

Bassin Loire-Bretagne

Etat des lieux 2019

Note méthodologique

Pressions ponctuelles liées aux macropolluants organiques sur les masses d'eau
cours d'eau du bassin Loire-Bretagne

Evaluation de la pression générée par les collectivités et les industriels



Sommaire

1. Méthodologie générale	4
2. Estimation des rejets	5
2.1. Estimation des rejets des stations de traitement des eaux usées des collectivités	5
2.1.1. Données disponibles	5
2.1.2. Estimation des rejets moyens journaliers des stations de traitement des eaux usées des collectivités	5
2.1.3. Estimation des rejets journaliers en pointe des stations de traitement des eaux usées des collectivités	6
2.2. Estimation des rejets des réseaux d'assainissement des collectivités	6
2.2.1. Préambule	6
2.2.2. Localisation des rejets directs	7
2.2.3. Estimation des rejets directs d'eaux usées par les réseaux d'assainissement par temps sec	7
2.2.4. Estimation des rejets directs d'eaux usées par les réseaux d'assainissement par temps de pluie	8
2.2.5. Estimation des rejets directs d'eaux de ruissellement (eaux pluviales strictes)	12
2.3. Estimation des rejets des stations de traitement des eaux usées des industriels non raccordés	15
2.3.1. Données disponibles	15
2.3.2. Estimation des rejets des stations de traitement des eaux usées des industriels non raccordés	15
3. Simulation de l'incidence des rejets ponctuels sur la physico-chimie des cours d'eau du bassin Loire-Bretagne (simulations PEGASE)	15
3.1. Méthodologie	15
3.2. Présentation succincte du logiciel PEGASE et du paramétrage retenu pour la simulation	16
3.3. Données utilisées	17
3.4. Limites et incertitudes sur le calcul des débits d'étiage sec	18
3.5. Résultats des simulations réalisées par tronçons	19
3.5.1. Evaluation de l'incidence des rejets ponctuels	19
4. Caractérisation des pressions à l'échelle des masses d'eau	20
4.1. Méthodologie	20
4.2. Caractérisation des pressions ponctuelles par masse d'eau	20
4.2.1. Caractérisation des pressions ponctuelles par temps sec	21
4.2.2. Caractérisation des pressions ponctuelles par temps de pluie	21

Table des tableaux

Tableau 1 - Estimation du taux de déversement en fonction des caractéristiques du réseau de collecte	8
--	---

Table des figures

Figure 1 - Schéma illustrant les calculs de déversements	9
--	---

1. METHODOLOGIE GENERALE

L'objectif est d'évaluer la pression organique correspondant aux rejets des collectivités et des industriels en situation d'étiage quinquennal sec (QMNA5) en s'affranchissant des rejets diffus, notamment agricoles.

Les rejets des industries raccordées aux systèmes d'assainissement domestiques sont implicitement pris en compte dans les rejets urbains.

Dans un premier temps, pour la partie traitant des rejets domestiques, un travail de récupération des données d'autosurveillance des systèmes d'assainissement a été réalisé. Les systèmes pour lesquels les données étaient inexistantes ont fait l'objet d'estimation des flux rejetés afin de compléter le jeu de données. Pour la partie traitant des industries isolées, un travail de récupération des données « redevances » de l'agence de l'eau a été également opéré.

Dans un deuxième temps, il est proposé de mettre en évidence l'incidence potentielle des systèmes d'assainissement (rejets des stations de traitement des eaux usées et des réseaux d'assainissement) sur les tronçons de cours d'eau à l'aide du logiciel PEGASE, respectivement en situation de temps sec et de temps de pluie.

PEGASE est un logiciel de simulation de l'impact des rejets sur le milieu est utilisé en routine depuis de nombreuses années par l'agence. Il intègre d'ores et déjà un grand nombre de données relatives à la configuration spatiale et hydrologique des cours d'eau constituant le bassin Loire-Bretagne.

Dans un troisième temps, on opérera à une caractérisation des pressions par masse d'eau selon ces deux configurations à l'aide d'une évaluation des altérations des fonctionnalités écologiques à l'échelle de la masse d'eau.

Quatre paramètres sont utilisés afin de caractériser au mieux ces altérations. Il s'agit de la combinaison des variables que sont la demande biologique en oxygène (DBO5), l'azote ammoniacal (NH4), le nitrite (NO2) et le Phosphore total (Pt).

L'agence dispose de nombreuses données relatives aux flux de pollution rejetés par les stations de traitement des eaux usées urbaines et industrielles. Ces rejets sont permanents, ce qui rend assez légitime l'utilisation du logiciel PEGASE en régime « stationnaire » pour en simuler les impacts par temps sec.

A contrario, les rejets des réseaux d'assainissement ont un caractère intermittent lié à la pluviométrie, ce qui rend leur estimation difficile, *a fortiori* l'évaluation quantitative de leur impact. De surcroît, l'agence dispose encore de peu de données quantitatives les concernant, même si l'autosurveillance des réseaux progresse.

On peut considérer que les rejets des réseaux par temps de pluie génèrent un impact « aigu » susceptible de provoquer des mortalités piscicoles (effet de choc lié d'une part, à la consommation d'oxygène due à l'apport massif de matières organiques, d'autre part, à la présence de NH4 toxique pour la faune aquatique et benthique). L'évaluation de la pression correspondante est donc, sur le principe, très délicate à traiter.

Néanmoins, la méthode suivie a consisté à injecter dans le modèle PEGASE et en régime stationnaire, les flux relatifs à la pluie journalière d'occurrence mensuelle laquelle correspond à un événement couramment utilisé en hydraulique urbaine. Cette méthode a été appliquée aux paramètres DBO5, NH4 et NO2. Pour le Pt, la méthode a consisté à injecter dans le modèle les flux relatifs à la pluie d'occurrence annuelle, considérant le comportement plutôt cumulatif de ce paramètre.

Il s'agit donc ici d'une approche maximaliste qui ne correspond en aucun cas à la réalité. Pour autant, cette approche permet d'identifier les masses d'eau les plus susceptibles de subir un impact lié aux rejets directs des systèmes d'assainissement consécutivement aux précipitations.

Le présent document s'articule autour des points suivants :

- l'estimation des rejets des stations de traitement des eaux usées des collectivités, des industriels non raccordés et des réseaux d'assainissement ;
- la simulation de l'incidence des rejets ponctuels sur la physicochimie des cours d'eau en configurations de temps sec et de temps de pluie (simulations PEGASE) ; la caractérisation des pressions correspondantes sur les masses d'eau du bassin Loire-Bretagne.

2. ESTIMATION DES REJETS

2.1. ESTIMATION DES REJETS DES STATIONS DE TRAITEMENT DES EAUX USEES DES COLLECTIVITES

2.1.1. DONNEES DISPONIBLES

Le bassin Loire-Bretagne est concerné par environ 7 700 stations de traitement des eaux usées collectives. L'agence de l'eau dispose d'une base de données assez exhaustive de ces ouvrages. Ceux qui ne figureraient pas dans cette base sont très généralement des ouvrages de très petite taille (< 100 EH) dont la méconnaissance peut être considérée comme négligeable compte tenu du très faible flux de pollution qu'ils représentent. Cette base de données a donc été choisie comme source d'information principale pour estimer les rejets des stations de traitement des eaux usées des collectivités préférentiellement à la base nationale ROSEAU qui est moins complète.

A chaque station de traitement d'eaux usées collectives renseignée dans la base est associée certaines informations : maître d'ouvrage, date de mise en service / arrêt, capacités nominales, coordonnées du point de rejet et flux entrée / sortie sur les paramètres habituels de la pollution domestique. Le maître d'ouvrage, les capacités nominales et les dates de mise en service / arrêt sont renseignées de manière exhaustive (quelques dates d'arrêt peuvent manquer mais sans conséquence pour l'estimation des rejets). Les coordonnées des points de rejet sont absentes pour environ 5 % des ouvrages : dans ce cas, le point de rejet a été localisé arbitrairement sur le cours d'eau au point aval de la zone agglomérée.

S'agissant des données de flux, la connaissance n'est bien sûr pas exhaustive. Il a d'abord été choisi de retenir l'année 2016 pour les données de flux, dernière année où les données étaient disponibles au moment où ces travaux ont été conduits. Par ailleurs, il a semblé important d'avoir une concordance sur la période prise en compte entre données des collectivités et des industries. Sur 2016, l'agence dispose des données d'autosurveillance pour environ 3 000 ouvrages sur les 7 700 que compte le bassin.

Bien qu'issus de la base de données de l'agence de l'eau, les chiffres de flux des stations de traitement des eaux usées sont homogènes avec ceux remontés à la Commission européenne au titre du rapportage ERU. De plus les données d'autosurveillance ne sont pas disponibles à ce jour sous l'outil de rapportage ROSEAU.

Les résultats sont consignés dans une matrice située dans le fichier « TAB_matrice rejets collectivités ».

2.1.2. ESTIMATION DES REJETS MOYENS JOURNALIERS DES STATIONS DE TRAITEMENT DES EAUX USEES DES COLLECTIVITES

Pour disposer de données de flux rejetés pour toutes les stations de traitement des eaux usées du bassin, un travail d'extrapolation à partir de la capacité nominale des charges et performances moyennes constatées sur des dispositifs de même gamme a été réalisé. Ainsi, à partir de la capacité nominale d'une station d'épuration, il est possible d'affecter une charge et un rendement conformément au tableau (ci-dessous ; ex pris de l'EDL 2013) élaboré à partir des stations de traitement des eaux usées pour lesquelles on disposait de données.

TAILLE		Débit	Charge DBO	Rdt DBO	Charge DCO	Rdt DCO	Charge MES	Rdt MES	Charge NGL	Rdt NGL	Charge NTK	Rdt NTK	Charge PT	Rdt PT
		en l/EH	avec 60 gDBO/EH	%	avec 120 gDCO/EH	%	avec 90 gMES/EH	%	avec 15 gNGL/EH	%	avec 15 gNH4/EH	%	avec 4 gPT/EH	%
0	200	136,4	0,59	0,88	0,78	0,79	0,54	0,83	0,69	0,54	0,66	0,66	0,33	0,47
201	500	129,8	0,57	0,92	0,76	0,84	0,51	0,86	0,60	0,57	0,60	0,64	0,29	0,48
501	1000	144,4	0,55	0,93	0,68	0,84	0,42	0,84	0,62	0,64	0,62	0,71	0,31	0,48
1001	2000	132,3	0,55	0,95	0,70	0,88	0,46	0,90	0,59	0,74	0,58	0,79	0,29	0,62
2001	10000	114,7	0,47	0,97	0,58	0,92	0,38	0,95	0,50	0,83	0,49	0,88	0,26	0,78
10001	1000000	111,6	0,47	0,98	0,57	0,94	0,38	0,97	0,42	0,86	0,42	0,92	0,22	0,85

Pour les stations de traitement des eaux usées qui ne disposaient pas de valeurs pour chacun des paramètres, les valeurs manquantes ont été affectées d'un coefficient proportionnel aux charges et performances observées sur les paramètres pour lesquels des données étaient disponibles.

Enfin, l'ensemble des flux ont été affectés d'un coefficient de fonctionnement sur la période pour tenir compte des stations mises en service ou arrêtées en cours d'année afin d'éviter les doubles comptes.

2.1.3. ESTIMATION DES REJETS JOURNALIERS EN POINTE DES STATIONS DE TRAITEMENT DES EAUX USEES DES COLLECTIVITES

Les stations de traitement des eaux usées peuvent avoir des variations de charge journalière assez importantes sur l'année. Les causes peuvent être multiples (temps de pluie, activités industrielles, tourisme...). Cette pointe par rapport à la situation moyenne a été caractérisée à partir de la valeur de la CBPO (charge brute de pollution organique) renseignée dans l'outil ROSEAU qui permet de définir, hors événement exceptionnel, la charge journalière de la semaine la plus chargée.

Sur cette base, ont été étudiées des caractéristiques géographiques (régionale ou en identifiant les collectivités littorales) qui n'ont pas fait apparaître de distinction particulière et des caractéristiques de taille qui ont permis de définir les coefficients de charge suivants :

Capacité		Coef. Charge de pointe
	2000	1,5
2001	10000	1,8
10001	1000000	2

2.2. ESTIMATION DES REJETS DES RESEAUX D'ASSAINISSEMENT DES COLLECTIVITES

2.2.1. PREAMBULE

La contribution des réseaux d'assainissement dépend de leur nature :

- Les **réseaux « séparatifs ou pseudo—séparatifs eaux usées »** (EU) déversent lorsqu'ils sont en sous-capacité. C'est classiquement le cas lorsque l'urbanisation s'est développée autour des centres-villes. Ces réseaux déversent surtout au niveau des trop-pleins des postes de relèvement. Ces derniers peuvent être très nombreux ;
- Les **réseaux « séparatifs eaux pluviales »** (EP) évacuent directement les eaux de ruissellement au milieu. Ils se caractérisent par la multiplicité des exutoires, ce qui rend aujourd'hui le traitement des EP illusoire compte tenu des frais d'investissement et d'exploitation que cela supposerait. La pollution véhiculée est à la fois organique et minérale (MES, DCO, DBO, N et P) et toxique (micropolluants avec, notamment, les HAP et les métaux lourds) ;
- Les **réseaux « unitaires »** collectent à la fois les EU et les EP. Par nature, ils sont censés déverser lors d'événements pluvieux intenses. Mais ils subissent eux aussi les effets de l'accroissement de l'urbanisation et de l'imperméabilisation des sols. Les réseaux unitaires concerneraient environ 25 % de la population raccordée sur le bassin Loire-Bretagne. Ils équipent classiquement les centres historiques des villes et bourgs. En réalité, les réseaux identifiés comme « unitaires » comportent souvent des portions strictement séparatives dans la mesure où l'extension de l'urbanisation s'accompagne généralement de ce type d'équipement. Les réseaux « mixtes » correspondent, dans BD ERU, à des réseaux dont les poids respectifs en unitaire et séparatif sont, a priori, équivalents.
- Indépendamment du fonctionnement des réseaux d'assainissement, les agglomérations sont également le siège de rejets directs par temps sec liés aux **mauvais branchements** eaux usées des particuliers sur les réseaux dédiés à la collecte des eaux pluviales. Les flux de pollutions sont difficiles à estimer, ils seront limités à 1 % de la charge correspondant aux parties séparatives pour être en cohérence avec les dispositions retenues pour la conformité ERU.

2.2.2. LOCALISATION DES REJETS DIRECTS

Par défaut, l'ensemble des rejets directs sont localisés au point de rejet de la station d'épuration associée sauf lorsque la géolocalisation des déversoirs d'orage sont connus.

2.2.3. ESTIMATION DES REJETS DIRECTS D'EAUX USEES PAR LES RESEAUX D'ASSAINISSEMENT PAR TEMPS SEC

Les mauvais branchements concernent les réseaux séparatifs : lorsque le branchement des eaux usées d'un usager est effectué sur le réseau « eaux pluviales » au lieu du réseau « eaux usées », l'effluent sera donc dirigé directement vers le milieu naturel, sans être traité par la STEU.

Les estimations des rejets dus aux mauvais branchements se basent sur la transcription de la directive Eau Résiduaire Urbaine (ERU) du ministère en charge de l'écologie en 2013 :

« Concernant le temps sec, le rejet global du système doit être inférieur à 1% de la charge brute de pollution organique (CBPO) et inférieure à 2000 équivalent habitants (EH). »

CPBO : flux de pollution produit par l'agglomération d'assainissement, exprimé en kg/j de DBO₅.

Ainsi, si dans la base ROSEAU du ministère, le système de collecte est jugé :

Conforme (absence de rejet direct en temps sec) : on applique un taux de rejet de 1 % dû aux mauvais branchements, avec une charge plafonnée à 2 000 EH :

Plafonnement du débit et de la charge dus aux mauvais branchements

Paramètre	Hypothèses	Charge rejetée plafonnée à 2 000 EH
DBO ₅	1 EH ⇔ 60 g/j de DBO ₅	120 kg d'O ₂ /j
DCO	1 EH ⇔ 120 g/j de DCO	240 kg d'O ₂ /j
NGL	1 EH ⇔ 15 g/j de NGL	30 kg de N/j
Pt	1 EH ⇔ 4 g/j de Pt	8 kg de P/j
Débit	1 EH ⇔ 150 L/j	300 m ³ /j

Non conforme (présence de rejet en temps sec ou inconnu) : on applique un taux de rejet supérieur, qui est fonction du type de réseau de collecte.

Taux de rejet pour cause de mauvais branchement en fonction du type de réseau

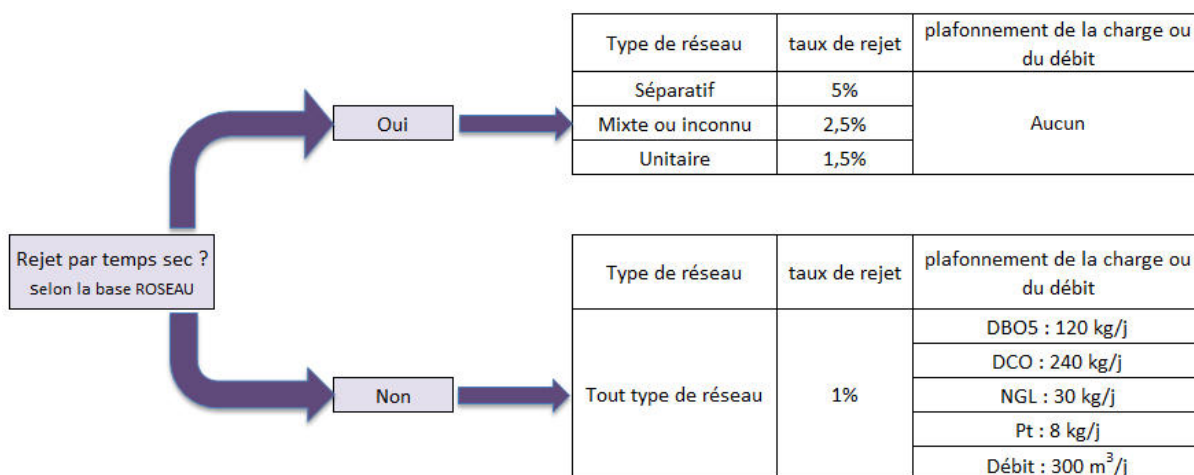
Source : Critères de conformité ERU des réseaux en temps sec, selon le guide de définitions de novembre 2007.

Application de la directive 91/271/CEE relative au traitement des eaux résiduaires urbaines

Type de réseau	Taux de rejet pour cause de mauvais branchement
Séparatif	5 %
Mixte ou inconnu	2,5 %
Unitaire	1,5 %

En effet, un réseau majoritairement séparatif aura plus de risque d'être source de mauvais branchements. On applique donc le taux de rejet maximal de 5 %.

Comme on estime que les réseaux mixtes sont constitués de 50 % de séparatif et les unitaires d'environ 30 %, les choix des coefficients 2,5 et 1,5 semblent cohérents.



2.2.4. ESTIMATION DES REJETS DIRECTS D'EAUX USEES PAR LES RESEAUX D'ASSAINISSEMENT PAR TEMPS DE PLUIE.

Estimation des rejets moyens annuels

En 2009, les volumes journaliers rejetés au milieu naturel par déversement étaient connus pour seulement 150 points A2. En 2016, ils sont connus pour 1087 points A1, A2, A5 et R1 grâce au déploiement de l'autosurveillance des réseaux de collecte.

Lorsque les données de débits déversés ne sont pas disponibles, celles-ci sont alors estimées à partir du type de réseau de collecte.

Données estimées	
Taux de déversement estimé	
Réseau unitaire ou mixte	10%
Réseau séparatif capacité STEU > 500 EH	5%
Réseau séparatif capacité STEU < 500 EH	0%

Tableau 1 - Estimation du taux de déversement en fonction des caractéristiques du réseau de collecte

Lors d'un épisode pluvieux, les réseaux de type unitaire ou mixte sont beaucoup plus sensibles au déversement. On applique donc un taux de 10 %.

Un réseau séparatif ne devrait pas déverser si celui-ci est bien dimensionné et bien étanche. Cependant, il est rare que les agglomérations de plus de 500 EH possèdent un réseau 100 % séparatif. Bien souvent, les centres villes ont gardé des tronçons de réseau unitaire car de fortes contraintes urbanistique ont rendu impossible la transition vers le séparatif. On applique donc un taux de déversement intermédiaire de 5 %.

Pour finir, on fait l'hypothèse qu'il n'y a pas de déversement sur les petites agglomérations qui ont un réseau de type 100 % séparatif ou une surface imperméabilisée négligeable.

Ces estimations du taux de déversement découlent de statistiques réalisées en 2012. On retrouve les mêmes ordres de grandeur sur les données mesurées de 2016.

On obtient ensuite le **débit déversé moyen annuel** en multipliant le débit produit par l'agglomération d'assainissement par le taux de déversement estimé (%T).

$$\Leftrightarrow \frac{\%T \times \text{Débit en entrée de STEP}}{(1 - \%T)}$$

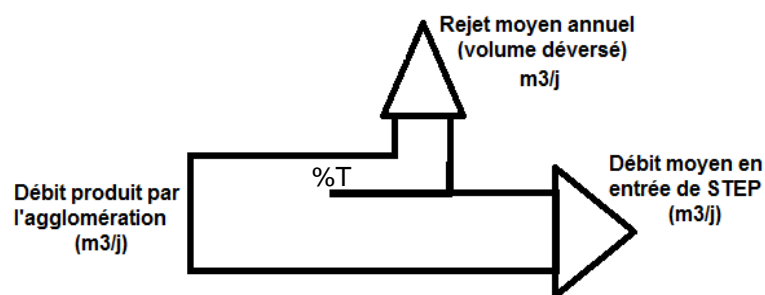


Figure 1 - Schéma illustrant les calculs de déversements

Pour caractériser l'impact différé du **phosphore**, on utilise le **flux déversé moyen annuel**. Le flux déversé est obtenu en multipliant le débit déversé par la concentration en phosphore en entrée de STEU.

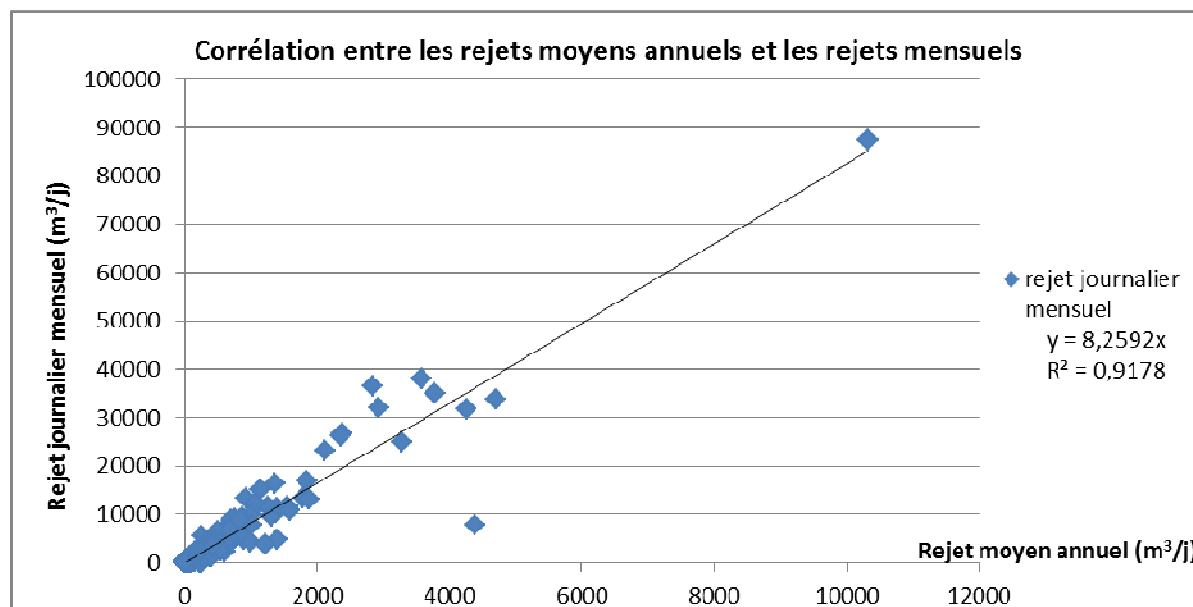
Concernant les autres paramètres macropolluants, il a été décidé de se baser sur une **pluie journalière d'occurrence mensuelle** pour décrire l'impact aigu de la DBO5, du NH4 et des NO2.

Estimation des rejets mensuels

Pour évaluer le rejet mensuel à partir des données d'autosurveillance mesurées sur le réseau de collecte, on classe les rejets déversés journaliers mesurés sur l'année 2016 dans l'ordre décroissant. Puis on considère que la 12ème valeur correspond au rejet journalier mensuel.

En absence de données mesurées, le rejet mensuel est estimé de la manière suivante :

Pour chaque point de déversement, on trace le graphique représentant le rejet journalier mensuel en fonction du rejet moyen annuel.



Graphique 1 - Corrélation entre les rejets moyens annuels et les rejets mensuels

Ce graphique nous permet de repérer les points incohérents (ceux qui s'éloignent trop de la courbe de tendance). En effet, sur la période du 30/05/2016 au 06/06/2016, l'année 2016 a connu de fortes précipitations qui ont conduit à des inondations. Celles-ci ont pu entraîner des erreurs significatives sur la mesure des débits déversés (Exemple : mesure d'une hauteur d'eau dans un déversoir d'orage inondé).

En éliminant les points aberrants, on obtient la régression linéaire suivante :

$$\text{Rejet mensuel} = 9 \times \text{rejet moyen annuel}$$

Celle-ci permet d'estimer le déversement mensuel en absence de données mesurées.

Calcul des flux déversés mensuels

Flux déversé mensuel = Débit déversé mensuel x Concentration en entrée de STEU x coefficient de pointe

On limitera arbitrairement les flux produits par l'agglomération lors d'une pluie mensuelle par une valeur plafond.

Charge plafond = 3 x charge moyenne produite

Il est nécessaire de plafonner les flux déversés lors d'une pluie mensuelle pour ne pas trop les surestimer. Ce coefficient est établi de manière arbitraire, il faudrait procéder à une analyse plus approfondie des données mesurées pour le déterminer avec plus de précision.

				Rejet moyen annuel déversé	
Caractérisation de la donnée de déversement	Géolocalisation	Taux de déversement estimé		Débit déversé moyen annuel (m³/j)	Flux déversé moyen annuel (en kg/j)
Mesurée	X, Y du DO ou X, Y correspondant au point de rejet de la STEP (par défaut)	-		Mesuré (base ouvrage)	Débit déversé x Concentration du paramètre en entrée de STEP
Estimée	X, Y correspondant au point de rejet de la STEP (par défaut)	Réseau unitaire ou mixte	10 %	Débit produit par l'agglomération d'assainissement x Taux de déversement estimé (T) $\text{Débit déversé} = \frac{T \times \text{Débit en entrée de STEU}}{(1 - T)}$	
		Réseau séparatif capacité STEP > 500 EH	5 %		
		Réseau séparatif capacité STEP < 500 EH	0 %		

Contribution pluie mensuelle			
Caractérisation de la donnée de déversement	Débit rejeté mensuel par point de déversement	Flux rejeté mensuel	Plafonnement du flux rejeté mensuel
Mesurée	12ème plus grande valeur de déversement mesuré de l'année 2016	Calculé :	$\underline{F_{M \text{ Total}}} + F_m \times \text{coef pointe} \leq 3 \times \frac{F_m}{1 - T}$ <div> Flux mensuel total déversé Charge qui arrive à la STEP lors d'une pluie mensuelle charge moyenne annuelle produite par l'agglomération </div>
Estimée	Calculé : 9 x Débit déversé moyen	Débit déversé mensuel x Concentration du paramètre en entrée de STEP	

2.2.5. ESTIMATION DES REJETS DIRECTS D'EAUX DE RUISSELLEMENT (EAUX PLUVIALES STRICTES)

Méthodologie générale

Elle consiste, en premier lieu, à estimer les surfaces imperméabilisées associées à chaque agglomération d'assainissement, puis à estimer la part de cette surface qui est raccordée aux portions de réseaux équipées en séparatif. Le ratio correspondant est déterminé en fonction de la nature majoritaire du réseau. Par exemple, les réseaux identifiés comme majoritairement « unitaires » dans la BD ERU comportent dans la réalité des portions souvent non négligeables en réseaux séparatifs dans la mesure où les extensions urbaines s'accompagnent généralement de ce mode d'assainissement. La démarche adoptée a consisté à évaluer le pourcentage de réseaux unitaires (ou séparatifs) correspondant au type de réseau majoritaire identifié dans BD ERU pour chaque agglomération d'assainissement.

Evaluation des surfaces imperméabilisées par agglomération en fonction de la charge de la station

Sur la base des travaux effectués lors du précédent état des lieux, l'agence dispose d'un échantillon de 290 bassins versants associés à une station OSUR pour lesquels on a pu déterminer la surface imperméabilisée totale ainsi que la charge moyenne annuelle totale en entrée station.

Les surfaces imperméabilisées découlent des surfaces urbanisées identifiées dans Corine land Cover.

Les ratios d'imperméabilisation utilisés sont tirés du guide pressions-impact établi par la direction de l'eau :

Classes CLC	Coefficient imperméabilisation
Tissu urbain continu	0,8
Tissu urbain discontinu	0,4
Zones industrielles et commerciales	0,5

On obtient un ratio de 230 m² par équivalent-habitant (EH) en entrée de station.

Si l'on néglige la surface associée aux agglomérations produisant moins de 10 kgDBO₅, on aboutit à une surface imperméabilisée totale de 205 000 ha sur l'ensemble du bassin.

Evaluation des surfaces imperméabilisées raccordées aux réseaux séparatifs pluviaux

Il est proposé d'adopter les ratios suivants pour établir la surface imperméabilisée raccordée aux réseaux restant strictement en séparatifs EP :

Type de réseaux	Ratio de surface imperméabilisée raccordée aux réseaux EP stricts
Séparatif	100 %
Mixte	50 %
Unitaire	30 %

On applique la formule suivante :

Part de la surface imperméabilisée prise en compte selon taille aggro et le type de réseau (en ha) =

Surface imperméabilisée x Ratio de surface imperméabilisée raccordée aux réseaux d'eau pluviale stricts

Evaluation des flux de pollutions rejetés par les réseaux séparatifs pluviaux

Il est proposé pour les zones urbaines denses, les concentrations à prendre en compte pour les paramètres caractérisant la pollution organique (DBO₅, NTK et Pt).

La bibliographie donne les valeurs moyennes suivantes :

Paramètres	Concentration retenue mg/l
DBO ₅	10
NTK	1,5
Phosphore total	0,35

L'agence a acquis les valeurs journalières de hauteurs précipitées sur les 10 dernières années pour 36 stations pluviométriques. Ramenées à une moyenne annuelle, on obtient une pluie d'une hauteur moyenne de 2,2 mm/j.

Pour la contribution d'une pluie moyenne annuelle, on calcule :

Le débit moyen journalier (m³/j) = Part de la surface imperméabilisée prise en compte (ha) x 2,2 mm/j x 10

Flux moyen journalier de DBO₅ = Débit moyen journalier (m³/j) x 0,01 kg d'O₂/m³

Flux moyen journalier de DCO = Débit moyen journalier (m³/j) x 0,06 kg d'O₂/m³

Flux moyen journalier de NGL = Débit moyen journalier (m³/j) x 0,0015 kg de N/m³

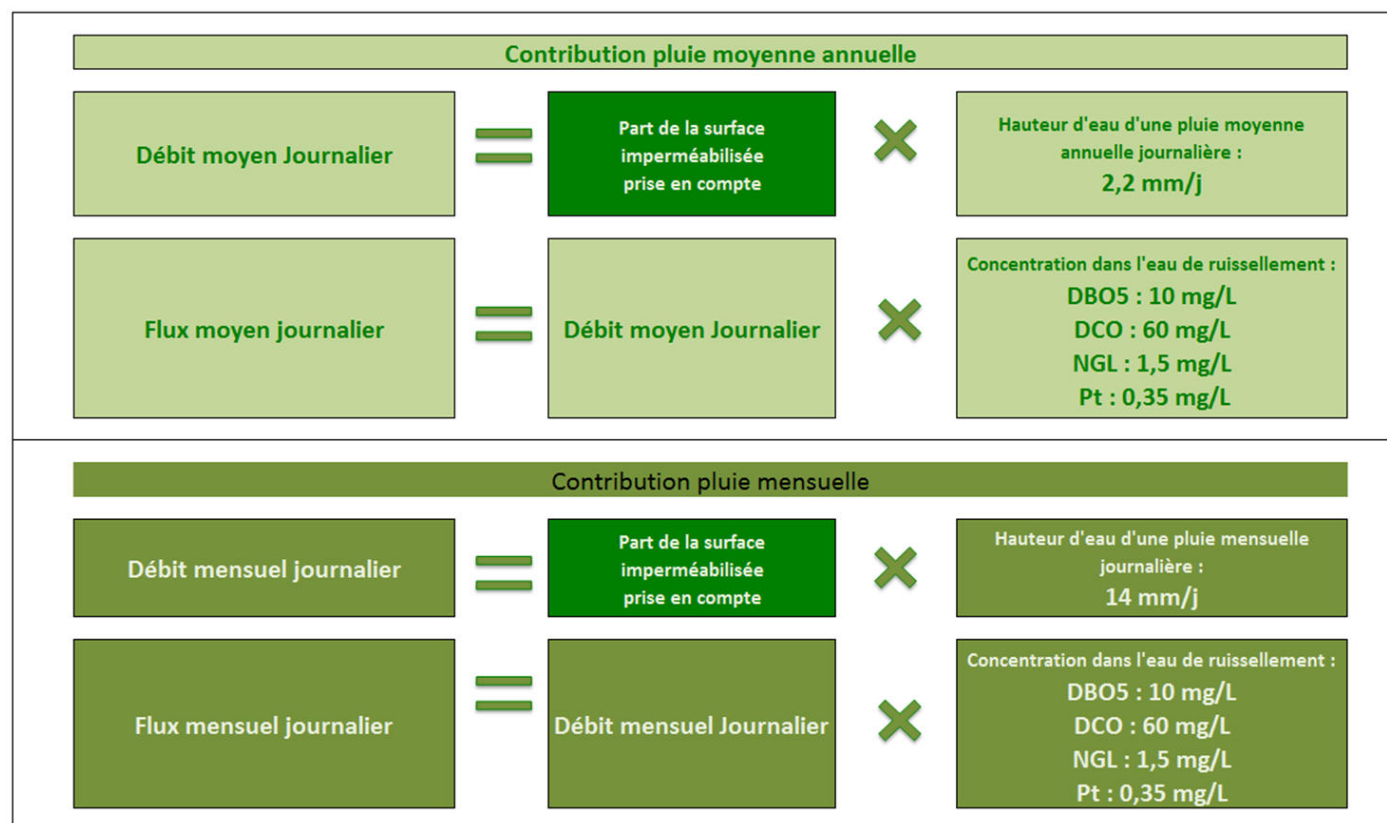
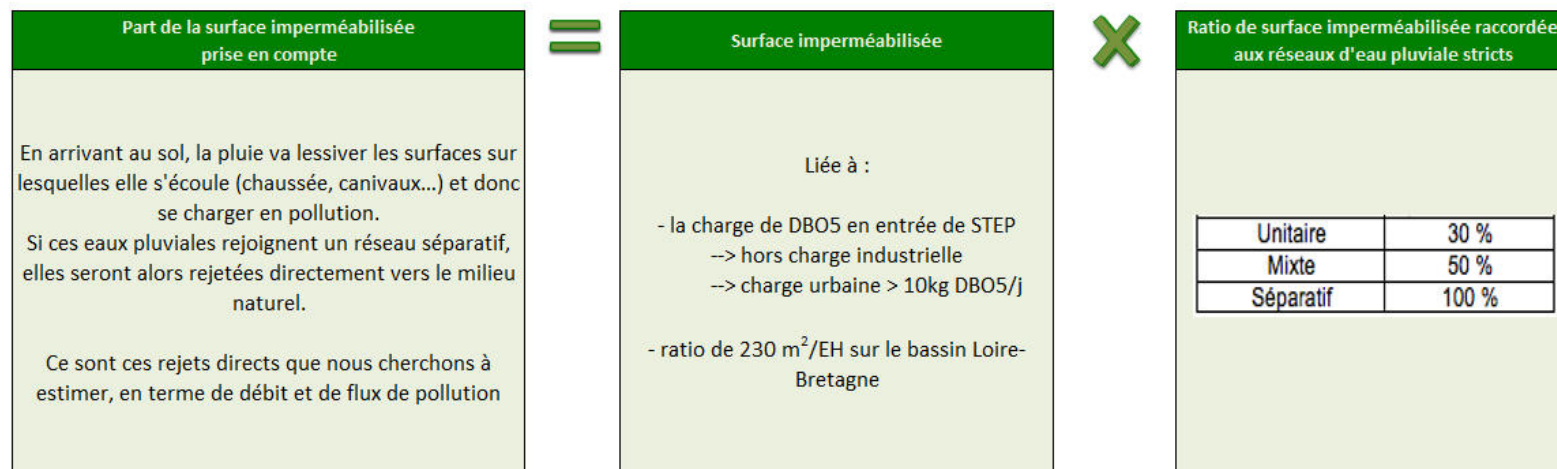
Flux moyen journalier de Pt = Débit moyen journalier (m³/j) x 0,00035 kg de P/m³

Les rejets par ruissellement des eaux pluviales strictes sont affectés au point de rejet de la STEU, par défaut.

Au final, l'évaluation des flux pluviaux stricts rejetés par les réseaux séparatifs résulte du produit de la concentration moyenne par la hauteur précipitée correspondant à la pluie journalière d'occurrence mensuelle.

Pour l'estimation des flux de pollution rejetés par les réseaux séparatifs pluviaux lors d'une pluie mensuelle, on conserve les mêmes concentrations forfaitaires que précédemment.

L'agence a également acquis les valeurs journalières de hauteurs précipitées sur les 10 dernières années pour 36 stations pluviométriques. Ramenées à du mensuel (12ème valeur), on obtient une pluie mensuelle d'une hauteur moyenne de 14 mm/j. On effectue ensuite les mêmes calculs que ci-dessus, en remplaçant la hauteur de précipitation de 2 mm/j par 14 mm/j.



2.3. ESTIMATION DES REJETS DES STATIONS DE TRAITEMENT DES EAUX USEES DES INDUSTRIELS NON RACCORDES

2.3.1. DONNEES DISPONIBLES

Le bassin Loire-Bretagne est concerné par environ 700 sites industriels non raccordés à des stations de traitement des eaux usées des collectivités pour le traitement de leurs effluents aqueux. Les sources potentielles de données d'émissions industrielles sont au nombre de trois :

- Référentiel ouvrage « usines » AELB et données de flux redevances AELB
- Référentiel « usines » GIDIC et VLE suivies par les DREAL (GIDAF à l'avenir)
- Référentiel « usines » GIDIC et données de déclarations annuelles GEREPI/IREP

Chacune de ces sources est incomplète pour l'estimation des rejets des industriels non raccordés. Notamment, les données redevance de l'agence de l'eau ne disposent pas de données de débit, le référentiel GIDIC ne concerne que des sites soumis à autosurveillance (au-delà d'un certain seuil) et le référentiel GEREPI référence un nombre de site très inférieur à ceux connus par l'agence de l'eau. C'est pourquoi, la base agence a été retenue puisqu'elle est plus exhaustive en nombre de site et que le débit peut être approché par différentes méthodes. Par ailleurs, l'utilisation de plusieurs sources de données n'est pas aisée compte tenu de l'hétérogénéité des référentiels et des données liées à leur objectifs, leurs méthodes d'acquisition et de traitement intrinsèquement différents.

Sont ainsi disponibles pour les industries non raccordées les coordonnées des points de rejet et les flux annuels associés pour l'année 2015 (année de référence identique à celle des collectivités) sur les paramètres de pollutions industriels.

S'agissant de l'obtention des données de rejet :

- l'autosurveillance suivie au titre du SRR (Suivi Régulier des Rejets) pour lesquels des informations sont disponibles a permis de constituer un premier niveau d'information (19 % des industriels) ;
- Une deuxième source a consisté à exploiter les données mesurées sur site (31 % des industriels concernés) ;
- Enfin, les valeurs déclarées au niveau des formulaires redevance pollution ont été également utilisées (50 % des industriels concernés).

2.3.2. ESTIMATION DES REJETS DES STATIONS DE TRAITEMENT DES EAUX USEES DES INDUSTRIELS NON RACCORDES

Les flux étant annuels, il a été retenu une activité sur 250 j pour obtenir des flux journaliers de pollution. Par ailleurs, tous les flux envoyés en épandage ou recyclage ont été exclus puisque ne faisant pas partie des pollutions ponctuelles.

Les résultats sont consignés dans une matrice Excel intitulée « E12_données_industrie_2015_Résultats PEGASE.xls ».

3. SIMULATION DE L'INCIDENCE DES REJETS PONCTUELS SUR LA PHYSICO-CHIMIE DES COURS D'EAU DU BASSIN LOIRE-BRETAGNE (SIMULATIONS PEGASE)

3.1. METHODOLOGIE

Les simulations ont été réalisées en situation d'étiage quinquennal sec (QMNA5).

3 jeux de simulations ont été effectués :

Premier jeu de simulations – incidence en configuration de temps sec :

Les hypothèses de rejet retenues sont les suivantes :

- rejets moyens des stations de traitement des eaux usées urbaines ;
- rejets des industriels non raccordés ;
- rejets directs des réseaux d'assainissement eaux pluviales liés aux mauvais branchements eaux usées.

Second jeu de simulations – incidence en configuration de temps de pluie (rejets mensuels) :

Les hypothèses de rejet retenues sont les suivantes :

- rejets de pointe des stations de traitement des eaux usées urbaines ;
- rejets des industriels non raccordés ;
- rejets journaliers d'occurrence mensuelle des réseaux d'assainissement eaux usées et eaux pluviales.

Troisième jeu de simulations – incidence en configuration de temps de pluie (rejets moyen annuels) :

Les hypothèses de rejet retenues sont les suivantes :

- rejets moyens des stations de traitement des eaux usées urbaines ;
- rejets des industriels non raccordés ;
- rejets moyens annuels des réseaux d'assainissement eaux usées et eaux pluviales.

3.2. PRESENTATION SUCCINCTE DU LOGICIEL PEGASE ET DU PARAMETRAGE RETENU POUR LA SIMULATION

Le modèle PEGASE (Planification Et Gestion de l'Assainissement et de l'Épuration des Eaux) est un outil de simulation de la qualité des eaux développé par l'université de Liège et mis en œuvre sur l'ensemble du bassin Loire-Bretagne. Le réseau modélisé couvre la quasi-totalité des linéaires des masses d'eau.

Il comporte :

- un module hydraulique qui extrapole les données de débit des stations hydrométriques ;
- un module biologique déterministe qui calcule de manière explicite les processus biogéochimiques du cycle du carbone (dissous et particulaire, biodégradable et non biodégradable), des nutriments et du phytoplancton ainsi que le cycle de l'oxygène dissous.

Il permet de comparer facilement différents scénarios de rejets sur toutes les masses d'eau de surface continentales.

Deux modes de calcul hydrauliques sont possibles ; extrapolation de débits statistiques dit mode stationnaire ou extrapolation de débits journaliers dit mode non stationnaire.

C'est le mode stationnaire qui a été retenu avec l'utilisation des débits statistiques QMN5 de la période 1980 – 2016. Le modèle calcule des débits spécifiques (DS) « pseudo naturels » (l/s.km²) à partir des débits fixés aux stations de jaugeage. Ces débits spécifiques sont affectés à des zones d'initialisation des débits (appelées zodeb) qui permettent de recalculer les débits pour chacune des rivières modélisées. Ce mode de calcul permet d'obtenir des débits sur toutes les rivières y compris celles ne disposant pas de stations hydrométriques.

Des modifications ont été effectuées par rapport aux données initiales de la banque hydro : suppression de certaines stations non cohérentes entre elles sur une même rivière, création de stations fictives permettant de mieux initialiser les débits spécifiques, utilisation de stations sans statistiques mais avec débits mensuels, utilisation de données statistiques sur des périodes plus longues que 1980-2016.

Compte tenu de ce qui précède, il faut souligner que le modèle ne fournit donc pas une évaluation des QMNA5 au sens statistique du terme mais une interpolation des débits permettant des calculs d'écoulement continu.

Le modèle peut travailler avec les **flux nets rejetés après épuration. C'est cette méthode qui a été retenue pour les simulations des pressions.**

Les flux exprimés en DBO5, DCO, NO₂, NH₄, PTOT sont répartis selon la nature des effluents (rejets systèmes d'assainissement, industries, effluent brut) à l'aide de coefficients de répartition des différentes formes de carbone d'azote et de phosphore.

Le modèle restitue ensuite des données calculées tous les 400 mètres en moyenne tant du point de vue des variables hydrauliques (débit, temps de séjour, vitesse de l'eau...) que des variables physico-chimiques exprimées sous formes DBO5, DCO, COD, O₂ dissous, % de saturation en oxygène, NKJ, NH₄, NO₂, NO₃, P_{tot}, PO₄, Chlorophylle a). Les variables physico-chimiques sont exprimées en concentrations ainsi qu'en indices de qualité. Les indices sont normés de 0 à 100 avec application des seuils de qualité de l'arrêté d'évaluation du 25 janvier 2010.

En **mode stationnaire**, le modèle simule l'**impact potentiel des pressions** sur l'état des masses d'eau. Les **résultats ne sont pas directement comparables** avec les données des réseaux de surveillance ni avec les informations sur l'état des masses d'eau.

Prélèvements et apports

Type de données	Sources	Commentaires	Données consultables	Différences par rapport à l'EDL 2013
Alimentation des canaux	Etudes diverses compulsées lors de la construction du réseau modélisé. (Pas de mises à jour effectuées)		lol.2018.q_inout lob.2018.q_inout lov.2018.q_inout	Pas de modifications substantielles
Restitution des barrages	Etudes diverses sur les ouvrages (Sage, syndicat AEP,...)			
Prélèvements AEP	Base AELB (année 2012)			
Prélèvements irrigation	Base AELB (année 2012)			

Rejets

Type de données	Sources	Commentaires	Données consultables	Différences par rapport à l'EDL 2013
Débit moyen journalier des sorties de stations de traitement des eaux usées des collectivités	AELB données auto-surveillance 2016 sur les step	Moyennes calculées sur l'ensemble de l'année : peuvent différer des moyennes en période estivale. Seuls les rejets les plus importants sont renseignés. Hyp sur les DO : les déversements ne sont pas de nature à modifier significativement les débits statistiques des rivières.	lol.EDL2019_QR.rejind lob.EDL2019_QR.rejind lov.EDL2019_QR.rejind	Pas d'utilisation des débits pour l'EDL 2013. Les débits 2016 ne sont pas disponibles pour tous les points de rejet. Step avec débits 7707 sur 7745 Industries avec débits : 278 sur 749.
Débit moyen journalier des Industries	AELB 2012			
Déversoirs d'orage	Débits de temps sec mis à zéro			

3.4. LIMITES ET INCERTITUDES SUR LE CALCUL DES DEBITS D'ETIAGE SEC

Pour les rivières sans valeurs de débit fixé (QMNA5 calculé ou estimé), le modèle utilise automatiquement des débits spécifiques (l/s/km²) de stations de référence prises soit sur le bassin versant soit sur des stations à proximité.

Pour les petites rivières ou ruisseaux affluents de grands cours d'eau disposant de stations de jaugeage, les interpolations se font à partir des valeurs fournies. Ce qui conduit, en règle générale, à des surestimations des débits calculés. Dans la mesure du possible, un maximum de valeurs de débits a donc été fixé à l'exutoire de ces rivières. Il est cependant probable qu'il reste des cas de surestimation.

Le débit spécifique minimal est de 0.1 l/s/km². Par construction, il est donc impossible pour le modèle de se caler sur des débits qui, ramenés à la surface du bassin versant drainé, donnent des débits spécifiques inférieurs à 0.1 l/s/km². Ces situations se présentent essentiellement dans les rivières des côtiers vendéens pour lesquelles les valeurs issues de l'étude de krigeage de 2012 sont extrêmement faibles.

3.5. RESULTATS DES SIMULATIONS REALISEES PAR TRONÇONS

Chaque tronçon du réseau modélisé est associé à une masse d'eau et les résultats peuvent être agrégés à la masse d'eau de différentes façons.

La méthode retenue est la suivante :

Pour chaque variable calculée (DBO5, DCO, NO2, NH4, PTOT) les résultats du modèle sont exprimés en 5 classes à partir des seuils d'état définis par l'arrêté du 25 janvier 2010.

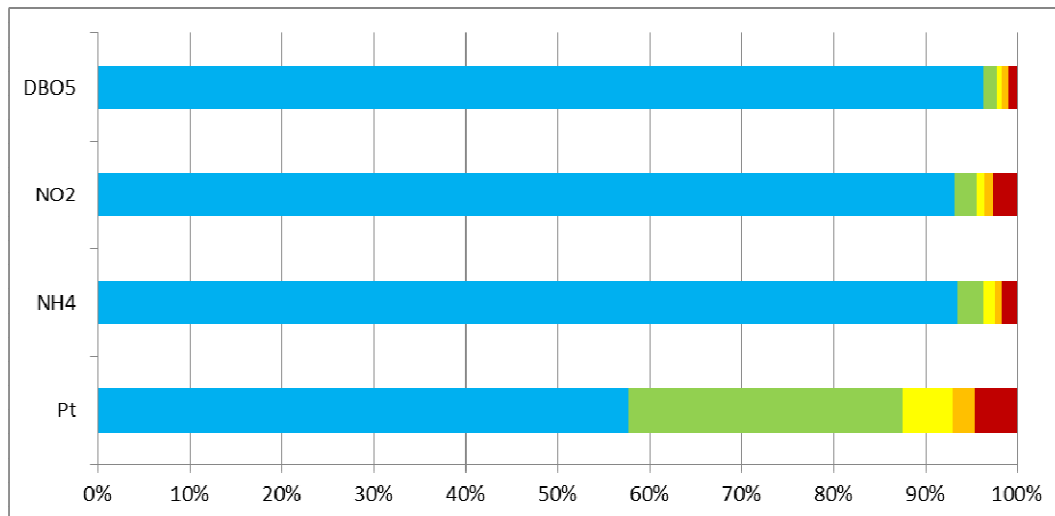
Puis une classe globale par tronçon est définie en prenant pour chaque tronçon la valeur minimale des indices calculés pour les différentes variables.

Les résultats obtenus sont synthétisés dans les graphiques suivants.

Mise en garde : il s'agit de représentations fictives ne pouvant correspondre en aucun cas à la réalité. Elles découlent d'une configuration plutôt maximaliste dans la mesure où l'on se réfère à un étiage rare et généralisé ainsi qu'à une pluie journalière d'occurrence mensuelle qui serait continue et dont la contribution à l'alimentation des cours d'eau s'opérerait exclusivement à travers les systèmes d'assainissement. Compte tenu des hypothèses adoptées les cartes obtenues ne peuvent donc être comparées aux cartes d'état des masses d'eau.

3.5.1. EVALUATION DE L'INCIDENCE DES REJETS PONCTUELS

L'exemple pris présente la répartition des tronçons de cours d'eau par classe de qualité par temps de pluie (rejets moyens annuels). Le phosphore reste le paramètre déclassant, et dans une moindre mesure les nitrates.



4. CARACTERISATION DES PRESSIONS A L'ECHELLE DES MASSES D'EAU

4.1. METHODOLOGIE

Un traitement des résultats issus des simulations PEGASE a été effectué selon un tableau de caractérisation de la fonction écologique des masses d'eau intitulée « Croisement force et étendue ». Ce tableau permet d'établir la classe de sensibilité de la masse d'eau aux pressions ponctuelles à partir des tronçons qui la constituent, pour les paramètres DBO5, DCO, NO2, NH4 et phosphore ainsi que pour l'indice global. Pour cela un score est établi en fonction des classes de qualité identifiées pour chaque tronçon, d'autant plus élevé que la dégradation est importante :

Valeur des scores par classe de qualité par tronçons modélisés :

classe	B	V	J	O	R
score par classe	1	1,5	3	4,5	5

La qualité globale de la masse d'eau est calculée par l'intégration des pourcentages de linéaires de chacune des classes de qualité obtenue par modélisation. Les seuils des classes sont les suivantes :

Score	<1.9	>1.9 et <3	>3
Classe	Incidence faible	Incidence importante	Incidence très importante

Il est proposé de définir l'indicateur global en prenant le plus mauvais des classements parmi les paramètres considérés.

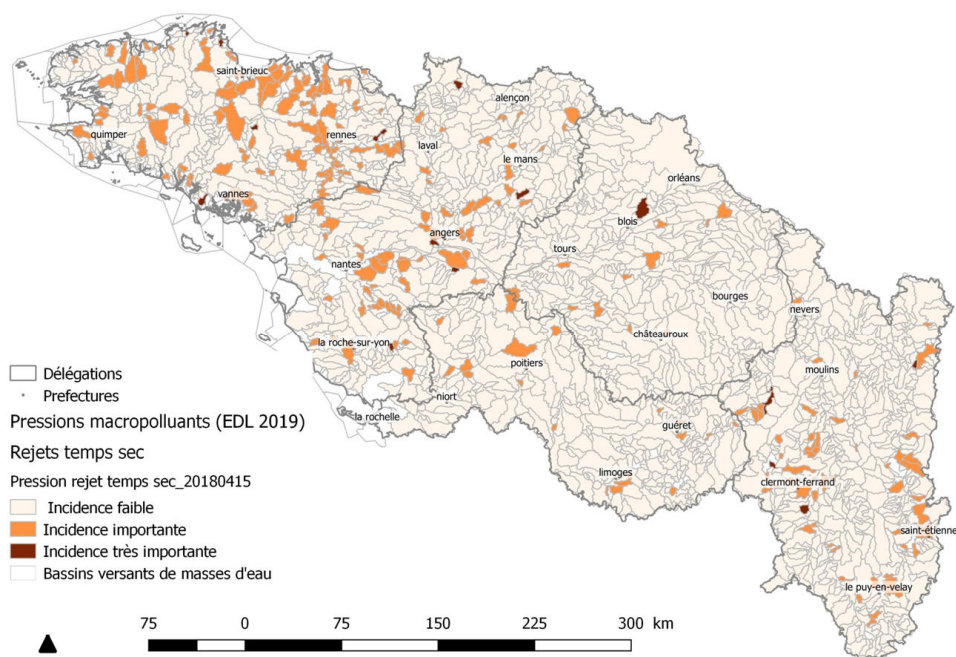
Cette pondération permet d'intégrer de façon indirecte la notion de sensibilité du milieu aux pressions physico-chimiques.

4.2. CARACTERISATION DES PRESSIONS PONCTUELLES PAR MASSE D'EAU

Les résultats obtenus sont illustrés par les cartes ci-après.

Mise en garde : Comme indiqué ci-dessus, il s'agit de représentations fictives ne pouvant correspondre en aucun cas à la réalité. Elles correspondent à des « enveloppes des pressions ponctuelles » s'exerçant sur les différentes masses d'eau du bassin. Notamment par temps de pluie, l'évènement de référence ne survient pas partout au même moment. Aussi, compte tenu des hypothèses adoptées, les cartes obtenues ne peuvent pas être comparées aux cartes d'état des masses d'eau.

4.2.1. CARACTERISATION DES PRESSIONS PONCTUELLES PAR TEMPS SEC



4.2.2. CARACTERISATION DES PRESSIONS PONCTUELLES PAR TEMPS DE PLUIE

