

Bassin Loire-Bretagne

Etat des lieux 2025

-

Note méthodologique

Caractérisation de la pression significative phosphore diffus en cours d'eau
pour la mise à jour de l'état de lieux 2025 du bassin Loire-Bretagne



**AGENCE FRANÇAISE
POUR LA BIODIVERSITÉ**
Établissement public du ministère de l'Environnement



Sommaire

1.	Contexte	3
2.	Calcul de l'état spécifique phosphore total	3
3.	Evolution des concentration en phosphore total à l'horizon 2033	6
3.1.	Calcul des tendances de la concentration en phosphore dans les cours d'eau	6
3.2.	Résultats	7
	L'outil utilisé pour le calcul des tendances est l'outil HYPE développé sous environnement R dans le cadre de conventions ONEMA-BRGM.	7
3.3.	Projection des tendances à l'horizon 2033	8
4.	La pression d'apport diffus en phosphore (Cf note de méthode pressions)	10
5.	Analyse de la pression significative d'apports diffus en phosphore	12
6.	Résultats avant la concertation	12
7.	Evolution des méthodes, données et résultats depuis l'analyse de risque de 2019	12

Table des tableaux

Tableau 1 - année utilisée en fonction des données disponibles	3
Tableau 2 - Classes d'état des pesticides de l'état écologique	Erreur ! Signet non défini.
Tableau 3 - Classes d'état des pesticides de l'état chimique	Erreur ! Signet non défini.
Tableau 4 - Classes d'état de l'ensemble des pesticides de l'état écologique et chimique	Erreur ! Signet non défini.
Tableau 5 - Classes d'intensité de pressions brutes	10

Table des cartes

Carte 1 - Intensité de la pression brute d'apports en pesticides aux bassins versants de masse d'eau	11
--	----

Table des graphiques

Graphique 1 - Exemple de cours d'eau impacté par les nitrates (WQ4) et par un risque de colmatage (HD4)	Erreur ! Signet non défini.
---	-----------------------------

Table des figures

Figure 1 - Définition de l'intensité de la pression brute pesticides	Erreur ! Signet non défini.
--	-----------------------------

1. CONTEXTE

La mise à jour de l'état des lieux en 2025 nécessite de réévaluer les risques de non-atteinte des objectifs environnementaux. Le risque de dépassement des valeurs seuils en phosphore dans les cours d'eau contribue à l'objectif d'atteinte et de non-dégradation de l'état écologique. La caractérisation de la pression significative cause de risque se compose de trois volets distincts : l'analyse de la pression brute de phosphore diffus sur les cours d'eau, l'évaluation de la qualité phosphore des masses d'eau avec les valeurs seuil de concentration pour l'atteinte du bon état et le scénario tendanciel qui s'appuie sur un calcul des tendances des concentrations dans les cours d'eau.

2. CALCUL DE L'ETAT SPECIFIQUE PHOSPHORE TOTAL

Les règles sont définies par l'Arrêté du 9 octobre 2023 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.

Origine et chronologie de données utilisée (annexe 9 de l'arrêté « évaluation ».)

Les données prises en compte pour l'évaluation de l'état écologique des cours d'eau proviennent des **stations représentatives** du programme de surveillance des cours d'eau, selon leur disponibilité en date du **22 février 2024** dans la base de données Lyxéa de l'agence de l'eau qui bancarise les données brutes de qualité des eaux.

Sont utilisées, toutes les données disponibles et validées des trois années consécutives les plus récentes. A défaut de celles-ci, on utilise les données disponibles et validées de la ou des années les plus récentes.

La chronique utilisée dans cet exercice se base sur les années 2021-2022-2023 lorsque les données sont disponibles. A défaut ce sont les chroniques 2020-2021-2022 ou 2019-2020-2021 qui ont été utilisées.

	2018-2019-2020	2019-2020-2021	2020-2021-2022	2021-2022-2023	Sans données
Nombre de masses avec de la donnée phosphore total mesurée	99	169	86	1199	333
	1553				

Tableau 1 - Nombre de stations utilisées par chronique

Méthode de calcul et valeurs seuil des classes d'état

La classification à l'échelle d'une station s'établit en comparant les concentrations aux valeurs seuil définies nationalement pour chaque paramètre (tableau 42 – annexe 3 de l'arrêté évaluation). Le percentile 90 (P90) est utilisé pour le paramètre Phosphore total (code sandre 1350).

Le quantile des valeurs d'un paramètre est calculé à partir de l'ensemble des données acquises sur une période de 3 années, avec au minimum 4 valeurs.

Les valeurs seuils en mg/l pour le phosphore total dans l'arrêté évaluation sont les suivantes :

Arrêté évaluation du 09 octobre 2023		Limites inférieures des classe d'état				
Paramètres (unités)	SANDRE	Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
Phosphore total Ptot (mg P/L)	1350	0,05	0,2	0,5	1	

Tableau 1 - Limites de classes d'état

Résultats

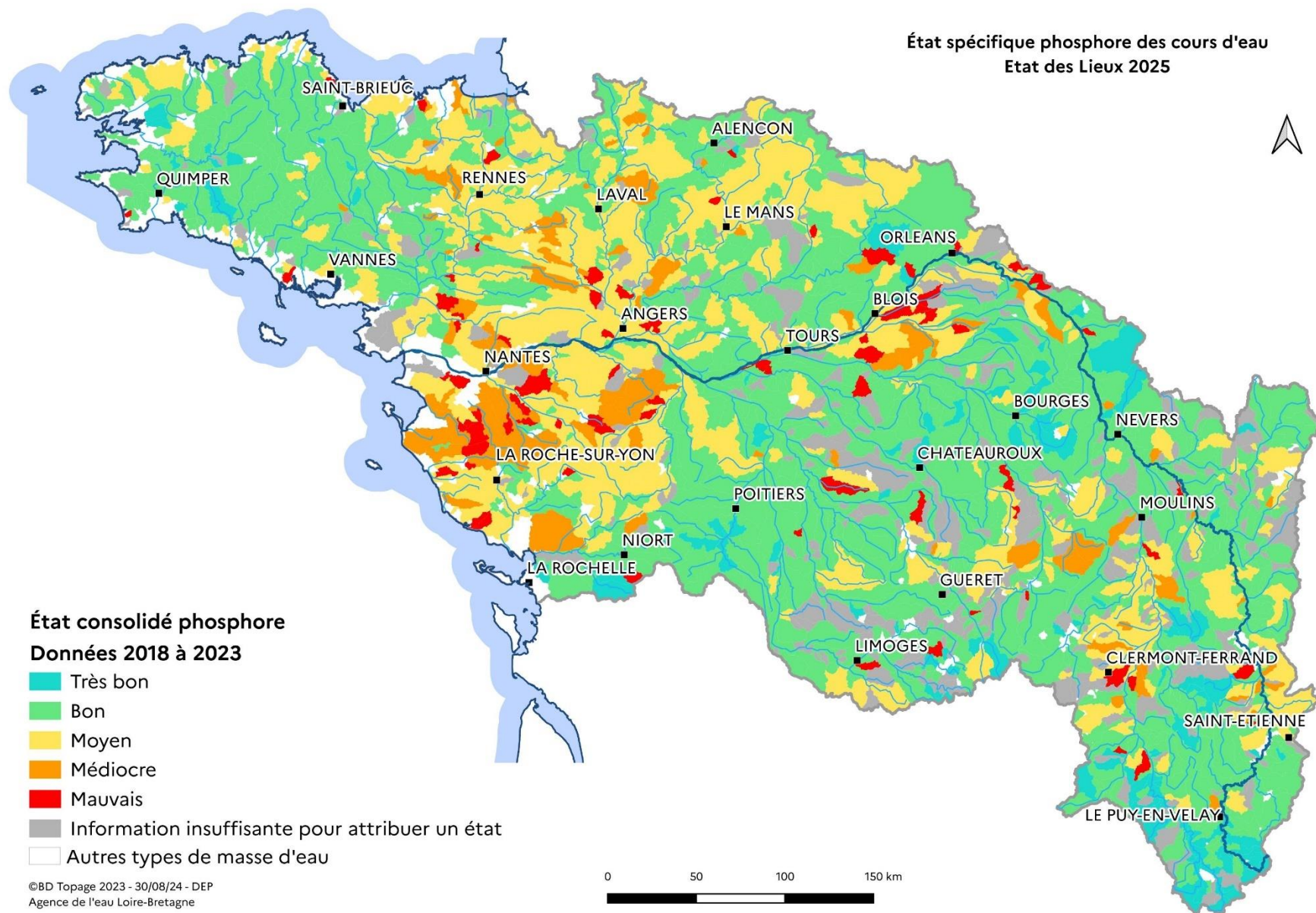
82 % des masses d'eau (1553ME) ont une donnée disponible à la station représentative sur les quatre chroniques de données utilisées.

	Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Moins que bon
Nombre de masses d'eau par classes d'état	114	814	443	103	79
Pourcentages de masses d'eau par classes d'état	7%	52%	29%	7%	5%

Tableau 2 - Classes d'état du paramètre nitrates

59 % des masses d'eau sont en bon et plus pour le paramètre Phosphore total (1 553 masses d'eau avec données) selon la DCE.

La classe d'état spécifique phosphore total est utilisée dans le filtre 2 de l'arbre de décision en annexe



Carte 1 – Classe d'état spécifique phosphore total aux bassins versants de masses d'eau

3. EVOLUTION DES CONCENTRATION EN PHOSPHORE TOTAL A L'HORIZON 2033

Un scénario tendanciel a été appliqué pour prendre en compte les évolutions prévisibles d'ici 2033. Il est basé sur l'analyse des évolutions de concentrations en phosphore total dans les cours d'eau depuis 23 ans. La projection de la concentration actuelle avec la tendance calculée permet de calculer une concentration attendue en 2033.

3.1. CALCUL DES TENDANCES DE LA CONCENTRATION EN PHOSPHORE DANS LES COURS D'EAU

Les tests statistiques appliqués pour dégager les tendances station par station sont :

- Mann-Kendall,
- Pente de SEN.

La méthode Mann-Kendall

La méthode Mann-Kendall est une méthode statistique permettant de valider ou d'invalider une tendance sur la base d'hypothèses de probabilité. L'avantage d'un test de Mann-Kendall, comparé à des tests classiques de type Student effectué lors d'une régression linéaire simple, est que ce dernier intègre les variations saisonnières comme composante de la tendance. Il offre comme avantage d'être assez peu sensible aux valeurs extrêmes en ne se focalisant que sur la tendance des points les uns par rapport aux autres.

Ce test est largement utilisé dans des domaines comme la météorologie ou l'hydrologie.

Le test de Mann-Kendall pose des restrictions de validation forte si la chronique de données est faible et donc invalide des chroniques insuffisantes.

Dans le présent calcul, n'ont été retenues que des chroniques dont :

- **l'amplitude maximale est au moins supérieure à 5 années ;**
- **le nombre d'analyse est supérieure 30¹.**

Cette restriction étant appliquée, la chronique de données utilisée peut ne pas être continue.

Le test de Mann-Kendall ne donne en aucun cas l'orientation de la tendance (hausse ou baisse) mais propose un résultat (appelé p-valeur) qui évalue la probabilité que la tendance observée soit bien réelle. Classiquement, le seuil de 95 % de confiance est retenu pour valider une tendance.

L'indicateur qui évalue la tendance en elle-même (hausse ou baisse) est la pente de SEN.

La pente de SEN

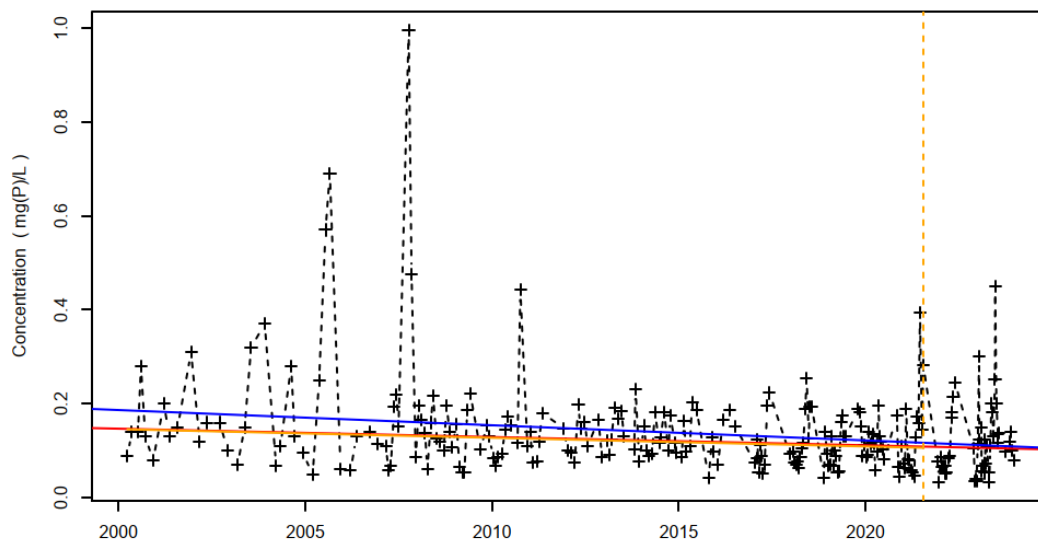
Elle consiste à retenir comme valeur de tendance la médiane de l'ensemble des taux d'accroissement qu'il est possible de calculer entre deux points de la chronique. Pour la calculer, il faut donc constituer toutes les paires de points possibles au sein de la chronique (ces points ne correspondant pas nécessairement à deux dates consécutives) puis calculer le taux d'accroissement entre les deux points formant chacune de ces paires. La pente de SEN est couramment utilisée dans le domaine de l'hydrologie ou pour les eaux souterraines.

Elle est exprimée en mg/l/an.

Dans le présent calcul et ce afin d'éliminer des tendances ayant des pentes trop proches de la stagnation, les pentes comprises entre -0,003 et 0,003 mg/l/an² ont été exclues : elles ont été qualifiées de non significatives

¹ Le nombre de 30 analyses correspond sur les réseaux de mesures classiques DCE ayant une fréquence de 6 mesures par an à 5 années de données.

² Correspond à la LQ



Graphique 1 - Exemple de pente de SEN (ligne rouge) jugée non significative car trop proche de la stagnation

3.2. RESULTATS

La période maximale prise en compte va de janvier 2000 à décembre 2023. L'ensemble des analyses comprises dans cette période a été retenu comme variable à tester en tendanciel. La couverture temporelle de l'ensemble des données ne couvre pas forcément la totalité de la période 2000-2023 et les fréquences de mesure au sein des stations restent très hétérogènes d'une station à l'autre.

L'outil utilisé pour le calcul des tendances est l'outil HYPE développé sous environnement R dans le cadre de conventions ONEMA-BRGM.

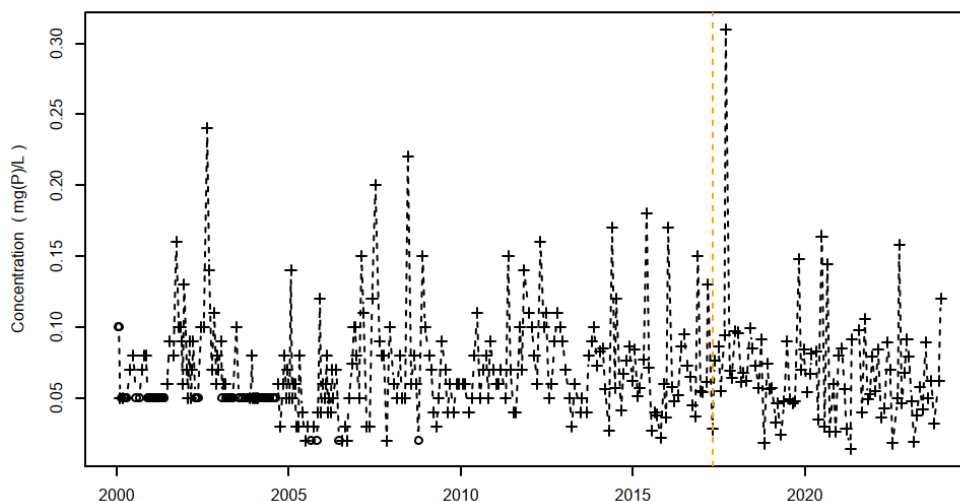
Sur les 1 741 stations représentatives retenues pour cet exercice, les résultats sont les suivants :

- 36 % des stations présentent une chronique de données insuffisante (aucun test de tendance ne peut être réalisé) ;
- 50 % des stations ne présentent pas de tendance. Elles sont jugées « stables » du fait de l'impossibilité de juger d'une tendance dans un sens comme dans un autre ou d'une pente trop faible jugée non significative ;
- 14 % des stations peuvent être validées dans l'approche de leur tendance (hausse ou baisse). Pour ces stations, nous pouvons dire avec une grande certitude, que la tendance observée est bien réelle :
 - 4 % en dégradation,
 - 10 % en amélioration.

	Tendance à la baisse	Stable	Tendance à la hausse	Pas ou pas assez de données	
Nombre de masses d'eau	177	871	70	623	1741
Pourcentages de masses d'eau	10%	50%	4%	36%	100%

Tableau 6 – Tendances phosphore 2000-2023

Le graphique ci-après présente un cas, où, bien que la chronique de données soit importante (24 années et 328 analyses), aucune tendance significative n'est dégagée.



Graphique 2 - Exemple d'une station où aucune tendance ne peut être dégagée

Pour les stations présentant une rupture de pente sur la chronique de données disponibles c'est la pente de SEN post rupture qui a été utilisée.

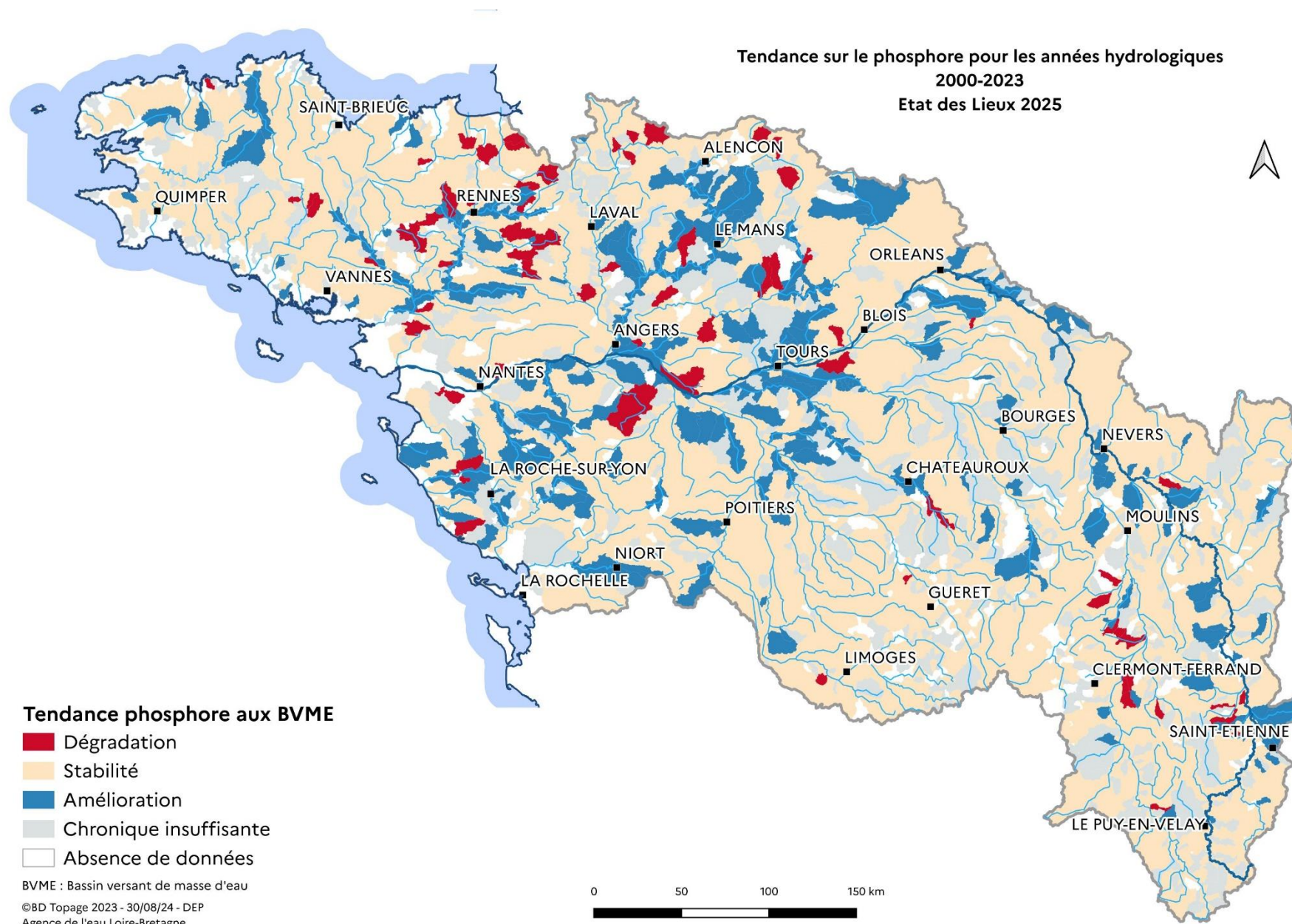
3.3. PROJECTION DES TENDANCES A L'HORIZON 2033

Pour l'évaluation du risque de non-respect des objectifs environnementaux pour le paramètre phosphore total, les percentiles 90 calculés au point 2 de la présente note sont prolongés avec les pentes calculées au point 3.3. pour estimer la concentration en phosphore total dans les cours d'eau en 2033. La pente de SEN sur l'ensemble de la chronique est utilisée sauf pour les stations présentant une rupture de pente où c'est la pente de SEN post rupture qui a été retenue dans ce cas.

La formule est la suivante :

Concentration en mg/l P90 (2033) = Concentration en mg/l P90 (2023) + 10 ans X pente de SEN

L'application des tendances et des concentrations projetées est utilisée dans l'arbre de décision en annexe



Carte 2 - Tendances phosphore total appliquées au bassin versants de masses d'eau pour les années 2000 à 2023

4. LA PRESSION D'APPORT DIFFUS EN PHOSPHORE (Cf NOTE DE METHODE PRESSIONS)

La classification des masses d'eau cours d'eau en fonction de leur pression brute en phosphore diffus a été élaborée par la prise en compte de données traduisant les pressions agricoles et par des données descriptives traduisant la vulnérabilité des bassins versants au transfert de pollutions diffuses.

Ainsi, la pression brute en phosphore diffus combine deux résultantes :

- Apports : avec la métrique phosphore totale reposant sur les besoins théoriques en phosphore des sols cultivés et les effluents d'élevage théorique des effectifs de bétail sur le bassin versant de la MECE (RA 2010 et RPG 2016). Cette métrique a été calculée dans le cadre de l'étude phosphore menée sur le bassin Loire-Bretagne en 2023
- Transfert : vulnérabilité de la masses d'eau au transfert de pollutions diffuses, typologie de masses d'eau élaborée à la suite de l'état des lieux 2019 et basée sur les paramètres suivants :
 - Couvert végétal (taux de couverture du sol)
 - Battance/ruissellement
 - Densité de haies
 - Erodibilité
 - Surface agricole potentiellement drainée
 - Pluie efficace moyenne
 - Taux de végétalisation à 30 m au cours d'eau
 - IDPR
 - Connectivité des sédiments transportés par ruissellement à la masse d'eau la plus proche

Ces indicateurs sont ensuite combinés entre eux dans un tableau de contingence (tableau 5) pour obtenir l'intensité de la pression brute en 5 classes.

Phosphore total \ Typo transfert	1 – Très faible vulnérabilité au transfert	2 – Faible vulnérabilité au transfert	3 – Moyenne vulnérabilité au transfert	4 – Forte vulnérabilité au transfert	5 – Très forte vulnérabilité au transfert
1 – Très faible	1 – Pression très peu élevée	1 – Pression très peu élevée	2 – Pression peu élevée	2 – Pression peu élevée	3 – Pression moyenne
2 - Faible	1 – Pression très peu élevée	2 – Pression peu élevée	2 – Pression peu élevée	3 – Pression moyenne	4 – Pression élevée
3 - Moyen	2 – Pression peu élevée	2 – Pression peu élevée	3 – Pression moyenne	4 – Pression élevée	4 – Pression élevée
4 - Fort	2 – Pression peu élevée	3 – Pression moyenne	4 – Pression élevée	4 – Pression élevée	5 – Pression très élevée
5 – Très fort	3 – Pression moyenne	4 – Pression élevée	4 – Pression élevée	5 – Pression très élevée	5 – Pression très élevée

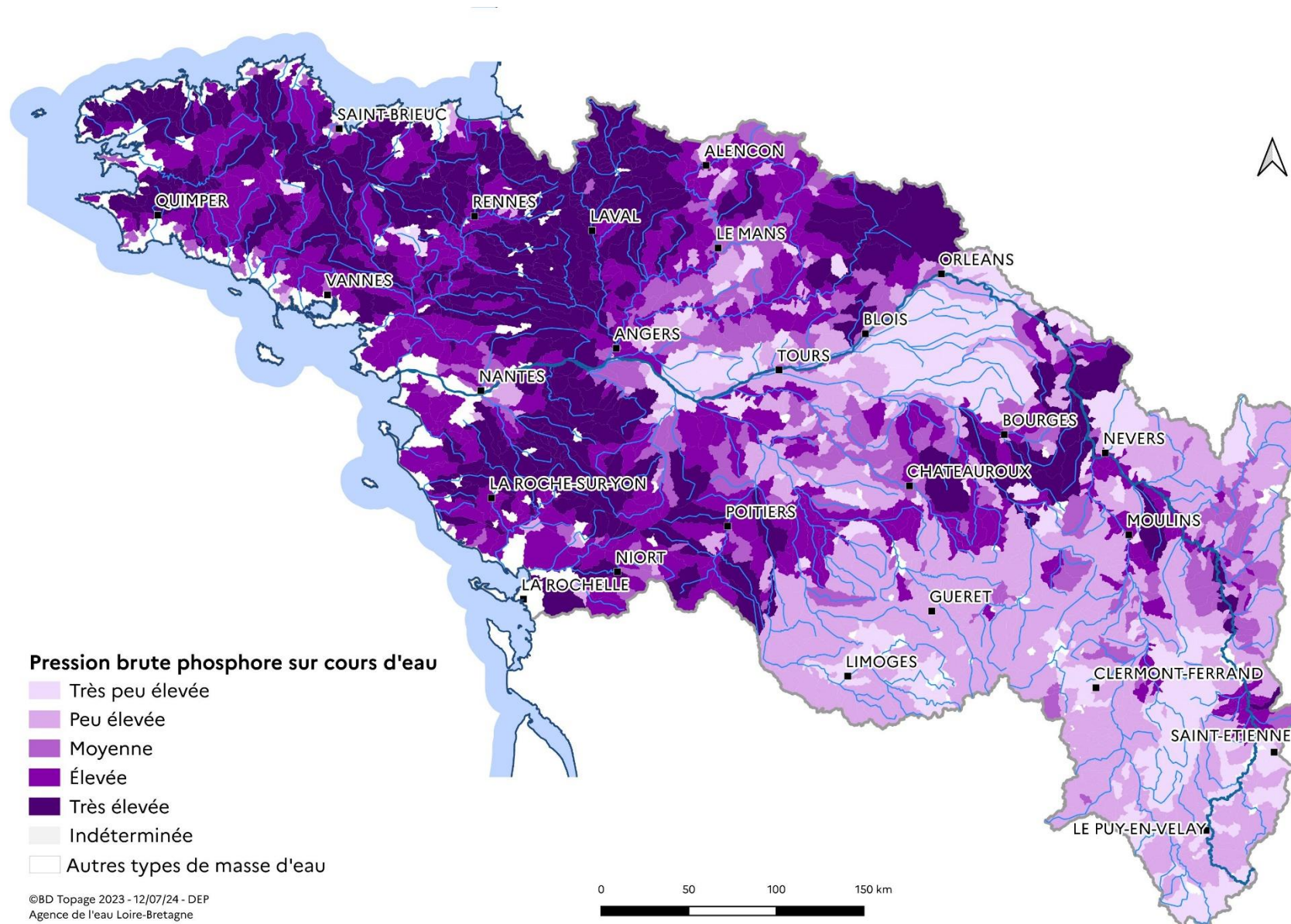
Tableau 5 - Croisement des indicateurs phosphore total et typologie des transferts

Pour l'intégration dans la caractérisation de la pression significative cause de risque ces 5 classes de pressions ont été ramenées à 3 classes d'intensité (peu élevée, moyenne, élevée).

	Elevée	Moyenne	Peu élevée	Non déterminé
Nombre de masses d'eau par classes d'intensité de pression brutes	803	213	844	26
Pourcentages	43%	11%	45%	1%

Tableau 6 - Classes de pression brute phosphore (en 3 classes)

Cette intensité de la pression brute phosphore est utilisée dans le filtre 1 de l'arbre de décision en annexe



Carte 2 – Classe de pression brute phosphore aux bassins versants de masses d'eau

5. ANALYSE DE LA PRESSION SIGNIFICATIVE D'APPORTS DIFFUS EN PHOSPHORE

Le principe de cette analyse repose sur l'enchaînement de « filtres » successifs afin de classer à chaque étape les cas les plus évidents en pression significative ou en absence de pression significative.

Les filtres reposent successivement sur l'analyse des pressions brutes, de l'état phosphore total consolidé et de la prolongation des tendances. Ils conduisent à limiter in fine le nombre de cas complexes nécessitant une analyse plus poussée ou une reprise du risque du précédent état des lieux.

L'arbre de décision en annexe synthétise la méthode utilisée.

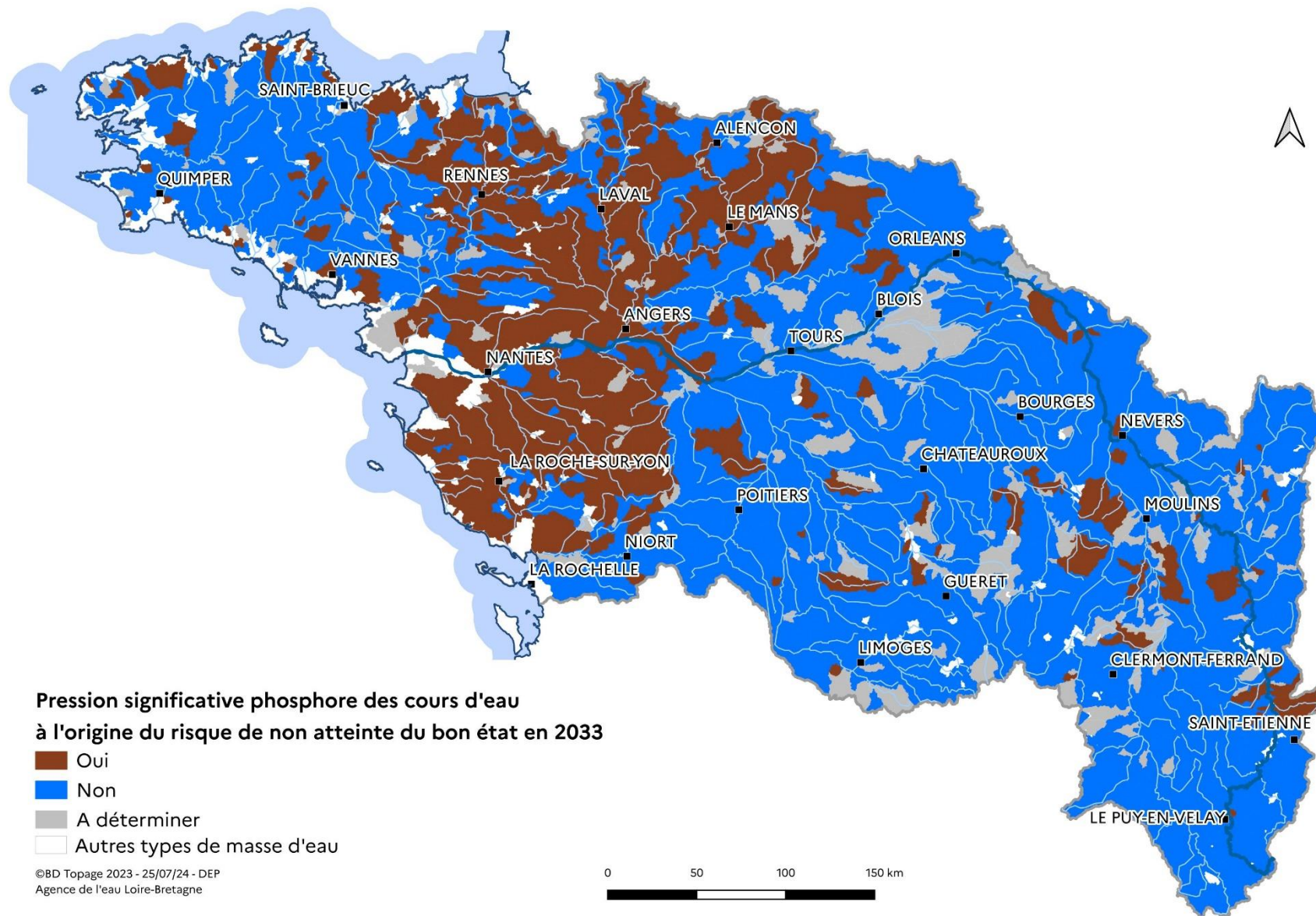
6. RESULTATS AVANT LA CONCERTATION

L'analyse permet de qualifier 24% des masses d'eau (447 ME) en pression significative et 64 % (1216 ME) en absence de pression significative.

	ABSENCE DE PRESSION SIGNIFICATIVE		ANALYSE STL REQUISE A MINIMA		PRESSION SIGNIFICATIVE	
PRESSION SIGNIFICATIVE en PHOSPHORE DIFFUS	1216	64,5%	223	11,8%	447	23,7%

7. EVOLUTION DES METHODES, DONNEES ET RESULTATS DEPUIS L'ANALYSE DE RISQUE DE 2019

L'évolution de la méthode de calcul entre l'état des lieux de 2019 et ce présent exercice 2025 ne permet pas d'effectuer une comparaison entre les deux exercices. Ces résultats sur le phosphore diffus peuvent être cependant analysés conjointement avec la pression macropolluants ponctuels.



Carte 3 – Masses d'eau en pression significative phosphore diffus cause de risque