

Thématique : Pression nitrates

Compartment d'eau : Eaux souterraines

DÉFINITION DE L'INDICATEUR

L'indicateur « Pression Nitrates » vise à évaluer le risque de pollution en nitrates de la ressource en eau souterraine. Dans le cadre de l'état des lieux 2019, la période de référence est 2011-2016. Une méthodologie nationale a été adaptée au bassin. Cet indicateur repose sur un calcul de la pression azotée estimée qui est ensuite comparée aux données de qualité des eaux souterraines pour les nitrates. Ces données sont extraites de la banque de données ADES (<http://www.ades.eaufrance.fr/>) et associées à des masses d'eau souterraine (MESO) du bassin Adour-Garonne.

DONNÉES UTILISÉES POUR LE CALCUL DE L'INDICATEUR

Donnée	Méthode de calcul	Type	Organisme producteur
Pression brute	CASSIS-N : Estimation du surplus azoté (kg N /ha/an) sur la période 1955 - 2015	Couche géographique	Université de Tours
Teneur des points de suivi nitrates	MMA 2011-2016 Tendance des points de suivi (2007-2017)	Base de données	ADES

LIMITES DE L'INDICATEUR

Le modèle CASSIS-N permet d'évaluer, pour chaque résultat généré, les incertitudes et limites d'utilisation de la donnée. Plusieurs points sont ainsi soulignés :

- les résultats obtenus ne sont valables qu'à l'échelle calculée et non sur une emprise plus petite que celle pour laquelle le calcul a été effectué ;
- les valeurs utilisées par le modèle CASSIS-N présentent une part d'incertitude ;
- le calcul du **temps de transfert** nécessite la détermination de quatre paramètres qui ne sont pas tous déterminés avec une égale précision à l'échelle des unités de travail :
 - les limites concernant **l'estimation de la recharge** sont détaillées dans la fiche pression prélèvements d'eau,
 - **l'épaisseur de la ZNS** est approchée par plusieurs méthodes (études locales ou cartographie nationale),
 - la **porosité de drainage** est approchée à partir de mesures de datation et du RIPE avec des ajustements à dire d'expert,
 - le **facteur retard** est estimé à partir de paramètres moyens quelle que soit la lithologie.

ENRICHISSEMENT PAR AVIS

ENRICHISSEMENT PAR AVIS D'EXPERTS BRGM et BASSIN

Les avis d'experts du bassin ont permis d'enrichir le diagnostic en faisant remonter des incohérences entre les premiers résultats des calculs et leur connaissance du terrain. L'essentiel du travail s'est focalisé sur le **ratio d'infiltration**, ce paramètre intervenant à la fois dans le calcul de la **recharge annuelle** (également utilisée pour la pression prélèvements d'eau) et de la **susceptibilité de transfert**. Des ajustements à dire d'expert ont été proposés dans quatre contextes géologiques précis (karst, volcanisme, molasses et alluvions), avec parfois des distinctions entre les différentes MESO d'un même contexte (karst et alluvions en particulier), en fonction des connaissances des différents secteurs.

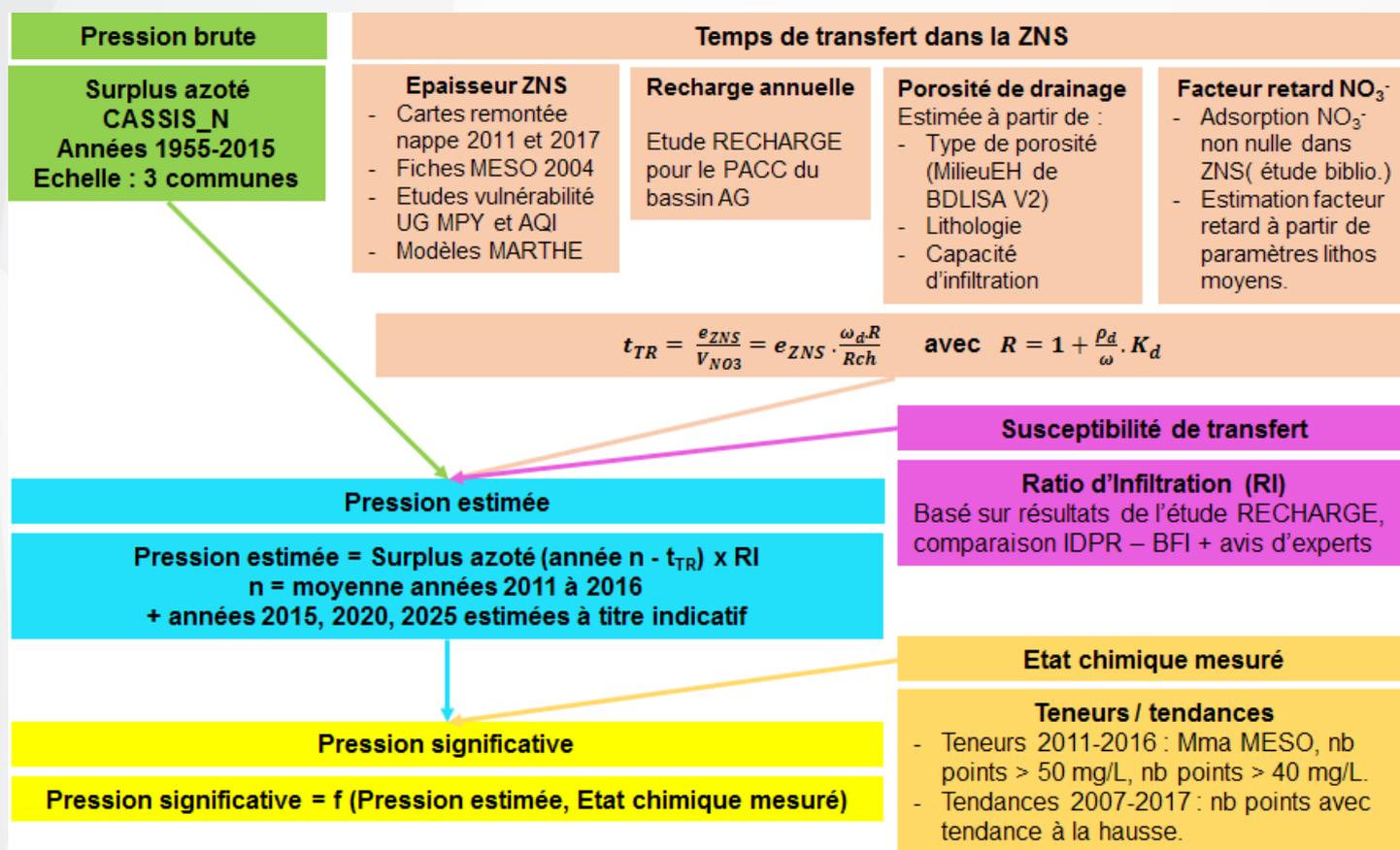
Enfin, des ajustements ponctuels, à l'échelle des MESO, ont été proposés lorsque la discordance entre la pression évaluée et l'état mesuré des eaux souterraines était trop marquée. Ils ont concerné la susceptibilité de transfert (le ratio d'infiltration des nitrates), ainsi que, plus ponctuellement, la porosité de drainage et l'épaisseur de la zone non saturée.

La détermination de la significativité de la pression a été contrôlée et validée par les experts locaux du BRGM.

MÉTHODE DE CALCUL

DESCRIPTION DÉTAILLÉE

Le découpage des unités de travail (UT) repose sur l'intersection entre les MESO 2018 affleurantes et la BDLISA V2 niveau 3 ordre 1, qui est le niveau local, le plus détaillé de BDLISA.



INTERPRÉTATION DE L'INDICATEUR

CLASSE D'INTERPRÉTATION

La pression nitrates est évaluée à partir du lien entre la pression estimée (moyenne 2011-2016) et l'état chimique mesuré pour les nitrates. Cette relation est schématisée dans le tableau suivant.

		Classe d'état chimique NO3				
		Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
Classe de pression NO3	Très faible	Très bon	Bon	Pression sous-estimée par rapport à l'état connu		
	Faible	Bon	Très bon			
	Moyen	Pression sur-estimée par rapport à l'état connu		Très bon	Bon	Bon
	Fort			Bon	Très bon	Très bon

	Pression non significative
	Pression significative
	Pression inconnue

En fonction des résultats, trois classes de pression ont été identifiées :

-  Pression significative : lien pression estimée – état constaté, et dire d'expert. Exemple : pression significative si pression estimée en azote forte et état chimique nitrates mauvais ;
-  Pression non significative dans les autres cas ;
-  Pression inconnue : calcul impossible de la pression estimée au regard des données fournies.

EN SAVOIR PLUS

BIBLIOGRAPHIE

Gourcy L., Pinson S., N. Surdyk (2017) – Description de la méthode appliquée à l'échelle nationale pour l'analyse pression-impact du nitrate sur les eaux souterraines ; BRGM/RP-67428-FR, 106 p., 75 ill., 2 ann.

Evolution des surplus azotés (1960-2010) : déploiement national, étude des temps de transfert et de l'impact du changement des pratiques agricoles. Evaluation des pressions azotées ; Rapport technique de l'Université de Tours (POISVERT Cécile, CURIE Florence et GASSAMA Nathalie) ; Février 2016

Béranger S., Caballero Y., Lanini S., Le Cointe P. (à paraître) - Réponse des Eaux souterraines au CHangement climatique dans le bassin Adour-Garonne (RECHARGE) ; BRGM/RP-67149-FR

Beranger S., Bonnet A., Abou AKAR A., Ayache B., Bardeau M., Bertin C., Bichot F., Douez O., Pedron N., Thinon-Larminach M., Tilloloy F., Touchard F. (2013) - Préparation du SDAGE et PDM 2016-2021 du bassin Adour-Garonne : Aide à l'identification des données, des méthodes et traitement des données nécessaires à l'actualisation de l'état des lieux DCE pour les eaux souterraines. Rapport final. Rapport BRGM-62452-FR, 180 p.

APPROFONDISSEMENT DE LA MÉTHODE PAR LE BRGM

Calcul de la pression brute :

La pression brute correspond au surplus azoté estimé (par le modèle CASSIS-N pour la période 1955-2015) sur la base du bilan en azote suivant :

$$\text{Surplus} = N_{\text{Fix}} + N_{\text{Air}} + N_{\text{Min}} + N_{\text{Org}} - N_{\text{Exp}}$$

Avec,

N_{Fix} : azote fixé par les légumineuses,

N_{Air} : déposition atmosphérique,

N_{Min} et N_{Org} : azote apporté par la fertilisation minérale et organique,

N_{Exp} : azote exporté du sol par les récoltes,

Echelle de calcul : commune

Echelle d'export des résultats : 3 communes

Unité : kg N/ha

Calcul du temps de transfert dans la ZNS et paramètres associés :

1- Estimation de l'épaisseur de la ZNS :

L'estimation se fait à partir des données suivantes :

- Etudes de vulnérabilité des Unités de Gestion (UG) en Aquitaine ;
- Modèles MARTHE Jurassique et Crétacé sur leur emprise (région Poitou-Charentes essentiellement) (priment sur UG AQI sur intersection) ;
- Modèles MARTHE des aquifères alluviaux des départements 09, 31 et 82 sur leur emprise ;
- Cartographie nationale issue de la cartographie « Remontée de nappes » publiée en 2011 ailleurs.

2- Calcul de la recharge annuelle :

La recharge (hors nappes captives) correspond à la moyenne de recharge interannuelle de la période 1981-2010. Les détails sont disponibles dans la fiche méthode pression prélèvements.

3- Estimation de la porosité de drainage :

La porosité de drainage (appelée aussi porosité utile, ou efficace) : ω_d varie entre 0,001 et 0,2 puisqu'elle est déterminée pour chaque type de lithologie. L'estimation de ce paramètre se fait à partir de données de datation des eaux et également à partir du RIPE avec des ajustements à dire d'expert.

4- Estimation du facteur retard R :

En première approche, quelle que soit la lithologie, des valeurs moyennes sont prises en compte pour :

- le coefficient d'adsorption du nitrate dans la ZNS ($K_d=0,5$ mL/g) ;
- la masse volumique du terrain sec ($\rho_d=1,8$ kg/L) ;
- la porosité totale ($\omega=0,3$).

On en déduit le **facteur de retard** $R = 1 + K_d \cdot \frac{\rho_d}{\omega} = 4$

5- Calcul du temps de transfert dans la ZNS :

Le temps de transfert est défini à partir de :

$$t_{TR} = \frac{e_{ZNS}}{Rch} \cdot \omega_d \cdot R$$

Avec :

e_{ZNS} : épaisseur de la ZNS [L]

Rch : recharge annuelle (en mm/an, convertie en m/an)

ω_d : porosité de drainage (avec l'approximation que teneur en eau = porosité dans toute la ZNS)

R : facteur retard

Unité : années

Estimation de la susceptibilité de transfert :

La susceptibilité de transfert correspond au Ratio d'Infiltration de la Pluie Efficace (RIPE) décrit dans le calcul de la recharge annuelle (cf. fiche méthode pression prélèvements).

Calcul de la pression estimée :

La pression nitrates exercée sur les eaux souterraines est estimée à partir de la pression brute exercée en surface (surplus azoté du modèle CASSIS-N), du temps de transfert dans la zone non saturée (t_{TR}) et de la susceptibilité de transfert (ratio d'infiltration, RI) :

$$\text{Pression estimée} = \text{Surplus azoté (année } n - t_{TR}) \times RI$$

La pression a été estimée, quand cela était possible, pour les années **2015, 2020 et 2025**.

Par exemple, la masse d'eau X a un temps de transfert calculé de 10 ans. La pression estimée en 2020 correspondra au surplus azoté de l'année 2010 multiplié par le ratio d'infiltration.

La pression estimée utilisée pour l'évaluation de la pression significative correspond quant à elle à la moyenne des pressions estimées sur les années 2011 à 2016.

Analyse de l'état chimique mesuré :

L'état chimique des MESO est estimé à partir des analyses bancarisées dans le portail ADES. LE calcul de l'état chimique se base sur :

- des teneurs mesurées en nitrates sur la période 2011-2016 (moyenne des MMA à l'échelle de la MESO) ;
- des tendances constatées en nitrates sur la période 2007-2017 (nombre de points avec tendance à la baisse et à la hausse).

Estimation de la pression significative

La pression est considérée comme significative quand la pression estimée est moyenne ou forte **et** l'état chimique mesuré est moyen, médiocre ou mauvais. Dans les autres cas, la pression est considérée comme non significative.

ÉVOLUTION DE LA MÉTHODE PAR RAPPORT A L'EDL 2013

La méthode a évolué par rapport à celle de l'EDL de 2013. Les modifications principales portent sur les points suivants :

- le temps de transfert dans la ZNS qui est fonction de plusieurs paramètres (épaisseur ZNS, recharge annuelle, porosité de drainage, facteur de retard lié à l'adsorption NO_3^- dans ZNS) et qui n'était pas utilisé lors du précédent état des lieux (2013) pour l'estimation de la pression nitrates ;
- les tendances des points de suivi nitrates (2007-2017) qui n'étaient également pas considérées en 2013.

En 2013, deux paramètres servaient à déterminer le risque de concentrations élevées : la pression brute (surplus en nitrates) et la vulnérabilité intrinsèque. Ils sont toujours des paramètres déterminants dans la nouvelle méthode.

GLOSSAIRE

BFI : Base Flow Index. Rapport entre le débit de base d'un cours d'eau Q_b et le débit total moyen Q calculé sur une longue période (http://www.reseau.eaufrance.fr/webfm_send/2583) et <http://www.brgm.fr/projet/methodes-evaluation-recharge-nappes>). Des graphiques du BFI en fonction de l'IDPR sont réalisés afin d'estimer le RIPE des différentes lithologies ;

IDPR 2017 : Indice de Développement et de Persistance des Réseaux. Il s'agit d'un indicateur caractérisant le ruissellement, l'infiltration des sols mais aussi de manière indirecte la géologie, produit par le BRGM (<http://www.geocatalogue.fr/Detail.do?id=13039>). Couplé au BFI, il est utilisé pour déterminer le RIPE des différentes lithologies ;

K_d : coefficient d'adsorption du nitrate dans la Zone Non Saturée (ZNS) (mL/g). Pour la pression nitrates, une valeur « moyenne » est utilisée ;

Porosité de drainage ω_d (appelée aussi porosité utile, ou efficace) : Rapport du volume d'eau gravitaire qu'un milieu poreux peut contenir en état de saturation puis libérer sous l'effet d'un drainage complet, sur le volume total du milieu ;

Porosité totale ω : Propriété d'un corps ou d'un milieu de comporter des vides interconnectés ou non. La porosité totale représente l'ensemble des vides présents dans une roche. Elle s'exprime par le rapport du volume des vides sur le volume total du milieu ;

RIPE : Ratio d'Infiltration de la Pluie Efficace (entre 0 et 1) ;

ZNS : Zone Non Saturée d'un aquifère.

Représentation schématique du calcul de la pression nitrates

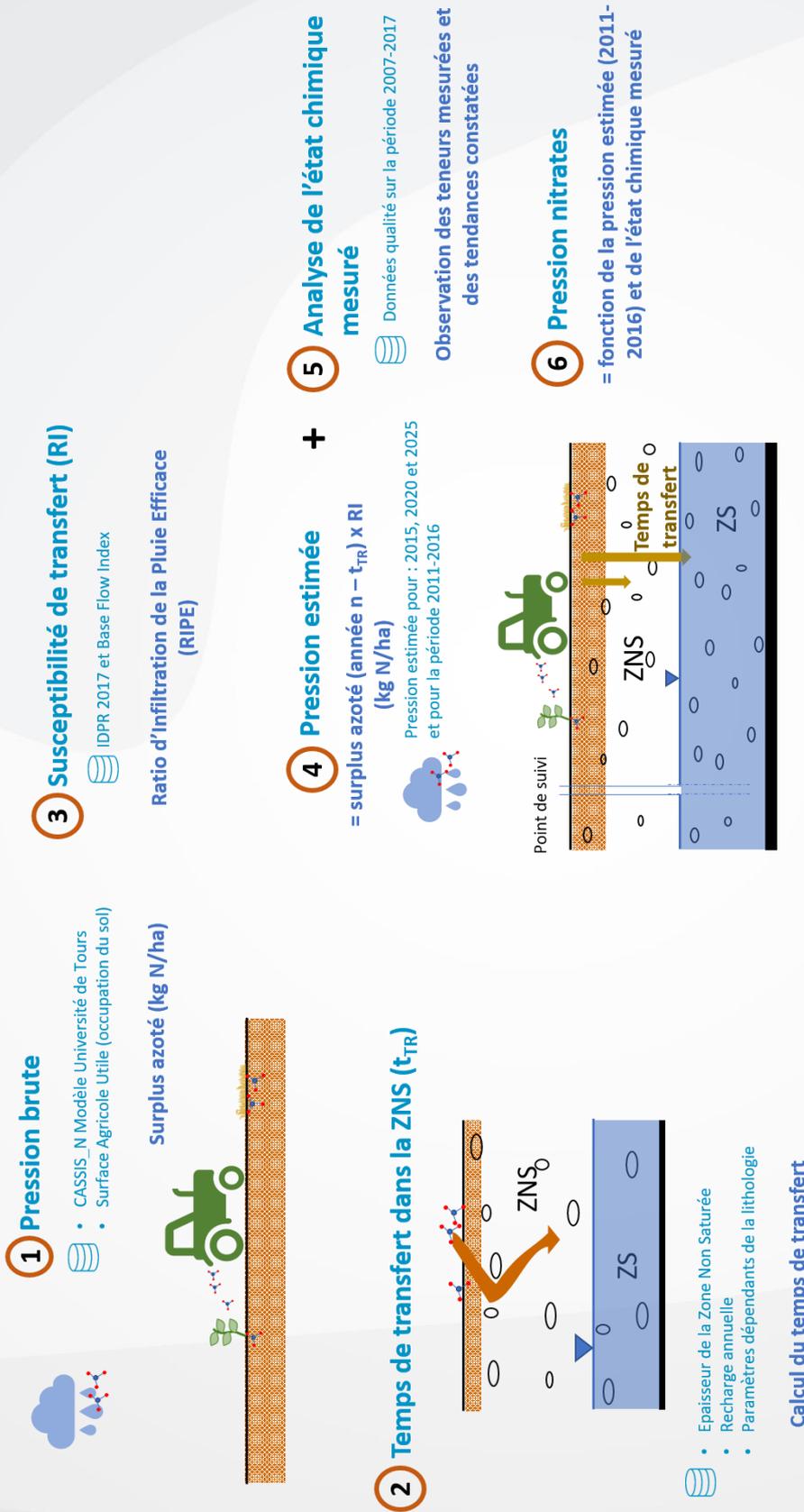


Schéma du calcul de la pression nitrates