à proximité de la zone d'étude (entre les PR339 et PR340), mais n'impliquant que des véhicules légers (aucun déversement suite à ces accidents n'a été porté à la connaissance de la Direction interrégionale des routes) Pas d'accident en février et mars 2020
	Fondant routier utilisé l'hiver (Tonne, type)	Hiver 2019-2020 : CEI Fameck (2) : 620 T de sel (comparaison avec années antérieures : 2014-2015 : 1 114 T de sel / 2015-2016 : 474 T de sel / 2016-2017 : 729 T de sel / 2017-2018 : 868 T de sel / 2018-2019 : 585 T de sel). Dates des salages hiver 2019-2020 : 16, 17, 20 nov. - 2, 5, 10, 29 déc – 31 déc(x2) – 12, 19, 20, 22 janvier – 6, 7, 8, 13, 26, 27, 28 février - mars : 0
Autre apport chimique (Tonne, type)	Pas d'utilisation de produits chimiques depuis 2005.	
Caractéristique du traitement des eaux de chaussée	Type	fossé enherbé

Légende : (1) : pour une chaussée de 21 m de large ; (2) : valeur pour tout le linéaire géré par le centre d'exploitation et d'intervention (CEI) de Fameck et non pas seulement le tronçon étudié (source : CEI de Fameck).

Le tronçon routier retenu, dont les eaux pluviales rejoignent le Veymerange, est modeste (650 m linéaire, correspondant, pour une largeur de chaussée de 21 m, à une superficie de 1,37 ha) en raison des contraintes de choix (bassin versant amont sans perturbation). La circulation est importante (jusqu'à 75 000 véhicule/jour). Le salage de l'hiver 2019-2020 est dans la norme (10g/m² pour une intervention préventive et 30g/m² pour une intervention curative), réparti de mi-novembre à fin février. Il est dans la moyenne des années antérieures.

Note : pour l'hiver 2019-2020 (en se basant sur la fourchette haute de 28g/m²), nous pouvons estimer un salage de 560g/m² maximum pour l'ensemble 20 passages sur site.

Les eaux pluviales sont rejetées dans le ruisseau à l'amont et l'aval de l'A31, en rive gauche et rive droite.

2.2 Présentation du contexte régional et local du site d'étude et des stations d'étude

Les documents 1 et 2 permettent de visualiser la localisation du site d'étude, du rejet des EPR et des stations d'études. Les tableaux 4 et 4bis ci-dessous présentent, dans l'ordre hydrologique amont-aval, les stations et leurs caractéristiques.

Document 2 – Bassin versant du Veymerange amont et stations macro-invertébrés. Note : les rejets d'EPR sont au droit de l'A31 :



Document 3 – Veymerange à l'aval du linéaire couvert par l'A31, avril 2019. Un rejet d'eaux pluviales est visible en rive gauche (photo. Cerema/Pierre MAZUER) :



Caractéristique du contexte régional et local du site d'étude et des stations :

a) Climat : océanique atténué à influence semi-continentale. Saisons contrastées et bien marquées. En fonction des vents dominants peuvent se succéder des périodes de précipitations (influence océanique) ou de fortes amplitudes thermiques (influence continentale). La température moyenne du mois le plus chaud (juillet) atteint 19,3°C (pour un maximum moyen de 24,8°C). Celle du mois le plus froid (janvier) est de 1,7°C (avec un minimal moyen de – 0,9°C). Les précipitations sont régulières toute l'année (moyenne d'avril et juillet, respectivement de 42 et 72,1 mm). D'après <https://www.annuaire-mairie.fr/enseillement-thionville.html>

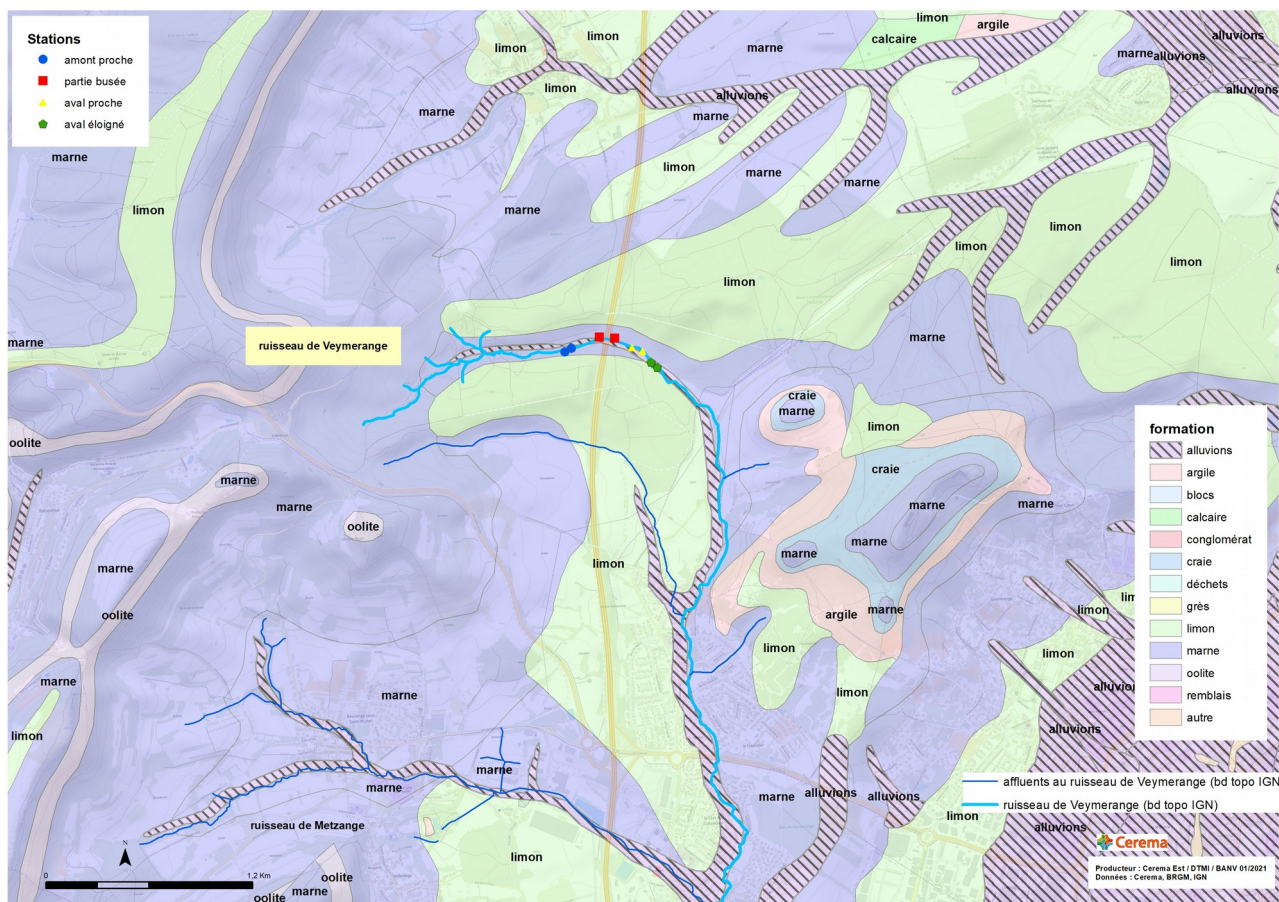
Des données météorologiques sur Metz (27 km au sud de Thionville), comparées à celle de la France, sont présentées dans le tableau 3 ci-dessous.

Tableau 2 - Relevés météorologiques de la station de Metz-Frescaty (normales 1981-2010) - d'après https://fr.wikipedia.org/wiki/Climat_de_la_Moselle, janvier 2021) :

Ville	Ensoleillement	Pluie	Neige	Orage
Paris	1 662 h/an	642 mm/an	15 j/an	19 j/an
Metz	1 640 h/an	754 mm/an	26 j/an	22 j/an
Strasbourg	1 693 h/an	610 mm/an	30 j/an	29 j/an
Nice	2 724 h/an	767 mm/an	1 j/an	31 j/an
Moyenne nationale	1 973 h/an	770 mm/an	14 j/an	22 j/an

b) Géologie (document 4 ci-après) : le bassin versant amont est essentiellement marneux, substrat constitué en général de 50 % de calcaire et 50 % d'argile (silice et aluminium). Un substrat limoneux (silice) est présent sur les côtes. Les marnes sont considérées comme imperméables et les limons comme peu perméables (d'après Agence de l'eau Rhin-Meuse, 1989).

Document 4 – Bassin versant du Veymerange amont, situation géologique, rejets de l'A31 et stations macro-invertébrés :

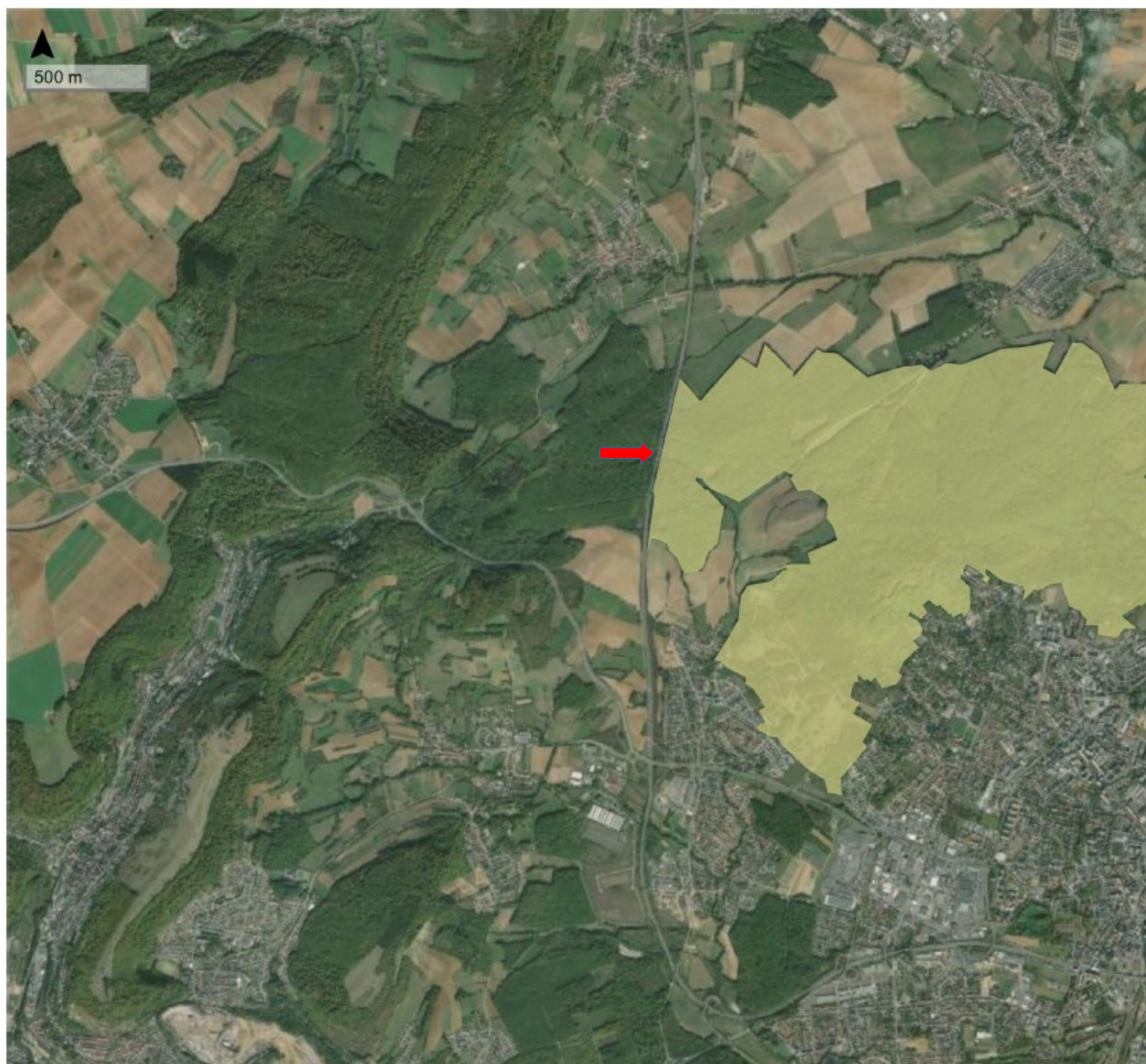


c) Occupation des sols (document 1) : le bassin versant (ainsi que abords sur 40 m) est presque uniquement forestier (excepté en limite ouest avec la présence de deux routes (D14 et D57)).

d) Secteur remarquable (document 5) : l'A31 délimite la limite ouest de la ZNIEFF de type 1 « Forêt de Thionville (n° national 410030473), créée en 2015. La station Vey_ amont n'est pas dans cette ZNIEFF, au contraire des deux stations aval.

La fiche de description de la ZNIEFF (CSRPN, 2015) indique que 18 espèces déterminantes (végétaux, oiseaux ...) sont présentes dont 4 amphibiens. Les macro-invertébrés, notamment aquatiques, n'ont visiblement pas fait l'objet d'un recensement.

Document 5 – Bassin versant du Veymerange amont et ZNIEFF de la forêt de Thionville (zone surlignée, la flèche rouge indique le point du rejet). Document extrait du site de l'INPN :



Leaflet | Données issues de l'INPN 01/02/2021 | Tiles © Esri — Esri, DeLorme, NAVTEQ, TomTom, Intermap, iPC, USGS, FAO, NPS, NRCAN, Geol
China (Hong Kong), i-cubed, USDA, AEX, GeoEye, Getmapping, Aerogrid, IGN, IGP, UPR-EGPn and the GIS User Community

e) sources potentielles de perturbation : aucune source potentielle de pollution (urbaine, agricole, industrielle, entreprises) n'est attendue sur les stations d'étude, d'après l'occupation des sols, excepté le rejet de l'A31, faisant l'objet de l'étude

Par contre, le bassin versant est situé dans le périmètre du bassin ferrifère lorrain historique. Bien que les anciennes mines soient maintenant enoyées depuis environ la fin des années 1990, l'exploitation minière a modifié la circulation des eaux souterraines et fissurée les terrains, favorisant l'infiltration des eaux et l'assèchement des cours d'eau, notamment en tête de bassin.

f) Typologie nationale des cours d'eau : les cours d'eau sont classés par types (arrêté ministériel du 12 janvier 2010), prenant en compte le climat, la géologie (hydro-écorégion) et la taille des cours d'eau.

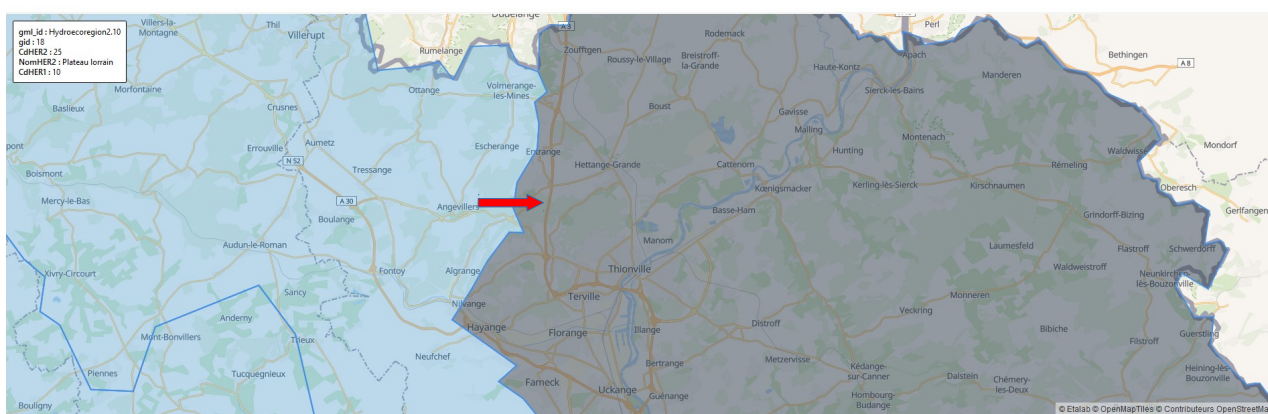
L'hydro-écorégion HER10 dans laquelle se situe le Veymerange est décrite dans une publication du CEMAGREF (Wasson et col. 2002), dont le texte exact est repris dans le tableau 3 ci-dessous.

Tableau 3 - Description des hydro-écorégions de niveau 1 et 2 dans le périmètre d'étude :

Hydro-écorégions de niveau 1 (code) et description:	Hydro-écorégions de niveau 2 (code) et description :	Stations correspondantes
<p>Côtes calcaires de l'Est (HER10) : relief de côtes disposées en auréoles concentriques à l'est du bassin parisien, dû à l'alternance des couches sédimentaires de marnes et calcaires durs. Reliefs entre 200 et 400m. Formes hétérogènes entre plaines argileuses humides et plateaux calcaires à vallées sèches. Précipitations plus abondantes que sur les Tables calcaires à l'ouest (HER 9)</p>	<p>« Plateau lorrain » (HER10/25) : (délimité à l'ouest par les côtes de Moselle et à l'est par les Vosges gréseuses), formations marnées et carbonatées. Zone de plaines entrecoupées de quelques collines aux altitudes limitées (< 500m). Le substrat à dominante marnée induit une forte densité du réseau hydrographique et la présence de plans d'eau. Certains secteurs sont concernés par la présence de gypses et de sels. Pente faible, climat océanique »</p>	<p>Les 3 stations du Veymerange amont</p>
	<p>Nombreuses autres HER de niveau 2</p>	<p>—</p>

Pour la taille du cours d'eau, les trois stations sont situées en TP (c'est-à-dire « très petit cours d'eau»). Ce type TP10 est utilisé pour les calculs de l'I2M2 et pour l'établissement des classes d'état biologiques avec l'IBGN et l'I2M2.

Document 6 – Limite de l'hydro-écorégion 10(25), incluant entièrement le bassin versant du Veymerange (d'après <https://www.data.gouv.fr/fr/datasets/hydroecoregions-de-niveau-2-her-2/>) :



Légende : en grisé : HER 10(25) ; flèche rouge : bassin versant du Veymerange. A l'ouest, en bleu clair, l'HER 10(53) : « Côtes calcaires du bassin parisien ».

g) les autres caractéristiques principales du cours d'eau étudié sont les suivantes (voir tableaux 4 et 4bis ci-dessous) :

- cours en tête de bassin (environ 2 km des sources), présentant un petit méandrage ;
- rivière à régime pluvial, sans continuité hydraulique l'été, avec une succession de biefs ou flaques sur 50 % du linéaire lors de la campagne de prélèvement du 6 septembre 2019.

Note : ce caractère intermittent n'avait pas été détecté lors des reconnaissances de terrain d'avril 2019 (débit de 15 à 20 L/s estimé).

Tableau 4 - Liste et caractéristiques des stations d'étude, dans l'ordre hydrographique amont-aval :

Nom_station (et abréviation)	Position / rejet EPR	Distance à la source de la limite aval (km) (1)	Altitude (limite aval) (1)	Pente du fond du talweg de la vallée ‰ : 1 km amont de la limite aval \ au droit de la station (1)	Géologie (BV \ abords sur 40m)
Le Veymerange à Thionville_ amont_proche_A31 (Vey_ amont)	limite aval station à ~350 m de l'A31 et ~400 m à l'amont du rejet de l'A31	1,6	231	30 \ 15	Marne \ marne
Le Veymerange à Thionville_ aval_proche_A31 (Vey_ aval_proche)	limite amont station 120 m à l'aval du rejet de l'A31	2,1	215	15 \ 15	Marne \ marne
Le Veymerange à Thionville_ aval_ éloigné_A31 (Vey_ aval_ éloigné)	limite amont station ~300 m à l'aval du rejet de l'A31	2,25	212	15 \ 15	Marne \ marne en rive gauche, marne et limon en rive droite

Légende : (1) estimation sur carte IGN

Tableau 4bis - Liste et caractéristiques des stations d'étude, dans l'ordre hydrographique amont-aval (Suite). Légende : (1) estimation sur carte IGN :

Nom_station	Largeur plein bord (m)	Occupation du sol (BV \ abords sur 40 m)	Trace d'anthropisation du lit majeur, des berges ou du lit mineur	Commentaire
Le Veymerange à Thionville_ amont_proche_A31 (Vey_ amont)	3,5	Forêt de feuillus \ Forêt de feuillus	néant	Rivière encaissée d'environ 0,7 m (fond du lit au sommet de berge). Végétation dominante sur les deux berges : perchée, avec feuillus lâches et couverture herbacées lâches
Le Veymerange à Thionville_ aval_proche_A31 (Vey_ aval_proche)	2,8	Forêt de feuillus \ Forêt de feuillus	néant	Rivière encaissée d'environ 3 m (fond du lit au sommet de berge) et nombreuses plaques marneuses à nu en lit mineur : érosion (due au seuil de l'A31 ?). Végétation dominante sur les deux berges : perchées avec feuillus lâches et couverture herbacées modérée
Le Veymerange à Thionville_ aval_ éloigné_A31 (Vey_ aval_ éloigné)	3	Forêt de feuillus \ Forêt de feuillus	néant	Rivière encaissée d'environ 2,5 à 3 m (fond du lit au sommet de berge) : érosion. Végétation dominante sur les deux berges : perchée avec feuillus et couverture herbacées modérée.

Note : les abréviations des stations, indiquées dans ces 2 tableaux (colonne 1), sont utilisées par la suite dans le texte et certains tableaux, à la place des noms complets.

Synthèse :

Le contexte général du site d'étude correspond bien à celui qui était recherché, c'est-à-dire un secteur forestier non anthropisé et l'absence de source de dégradation du cours d'eau, excepté celle étudiée. Néanmoins, 2 facteurs apparaissent :

1) un étiage sévère le 6/09/2019, sans continuité hydraulique (due à la situation en tête de bassin, au substrat imperméable et probablement en partie à l'ancienne exploitation minière) ;

2) sur les deux stations à l'aval de l'A31 : une érosion et un encaissement du lit important, se traduisant par des plaques marneuses mises à nu dans le lit mineur sur Vey_aval_proche (cet encaissement est aussi visible de par la chute créée au niveau du franchissement de l'A31 - voir document 3). Des substrats constitués de surfaces mises à nu sont moins hospitaliers pour les macro-invertébrés que les autres substrats ;

Commentaire sur les stations d'études : les trois stations sont proches (tableau 4 : distance à la source) et elles encadrent, de l'amont vers l'aval, le rejet des eaux pluviales routières de l'A31.

Vey_amont est à une distance de la route minimum d'environ 350 m. Cette distance est suffisante pour ne pas être impactée par la dispersion aérienne des polluants (voir rapport d'étape 1).

Vey_aval_proche est à 120 m du rejet. Cette distance est suffisante, dans le cas d'un cours d'eau de largeur au miroir d'environ un mètre (voir rapport d'étape 1), pour permettre le mélange des eaux du cours d'eau et des EPR (favorisé dans notre cas par la chute au niveau de l'A31 – voir document 3).

Vey_aval_éloignée est à 300 m du rejet. Cette distance est suffisante (idem Vey_aval_proche). Il n'aurait pas été possible de placer cette station plus à l'aval en raison des prairies sur les abords du cours d'eau (risque d'apparition d'autres sources de perturbations).

Document 7 – Photographies de Vey_amont (septembre 2019 et mars 2020) (photographies Cerema/Pierre MAZUER) :



Document 8 – Photographies de Vey_aval_proche (septembre 2019 et mars 2020) (photographies Cerema/Pierre MAZUER) :



Document 9 – Photographies de Vey_aval_éloigné (uniquement septembre 2019) (photographies Cerema/Pierre MAZUER) :



3 Prélèvements et déterminations taxonomiques

3.1 Prélèvements et observations de terrain

3.1.1 Date de prélèvement et situation hydrologique

Deux campagnes ont été réalisées : le 6 septembre 2019 et le 16 mars 2020, conformément aux objectifs de l'étude.

Situation du 6 septembre 2019 (voir tableau 5 ci-dessous) : le cours d'eau est en étiage, sans continuité hydraulique. Le lit en eau est constitué de biefs et flaques espacées, sur 50 % du linéaire. Les berges sont exondées. Il a été impossible d'appliquer la norme de prélèvement NF T90-333. Le colmatage par les sédiments fins est important. Le prélèvement a été réalisé, malgré ces conditions, car il nous a semblé intéressant de voir l'impact éventuellement des EPR sur ces zones stagnantes, colmatées par des sédiments fins.

Il n'y a pas de station hydrologique proche de la station macro-invertébré, représentative de son débit. La situation hydrologique du secteur d'étude peut être estimée grâce à la station hydrologique de « La Canner à Koenigsmacker » (d'après la banque hydro, consultée en avril 2020). Cette station n'a pas un débit trop influencé par les activités humaines, à l'inverse des stations hydrologiques proches du Veymerange. Pour cette station, le débit moyen journalier du 6 septembre 2019 est de 0,14 m³/s (ce qui correspond à une situation sèche, proche d'un VCN3* de période de retour 10 ans). Les pointes de débits précédant le prélèvement sont les suivantes : 18 août avec 0,24 m³/s, 12 juillet avec 0,21 m³/s. Ces crues ne sont donc pas pénalisantes pour les macro-invertébrés, c'est-à-dire sans modification du peuplement dus au phénomène hydrologique. Ces conditions (doublement du débit 20 jours avant le prélèvement) sont satisfaisantes pour l'objectif de l'étude.

Note : la station hydro 'le Veymerange à Thionville (Veymerange)' n'a pas été retenue comme référence hydrologique car cette station subit des variations de débit anthropiques. Elle n'est donc pas représentative de notre secteur d'étude.

Tableau 5 - Caractéristiques des stations d'étude, le jour du prélèvement_6/09/2019 :

Station	Largeur au miroir (sept 2019) (partie en eau)	Débit estimé (L/s)	Commentaire
Vey_amont	0,5	0	Ensoleillement < 10 %. Lit en eau constitué de flaques et biefs courts espacés sur 50 % du linéaire, berges exondées, peu de substrats. Faciès : flaques et mouilles stagnantes (colmatées par sédiments fins).
Vey_aval_proche	0,2	0	Idem Vey_amont
Vey_aval_éloigné	0,2	0	Idem Vey_amont. Présence de tritons

Situation du 16 mars 2020 (voir tableau 5bis) :

Les conditions hydrologiques sont bonnes. D'après la banque hydro (consultée en janvier 2021), pour La Canner à Koenigsmacker, le débit moyen journalier du 16 mars 2020 est de 1,11 m³/s. Les pointes de débits précédant le prélèvement sont : 6 mars avec 13,1 m³/s, 11 février avec 7,79 m³/s. Ces crues ne sont donc pas pénalisantes pour les macro-invertébrés (proche de la crue biennale pour le 6 mars). Ces conditions (débit multiplié par 12, 10 jours avant le prélèvement) sont optimales pour étudier l'impact des eaux pluviales.

Tableau 5bis - Caractéristiques des stations d'étude, le jour du prélèvement_16/03/2020 :

Station	Largeur au miroir	Débit estimé (L/s)	Commentaire
Vey_amont	1,3	10 à 15	Ensoleillement 10 à 50 %
Vey_aval_proche	1	10 à 15	Ensoleillement 10 à 50 %

La station Vey_aval_éloignée n'a pas pu être échantillonnée comme prévu le 17 mars 2020 en raison du confinement décrété par le gouvernement (épidémie due au coronavirus Covid19). La situation n'a pas permis de refaire les prélèvements à une autre période, en restant dans les conditions hydrologiques souhaitées. Les échantillons prélevés le 16 mars sur les stations Vey_amont et Vey_aval_proche ont donc tout de même été exploités.

3.1.2 Méthode utilisée

Septembre 2019 :

En raison de la situation hydrologique (voir ci-dessus), la norme de prélèvement NF T 90-333:2016 n'a pas pu être utilisée. Il a été réalisé 5 échantillons élémentaires par station, pour les mêmes trois substrats (voir tableau 6) et la classe de vitesse du courant nulle (voir tableau 7), sur les trois stations. Les substrats ont été prélevés au prorata de leur superficie. Il n'a pas été vu un autre type de substrat. Cette méthode permet une bonne comparaison « amont et aval rejet ».

Mars 2020 :

Les prélèvements sont réalisés selon la norme AFNOR, NF T 90-333..

Cette norme demande de prélever 12 échantillons élémentaires, répartis en trois phases :

- Phase A : 4 substrats marginaux (dont la superficie ne dépasse pas 5%), globalement les plus hospitaliers ;
- Phase B : 4 substrats dominants (dont la superficie fait au moins 5%), globalement les plus hospitaliers ;
- Phase C : 4 substrats dominants complémentaires, au prorata de leur superficie.

Cette méthode permet d'appréhender la diversité des substrats (et, à un deuxième niveau, des vitesses de courant) d'un site de prélèvement. Elle n'est pas forcément adaptée pour mettre en évidence des perturbations, dans le cas où les stations amont-aval comportent des substrats (ou vitesses) nettement différents, non liés à la perturbation à étudier. Cette question est traitée dans les chapitres 3.1.4 et 3.1.5.

3.1.3 Conditions d'application de la norme

Pour toutes les stations et les deux campagnes : les conditions d'accès sont bonnes. La largeur plein bord a été estimée avec difficulté en raison de l'encaissement du cours d'eau.

Situation du 6 septembre 2019 : les observations sont équivalentes sur les 3 stations :

- Difficultés d'établissement du plan d'échantillonnage, car le fond est fortement colmaté par des sédiments fins. Difficulté pour estimer la largeur au miroir (car une partie du lit est en assec). La largeur au miroir n'est estimée que pour le linéaire en eau. Impossibilité d'appliquer la norme (voir plus haut).
- Difficultés de prélèvement, car pas de courant (difficulté pour nettoyer le matériel entre les prélèvements élémentaires), d'où un risque de contamination entre échantillons.

Situation du 16 mars 2020 :

Les conditions d'application de la norme de prélèvement AFNOR NF T90-333 ont été bonnes (accès au site, établissement du plan d'échantillonnage et prélèvements), excepté pour Vey_aval_proche : la reconnaissance préalable n'a pas pu être faite en raison de l'encaissement du cours d'eau. Les prélèvements ont donc été réalisés de l'aval vers l'amont sans reconnaissance. Ceci n'a pas eu d'impact sur les prélèvements d'échantillons élémentaires.

3.1.4 Substrats prélevés

Comme indiqué dans le chapitre 3.1.2, il convient de vérifier si la nature des substrats prélevés peut avoir un impact sur les résultats. Les substrats prélevés sont listés dans le tableau 6.

Tableau 6 – Substrats prélevés lors des deux campagnes de prélèvements (les substrats les plus hospitaliers étant en tête du tableau). Les substrats de la norme non présents sur les stations ont été supprimés du tableau :

Station -->		Vey_ amont	Vey_aval _proche	Vey_aval _éloigné	Vey_ amont	Vey_aval _proche
Substrat	Saison -->	06/09/19			16/03/20	
Débris organiques grossiers (litière)		1 (C5)	1	1 (C3)	1	1 (C4)
Chevelus racinaires libres dans l'eau... (1)						1
... supports ligneux (branchages) (1)					1	
Sédiments minéraux de grande taille (pierres, galets) (25 à 250 mm)		3 (C3 à 5)	3	3 (C3 à 4)	7 (3B) (1C3)	6 (2B)
Blocs facilement déplaçables (> 250 mm)					1	1
Granulats grossiers (graviers) (2 à 25 mm)					1 (C3)	1
Vases : Sédiments organiques fins (< 0,1 mm) (2)		1 (C5)	1 (C4)	1 (C4)		
...limons (2)					1 (1B)	

Surfaces uniformes dures naturelles et artificielles : (roches, dalles, blocs non facilement déplaçables, marnes et argiles compactes)						2 (2B)
--	--	--	--	--	--	--------

Légende : B : substrats de la phase B (dominants) ; Cn : niveau de colmatage par des sédiments fins, indiqué de 3 à 5 ; (1) substrats fusionnés dans la norme, (2) : idem.

Les substrats prélevés sur les trois stations, pour chaque date, sont relativement proches.

En septembre 2019, les substrats prélevés sont identiques. La station Vey_aval_proche présente un plus faible colmatage par rapport aux deux autres stations, notamment sur les pierres.

En mars 2020, la différence est plus importante, notamment avec le prélèvement (demandé par la norme) de deux placettes sur un substrat peu hospitalier : « surface uniforme dure ».

En conclusion : les différences constatées en mars 2020 (tableau 7), justifie une analyse particulière pour comparer, de l'amont vers l'aval, les communautés de macro-invertébrés pour les substrats identiques (voir chapitre 4.13).

3.1.5 Vitesses de courant prélevées

Les communautés de macro-invertébrés sont influencées, pour un substrat donné, par les vitesses de courant.

Ainsi que le demande la norme, les classes de vitesse pour chaque placette prélevée sont estimées à la surface de l'eau, et non à la profondeur où sont prélevés les macro-invertébrés. Ces classes de vitesses donnent donc plus une idée de l'ambiance de la placette que des micro-habitats dans lesquels vivent réellement les macro-invertébrés.

Le tableau 7 présente les classes de vitesse prélevées.

Tableau 7 – Classes de vitesse du courant prélevées lors des deux campagnes de prélèvements :

Station -->	Vey_ amont	Vey_ava l_proche	Vey_aval _éloigné	Vey_ amont	Vey_aval _proche
Vitesse Saison -->	06/09/19			16/03/20	
Rapide (> 75 cm/s)					
Moyenne (25 à 75 cm/s)				3 (1B)	4 (2B)
Lente (5 à 25 cm/s)				6 (2B)	8 (2B)
Nulle (< 5 cm/s)	5	5	5	3 (1B)	

Légende : nB : nombre d'échantillons de la phase B (= substrats dominants dans leur classe de vitesse dominante)

En conclusion : les conditions sont identiques en septembre 2019. En mars 2020, les vitesses sont globalement plus rapides sur Vey_aval_proche. Il est donc intéressant de comparer la communauté de macro-invertébrés, à l'amont et l'aval, pour des classes de vitesse identiques (voir chapitre 4.14).

3.2 Déterminations taxonomiques

Le travail de détermination taxonomique des macro-invertébrés est ensuite réalisé.

La méthode utilisée est la norme AFNOR, XP T 90-388:2010 - *Traitement au laboratoire d'échantillons contenant des macro-invertébrés de cours d'eau*. Les options choisies sont les plus poussées :

Option 2 : estimation des abondances par taxons ;

Option B : détermination au niveau B (en général le genre) ;

Option d : détermination par échantillon élémentaire.

Lorsque cela a été possible (état et âge des individus, clé de détermination disponible, difficultés réduites de détermination), la détermination a été poussée pour la majorité des groupes taxonomiques cités dans la norme selon les limites listées dans le tableau 8.

Tableau 8 – Niveau de détermination recherché pour la présente étude :

Groupe taxonomique de la norme AFNOR XP T90-388	Niveau B (1) de détermination de la norme XP T 90-388	Niveau de détermination pour la présente étude
Tous les ordres d'insectes sauf Diptera et Hymenoptera	genre	Espèce, excepté certains genres (par exemple <i>Hydraena</i> , <i>Elodes</i> ...)
Diptera	famille	genre
Crustacea - Malacostraca	genre	espèce
Bivalvia et Gastropoda	Famille ou genre	Espèce, excepté certains genres (par exemple <i>Pisidium</i> ...)
Achaeta - Hirudinea	Famille	espèce

Légende : (1) niveau B : le plus précis de la norme AFNOR XP T 90-388

Nous nous sommes basés sur les principaux ouvrages disponibles actuellement. Une détermination au niveau de l'espèce est parfois difficile et une erreur est possible, soit en raison de l'absence d'un ouvrage de taxonomie adapté, soit en raison de l'état d'un individu (larve jeune ou abîmée), surtout si un seul individu de l'espèce est trouvé.

Enfin, par souci de simplification des listes taxonomiques et après l'analyse de l'ensemble des listes :

- tous les Gammaridae trop jeunes pour être déterminés à l'espèce ont été saisis en *Gammarus* car tous les individus identifiés sont de ce genre dans la présente étude.

Notons que tous les individus saisis en tant que *Gammarus* font partie du groupe *fossarum /pulex*, car *G. roeselii* aurait été facile à différencier, même jeune ;

- pour la même raison, tous les *Electrogena*, même jeunes, ont été saisis en tant que *Electrogena ujhelhyii*.

Pour la campagne d'été, les déterminations n'ont, dans de nombreux cas, pas pu être poussées à l'espèce, voir même au genre, en raison de la présence de jeunes stades larvaires.

4 Exploitation des données macro-invertébrés

4.1 Listes taxonomiques

Les listes taxonomiques par prélèvement élémentaire, sur les stations, sont en annexe A.

Les listes globales, par station et par saison, sont dans les tableaux 9 et 10 ci-dessous.

Tableau 9 – Liste globale par station_6/09/2019 :

Synthèse des listes taxonomiques pour les prélèvements du 6/09/2019						Somme pour les 3 sites			
Groupe	Niveau Taxonomique	Nom unique	LE_VEYMERANGE_A_THIONVILLE_ amont_proche_A31, 6/09/2019	LE_VEYMERANGE_A_THIONVILLE_ aval_proche_A31, 6/09/2019	LE_VEYMERANGE_A_THIONVILLE_ aval_éloigné_A31, 6/09/2019	nbre individus	taxons IBGN	genre	sp
PLECOPTERA	Nemouridae	Nemouridae	13	1		14	1		
TRICHOPTERA	Polycentropodidae	Polycentropodidae		9		9	1		
EPHEMEROPTERA	Baetidae	Centroptilum luteolum	1		2	3	1	1	1
EPHEMEROPTERA	Heptageniidae	Heptageniidae	5	3		8	1		
EPHEMEROPTERA	Heptageniidae	Electrogena ujhelyii			2	2		1	1
COLEOPTERA	Dytiscidae	Hydroporus		1		1	1	1	
COLEOPTERA	Helophoridae	Helophorus			3	3	1	1	
COLEOPTERA	Hydraenidae	Hydraena	1	3		4	1	1	
COLEOPTERA	Scirtidae	Cyphon			9	9	1	1	
COLEOPTERA	Scirtidae	Helodes	2	7	2	11		1	
HETEROPTERA	Nepidae	Nepa cinerea			2	2	1	1	1
DIPTERA	Ceratopogonidae	Ceratopogoninae	6			6	1		
DIPTERA	Chironomidae	Chironomidae	121	102	50	273	1		
DIPTERA	Culicidae	Anopheles	1	1		2	1	1	
DIPTERA	Limoniidae	Limoniidae		1		1	1		
DIPTERA	Limoniidae	Cheilotrichia			1	1		1	
DIPTERA	Limoniidae	Dicranota	1			1		1	
DIPTERA	Limoniidae	Elocophila	3			3		1	
DIPTERA	Limoniidae	Helius	1			1		1	
DIPTERA	Limoniidae	Pedicia	1			1		1	
DIPTERA	Limoniidae	Pilaria	3			3		1	
DIPTERA	Limoniidae	Scleroprocta	1			1		1	
DIPTERA	Tabanidae	Tabanidae	1			1	1		
MEGALOPTERA	Sialidae	Sialis	1		1	2	1	1	
MEGALOPTERA	Sialidae	Sialis fuliginosa	1			1			1
CRUSTACEA-MALACOSTRACA	Gammaridae	Gammarus	134	205	369	708	1	1	
CRUSTACEA-MALACOSTRACA	Gammaridae	Gammarus fossarum	1	36		37			1
CRUSTACEA-MALACOSTRACA	Gammaridae	Gammarus pulex	40	130	141	311			1
HYDRACARINA	HYDRACARINA	HYDRACARINA	1	1		2	1		
BIVALVA	Sphaeriidae	Pisidium	34	16	12	62	1	1	
BIVALVA	Sphaeriidae	Pisidium nitidum	8			8			1
GASTROPODA	Hydrobiidae	Potamopyrgus antipodarum	15		8	23	1	1	1
OLIGOCHAETA	OLIGOCHAETA	OLIGOCHAETA	1467	118	245	1830	1		
Collembola	Collembola	Collembola	2	4	2	8			
Totaux :			1865	638	849	3352	20	20	8

Tableau 10 – Liste globale par station_16/03/2020 : (page suivante) :

Synthèse des listes taxonomiques pour la campagne de relevés de printemps						Somme pour les 3 sites			
Groupe	Niveau Taxonomique	Nom unique	LE_VEYMERANGE _A_THIONVILLE_ amont_proche_A31, 16/03/2020	LE_VEYMERANGE _A_THIONVILLE_ aval_proche_A31, 16/03/2020	LE_VEYMERANGE _A_THIONVILLE_ aval_éloigné_A31, non réalisé	nbre individ us	taxon s IBGN	ge nre	sp
PLECOPTERA	Brachypteridae	Brachyptera	2	1		3	1	1	
PLECOPTERA	Brachypteridae	Brachyptera risi	95	28		123			1
PLECOPTERA	Capniidae	Capnia	77	107		184	1	1	
PLECOPTERA	Capniidae	Capnia bifrons	57	85		142			1
PLECOPTERA	Nemouridae	Amphinemura	142	67		209	1	1	
PLECOPTERA	Nemouridae	Nemoura	7	52		59		1	
PLECOPTERA	Nemouridae	Nemoura avicularis	6			6			1
PLECOPTERA	Nemouridae	Nemoura cinerea	2	28		30			1
PLECOPTERA	Nemouridae	Nemoura marginata	4	11		15			1
TRICHOPTERA	Glossosomatidae	Glossosomatidae	1			1	1		
TRICHOPTERA	Limnephilidae	Stenophylacini-chaetopterygini	2			2	1		
TRICHOPTERA	Limnephilidae	Micropterna	12	2		14		1	
TRICHOPTERA	Limnephilidae	Micropterna lateralis	2			2			1
TRICHOPTERA	Limnephilidae	Micropterna nycterobia	19	2		21			1
TRICHOPTERA	Limnephilidae	Stenophylax permistus		1		1		1	1
TRICHOPTERA	Limnephilidae	Stenophylax vibex		1		1			1
TRICHOPTERA	Polycentropodidae	Plectrocnemia	1			1	1	1	
TRICHOPTERA	Polycentropodidae	Plectrocnemia geniculata		3		3			1
EPHEMEROPTERA	Baetidae	Baetis rhodani	15	19		34	1	1	1
EPHEMEROPTERA	Baetidae	Centroptilum luteolum	2	3		5			1
EPHEMEROPTERA	Heptageniidae	Electrogena ujhelhyii	29	6		35	1	1	1
EPHEMEROPTERA	Leptophlebiidae	Leptophlebiidae	12	7		19	1		
EPHEMEROPTERA	Leptophlebiidae	Habrophlebia	5	65		70		1	
EPHEMEROPTERA	Leptophlebiidae	Paraleptophlebia submarginata	1			1		1	1
COLEOPTERA	Dytiscidae	Hydroporinae		1		1	1		
COLEOPTERA	Helophoridae	Helophorus		1		1	1	1	
COLEOPTERA	Hydraenidae	Hydraena		3		3	1	1	
COLEOPTERA	Scirtidae	Helodes		26		26	1	1	
HETEROPTERA	Veliidae	Veliidae		1		1	1		
HETEROPTERA	Veliidae	Velia		2		2		1	
DIPTERA	Ceratopogonidae	Ceratopogoninae	23	24	non réalisé	47	1		
DIPTERA	Chironomidae	Chironomidae	87	58		145	1		
DIPTERA	Empididae	Chelifera		1		1	1		
DIPTERA	Limoniidae	Limoniidae	3			3			1
DIPTERA	Limoniidae	Elocophila	4			4			1
DIPTERA	Limoniidae	Molophilus	3	7		10			1
DIPTERA	Limoniidae	Neolimnomyia	8			8			1
DIPTERA	Limoniidae	Pedicia	12	10		22			1
DIPTERA	Limoniidae	Pilaria	3	3		6			1
DIPTERA	Limoniidae	Scleroprocta	1			1			1
DIPTERA	Limoniidae	Symplecta		1		1			1
DIPTERA	Psychodidae	Psychoda	1			1	1	1	
DIPTERA	Ptychopteridae	Ptychoptera	1			1	1	1	
DIPTERA	Simuliidae	Simuliidae	572	641		1213	1		
DIPTERA	Simuliidae	Simulium vernalis		50		50			1
DIPTERA	Tabanidae	Chrysops	1			1	1	1	
CRUSTACEA-MAL	Gammaridae	Gammarus	79	220		299	1	1	
CRUSTACEA-MAL	Gammaridae	Gammarus fossarum	56	3		59			1
CRUSTACEA-MAL	Gammaridae	Gammarus pulex	47	17		64			1
CRUSTACEA-MAL	Oniscidae	Oniscoides		4		4			
CRUSTACEA	Ostracoda	Ostracoda	2	2		4			
HYDRACARINA	HYDRACARINA	HYDRACARINA	1	2		3	1		
BIVALVA	Sphaeriidae	Pisidium	13	29		42	1	1	
BIVALVA	Sphaeriidae	Pisidium conventus	2			2			1
GASTROPODA	Hydrobiidae	Bythinella	1			1	1	1	
GASTROPODA	Hydrobiidae	Potamopyrgus antipodarum	5			5			1
OLIGOCHAETA	OLIGOCHAETA	OLIGOCHAETA	285	595		880	1		
OLIGOCHAETA	OLIGOCHAETA	Eiseniella tetraedra	2			2			1
NEMATHELMINTH	NEMATHELMIN	NEMATHELMINTHA		1		1	1		
BRYOZOA	BRYOZOA	BRYOZOA	2			2	1		
Collembola	Collembola	Collembola	6	6		12			
		Totaux :	1713	2196	0	3909	28	33	20

Ces listes faunistiques correspondent à celles attendues pour un ruisseau de ce type. Des taxons sont remarquables et traduisent une bonne qualité d'eau, notamment *Brachyptera risi*, *Capnia bifrons* et *Nemoura avicularis*.

L'évolution des richesses taxonomiques est donnée par les tableaux 11 et 12 ci-dessous.

Tableau 11 – Nombre de taxons déterminés par station, pour 5 échantillons élémentaires_6/09/2019 :

Code_station	Nbre de taxons_IBGN	Nbre de genres	Nbre d'espèces
Vey_amont	16	14	6
Vey_aval_proche	13	6	2
Vay_aval_éloigné	10	9	4

Tableau 12 – Nombre de taxons déterminés par station, pour 12 échantillons élémentaires_16/03/2020 :

Code_station	Nbre de taxons_IBGN	Nbre de genres	Nbre d'espèces
Vey_amont	22	25	16
Vey_aval_proche	22	22	14

Les richesses taxonomiques sont nettement plus réduites le 6 septembre 2019, en raison de l'étiage sévère (et donc de la limitation du nombre d'échantillons élémentaires prélevés). Il est par ailleurs plus difficile d'aller à l'espèce à cette saison en raison de la présence de beaucoup de jeunes larvules. Les larves en mars sont plus développées, d'où une détermination à l'espèce plus fréquente.

Les chapitres suivants vont consister à utiliser les différents indices disponibles actuellement pour discerner un impact éventuel des rejets de l'A31 (chapitre 4.3 à 4.6), puis à proposer d'autres types exploitations (autres chapitres).

4.2 Réalisation des calculs

Les listes taxonomiques ont été transférées sur l'outil de saisie de l'OFB, « saisie_MinvCE » (voir <https://professionnels.afbiodiversite.fr/node/393>) puis mises au format d'échange COPELI (disponible sur le même site Internet). L'IBGN, l'I2M2 et les valeurs des pressions de son outil diagnostic ont ensuite été calculés grâce aux applications Web de calcul mis à disposition sur le site : <http://www.see.eaufrance.fr/>.

Les calculs ont été réalisés en janvier 2021.

4.3 IBGN-équivalents

4.3.1 Présentation de la méthode

L'indice IBGN (AFNOR NF T90-350) donne une note de la qualité des cours d'eau (eau et hydromorphologie), basée sur les macro-invertébrés aquatiques. Il est le premier indice macro-invertébré à avoir été normalisé par l'AFNOR (en 1985) ¹.

Il est basé sur une détermination taxonomique à la famille, pour la majorité des groupes biologiques, pour 8 échantillons élémentaires (prélevés sur des habitats aquatiques correspondant à des couples « substrat - vitesse du courant »).

Cet indice historique est encore utilisé provisoirement, mais il est en cours de remplacement par l'I2M2 (voir chapitre suivant). Bien que la méthode d'échantillonnage actuelle NF T 90-333 soit adaptée au calcul du nouvel indice I2M2, il est toujours possible de calculer un « IBGN équivalent » (les IBGN-éq correspondent aux phases A et B de la norme NF T 90-333, en excluant la phase C).

L'IBGN est calculé à partir :

- de l'indice GI (groupe indicateur), d'après le taxon le plus sensible à la pollution de l'eau,
- de la classe de variété taxonomique, déterminé à partir du nombre de taxons présents.

La formule de calcul est : $IBGN = GI + (\text{classe de variété} - 1)$, avec $IBGN \leq 20$.

L'IBGN est une note sur 20, le GI sur 9 (variant de 9 : meilleur à 0 : plus mauvais) et la classe de variété taxonomique sur 14 (variant de 14 : meilleur à 0 : plus mauvais).

Les couleurs bleu, vert, jaune, orange et rouge (en surligné dans les tableaux ci-après) correspondent aux anciennes classes de qualité, de la meilleure à la plus mauvaise (Guide technique du MEEM, 2016, page 49).

Les limites inférieures des classes d'IBGN (bleu à orange) sont [15 - 13 – 9 - 6] pour l'hydroécocorégion (HER 10) et les tailles de cours d'eau TP (très petit) et P (petit).

Une classe d'état macro-invertébrés, présentée dans un « État des lieux » établi par l'État français, est généralement calculée sur 3 années de données. Les couleurs définies sur une seule année ne sont donc indiquées dans le tableau 14 que pour information et ne correspondent pas à de vraies classes de qualité.

Les couleurs pour le GI et la classe de variété sont proposées dans la présente étude pour visualiser la gradation des valeurs.

4.3.2 Résultats

A) Qualité au 6/09/19 : la situation hydrologique du 6/09/2019 ne permet pas calculer des IBGN-éq : seuls 5 prélèvements élémentaires ont été effectués, au lieu des 8. A titre d'information, la grille de calcul a tout de même été utilisée (tableau 13), juste pour une comparaison amont-aval, vu que le même protocole d'échantillonnage a été mis en œuvre sur les 3 stations, sur la base des 5 échantillons élémentaires. Ces indices ne peuvent pas être utilisés dans un autre contexte.

¹ Le premier indice macro-invertébrés est l'indice biotique, de 1967 (Tuffery et Verneaux)

Note : un taxon a été considéré comme GI dès le premier individu trouvé (et non trois comme dans la norme), en raison du faible nombre d'échantillons élémentaires.

Tableau 13 – Pseudo-IBGN-éq, calculé sur 5 échantillons élémentaires _ 6/09/2019 :

Code_station	Pseudo-IBGN-éq /20	Pseudo-GI / 9	Pseudo-Classe de variété /14 (et richesse taxonomique) (1)
Vey_amont	10	6 (Nemouridae)	5 (16)
Vey_aval_proche	10	6 (Nemouridae)	5 (13)
Vay_aval_éloigné	8	5 (Heptageneidae)	4 (10)

Légende : (1) en général la famille

Le pseudo-IBGN-éq est identique entre l'amont et l'aval_immédiat. L'érosion de l'abondance en Nemouridae (GI = 6) est cependant significative (confirmée par le tableau 9). Par contre, la station aval_éloigné perd deux points d'indice, en raison de la disparition des Nemouridae et d'une érosion de la richesse taxonomique (concernant tous les groupes taxonomiques). Ces résultats doivent être interprétés avec prudence, vu la situation hydrologique le jour du prélèvement et le faible nombre d'échantillons élémentaires.

Comme les données du 6/09/2019 ne nous permettent pas de calculer des I2M2 (en raison de l'absence des trois phases d'échantillonnages), les exploitations complémentaires possibles sur les données de l'été 2019 figurent aux chapitres 4.9 (indice de Jaccard) et suivants.

B) Qualité au 16/03/20 : les valeurs des IBGN-équivalent et de ses indices constitutifs sont dans le tableau 14.

Tableau 14 - IBGN-éq (calculé sur les phases A et B de la norme NF T90-333, en excluant la phase C) _16/03/2020 :

Code_station	IBGN-éq /20	GI / 9	Classe de variété /14 (et richesse taxonomique)
Vey_amont	14	8	7 (22)
Vey_aval_proche	14	8	7(22)

Le tableau 14 montre que :

1) Il n'y a pas d'écart pour l'IBGN-éq, le GI et la richesse taxonomique, entre l'amont et l'aval des rejets de l'A31, malgré un événement pluvieux significatif 10 jours avant les prélèvements et donc un rejet d'EPR.

2) L'IBGN-eq est modeste (14/20), y compris à l'amont de l'A31, pour un secteur sans perturbation, malgré un groupe indicateur traduisant une bonne qualité d'eau. La richesse est faible, probablement en raison du contexte local (tête de bassin, cours d'eau avec assec estival) ;

3) la baisse significative de l'abondance de la majorité des taxons les plus polluosensibles (*Brachyptera risi*, *Amphinemura*, *Nemoura avicularis*, *Micropterna*, *Electrogena* ...) ne se traduit pas par une baisse de l'IBGN-éq.

En conclusion pour les deux saisons : L'IBGN-éq ne permet pas de voir un impact des EPR de l'A31 sur nos stations en mars 2020. L'IBGN ne peut pas être calculé en septembre 2019.

4.4 L'I2M2

4.4.1 Présentation de l'I2M2 et de son outil diagnostic

L'indice invertébrés multi-métriques (I2M2) est l'indice d'évaluation de la qualité des cours d'eau basé sur les macro-invertébrés aquatiques, remplaçant l'IBGN (Mondy et col., 2011). Il est cité dans les arrêtés ministériels « surveillance » (2010, modifié 2018) et « évaluation » (2010, modifié 2018).

Il est basé sur une détermination taxonomique au genre, pour la majorité des groupes biologiques, sur 12 échantillons élémentaires (prélevés sur des habitats aquatiques correspondant à des couples « substrat - vitesse du courant »).

Il est nécessaire pour le calculer de prélever les 12 échantillons en 3 phases, prévues par la norme de prélèvement NF T90-333 (voir chap. 3.1.2 ci-dessus).

L'indice est calculé à partir de 5 métriques, présentés dans le tableau 15 ci-dessous :

Tableau 15 : Métriques utilisées pour le calcul de l'I2M2 :

Métriques de l'I2M2	Phases de prélèvement de la norme NF T90-333 (1)	Niveau de détermination taxonomique	Type d'abondance utilisée
Diversité de Shannon	A+B	Niveau B (3) de la norme XP 90-388	log10
Average score per taxon (ASPT) (2)	B+C	Familles de la version d'origine de l'ASPT (4)	Présence-absence
Richesse taxonomique	A+B+C	Niveau B (3) de la norme XP 90-388	Présence-absence
Fréquence relative des organismes polyvoltins	A+B+C	Niveau B (3) de la norme XP 90-388	log10
Fréquence relative d'organismes ovovipares	A+B+C	Niveau B (3) de la norme XP 90-388	log10

Légende : (1) phase A : 4 substrats marginaux (< 5 % de recouvrement du fond du point de prélèvement), phase B : 4 substrats dominants (≥ 5 %) et phase C : 4 substrats dominants complémentaires ; (2) indice basé sur la moyenne de la polluosensibilité des familles ; (3) en général, le genre ; (4) voir Armitage et col. 1983.

Ces 5 métriques prennent en compte les 17 catégories de pressions subies par le milieu aquatique, détaillées dans le chapitre suivant.

Le calcul de l'I2M2 prend en compte la typologie du cours d'eau (voir chapitre 2.2)

Cet indice varie de 1 (meilleur) à 0 (plus mauvais). Cet intervalle est divisé en 5 niveaux de qualité, reprenant le système de couleurs : bleu, vert, jaune, orange et rouge.

Il est accompagné d'un outil diagnostique permettant d'orienter son interprétation, en fonction de risques de pressions de la qualité de l'eau ou de l'habitat.

4.4.2 Types de pressions prises en compte par l'I2M2

L'I2M2 traduit l'état du milieu en prenant en compte 17 catégories de pression (voir tableaux 16 et 17 ci-dessous), 10 en relation avec la physico-chimie et 7 avec la qualité de l'hydromorphologie et l'utilisation de l'espace (ONEMA, 2014). Son outil diagnostique utilise un nombre inférieur de catégories de pressions (respectivement 6 et 6).

Tableau 16 - Types de pressions de qualité de l'eau utilisés dans l'I2M2 et son outil diagnostique :

Code	Pression de qualité de l'eau	Pression utilisée dans l'I2M2	Pression utilisée à ce jour (1) dans l'outil diagnostique (2)
WQ1	Matières organiques et oxydables (COD, DBO5, DCO, NH4+ et NK, O2d, et %O2)	OUI	OUI
WQ2	Matières azotées (hors nitrates)	OUI	OUI
WQ3	Nitrates	OUI	OUI
WQ4	Matières phosphorées	OUI	OUI
WQ5	Matières en suspension (MES)	OUI	/
WQ6	Acidification	OUI	/
WQ7	Micro-polluants minéraux	OUI	/
WQ8	Pesticides	OUI	OUI
WQ9	Hydrocarbures polycyclique aromatique (HAP)	OUI	OUI
WQ10	Micro-polluants organiques	OUI	/

Légende : (1) l'outil devrait évoluer pour prendre en compte un nombre croissant de pressions ; (2) d'après rendu actuel outil web SEEE

De nombreuses pressions sont particulièrement adaptées pour mettre en évidence une pollution due aux EPR : WQ1, WQ5, WQ7, WQ9 ...

Tableau 17 - Types de pressions de dégradation physique de l'habitat et d'utilisation de l'espace utilisés dans l'I2M2 et son outil diagnostique :

Code	Pression de dégradation physique de l'habitat et d'utilisation de l'espace	Pression utilisée dans l'I2M2	Pression utilisée à ce jour (1) dans l'outil diagnostique (2)
HD1	Voies de communication (taux, dans le lit mineur)	OUI	OUI
HD2	Ripisylve (taux, corridor de 30 m de part et d'autre de la rivière)	OUI	OUI
HD3	Urbanisation (dans la zone de 100 m de part et d'autre de la rivière à l'échelle du sous-tronçon)	OUI	OUI
HD4	Risque de colmatage (érosion des sols)	OUI	OUI
HD5	Risque d'instabilité hydrologique (dans le bassin versant : taux d'irrigation + taux de volume d'eau retenue)	OUI	OUI
HD6	Rectification (à l'échelle du sous-tronçon)	OUI	/

HD7	Niveau d'anthropisation du bassin versant (pour le bassin versant : % urbanisé, % en agriculture intensive et % en surface naturelle)	OUI	OUI
-----	---	-----	-----

Légende : voir tableau 16

Les pressions HD1, HD4 et HD5 sont bien adaptées pour le suivi de rejets d'EPR.

4.4.3 Prise en compte de la typologie des cours d'eau

Les calculs de l'I2M2 et de son outil d'application prennent en compte la typologie. Les classes de qualité (ces dernières fixées par l'arrêté ministériel du 25 janvier 2010, modifié le 27 juillet 2018) ont parfois des limites différentes selon la typologie des cours d'eau.

Le tableau 18 indique les limites de classes (bleu à orange) pour le type TP10 (tronçon du Veymerange étudié).

Tableau 18 - Valeurs inférieures des limites de classes d'état de l'I2M2 (de bleu à orange), par type de cours d'eau pour l'I2M2, d'après l'arrêté ministériel du 27 juillet 2018. *Pour les rangs de Strahler : voir Cemagref Lyon, 2006* :

Valeurs inférieures des limites de classes de l'I2M2		Catégorie de tailles de cours d'eau			
n°	Hydro-écorégion (HER)	Grand (Strahler 5)	Moyen (Strahler 4)	Petit (Strahler 3)	Très petit (Strahler 1 à 2)
10	Côtes calcaires de l'est	0,665 – 0,443	– 0,295 - 0,148	0,665 – 0,498	– 0,332 - 0,166

4.4.4 Taxons pris en compte par l'I2M2

Nos listes comportant des déterminations à l'espèce, certains taxons n'ont pas été pris en compte par le calcul de l'I2M2 (voir Annexe B).

Les listes sous format d'échange COPELI ont donc été modifiées de manière à faire accepter par le calcul le maximum de taxons (les espèces non prises en compte ont été « remontées » au niveau du genre, pour constituer de nouvelles listes, adaptées au calcul de l'I2M2).

Note : Il serait souhaitable que l'outil de calcul du SEEE prenne à l'avenir en compte tous les taxons ayant un code SANDRE (prise en compte des synonymes, rattachement des espèces à leur genre ...).

4.4.5 Résultats de l'I2M2

Rappel : vu la situation hydrologique au 6/09/2019, l'I2M2 n'est pas calculable à cette date.

Le tableau 19 ci-dessous présente les résultats du 16/03/2020.

Tableau 19 - Indices I2M2 _16/03/2020 :

Code_station	Typologie (1)	I2M2
Vey_amont	TP10 (25)	0.4487
Vey_aval_proche	TP10 (25)	0.4826

Légende : (1) seule l'hydro-écorégion de niveau 1 est prise en compte dans le calcul de l'I2M2

L'I2M2 est modeste (qualité jaune) malgré les bonnes conditions écologiques, probablement en raison de la situation du cours d'eau en tête de bassin, avec assec estival (faible richesse). L'I2M2 n'est pas adapté à ces conditions particulières. Cette observation préalable n'empêche aucunement la poursuite de l'interprétation des résultats. Les deux stations, amont et aval rejet, ont la même classe de qualité, malgré un événement pluvieux significatif 10 jours avant les prélèvements (et donc un rejet d'EPR) et malgré la réduction de l'abondance de la majorité des taxons polluosensibles (voir le commentaire sur l'IBGN).

L'I2M2 est légèrement supérieur sur Vey_aval_proche (augmentation de 7,6%). Un impact négatif des rejets des EPR de l'A31 n'est donc pas perceptible sur nos stations en mars 2020.

4.5 Outil diagnostique de l'I2M2 sur les risques de pressions

Rappel : cet outil n'est pas utilisable pour les données du 6/09/2019 (situation hydrologique empêchant l'application de la norme de prélèvement NF T90-333).

L'outil diagnostique permet de définir les risques de pressions pouvant provoquer une dégradation du milieu. A l'inverse de l'I2M2, les résultats varient de 0 (meilleur) à 1 (plus mauvais). D'après le guide de l'I2M2 (ONEMA, 2014), « *un risque de pression est considéré comme significatif lorsqu'[la valeur de ce risque] est supérieure à 0,5* ». Ce risque est surligné dans les tableaux 20 et 22 ci-dessous avec le code couleur suivant (proposé pour cette étude) : de 0,5 à < 0,7 : jaune, de 0,7 à < 0,9 : orange, 0,9 et plus : rouge.

4.5.1 Pression de qualité d'eau

Les risques de pressions de qualité d'eau sont présentés dans le tableau 20 :

Tableau 20 - Résultats de l'outil diagnostique macro-invertébrés pour les pressions de qualité de l'eau, 16/03/2020 :

Code_station	MATIERES_ORGANIQUES	MATIERES_PHOSPHOREES	MATIERES_AZOTEES	NITRATES	HAP	PESTICIDES
Vey_amont	0.511	0.196	0.229	0.245	0.531	0.431
Vey_aval_proche	0.541	0.180	0.226	0.202	0.506	0.402

Pour les deux stations, les risques de pressions Matières organiques et HAP ressortent légèrement. Il est surprenant que l'amont soit aussi impacté que l'aval. Il convient de voir si cela est un artefact ou une pollution réelle.

Le SEEE propose aussi des indicateurs de sensibilité aux pesticides (SPEAR_S et SPEAR_Q, respectivement proportion d'espèces sensibles et d'individus appartenant à des espèces sensibles dans la communauté, voir tableau 21). Plus le résultat est proche de 1, plus la communauté est composée d'espèces (et d'individus) sensibles aux pesticides, ce qui indique donc une faible contamination par ces substances (donc 1 = bon, et 0 = mauvais).

Tableau 21 - Résultat de l'outil diagnostic macro-invertébrés pour la sensibilité aux pesticides_16/03/2020 :

	Nombre relatif des taxons sensibles aux pesticides (SPEAR_S)	Abondance relative (après transformation en log) des taxons sensibles aux pesticides (SPEAR_Q)
Vey_amont	0.48	0.481
Vey_aval_proche	0.4	0.422

Légende : surlignage jaune : valeurs un peu en dessous de 0,5 : risque possible. Surlignage orange : valeurs nettement en dessous de 0,5 : risque probable

Ces données indiquent une pollution par pesticides. Ici aussi, le résultat est surprenant. Est-ce que les taxons polluosensibles aux pesticides ne seraient pas aussi sensibles à d'autres pollutions de type toxique (autre que des pesticides) ? Dans ce cas, la station amont est aussi soumise à une pollution ce type.

Note : il semblerait que la version actuelle du logiciel de calcul sur le site du SEEE pose des difficultés (Labat (F), 2021). Nous nous en tiendrons à cette dernière explication. Seuls les écarts nous semblent interprétables pour l'instant.

En conclusion : l'outil diagnostic sur les risques de pressions de qualité d'eau ne permet pas de mettre en évidence l'impact des EPR sur nos stations, de par l'absence d'écarts significatifs entre l'amont et l'aval.

4.5.2 Pressions de dégradation physique de l'habitat et d'utilisation de l'espace

Les risques de pressions de qualité du milieu physique et d'utilisation de l'espace sont présentés dans le tableau 22 :

Tableau 22 - Résultat de l'outil diagnostic macro-invertébrés pour les pressions de dégradation physique de l'habitat et d'utilisation de l'espace_16/03/2020 :

Code_station	RIPISYLVE	VOIES_COMMUNICATION	URBANISATION_100M	RISQUE_COLMATAGE	INSTABILITE_HYDROLOGIQUE	ANTHROPISATION_BV
Vey_amont	0.4142	0.6003	0.5777	0.3319	0.5733	0.391
Vey_aval_proche	0.4337	0.5776	0.545	0.2925	0.5838	0.3968

Trois risques apparaissent, sans être vraiment nets : voies de communication, urbanisation dans les 100 m et instabilité hydrologique. Néanmoins, ils sont présents autant à l'amont qu'à l'aval. Les résultats de l'outil diagnostic sur les risques de pression ne semblent pas facilement exploitables (voir note dans le chapitre ci-dessus).

En conclusion, l'outil diagnostic sur les risques de perturbations du milieu physique et l'utilisation de l'espace ne permet pas de mettre en évidence l'impact des EPR sur nos stations de par l'absence d'écarts significatifs entre l'amont et l'aval.

4.6 Traits biologiques calculés par le SEEE

Rappel : cet outil n'est pas utilisable pour les données du 6/09/2019 (situation hydrologique empêchant l'application de la norme de prélèvement NF T90-333).

L'outil diagnostique du SEEE comporte un volet appelé « sorties complémentaires » qui donne les profils de la communauté de macro-invertébrés pour les traits biologiques. « Ces profils sont calculés comme étant la moyenne des affinités des taxons (pondérées par les abondances (exprimées en log) des différents taxons) pour les différentes modalités [des traits biologiques]. La signification des codes utilisés pour les modalités est donnée dans le fichier de paramètre ODInvertebres_params_traits.csv ».

Note : Cet outil utilise le même niveau taxonomique que celui de l'I2M2 (famille ou genre), c'est-à-dire que le niveau taxonomique de l'espèce n'est pas utilisé (voir fichier, fourni par le SEEE appelé : « ODInvertebres_params_transcodage », le code_taxon utilisé pour les espèces est celui du genre).

Les résultats sont présentés dans les tableaux 23 et 24.

4.6.1 Distribution dans les classes de trophie (nutriments)

Les classes de trophie (nutriments : azote, phosphore) évoluent très peu entre l'amont et l'aval (tableau 23). La station aval devient légèrement moins eutrophe que l'amont mais le caractère oligotrophe diminue aussi, au profit de la mésotrophie.

Tableau 23 - Résultat de l'outil diagnostique macro-invertébrés pour le trait biologique « degré de trophie », 16/03/2020 :

Degré de trophie (nutriments) -->	oligo	méso	eutrophe
Vey_amont	0.433	0.392	0.170
Vey_aval_proche	0.419	0.424	0.155

Légende : pas de surlignage : baisse inférieure à 10 % ; surlignage jaune : baisse entre 10 et 20 %

En conclusion, les classes de trophie au niveau genre (SEEE) ne permettent pas de mettre en évidence l'impact des EPR sur nos stations.

4.6.2 Distribution dans les classes de saprobie (pollution organique)

Les classes de saprobie sont décrites dans le chapitre 5.10.2 consacré à cette pollution (tableau 31).

La communauté est dominée, autant à l'amont qu'à l'aval (tableau 24), par des taxons oligosaprobés (pollution faible) et béta-mésosaprobés (pollution organique modérée). Les classes évoluent peu entre l'amont et l'aval (tableau 24). L'aval est marqué par une petite réduction des taxons xénosaprobés (et polysaprobés, mais cette classe est peu représentée).

Tableau 24 - Résultat de l'outil diagnostique macro-invertébrés pour le trait biologique « valeur saprobiale », 16/03/2020 :

Valeur saprobiale (matière organique) -->	xéno	oligo	béta_méso	alpha_méso	poly
Vey_amont	0.113	0.348	0.347	0.146	0.036
Vey_aval_proche	0.101	0.330	0.345	0.137	0.023

Légende : idem tableau 23

En conclusion, les classes de saprobie au niveau genre (SEEE) permettent de voir une légère dégradation à l'aval du rejet des EPR de l'A31 (réduction des espèces xénosaprobies et dans une moindre mesure, oligosaprobies).

4.6.3 Distribution dans les classes de salinité

Le calcul des traits biologiques proposé par le SEEE ne permet la comparaison qu'entre seulement, 2 classes de salinité ('eau douce' et 'eaux saumâtre'), ce qui n'est pas précis pour voir l'impact graduel d'un traitement hivernal avec du sel. La limite de concentration en sel entre ces deux classes n'est pas indiquée dans l'ouvrage ayant servi de base aux calculs du SEEE (Tachet et col., 2010, p44).

Note : A titre d'information, il n'y a pas de seuils de qualité pour ce paramètre dans l'arrêté d'évaluation de l'état écologique (arrêté ministériel du 25 janvier 2010, modifié 2018), en application de la Directive cadre sur l'eau.

Van Dam et col., 1994 ont proposé les limites suivantes : a) eau douce (< 0,1 g/L d'ions chlorures et < 0,2 ‰ de salinité) et b) eau légèrement saumâtre (0,1 à 0,5 g/L d'ions chlorures et 0,2 à 0,9 ‰ de salinité).

Nisbet (M) et Verneaux (J), 1970 avaient proposé les seuils de référence suivants : a) < 10 mg/L dans le rhithron (rivière à forte énergie) et b) < 20 mg/L dans le potamon (rivière lente).

Ces chiffres sont à comparer avec ceux du rapport d'étape 1 (annexe A) : les pics de chlorures dans les EPR après salage peuvent atteindre 6 400 mg/L avant rejet en milieu naturel. Un petit ruisseau comme le Veymerange, en débit de pluie, recevant des EPR chargées de plusieurs passages de traitement hivernal, peut donc avoir des concentrations en chlorures après rejet dépassant largement la limite de 10 mg/L (voir Nisbet-Verneaux ci-dessus) voir 100 mg/L (voir Van Dam ci-dessus).

Le calcul de l'affinité de la communauté macro-invertébrés aux sels est fait dans le tableau 24bis.

Tableau 24bis - Résultat de l'outil diagnostique macro-invertébrés pour le trait biologique « salinité », 16/03/2020 :

Valeur saprobiale (matière organique) -->	Eau douce	Eau saumâtre
Vey_ament	0.89	0.11
Vey_aval_proche	0.90	0.10

Légende : idem tableau 23

En conclusion, les deux classes de salinité au niveau genre ne permettent pas de voir une dégradation à l'aval du rejet des EPR de l'A31.

Note : le site Freshwaterecology.info, utilisé dans le chapitre 4-10 ci-dessous (sur les saprobies), ne permet pas d'avoir de données avec des classes de salinité à l'espèce plus précise que les deux ci-dessus.

4.7 Espèces remarquables

Les espèces remarquables trouvées dans le cadre de la présente étude sont définies ici par 3 critères : espèces protégées (accords internationaux ou réglementation française), espèces menacées (liste rouge de l'UICN) et espèces déterminantes ZNIEFF de Lorraine. Les espèces trouvées dans nos listes taxonomiques sont listées dans les tableaux 25 et 26.

Tableau 25 – Statut des espèces présentes dans l'ensemble des stations d'étude et les deux saisons :

Groupe	Famille	Nom latin (nom commun)	Statut de protection			Statut de conservation en France (liste de l'UICN)		Espèce déterminante ZNIEFF de Lorraine (6)	
			Convention de Berne (1) (-/Oui)	Directive habitat (2) (-/ II / IV)	Législation française (3) (arrêté)	Liste rouge (4) (- / CR / EN / VU)	Espèce Quasi-menacé (5) (- / NT)	Niveau (1 à 3)	Commentaire ZNIEFF
PLECOPTER A	Brachypteridae	<i>Brachyptera</i> ou <i>Brachyptera risi</i>	-	-	-	-	-	3	-
	Capniidae	<i>Capnia</i> ou <i>Capnia bifrons</i>	-	-	-	-	-	3	-
	Nemouridae	<i>Nemoura avicularis</i>	-	-	-	-	-	3	-
TRICHOPTERA	Limnephilidae	<i>Micropterna lateralis</i>	-	-	-	-	-	3	-
	Limnephilidae	<i>Micropterna nycterobia</i>	-	-	-	-	-	3	-
	Limnephilidae	<i>Stenophylax vibex</i>	-	-	-	-	-	3	-
EPHEMEROPTERA	Heptageniidae	<i>Electrogena</i> ou <i>E. ujhelyii</i>	-	-	-	-	-	3	-

Légende :

- (1) Convention internationale de Berne (1976) visant à la conservation de la flore et la faune sauvages et leurs habitats naturels
- (2) Directive européenne de 1992, modifiée en 2006, concernant la conservation des habitats naturels ainsi que la faune et la flore sauvages. L'annexe II fixe les espèces d'intérêt communautaire dont la conservation nécessite la désignation de zones spéciales de conservation. L'annexe IV définit les espèces qui nécessitent une protection stricte.
- (3) Arrêté du 23 avril 2007 (JO du 6 mai 2007) fixant la liste des insectes protégés sur le territoire national (voir article 2) ou Arrêté interministériel du 21 juillet 1983, modifié par l'arrêté du 18 janvier 2000, relatif à la protection des écrevisses autochtones
- (4) Liste des espèces menacées d'extinction en France en 1994. Mise à jour pour certains groupes biologiques. Les espèces sont classées en plusieurs niveaux, dont les trois premiers (soulignées) regroupent les espèces menacées d'extinction : CR (En danger critique), EN (En danger), VU (Vulnérable), NT (Quasi menacée), LC (Préoccupation mineure), DD (Données insuffisantes). Site : <https://uicn.fr/liste-rouge-mondiale/>;
- (5) niveau NT (voir (4) ci-dessus) de la liste de l'UICN.
- (6) Listes validées par le Conseil scientifique régional du patrimoine naturel (CSRPN) de Lorraine, pour certains groupes biologiques, classant les espèces en 3 niveaux : espèce déterminante 1 (espèce prioritaire : protégée)

ou très rare régionalement), déterminante 2 (rare), déterminante 3 (soit espèce parapluie (traduisant un bon état), soit espèce peu commune ou localisée, soit espèce en limite de son aire de répartition...).

Seule l'espèce *Electrogena ujhelhyii* est identifiée le 6 septembre 2019 sur la station aval_éloigné (2 individus). Cette espèce est sans doute présente sur les autres stations, mais sous la forme de larvules non déterminables. C'est d'ailleurs aussi probablement le cas pour d'autres espèces déterminantes (présence de larvules de Nemouridae).

Le printemps 2020 est nettement plus riche avec les 7 espèces figurant sur le tableau 25. Les individus déterminés au genre seulement (larvules) ont été mis dans le tableau si le genre est lui-même déterminant ZNIEFF.

Les stations sont peuplées d'un nombre intéressant d'espèces déterminantes, qui pourrait contribuer à élargir la ZNIEFF « forêt de Thionville » à l'ouest de l'A31 (amont du ruisseau).

Tableau 26 - Distribution, sur les stations, des espèces ou genres protégées, menacées ou déterminantes ZNIEFF_16/03/2020 :

Groupe	Famille	Genre espèce	LE_VEYMERAN GE_A_THIONVIL LE_amont_proche _A31, 16/03/2020	LE_VEYMERANG E_A_THIONVILL E_aval_proche_A31 , 16/03/2020	LE_VEYMERANG E_A_THIONVILL E_aval_éloigné_A31 , non réalisé	nbre individus
PLECOPTERA	Brachypter idae	Brachyptera	2	1	non réalisé	3
		Brachyptera risi	95	28	non réalisé	123
	Capniidae	Capnia	77	107	non réalisé	184
		Capnia bifrons	57	85	non réalisé	142
	Nemourida e	Nemoura avicularis	6		non réalisé	6
TRICHOPTER A	Limnephili dae	Micropterna lateralis	2		non réalisé	2
		Micropterna nycterobia	19	2	non réalisé	21
		Stenophylax vibex		1	non réalisé	1
EPHEMEROP TERA	Heptagenei dae	Electrogena ujhelhyii	29	6	non réalisé	35
Totaux :			287	230	0	517

Le nombre d'espèces remarquables est comparable à l'amont et l'aval du rejet, le 16 mars 2020. Par contre, la plupart voient leur densité se réduire significativement, excepté *Capnia (bifrons)*. L'abondance totale en espèces remarquables se réduit d'environ 20 %.

En conclusion, le nombre d'espèces remarquables ne permet pas de voir l'impact du rejet des EPR de l'A31. L'abondance totale recule d'environ 20 % entre l'amont et l'aval du rejet.

4.8 Espèces exotiques

Une seule espèce exotique, le gastéropode *Potamopyrgus jenkinsi*, a été trouvée sur les trois stations. Ce faible nombre de taxons exotiques montre bien la préservation de ces stations, en tête de bassin. Ce taxon n'a pas une forte abondance comme le montre le tableau 27.

il est plutôt présent à l'amont du rejet de l'A31.

Tableau 27 - Espèces exotiques sur le secteur d'étude (informations écologiques d'après de Devin Simon, 2005) :

Station	Famille	Nom latin (nom commun)	Abondance	Abondance totale station	Aire d'origine	Date première observation en France
Vey_amont_6/09/2019	Hydrobiidae	<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	15 (1)	1865	Nouvelle – Zélande	Vers 1950
Vey_aval_éloigné_6/09/2019			8 (1)	849		
Vey_amont_16/03/2020			5 (2)	1713		

Légende : (1) : pour 5 échantillons élémentaires, (2) pour 12 échantillons élémentaires

En conclusion, le nombre d'espèces exotiques, et leur abondance, ne permettent pas de voir l'impact du rejet des EPR de l'A31.

4.9 Comparaison avec une communauté de référence

Cette comparaison est réalisée à l'aide de l'indice de distance de Jaccard (1912).

Ce type d'indice est particulièrement pertinent si la liste taxonomique, servant de référence pour la comparaison, est en (très) bon état écologique et de même typologie. La station Vey_amont répond à ces critères (voir chapitres ci-dessus).

Le calcul a été fait au niveau du genre pour avoir suffisamment de taxons à comparer. Le nombre d'espèces exploitables est trop faible, y compris en mars 2020 (10 espèces sur Vey_amont et Vey_aval).

Note : c'est souvent le cas dans une étude : le nombre d'espèces exploitables pour les macro-invertébrés aquatiques est nettement moins important que le nombre de genres (stade larvaire non déterminable à l'espèce, individus dégradés, écart de détermination pour un même taxon entre les différentes stations : par exemple pour les 3 niveaux Capniidae, *Capnia* et *Capnia bifrons*...).

Sur chaque liste faunistique (voir annexe C), le travail préparatoire suivant est effectué :

- non prise en compte des taxons représentés par 1 ou 2 individus pour 12 échantillons élémentaires d'une station. En effet, à l'expérience, ces densités sont trop faibles pour des populations en « bonne santé ». Si un genre n'est représenté que par un ou deux individus au niveau d'une station, la valeur est ramenée à zéro. Si c'est le cas pour toutes les stations d'une saison, la ligne du taxon est supprimée ;

- non prise en compte des taxons avec une détermination taxonomique plus élevée que le genre (famille, ordre, classe ...) car les taxons de niveaux taxonomiques élevés deviennent trop ubiquistes pour ce type d'analyse. Dans certains cas, il peut y avoir un artefact si une détermination n'a pu être poussée qu'à la famille sur une station et au genre ou à l'espèce pour les autres. Néanmoins, le cas est rare et la méthode de traitement des listes n'a pas été plus complexifiée. Les familles sont ignorées même dans ce dernier cas.

La comparaison est donc finalement effectuée sur les genres d'au moins 3 individus.

L'indice de distance de Jaccard (% de similarité) est ensuite calculé, en comparaison avec la liste de référence (vey_ament) :

$$\text{Indice de Jaccard (\%)} = (a / S) \times 100$$

avec :

a : nombre de taxons communs aux 2 listes ;

S : somme des taxons des deux listes = a+b+c, avec :

b : nombre de taxons uniquement présents dans la liste de référence ;

c : nombre de taxons uniquement présents dans la liste testée ;

Plus l'indice est élevé, plus les listes taxonomiques se ressemblent.

Les couleurs sont proposées dans l'ordre classique, bleu, vert, jaune, orange, rouge, par classe de 20 %.

Situation du 6/09/2019 : le nombre de genres utilisable est extrêmement faible (tableau 28). Les résultats, montrant une dégradation importante, doivent être utilisés avec précaution.

Tableau 28 - Indice de Jaccard pour l'ensemble des 5 prélèvements élémentaires_6/09/2019 – taxons sélectionnés : genres d'au moins 3 individus :

Station de référence : (Vey_ament_6/09/2019) (nombre de genres = 5), comparée avec :	Nbre total de genres de la liste testée (pour information)	Genres communs aux 2 listes 'a'	Genres uniquement présents dans liste de réf. 'b'	Genres uniquement présents dans liste testée 'c'	Indice de Jaccard %
Vey_aval_proche	4	2	3	2	0,29
Vey_aval_éloigné	5	3	2	2	0,43

Afin d'avoir plus de taxons et avoir des résultats plus robustes, l'indice est calculé dans le tableau 29 en prenant tous les taxons, quel que soit leur niveau (embranchement, ordre, famille, genre, espèce, mais en évitant un double compte), et quel que soit le nombre d'individus. Le nombre de taxons pris en compte est plus important, tout en restant encore modeste. La dégradation est importante, du même ordre de grandeur que pour le tableau 28.

Tableau 29 - Indice de Jaccard pour l'ensemble des 5 prélèvements élémentaires_6/09/2019 – taxons sélectionnés : tous taxons d'au moins 1 individu :

Station de référence : (Vey_ament_6/09/2019) (nombre de taxons = 23), comparée avec :	Nbre total de taxons de la liste testée (pour information)	Taxons communs aux 2 listes 'a'	Taxons uniquement présents dans liste de réf. 'b'	Taxons uniquement présents dans liste testée 'c'	Indice de Jaccard %
Vey_aval_proche	15	12	12	3	0,44

Vey_aval_éloigné	14	10	14	4	0,36
------------------	----	----	----	---	------

Situation au 16/03/2020 : le calcul est fait ci-après (tableau 30) pour l'ensemble des 12 prélèvements élémentaires par station (phases A+B+C de la norme AFNOR 90-333).

Tableau 30 - Indice de Jaccard pour l'ensemble des 12 prélèvements élémentaires_16/03/2020 – taxons sélectionnés : genres d'au moins 3 individus :

Station de référence : (Vey_amont_16/03/2020) (nombre de genres = 17), comparée avec :	Nbre total de genres de la liste testée (pour information)	Genres communs aux 2 listes 'a'	Genres uniquement présents dans liste de réf. 'b'	Genres uniquement présents dans liste testée 'c'	Indice de Jaccard %
Vey_aval_proche	17	13	4	4	62

L'indice de Jaccard ne permet pas de déceler une modification significative de la communauté de macro-invertébrés le 16/03/2020.

En conclusion, l'indice de Jaccard permet de voir une modification importante de la communauté de macro-invertébrés entre l'amont et l'aval du rejet de l'A31 le 6/09/2019 (dégradation d'environ 55 à 70%). L'écart est plus modeste (38 %) le 16/03/2020.

4.10 Analyse à l'espèce : saprobie

L'indice saprobie IS correspond à la moyenne pour toutes les espèces i de :

$$IS(i) = \text{somme}(X, G, H) / \text{somme}(H, G)$$

avec

X : valence saprobie de l'espèce ;

G : poids de la valeur indicatrice (seules les espèces de valeurs indicatrices 4, 8 et 16 sont utilisées, et non celles de poids 1 et 2)

H : abondance de l'espèce

Les niveaux de saptobies et leurs valeurs sont dans le tableau 31 :

Tableau 31 - Méthode des saptobies, niveaux et valeurs :

Niveau de saprobie	Valeur (méthode allemande)	Degré de pollution
Xénosaprobe	0	nulle
Oligosaprobe	1	faible
Béta-mésosaprobe	2	modérée
Alpha-mésosaprobe	3	forte
Polysaprobe	4	Très forte

Les feuilles de calculs par stations sont en annexe D.

Note : pour que ce type d'exploitation soit reproductible (pas de recherche bibliographique particulière à chaque étude), les données à l'espèce (valeurs utilisées en Allemagne pour la valence de saprobie X et la valeur indicatrice G) ont été entièrement récupérées sur le site Internet européen Freshwaterecology.info.

Situation au 6/09/2019 (tableau 32) : le nombre d'espèces déterminables (8 espèces) et pris en compte par le calcul est faible, ainsi que la proportion d'individus représentée par ces espèces (3 à 26%).

Tableau 32 – Indice saprobie_6/09/2019 :

Station	Nbre sp non retenues (sans valence)	Nbre sp prises en compte avec valence	Nbre individus total de ces espèces / Nombres total d'individus de la station (et %)	Indice saprobique IS(i)
Vey_amont	1	5	58 / 1865 = 3 %	1,99
Vey_aval_proche	0	2	166 / 638 = 26 %	1,89
Vey_aval_éloignée	1	4	153 / 849 = 18 %	2

La station est nettement bêta-mésosaprobe (pollution modérée), y compris à l'amont. La situation de rupture hydraulique, avec accumulation de feuilles et de particules fines dans les biefs peut expliquer cette situation, en l'absence de tout rejet à l'amont. Il n'y a pas d'écart significatif à l'aval du rejet.

Situation au 16/03/2020 (tableau 33) : le nombre d'espèces pris en compte (et leur proportion) est plus élevé, mais reste modeste.

Tableau 33 – Indice saprobique_16/03/2020 :

Station	Nbre sp non retenues (sans valence)	Nbre sp prises en compte avec valence	Nbre individus total de ces espèces / Nombres total d'individus de la station (et %)	Indice saprobique
Vey_amont	5	10	312 / 1713 = 18 %	1,43
Vey_aval_proche	4	10	225 / 2196 = 10 %	1,45

En mars, les deux stations sont entre les niveaux Oligosaprobe et Bêta-mésosaprobe. Il n'y a pas d'écart significatif à l'aval du rejet.

En conclusion, l'indice saprobie (à l'espèce) ne permet pas de voir l'impact du rejet des EPR de l'A31.

4.11 Abondances des taxons dominants

Dans le présent chapitre sont étudiées les espèces dominantes (dont l'abondance est supérieure à 3 %).

Ainsi que le rappelle Ramade (1984) : « ... les espèces dominantes jouent un rôle majeur dans le fonctionnement de l'écosystème en contrôlant le flux de l'énergie, ... ».

L'abondance est parfois difficile à comparer pour des niveaux taxonomiques trop élevés (famille ou plus), comportant de nombreuses espèces, pouvant avoir des préférendums

écologiques différents, voir opposés (par exemple pour les oligochaètes, les Chironomidae ...). Idéalement, il convient de comparer, uniquement les densités d'une espèce et sur un type d'habitat, par rapport à un site de référence. Hélas, ce type de données ne pourrait être obtenu qu'avec un nombre important de répliquats : nos données collectées ne permettent pas d'atteindre ce niveau de précision. Nous avons néanmoins exploité ci-dessous les données disponibles.

Situation au 6/09/2019 (tableau 34) : peu d'espèces figurent dans les taxons dominants. En septembre, le groupe Oligochaeta, lié aux substrats fins, dominant largement sur Vey_amont. Sur les deux stations aval, la communauté de macro-invertébrés est largement dominée par *Gammarus (pulex* en majorité). L'espèce *Gammarus pulex* un décomposeur de litière (« déchiqueteurs, broyeur de substrat »), fréquente en tête de bassin. Sa valence saprobie est de 2.

Les autres taxons (Chironomidae, Oligochaeta) ne sont pas déterminés à un niveau de précision suffisant pour en tirer des conclusions écologiques. Néanmoins, la prolifération de ces deux taxons indique en général la présence d'espèces peu polluosensibles.

Note : la détermination à l'espèce de ces deux taxons demande un traitement des échantillons différents de celui prévu par la norme XP T90-388.

La communauté de macro-invertébrés comporte les mêmes taxons dominants à l'amont et l'aval, montrant un milieu riche en sédiments et bêta-mésosaprobe.

Tableau 34 – Taxons dont l'abondance est supérieure à 3 %_6/09/2019 :

Nom Station	Abondance totale	Taxons dominants (abondance et %)						Total % pris en compte
		n°1	n°2	n°3	n°4	n°5	n°6	
Vey_amont	1865	Oligochaeta (1467 soit 79%)	<i>Gammarus (fossarum et pulex)</i> (175 soit 9%)	<i>Chironomidae</i> (121 soit 6 %)	-	-	-	94
Vey_aval_proche	638	<i>Gammarus (fossarum et pulex)</i> (371 soit 58%)	Oligochaeta (118 soit 18%)	<i>Chironomidae</i> (102 soit 16 %)	<i>Pisidium</i> (16 soit 3 %)	-	-	95
Vey_aval_éloigné	849	<i>Gammarus (fossarum et pulex)</i> (510 soit 60%)	Oligochaeta (245 soit 29%)	<i>Chironomidae</i> (50 soit 6 %)	-	-	-	95

Situation au 16/03/2020 (tableau 35) : la situation est nettement différente de septembre. La communauté de macro-invertébrés est dominée par les Simuliidae (probablement *S. vernum* d'après les nymphes trouvées). Les Simuliidae se développent dans les eaux courantes (Rhithron) et filtre les matières en suspension. *S. vernum* est une espèce à large répartition saprobique (avec une valence de 1,6, d'après Moog, 2002).

Les deux taxons Oligochaeta et *Gammarus (pulex* en majorité) se retrouvent en forte proportion, comme en septembre. Par contre, les espèces remarquables (voir chapitre ci-dessus) *Brachypera risi* (Vey_amont) et *Capnia bifrons* (Vey_amont et aval) sont bien représentées.

Tableau 35 – Taxons dont l'abondance est supérieure à 3 %_16/03/2020 :

Nom Station	Abondance totale	Taxons dominants (abondance et %)							Total % pris en compte
		n°1	n°2	n°3	n°4	n°5	n°5	n°5	
Vey_amont	1713	Simuliidae (572 soit 33%)	Oligochaeta (285 soit 17%)	<i>Gammarus (fossarum et pulex)</i> (182 soit 11%)	<i>Capnia (bifrons)</i> (134 soit 7%)	<i>Brachyptera (risi)</i> (97 soit 6 %)	Chironomidae (87 soit 5%)	–	87
Vey_aval_proche	2196	Simuliidae (<i>S.vernum</i>) (691 soit 31%)	Oligochaeta (295 soit 27%)	<i>Gammarus (fossarum et pulex)</i> (240 soit 11%)	<i>Capnia (bifrons)</i> (192 soit 11%)	<i>Amphinemura</i> (67 soit 3%)_	<i>Habrophlebia</i> (65 soit 3%)	Chironomidae (68 soit 3%)	86

En conclusion : l'impact du rejet de l'A31 ne peut être mis en évidence, les taxons dominants sont proches entre l'amont et l'aval du rejet.

4.12 Taux d'espèces polluosensibles par rapport à la référence

4.12.1 Nombre d'espèces

Méthode : ce test se base sur le nombre d'espèces polluosensibles (de valence saprobique de 1 à 1,4 incluse) par station, comparée à la référence. Seules ont été retenues les espèces d'au moins 3 individus (voir Annexe E). Ce taux est ramené à 1 s'il y a plus d'espèces dans la station testée que dans la référence.

En cas d'un nombre trop faible d'espèces (inférieur à 5), le calcul peut être fait pour des espèces moins polluosensibles (par exemple de valence saprobique allant jusqu'à 1,7 inclus).

Situation au 6/09/2019 : cet indice n'est pas calculé, vu le faible nombre d'espèces concernées (aucune espèce de valence allant à 1,4 inclus et seulement 2 espèces de valence allant à 1,7 inclus).

Situation au 16/03/2020 : le test est réalisé pour deux niveaux de polluosensibilité (tableau 36).

Tableau 36 – Taux d'espèces polluosensibles (nombre d'espèces d'au moins 3 individus)_16/03/2020 :

Station	Espèces à valence saprobie de 1 à 1,4 incluse (Nbre d'espèces concernées / nbre total : 3 / 20) (1)		Espèces à valence saprobie de 1 à 1,7 incluse (Nbre d'espèces concernées / nbre total : 8 / 20) (1)	
Vey_amont	2	Sans objet	6	Sans objet
Vey_aval_proche	3	1	7	1

Légende : (1) : ce ratio permet de voir le taux d'espèces prises en compte pour la valeur saprobie de la colonne. Il est modeste pour la valence < à 1,4 et plus robuste pour la valence < à 1,7.

Pour le premier niveau de polluosensibilité, il n'y a pas de disparition d'espèces oligotrophes à l'aval mais le nombre testé est faible (*Brachyptera risi*, *Capnia bifrons* et sur Vey_aval : *Plectrocnemia geniculata*).

Pour le 2^{ème} niveau de polluosensibilité, le résultat est identique. Le fait d'avoir une seule espèce polluosensible de plus à l'aval n'est pas significatif.

En conclusion : le taux d'espèces polluosensibles par rapport à la station de référence (Vey_amont) ne permet pas de voir un impact du rejet des EPR de l'A31.

4.12.2 Abondance d'espèces polluosensibles

Les mêmes tests sont effectués (uniquement pour le 16/03/2020) mais en utilisant l'abondance totale des espèces polluosensibles (tableau 37) et non le nombre de taxons.

Tableau 37 – Taux d'espèces polluosensibles : abondance totale des espèces_16/03/2020 :

Station	Espèces à valence saprobie de 1 à 1,4 incluse (Nbre d'espèces concernées / nbre total : 3 / 20) (1)		Espèces à valence saprobie de 1 à 1,7 incluse (Nbre d'espèces concernées / nbre total : 8 / 20) (1)	
	Nbre d'individus	Taux	Nbre d'individus	Taux
Vey_amont	152	Sans objet	247	Sans objet
Vey_aval_proche	116	0,76	186	0,75

Légende : (1) : voir tableau 36.

En conclusion : le taux d'abondance des espèces polluosensibles par rapport à la station de référence (Vey_amont) permet de voir une érosion d'environ 25 %, entre l'amont et l'aval du rejet. Cette baisse est significative.

4.13 Comparaison amont-aval pour des couples substrat-vitesse identiques

Le chapitre 3.1.4 montre qu'il est pertinent, pour les prélèvements du 16 mars 2020, de faire une analyse détaillée sur l'évolution amont-aval pour un groupe de couples « substrat-vitesse du courant » identiques (voir tableau 38), pour s'affranchir de variation de communauté biologique dépendant des prélèvements élémentaires. Rappelons que ces derniers peuvent être différents d'une station à l'autre, en respectant le protocole de la norme NF T90-333. Il y a 8 échantillons élémentaires identiques sur les deux stations (amont et aval).

Tableau 38 – Liste des couples substrat-vitesse identiques prélevés à l'amont et l'aval du rejet le 16/03/2020 :

16/03/2021		Vey_amont				Vey_aval				
		N5 25 à 75 cm/s Moyenne		N3 5 à 25 cm/s Lente		N5 25 à 75 cm/s Moyenne		N3 5 à 25 cm/s Lente		
Substrats	1 à 4	Phase et N° Prélev	1 à 4	Phase et N° Prélev	Nb de prél. réalisés	1 à 4	Phase et N° Prélev	1 à 4	Phase et N° Prélev	Nb de prél. réalisés
Débris organiques grossiers (litière)			1	A2	1			1	A2	1
Sédiments minéraux de grande taille (pierres, galets) (25 à 250 mm)	3	B5, C9, C12	2	B6, C10	5	3	B6, C11, C12	3	B5, C9, C10	6
Blocs facilement déplaçables (> 250 mm)			1	A4	1			1	A1	1
Granulats grossiers (graviers) (2 à 25 mm).			1	A1	1			1	A4	1
Total				Total	8			Total		9

Le substrat C10 sur Vey_aval, excédentaire, est retiré de l'analyse.

Seuls les indicateurs adaptés à ces données sont utilisés dans les 3 sous-chapitres suivants.

4.13.1 Pseudo-IBGN

Un pseudo-IBGN est calculé sur ces 8 couples substrat-vitesse identiques à l'amont et l'aval du rejet (tableau 39).

Tableau 39 – Pseudo-IBGN, calculé sur 8 couples substrat-vitesse identiques sur le protocole de prélèvement NF T90-333 _ 16/03/2020 :

Nom Station_code_réseau_date_labo	Pseudo-IBGN- éq /20	Pseudo- GI / 9	Pseudo-Classe de variété / 14 (et richesse taxonomique) (1)
Vey_amont	13	8	6 (21)
Vey_aval_proche	12	8	5 (16)

Légende : 1) richesse en taxon IBGN, en général la famille.

Cet indice perd un point, en raison de l'érosion du nombre de taxons (Glossosomatidae, Limnephilidae ...).

En conclusion : les Pseudo-IBGN-éq montrent une légère dégradation à l'aval du rejet (perte d'un point).

4.13.2 Indice de Jaccard

Sur la base des listes taxonomiques (annexe F) obtenues sur les 8 couples substrat-vitesse communs à l'amont et l'aval, l'indice de Jaccard est calculé (tableau 40) selon la méthode présentée au chapitre 4.9.1.

Tableau 40 - Indice de Jaccard pour 8 couples substrat-vitesse identiques sur le protocole de prélèvement NF T90-333 _16/03/2020 – taxons sélectionnés : genres d'au moins 3 individus :

Station de référence : (Vey_amont_16/03/2020) (nombre de genres = 15), comparée avec :	Nbre total de genres de la liste testée (pour information)	Genres communs aux 2 listes 'a'	Genres uniquement présents dans liste de réf. 'b'	Genres uniquement présents dans liste testée 'c'	Indice de Jaccard %
Vey_aval_proche	12	11	4	1	69

En conclusion, l'indice de Jaccard sur les 8 substrats communs permet de voir un impact du rejet des EPR de l'A31 (dégradation d'environ 30%). La dégradation est plus peu plus prononcée que pour l'analyse sur l'ensemble des listes (voir tableau 37).

4.13.3 Taux de maintien des espèces les plus polluosensibles par rapport à la référence

Le test déjà réalisé sur les 12 prélèvements élémentaires demandés par la norme de prélèvement (chapitre 4.12.1) est réalisé ici uniquement sur les 8 substrats communs entre l'amont et l'aval du rejet (tableaux 41, 42 et annexe G).

Tableau 41 – Taux de maintien des espèces polluosensibles : nombre d'espèces d'au moins 3 individus_16/03/2020 (pour seulement 8 substrats identiques) :

Station	valence saprobie de 1 à 1,4 incluse (Nbre d'espèces concernées / nbre total : 2 / 16)		valence saprobie de 1 à 1,7 incluse (Nbre d'espèces concernées / nbre total : 6 / 16)	
Vey_amont	2	Sans objet	5	Sans objet
Vey_aval_proche	2	1	4	0,8

Le nombre d'espèces concerné est faible pour les deux valences saprobies. Aucun impact net du rejet n'est visible.

Tableau 42 – Taux de maintien des espèces polluosensibles : abondance des espèces d'au moins 3 individus_16/03/2020 (pour seulement 8 substrats identiques) :

Station	valence saprobie de 1 à 1,4 incluse (Nbre d'espèces concernées / nbre total : 2 / 16)		valence saprobie de 1 à 1,7 incluse (Nbre d'espèces concernées / nbre total : 6 / 20)	
	Nbre d'individus	Taux	Nbre d'individus	Taux
Vey_amont	129	Sans objet	207	Sans objet
Vey_aval_proche	77	0,6	98	0,47

En Conclusion, le taux de maintien des espèces polluosensibles sur les 8 substrats communs ne permet pas de voir un impact du rejet des EPR de l'A31 (tableau 41). Par contre, le taux de maintien des abondances de ces espèces est nettement plus discriminant (perte de 40 à 53%, tableau 42).

4.14 Comparaison amont-aval pour des classes de vitesse identiques pour le substrat pierres

Le chapitre 3.1.5 montre qu'il est pertinent, pour les prélèvements du 16 mars 2020, de faire une analyse détaillée sur l'évolution amont-aval par groupe de vitesses identiques. Deux classes de vitesses différentes sont étudiées (voir tableau 43), correspondant à des groupes de 2 substrats pierres. Les classes de vitesses rapides peuvent mettre en évidence une pollution récente, et les classes de vitesses lentes une pollution plus ancienne (dépôt de sédiments pollués).

Tableau 43 – Classes de vitesse et substrats identiques et retenus pour la comparaison des listes pour des classes de vitesse différentes_16/03/2020 :

code_station	Classe de vitesse 25 à 75 cm/s	Classe de vitesse 2 à 25 cm/s	Classe de vitesse < 5 cm/s
Vey_amont	3 Pierres	2 Pierres, 1 blocs et 1 graviers	2 Pierres
Vey_aval_proche	3 Pierres	2 Pierres, 1 blocs et 1 graviers	–
Classes de vitesse et substrats retenus pour la comparaison	2 pierres	2 pierres	–

4.14.1 Classe de vitesse 25 à 75 cm/s

A) Pseudo-IBGN

Ce pseudo-IBGN est calculé, à l'amont et l'aval du rejet, sur 2 substrats pierres (tableau 44).

Tableau 44 - Pseudo-IBGN (calculé pour 2 substrats pierres dans la classe de vitesse 25 à 75 cm/s (Vey_amont : échantillons B5 et C9, Vey_aval : B6 et C11)_16/03/2020 :

code_station	Pseudo-IBGN-éq /20	Pseudo-GI / 9	Pseudo-Classe de variété /14 (et richesse taxonomique)
Vey_amont	12	8	5(16)
Vey_aval_proche	12	8	5(13)

En Conclusion, le pseudo-IBGN sur 2 substrats pierres dans la classe de vitesse 25-75 ne permet pas de voir un impact du rejet des EPR de l'A31. Néanmoins, le nombre de substrat concerné est faible.

B) Taux de maintien des espèces polluosensibles

Ce test (tableaux 45 et 46) reprend la même méthode que celle utilisée dans les chapitres précédents .

Tableau 45 – Taux de maintien des espèces polluosensibles : nombre d'espèces d'au moins 3 individus_16/03/2020 (pour la classe de vitesse 25 à 75 cm/s) :

Station	valence saprobique de 1 à 1,4 incluses		valence saprobique de 1 à 1,7 incluses	
	Nbre d'espèces	Taux	Nbre d'espèces	Taux
Vey_amont	2	Sans objet	4	Sans objet
Vey_aval_proche	2	1	2	0,5

Tableau 46 – Taux de maintien des espèces polluosensibles : abondance des espèces d'au moins 3 individus_16/03/2020 (pour la classe de vitesse 25 à 75 cm/s) :

Station	valence saprobique de 1 à 1,4 incluses		valence saprobique de 1 à 1,7 incluses	
	Nbre d'individus	Taux	Nbre d'individus	Taux
Vey_amont	72 (2 espèces)	Sans objet	83 (4 espèces)	Sans objet
Vey_aval_proche	25 (2 espèces)	0,35	25 (2 espèces)	0,3

En Conclusion, même si le nombre d'espèces prises en compte est faible, le taux de maintien de l'abondance des espèces polluosensibles sur 2 substrats pierres dans la classe de vitesse 25-75 (tableau 46) permet de voir un impact du rejet des EPR de l'A31 (dégradation de 65 à 70%).

4.14.2 Classe de vitesse 5 à 25 cm/s

A) Pseudo-IBGN

Ce pseudo-IBGN est calculé, à l'amont et l'aval du rejet, sur 2 substrats pierres (tableau 47).

Tableau 47 - Pseudo-IBGN (calculé pour la classe de vitesse 5 à 25 m/s (Vey_amont : échantillons B6 et C10, Vey_aval : B5 et C9)_16/03/2020 :

code_station	Pseudo-IBGN-éq /20	Pseudo-GI / 9	Pseudo-Classe de variété /14 (et richesse taxonomique)
Vey_amont	7	8	6 (18)
Vey_aval_proche	10	8	3 (9)

Dans les vitesses de 5 à 25 cm/s, les baisses d'indices et de richesse sont significatives.

En Conclusion, le pseudo-IBGN sur 2 substrats pierres dans la classe de vitesse 5 à 25 cm/s permet de voir un impact du rejet des EPR de l'A31.

B) Taux de maintien des espèces polluosensibles

Ce test (tableaux 48 et 49) reprend la même méthode que celle utilisée dans les chapitres précédents .

Tableau 48 – Taux de maintien des espèces polluosensibles : nombre d'espèces d'au moins 3 individus_16/03/2020 (pour la classe de vitesse 5 à 25 cm/s) :

Station	valence saprobique de 1 à 1,4 incluses		valence saprobique de 1 à 1,7 incluses	
	Nbre d'espèces	Taux	Nbre d'espèces	Taux
Vey_amont	2	Sans objet	4	Sans objet
Vey_aval_proche	1	0,5	1	0,25

Tableau 49 – Taux de maintien des espèces polluosensibles : abondance des espèces d'au moins 3 individus_16/03/2020 (pour la classe de vitesse 5 à 25 cm/s) :

Station	valence saprobique de 1 à 1,4 incluses		valence saprobique de 1 à 1,7 incluses	
	Nbre d'individus	Taux	Nbre d'individus	Taux
Vey_amont	20 (2 espèces)	Sans objet	36 (4 espèces)	Sans objet
Vey_aval_proche	10 (1 espèce)	0,5	10 (1 espèce)	0,27

En Conclusion, même si le nombre d'espèce prise en compte est faible, le taux de maintien de l'abondance des espèces polluosensibles sur 2 substrats pierres dans la classe de vitesse 5-25 permet de voir un impact du rejet des EPR de l'A31 (dégradation de 50 à 73%).

4.15 Conclusion technique et discussion

L'ensemble des résultats est synthétisé dans le tableau 50.

Tableau 50 – Résultats synthétiques des indicateurs utilisés :

Date →	Station →	06/09/19		16/03/20
		Vey_aval_proche	Vey_aval_éloigné	Vey_aval_proche
IBGN_éq		Non (mais baisse richesse)	Perte 2 points (pas de classe défini car pseudo-IBGN)	Non (vert)
I2M2		–	–	Non, augmentation d'indice de 7,6 % (jaune)
Outil diagnostic macro-invertébrés pour les pressions de qualité de l'eau		–	–	Non
Indicateurs de sensibilité aux pesticides (SPEAR_S et SPEAR_Q)		–	–	Non

Outil diagnostic sur les risques de perturbations du milieu physique et l'utilisation de l'espace	-	-	Non
Classes de trophie au niveau genre (SEEE)	-	-	Non
Classes de saprobie au niveau genre (SEEE)	-	-	Oui Légère dégradation (10 % de la classe des sp xénosaprobe)
Espèces remarquables : nombre de taxons	Nbre d'sp non significatif	Nbre d'sp non significatif	Non
Espèces remarquables : abondance	Nbre d'sp non significatif	Nbre d'sp non significatif	Oui (vert) : l'abondance recule d'environ 20 % entre l'amont et l'aval du rejet
Espèces exotiques : nombre de taxons et abondance	Nbre d'sp non significatif	Nbre d'sp non significatif	Nbre d'sp non significatif
Indice de Jaccard au genre	Oui (jaune ou orange) dégradation de 55 à 70% selon les tests		Oui : dégradation d'environ de 38 % (vert)
Indice saprobique (à l'espèce)	Non (jaune)	Non (jaune)	Non (vert)
Abondance des taxons dominants	Non	Non	Non
Taux du nombre d'espèces polluosensibles par rapport à la station de référence (Vey_amont)	Nbre d'sp non significatif	Nbre d'sp non significatif	Non
Taux d'abondance des espèces polluosensibles par rapport à la station de référence (Vey_amont)	Nbre d'sp non significatif	Nbre d'sp non significatif	Oui, l'abondance recule d'environ 25 %
Écart amont-aval sur des couples substrat-vitesse identiques : Pseudo-IBGN	-	-	Oui, perte d'un point
Écart amont-aval sur des couples substrat-vitesse identiques : <u>indice de Jaccard</u>	-	-	Oui, dégradation d'environ 30 %
Écart amont-aval sur des couples substrat-vitesse identiques : taux de maintien du nombre d'espèces polluosensibles	-	-	Oui (recul de 20 %, mais peu d'espèces)
Écart amont-aval sur des couples substrat_vitesse identiques : taux de maintien de l'abondance des espèces polluosensibles			Oui, dégradation de 40 à 53 % selon les tests
Écart amont-aval pour la classe de vitesse 25-75 cm/s (substrats identiques) : pseudo-IBGN sur 2 substrats pierres	-	-	Non (mais peu de substrats utilisables)
Écart amont-aval pour la classe de vitesse 25-75 cm/s (substrats identiques) : taux de maintien de l'abondance des espèces polluosensibles	-	-	Oui, dégradation d'environ 65 à 70 %, mais peu de substrats utilisables
Écart amont-aval pour la classe de vitesse 5-25 cm/s (substrats identiques) : pseudo-IBGN sur 2 substrats pierres	-	-	Oui, perte de 3 points d'indices mais peu de substrats utilisables
Écart amont-aval pour la classe de vitesse 5-25 cm/s (substrats identiques) : taux de maintien de l'abondance des espèces polluosensibles sur 2 substrats pierres	-	-	Oui, dégradation de 50 à 73% mais peu de substrats utilisables

Légende : lignes surlignées en bleu : les plus pertinentes pour mettre en évidence l'impact du rejet. lignes surlignées en vert : un peu moins pertinentes. Oui : mise en évidence d'un impact du rejet des eaux pluviales ; non : pas d'écart

significatif ou autre précision. L'indication de couleur entre parenthèses (vert, jaune) correspond au niveau de qualité, de bleu à rouge

Les indices utilisés couramment (IBGN historique, indice saprobie, I2M2) ne permettent pas une mise en évidence d'une modification de la communauté de macro-invertébrés entre l'amont et l'aval du rejet de l'A31. Ce manque de sensibilité de ces indices est conforme à la synthèse bibliographique réalisée lors de l'étape 1.

Note : ce manque de sensibilité peut être expliqué par plusieurs facteurs :

1) au mode d'échantillonnage associé à ces méthodes (IBGN, NF T90-333 pour l'I2M2), réalisé en fonction des substrats présents sur chaque station. Les substrats prélevés peuvent donc être différents à l'amont et l'aval d'un rejet, ce qui a un impact sur la liste taxonomique et peut masquer l'impact de ce rejet ;

2) au fort poids de la richesse (pour l'IBGN), ou d'autres métriques (voir tableau 15 pour l'I2M2), sur les notes attribuées, qui ne prennent pas en compte la nature des taxons. Un peuplement macro-invertébrés peut donc être dégradé, sans que la richesse diminue (ou même avec son augmentation !) ;

3) utiliser un indice (Jaccard, taux de maintien des espèces polluosensibles...) basé sur une référence locale proche apporte plus de sensibilité que les indices nationaux, basés sur des banques de données de référence pas forcément adapté au cours d'eau étudié.

Par contre, des tests sont plus discriminants. Les plus pertinents sont :

A) sur la liste globale obtenue :

1) l'indice de Jaccard par rapport à une station de référence (Vey_amont joue ce rôle dans notre étude) ;

2) le taux d'abondance des espèces polluosensibles (en se basant sur la valence saprobique) par rapport à la station de référence (Vey_amont).

B) De manière plus discriminante, sur des listes regroupées par couples substrat-vitesse identiques à l'amont et l'aval :

3) l'indice de Jaccard, par rapport à une station de référence ;

4) le taux d'abondance des espèces polluosensibles par rapport à la station de référence.

C) de manière encore plus discriminante, sur des listes regroupées par substrat pierres pour des classes de vitesse identiques à l'amont et l'aval (à confirmer avec d'autres expérimentations) :

5) le taux de maintien de l'abondance des espèces polluosensibles sur des classes de vitesses identiques (sur substrats identiques).

Discussion :

Au vu des résultats sur les indices de Jaccard et les taux de maintien des espèces polluosensibles, les communautés macro-invertébrés sont nettement modifiées à l'aval du rejet de l'autoroute A31 (forte réduction des espèces polluosensibles). L'impact est fort au vu de ces outils.

La situation semble être plus critique l'été (d'après les pseudo-IBGN, voir 4.3.2 et les indices de Jaccard, voir 4,9), mais la situation hydrologique particulière de septembre 2019 sur le ruisseau de Veymerange (absence de continuité hydraulique) empêche d'apporter, avec la présente étude, une réponse indiscutable. Des mesures sur un

ruisseau ayant un débit estival de plus de 20 L/s seraient à réaliser. La difficulté est de trouver un site d'étude perturbé uniquement par des rejets d'EPR.

La perturbation de la communauté des macro-invertébrés du printemps ne semble pas provenir des sels des traitements hivernaux (d'après les traits biologiques du SEEE) mais cela demanderait une confirmation sur d'autres résultats. La pollution chronique annuelle semblerait donc impactante au printemps, malgré un débit du cours d'eau supérieur.

Il serait pertinent de confirmer ces résultats sur un deuxième site (sans discontinuité hydraulique l'été), en utilisant un protocole reprenant les points n'ayant pas pu être résolus lors de la présente étude et en intégrant les résultats obtenus :

- 1) choix du nombre de campagne de prélèvement (printemps et été ou alors été uniquement) : à confirmer sur un deuxième site ;
- 2) intérêt d'une station aval éloignée (n'ayant pas pu être testé dans la présente étude (absence de continuité hydraulique en septembre 2019 et non prélèvement en raison du confinement COVID19 en mars 2020) : à confirmer sur un deuxième site ;
- 2) prélèvement simplifié adapté à l'exploitation (indice de Jaccard ...) : il est proposé un protocole plus léger que celui demandé par la norme AFNOR (basé sur 12 échantillons élémentaires). Il consiste à comparer les communautés obtenues sur un couple « substrat -vitesse du courant » identique à l'amont et à l'aval du rejet, par exemple en prenant 3 échantillons élémentaires du substrat pierres, pour chacune des classes de vitesse 25-75 cm/s et 5 – 25 cm/s.
- 3) exploitation : à faire uniquement sur l'indice de Jaccard et le taux de maintien des espèces polluosensibles.

Note : une détermination à l'espèce est donc essentielle.

Une telle méthode pourrait aussi être utilisée pour de multiples types de suivis d'EPR : par exemple pour déceler un impact éventuel de travaux de modification de l'assainissement routier, de création de bassin de pollution ...

5 Conclusion

L'objectif du présent travail était de mettre en évidence l'impact éventuel d'un rejet d'eaux pluviales routières sur un cours d'eau, en travaillant sur un bassin versant le plus naturel possible et ayant le moins de facteurs perturbants autres que celui étudié. La pollution routière est une pollution chronique, dont l'impact sur le milieu récepteur est délicat à mettre en évidence du fait de son caractère intermittent, lié aux précipitations. Elle peut être masquée par les multiples sources de dégradation de la qualité des cours d'eau (hydrologique, chimique, hydromorphologique ...).

Le site étudié dans le présent rapport répond à cet objectif. A l'amont de la zone d'étude, le bassin versant est presque entièrement boisé, sans villages ou rejets connus.

Les indices nationaux globaux (IBGN historique, indice saprobie, I2M2) ne permettent pas une mise en évidence d'une modification de la communauté de macro-invertébrés entre l'amont et l'aval du rejet de l'A31. Ce résultat est conforme à la synthèse bibliographique réalisée lors de l'étape 1.

Par contre, la modification de la communauté de macro-invertébrés entre l'amont et l'aval du rejet est nettement mise en évidence par des indicateurs de types :

- 1) indice (de similitude) de Jaccard par rapport à la station de référence locale (amont rejet),
- 2) taux d'abondance des espèces polluosensibles (saprobie) par rapport à la station de référence.

Ces indicateurs sont plus d'autant plus performants si les échantillons élémentaires (couples substrat-vitesse) sont identiques à l'amont et à l'aval du rejet. Il est donc pertinent d'échantillonner, si nécessaire, des couples substrat-vitesse supplémentaires à ceux demandés dans la norme de prélèvement AFNOR NF T90-333, de manière à pouvoir à la fois (i) calculer les indices figurant dans les arrêtés ministériels relatifs à la surveillance des eaux superficielles et (ii) avoir un nombre de couples substrat-vitesse identiques suffisants à l'amont et à l'aval du rejet.

Ces données, obtenues sur un site d'étude, mériteraient d'être confirmées sur d'autres sites.

Glossaire :

A31 : autoroute A31, reliant Beaune (Côte d'Or) au Luxembourg, gérée par la Direction interrégionale des routes (DIR). Son trafic est l'un des plus importants de France.

ASPT (Average score per taxon) : indice biologique anglais basé sur le groupe des macro-invertébrés, qui correspond au niveau de polluosensibilité moyen de l'ensemble de la communauté de macro-invertébrés à la date du prélèvement.

ASPT = BMWP/ nbre de taxa

Avec BMWP = somme des scores (de polluosensibilité) des différents taxons identifiés.

Une baisse de l'ASPT traduit la disparition des taxons les plus sténotopes ou les plus sensibles à la qualité de l'eau.

BV : bassin versant

DCE : Directive (européenne) cadre sur l'eau. Voir la référence en Bibliographie, ainsi que celles des arrêtés associés, d'évaluation de l'état écologique.

EPR : abréviation employée dans ce rapport pour « Eau pluviale routière », synonyme de « eau pluviale ou eau de ruissellement de chaussée routière »

I2M2 : indice macro-invertébrés multi-paramétrique. Nouvel indice remplaçant l'IBGN, cité dans les arrêtés ministériels.

IBGN et IBGN-équivalent : Indice biologique général normalisé. Voir la référence AFNOR en Bibliographie. L'IBGN-équivalent (abrégié dans le texte en IBGN-éq) est calculé en utilisant une partie des échantillons élémentaires prélevés avec la nouvelle norme AFNOR NF T 90-333.

INPN : Inventaire national du patrimoine naturel (article L 411-5 du code de l'environnement).

GI : groupe indicateur de l'IBGN. Groupe faunistique indiquant le niveau de pollution, variant de 1 (mauvais) à 9 (bon).

Lentique : classe de vitesse de courant correspondant à des vitesses de l'ordre de 5 à 25 cm/s.

Lotique : classe de vitesse de courant correspondant à des vitesses de l'ordre de 25 à 75 cm/s.

Organismes ovovipares : taxons capables d'une incubation des œufs = taxons résistants mieux aux milieux instables pour la physico-chimie et **Organismes**

polyvoltins : taxons capables d'accomplir au moins 2 générations par an = taxons de milieux instables, pour l'hydromorphologie et/ou la physico-chimie. L'augmentation de la fréquence relative de ces deux types de taxons traduit des perturbations anthropiques plus fortes.

Préférendum écologique : Valeur d'une grandeur physique ou chimique (température, salinité, réaction ionique, etc.) pour laquelle une espèce vivante manifeste sa préférence

en se rassemblant ou en se développant de façon optimale dans les endroits où la grandeur en question présente cette valeur (d'après www.cnrtl.fr).

SEEE : Système d'évaluation de la qualité des eaux. Dans le cadre du Système d'information sur l'eau (SIE), c'est une application informatique, mise en place par les Services de l'Etat, dédiée au calcul d'indicateurs d'évaluation de l'état des eaux. Voir le site Internet.

SEQ Eau : Système d'évaluation français de la qualité des eaux (1997), ayant remplacé le système de 1971 et en place avant la mise en œuvre de la Directive cadre européenne sur l'eau (2000) ;

SANDRE : Service d'administration nationale des données et référentiels sur l'eau (voir <http://www.sandre.eaufrance.fr/>)

Saprobie : voir chapitre 4.10.

Strahler (rang de) : taille d'un cours d'eau, définie par son rang (de 1 à 5 dans la typologie nationale française). Dans cette méthode, le plus petit talweg est de rang 1. Deux tronçons de même rang qui se rejoignent forment un tronçon d'ordre supérieur. Un tronçon qui reçoit un segment de rang inférieur conserve le même rang.

Taxon : entité de classification des êtres vivants, à un rang quelconque (ordre, famille, genre, espèce, etc) et/ou unité (ou niveau) de détermination correspondante.

UICN : Union Internationale pour la Conservation de la Nature (Organisme non gouvernemental fondé en 1948, ayant son siège en Suisse, classant les animaux et plantes selon des critères de danger d'extinction et précise les espèces menacées - voir sa « liste rouge »).

VCN3 : débit minimal ("moyen") calculé sur 3 jours consécutifs, pour une période de retour fixée (par exemple 10 ans).

ZNIEFF : zone naturelle d'intérêt écologique, floristique et faunistique.

Bibliographie

- AFNOR, NF T 90-350:2004 - Qualité de l'eau – Détermination de l'indice biologique global normalisé (IBGN).
- AFNOR, NF T 90-333:2016 - Qualité de l'eau - Prélèvement des macro-invertébrés aquatiques en rivières peu profondes.
- AFNOR, XP T 90-388:2010 - Qualité de l'eau - Traitement au laboratoire d'échantillons contenant des macro-invertébrés de cours d'eau.
- AFNOR, FD T 90-733:2017 - Guide d'application de la norme NF T 90-333.
- Agence de l'eau Rhin-Meuse, 1989 – Atlas de la lithologie et de la perméabilité du bassin Rhin-Meuse – réalisé par Zumteim (J.F.) et col. – 22p
- Agence française pour la biodiversité, 2017 – Comment étudier le cumul des impacts des retenues d'eau sur les milieux aquatiques – Proposition d'une démarche et d'éléments de méthodes issus d'une expertise scientifique collective - réalisé par l'Irstea - 101p
- Armitage (P.), Moss (D.), Wright (J.), Furse (M). 1983 - The performance of a new biological water quality score system based on macroinvertebrates over a wide range of unpolluted running-water sites - *Water Research* 17, 333-347.
- Arrêté ministériel du 25 janvier 2010 (modifié 27/07/2018) relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R212-10, R212-11 et R212-18 du code de l'environnement.
- CEMAGREF Lyon, réalisé par Wasson J.G., Chandesris A., Pella H., & Blanc L., 2002 — Les hydro-écorégions de France métropolitaine. Approche régionale de la typologie des eaux courantes et éléments pour la définition des peuplements de référence d'invertébrés.
- CEMAGREF Lyon réalisé par WASSON (JG), CHANDESRIS (A), PELLA (H), SAUQUET (E), Nicolas MENGIN (N), 2006 - Appui scientifique à la mise en oeuvre de la Directive Européenne Cadre sur l'Eau. Typologie des cours d'eau de France métropolitaine – 62p
- Cerema-Est, 2020 – Évaluation de l'impact des rejets chroniques des eaux pluviales routières sur la qualité biologique des rivières, Etape I : synthèse bibliographique et définition d'une méthodologie – auteur : MAZUER P. - Metz : Cerema-Est, 2019 – publication en attente de la relecture du rapport d'étape 2.
- Conseil scientifique régional du patrimoine naturel (CSRPN) de Lorraine (Secrétariat Scientifique), 2015 – Fiche ZNIEFF FORET DE THIONVILLE (n°410030473) - INPN, SPN-MNHN Paris, 9P
- DEVIN (S) et col., 2005 – Patterns of biological invasions in Frensch freshwater systems by non-indigenous macroinvertebrates – in *Hydrobiologica*, nov 2005 - Volume 551 p 137-146
- Labat (F), 2021 – Identification de valeurs guides d'interprétation pour l'outil diagnostic macro-invertébrés – *Aquabio*, Cournon d'Auvergne, 15p.
- Nisbet (M) et Verneaux (J), 1970 – Composantes chimiques des eaux courantes, discussion et proposition de classes en tant que base d'interprétation des analyses chimiques – *Annales de limnologie* t6, fasc2, p161-190.
- Freshwaterecology.info. _ Site Internet

Ministère de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de la mer, 2010 – Arrêté du 12 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères à mettre en œuvre pour délimiter et classer les masses d'eau et dresser l'état des lieux prévu à l'article R.212-3 du Code de l'environnement.

Ministère de la transition écologique et solidaire, 2018 – Arrêté du 17 octobre 2018 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 établissant le programme de surveillance de l'état des eaux en application de l'article R.212-22 du code de l'environnement

Ministère de la transition écologique et solidaire, 2018 – Arrêté de 27 juillet 2018 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R.212-10, R.212-11 et R.212-18 du Code de l'environnement

Ministère de l'environnement, de l'énergie et de la mer, 2016 – Guide technique relatif à l'évaluation de l'état des eaux de surfaces continentales (cours d'eau, canaux, plans d'eau) – 106 p

Ministère de la transition écologique et solidaire, 2019 – Guide technique relatif à l'évaluation de l'état des eaux de surfaces continentales (cours d'eau, canaux, plans d'eau) – 121 p

Mondy (C P) et col. 2011 – a new macroinvertebrate-based multimetric index (I2M2) to evaluate ecological quality of Frensch wadeable streams fulfilling the WFD demands : a taxonomical and trait approach – Elsevier – Ecological indicators 18 (2012) p 452 – 467

ONEMA, Université de Lorraine, 2014 – Bio-évaluation des cours d'eau peu profonds basée sur le compartiment des macro-invertébrés benthiques : I2M2 et outil diagnostique – 59 p

Tachet (H) et col., 2010 – Invertébrés d'eau douce, systématique, biologie, écologie – Paris : CNRS Editions – 607 pages - ISBN : 978-2-271-06945-0.

Van Dam (H), Mertens (A), Sinkeldam (J), 1994 - A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from the Netherlands - Netherlands Journal of Aquatic Ecology 28(1) 117-133.

Annexes (voir rapport spécifique)



Cerema-Est

Bâtiment C, Île du Saulcy, CS 30855, 57045 Metz Cedex 1 -
Tel : +33 (0)3 87 20 43 00

www.cerema.fr