

## Identification et inversion des tendances significatives et durables de dégradation de l'état chimique des eaux souterraines dans les prochains SDAGE

novembre 2013

DEB- Bureau des eaux souterraines et de la ressource en eau

L'inversion de toute tendance à la hausse, significative et durable, de la concentration de tout polluant dans les eaux souterraines résultant de l'impact de l'activité humaine est un des objectifs environnementaux de la directive cadre sur l'eau (DCE)<sup>1</sup>. Les États Membres doivent mettre en place les mesures nécessaires pour répondre à cet objectif, spécifique aux eaux souterraines.

L'article R. 212-21-1 du code de l'environnement transpose cette obligation en droit français: " Afin de prévenir ou réduire progressivement la pollution des eaux souterraines et conformément à l'article L. 212-2-1, des mesures sont mises en œuvre afin d'inverser les tendances à la dégradation de l'état des eaux souterraines, qu'elles soient avérées ou potentielles, qui présentent un risque significatif et durable d'atteinte à la qualité des écosystèmes aquatiques ou terrestres, à la santé humaine ou aux utilisations légitimes, de l'environnement aquatique."

Cela signifie donc que pour les masses d'eaux souterraines, en plus de l'exercice d'évaluation de leur état (qualitatif et quantitatif), **un exercice spécifique d'identification de tendances à la hausse, significative et durable, doit être mené.**

L'arrêté du 17 décembre 2008 modifié<sup>2</sup> précise l'article R. 212-21-1 et complète la transposition de la DCE et de sa directive fille sur les eaux souterraines<sup>3</sup>. Il stipule notamment que ces exercices d'identification doivent être réalisés au moins tous les six ans (article 8) et que, pour les masses d'eau sur lesquelles une tendance à la hausse est mise en évidence, le point de départ de la mise en œuvre de mesures visant à inverser une tendance à la hausse significative et durable doit être défini (article 9).

La présente note a pour objectif d'explicitier auprès des instances de bassin le cadrage national arrêté pour l'identification de ces tendances significatives et durables de dégradation, la définition de départ de la mise en œuvre de mesures visant à inverser une tendance et les mesures pour leur inversion dans les prochains SDAGE et programmes de mesures associés. En ce sens, elle répond à l'article 7 de l'arrêté du 17 décembre 2008.

1 Les objectifs environnementaux de la DCE sont les suivants :

- Non-dégradation des masses d'eau
- Prévention et la limitation de l'introduction de polluants dans les eaux souterraines
- Objectif général d'atteinte du bon état des eaux
- Objectifs liés aux zones protégées
- Réduction progressive ou, selon les cas, la suppression des émissions, rejets et pertes de substances prioritaires, pour les eaux de surface
- Inversion des tendances significative et durable, à la hausse pour les eaux souterraines

2 Arrêté du 17 décembre 2008 établissant les critères d'évaluation et les modalités de détermination de l'état des eaux souterraines et des tendances significatives et durables de dégradation de l'état chimique des eaux souterraines (NOR: DEVO0829047A)

3 DIRECTIVE 2006/118/CE DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL du 12 décembre 2006 sur la protection des eaux souterraines contre la pollution et la détérioration

## I- L'IDENTIFICATION DES TENDANCES A LA HAUSSE A LA MASSE D'EAU

### I-1 Champ d'application

L'identification des tendances significatives et durables à la hausse doit être réalisée a minima **pour chaque paramètre cause de risque de non-atteinte des objectifs environnementaux des masses d'eau souterraines identifiées en RNAOE 2021** (minimum requis par la DCE repris à l'article 8 de l'arrêté du 17 décembre modifié).

Dans le cadre de la mise à jour de l'état des lieux, au vu de l'avancement des travaux sur le sujet, l'exercice a été réalisé uniquement pour le paramètre nitrate sur toutes les masses d'eau souterraines.

Dans le cadre du SDAGE, il convient de compléter cette première analyse a minima par une évaluation de la tendance à la hausse significative et durable à la masse d'eau pour les autres paramètres à l'origine d'un RNAOE 2021 des masses d'eau en RNAOE 2021, voire par tout autre paramètre également pertinent à dire d'expert.

### I-2 Définition

L'article 2 de l'arrêté du 17 décembre 2008 modifié définit « tendance significative et durable à la hausse » par « toute augmentation significative, sur les plans statistique et environnemental, de la concentration d'un paramètre dans les eaux souterraines, pour lequel une inversion de tendance est considérée comme nécessaire pour respecter les objectifs de bon état des masses d'eau souterraine. »

Le « significatif » est donc à comprendre d'un point de vue **statistique ET environnemental**. Ces 2 aspects doivent donc être étudiés.

Pour un paramètre donné, un point avec une tendance à la hausse et durable significative d'un point de vue statistique peut ne pas entraîner le classement de la masse d'eau comme subissant une hausse significative et durable si cette tendance n'est pas significative d'un point de vue environnemental et inversement.

### I-3 Procédure d'identification des tendances à la masse d'eau

Pour la partie statistique d'analyse des chroniques, le BRGM a développé dans le cadre de la convention ONEMA-BRGM, un outil d'identification des tendances. Cet outil est programmé sous le logiciel libre et gratuit R<sup>4</sup>, téléchargeable sur internet. Il a vocation, à terme, à être intégré au SEEE. Des formations à l'utilisation de cet outil sont en cours. Cet outil est à utiliser pour l'identification des tendances dans les différentes étapes de la procédure décrites ci-dessous. Un logigramme récapitulatif est également placé en annexe.

- 1ère étape: Identification de la présence d'une tendance à la hausse significative d'un point de vue **statistique** à l'échelle de la **masse d'eau**:

L'utilisation de tests statistiques est d'autant plus performante que les chroniques sont longues

---

4 <http://www.r-project.org/>

avec des mesures fréquentes. Par conséquent, pour cette étape relative à l'analyse statistique, les chroniques à utiliser sont les chroniques **depuis 1996 sur tous les points de la masse d'eau** (pour celles qui ne disposent pas de suivi depuis 1996, on utilise la chronique disponible). Cette analyse peut être complétée d'un dire d'expert, le cas échéant. 1996 correspond en effet aux premiers SDAGE, aux progrès des laboratoires d'analyse et permet une bonne répartition entre années sèches-années humides. +PAC, MAE

Ensuite, on applique le test **Kendall régional** à l'échelle de la masse d'eau pour tous les points de la masse d'eau, à l'aide de l'outil BRGM.

Si le résultat du test met en évidence une tendance positive significative au seuil de confiance 5% alors il existe une hausse significative d'un point de vue statistique à l'échelle de la masse d'eau.

A dire d'expert, une hausse significative d'un point de vue statistique à l'échelle de la masse d'eau peut être déclarée même si le résultat du test Kendall régional n'indique pas une tendance positive au seuil de confiance 5%

*Récap pour l'étape 1:*  
*Échelle : MESO*  
*Aspect regardé : statistique*  
*Test : Kendall régional*  
*Points utilisés : tous les points de la MESO (DCE ou non)*

- 2e étape: Identification de la présence d'une tendance à la hausse significative d'un point de vue **statistique et environnemental** à l'échelle du **point DCE**

Pour cette étape, seuls les points DCE seront regardés. Des points supplémentaires pertinents pourront éventuellement être intégrés, sur proposition d'expert, notamment dans le cas de MESO sans point DCE.

Dans un premier temps, l'existence d'une rupture de pente dans la chronique est identifiée ainsi que la date de rupture à l'aide de l'outil BRGM (nota : ceci n'a pas été effectué pour l'exercice de mise à jour de l'état des lieux).

Dans un deuxième temps, on applique le test de Mann-Kendall au point sur la chronique de 2007-2008 à aujourd'hui, à l'aide de l'outil BRGM afin d'obtenir une tendance. Dans le cas d'une distribution normale, le test de régression linéaire, plus puissant, est à effectuer en complément (l'outil le propose automatiquement).

Enfin, dans le cas où la tendance est positive, on compare :

[(MMA<sup>5</sup> utilisée pour évaluation de l'état (2007-2010 ou 2007-2011)) + pente de la tendance(en mg/l/an)\*(nombre d'année jusqu'à 2021)] et [seuil de risque]<sup>6</sup>

Dans le cas où une rupture de pente est identifiée avant 2007-2008 lors de la première phase, la pente de la tendance à prendre en compte est la valeur de la pente de la tendance après la rupture de pente.

5 MMA: Moyenne des moyennes annuelles – voir Guide de l'évaluation de l'état chimique des masses d'eau souterraine, annexe III de la circulaire du 23 octobre 2012

6 Défini dans l'annexe F - ANNEXE F (Éléments détaillés de méthode pour l'appréciation du RNAOE des eaux souterraines) du guide national pour la mise à jour des états des lieux de mars 2012 et rappelé au II de la présente note

Si le seuil de risque est dépassé alors on a une tendance à la hausse significative d'un point de vue statistique et environnemental à l'échelle du point DCE.

*Récap pour l'étape 2:  
Échelle : Point d'eau  
Aspect regardé : statistique et environnemental  
Test : de rupture puis Mann Kendall et régression linéaire  
pour les distributions normales  
Points utilisés : que DCE*

- 3e étape: Identification de la présence d'une tendance à la hausse significative d'un point de vue **environnemental** à l'échelle de la **masse d'eau**

Les résultats de l'étape précédente sont utilisés.

Si les points identifiés lors de l'étape précédente comme présentant une tendance à la hausse significative d'un point de vue statistique et environnemental représente plus de 20% de la MESO alors il existe une hausse significative d'un point de vue environnemental à l'échelle de la masse d'eau.

*Récap pour l'étape 3:  
Échelle : MESO  
Aspect regardé : environnemental  
Test : répartition spatiale et poids des résultats de l'étape 2  
Points utilisés : que DCE*

- 4e étape : Évaluation de la présence d'une tendance à la hausse significative et durable d'un point de vue statistique et environnemental à l'échelle de la masse d'eau

S'il existe à la fois une hausse significative d'un point de vue statistique à l'échelle de la masse d'eau d'après l'étape 1 et une hausse significative d'un point de vue environnemental à l'échelle de la masse d'eau d'après l'étape 3, alors on a une tendance à la hausse significative et durable à l'échelle de la masse d'eau (et la masse d'eau doit être représentée par un point noir sur les cartes du SDAGE)

Si non, il n'y a pas de tendance à la hausse significative et durable à l'échelle de la masse d'eau

*Récap pour l'étape 4:  
Échelle : MESO  
Aspect regardé : statistique et environnemental  
Test : croisement des résultats des tests 1 et 3*

*Conclusion:*

Cette procédure permet d'identifier les masses d'eau pour lesquelles, au vu des niveaux de concentration actuels en un polluant donné et de leurs évolutions observées statistiquement :

- on atteindra en 2021 une concentration suffisamment proche de la norme de qualité ou de la valeur seuil sur plus de 20% de la masse d'eau,
- il sera nécessaire de mettre en œuvre des mesures pour inverser cette dégradation, avant

qu'elle n'atteigne un niveau non acceptable.

#### I-4 Valeur initiale pour l'identification

La directive fille sur les eaux souterraines (directive 2006/118/CE) spécifie que «le point de départ de l'identification correspond à la concentration moyenne 2007 et 2008 sur la base des programmes de surveillance établis». En droit français, cette notion a été transposée en « valeur initiale pour l'identification » et est définie dans l'article 2 de l'arrêté du 17 décembre 2008 par « la concentration moyenne mesurée au moins au cours des années de référence 2007 et 2008, sur la base des programmes de surveillance établis en application de [l'article L. 212-2-2 du code de l'environnement](#) ou, dans le cas de substances détectées après ces années de référence, durant la première période pour laquelle une période représentative de données de contrôle existe. »

Il s'agit ainsi de considérer la dégradation de la qualité chimique de la masse d'eau par rapport à un état de référence fixé en 2007/2008, correspondant à la mise en place du réseau de surveillance. Cependant l'identification de «tendance significative et durable» par l'utilisation de tests statistiques est d'autant plus performante que les chroniques sont longues avec des mesures fréquentes.

Il est donc proposé la procédure ci-dessus :

- pour l'aspect significatif d'un point de vue statistique, appliquer le test Kendall régional à la masse d'eau sur les chroniques depuis 1996 sur tous les points de la masse d'eau, et compléter d'un dire d'expert le cas échéant. L'année 1996 correspond en effet aux premiers SDAGE, aux progrès des laboratoires d'analyse et permet une bonne répartition entre années sèches-années humides.
- pour l'aspect significatif d'un point de vue environnemental, utiliser le résultat du test Mann-Kendall aux points DCE à partir de la valeur 2007/2008 et comparer la concentration prédite à échéance 2021 au seuil de risque

*NB : Pour l'aspect statistique, il est préférable de prendre la même période d'étude pour tous les points au sein d'une masse d'eau pour l'évaluation des tendances et une chronique suffisamment longue.*

## **II – DEFINITION DU POINT DE DEPART DE LA MISE EN ŒUVRE DE MESURES VISANT À INVERSER UNE TENDANCE À LA HAUSSE SIGNIFICATIVE ET DURABLE**

Pour les masses d'eau pour lesquelles une tendance à la hausse significative et durable à l'échelle de la masse d'eau a été identifiée, alors une valeur de point d'inversion doit être définie. Ce point d'inversion correspond au point de départ de la mise en œuvre de mesures visant à inverser une tendance à la hausse significative et durable (cf article 9 de l'arrêté du 17 décembre 2008).

Par défaut, le point d'inversion correspond au moment où la concentration en polluants atteint le seuil de risque, c'est à dire :

- 40 mg/l pour les nitrates,
- la norme ou valeur seuil pour les micropolluants,
- 75 % de la norme de qualité ou de la valeur seuil pour les autres paramètres.

Comme le précise l'article 9 de l'arrêté du 17 décembre 2008, un point de départ différent peut/doit être fixé dans les cas suivants:

- Besoin d'un point plus tôt au vu de la tendance ou de la réactivité de la masse d'eau (très lente) pour avoir des mesures d'inversion plus efficaces,
- Problème de limite de quantification,

- Pertinence de définir un point plus tard pour des raisons de cout-efficacité des mesures ou forte réactivité de la masse d'eau (mais sans empêcher de respecter l'atteinte des autres objectifs environnementaux),
- en raison d'un fond géochimique occultant les causes anthropiques.

**Ce point de départ est défini dans le SDAGE pour un cycle et ne doit plus être modifié au cours du cycle de six ans du schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux.**

En tout état de cause, cette valeur de point de départ n'a a priori pas vocation à changer du tout. Tout changement de cette valeur entre deux SDAGE doit être justifiée.

Enfin, si le seuil de risque est déjà atteint et qu'une tendance est mise en évidence, des mesures doivent d'ores et déjà être mise en place pour inverser les tendances.

### **III- CONTENU DES SDAGE ET PROGRAMME DE MESURE**

L'identification des tendances à la hausse significative et durable doit être intégrée au rapport de synthèse relatif aux eaux souterraines, document d'accompagnement du SDAGE n°8, prévu à l'article 1-II 8° de l'arrêté du 17 mars 2006. Ce rapport doit comprendre les points suivants relatifs aux tendances:

- Un résumé de la façon dont les résultats des tendances au point ont été utilisés pour évaluer les tendances à la masse d'eau (cf article 7 de l'arrêté du 17 mars 2006),
- Pour les MESO à risque subissant de manière significative et durable une tendance à la hausse des concentrations d'un polluant quelconque, l'identification de celles pour lesquelles les tendances doivent être inversées avec la valeur du point d'inversion définie pour les 6 années du cycle,
- Le niveau de confiance sur l'évaluation de la tendance (pour la confiance d'un point de vue statistique, valeur de 95% préconisée dans le guide européen) (point 6,2,7 du guide européen n°18)

Au niveau cartographique, les MESO à risque subissant de manière significative et durable une tendance à la hausse des concentrations d'un polluant quelconque **doivent être indiquées par un point noir** et les renversements de tendance par un point bleu (cf article 10 de l'arrêté du 17 décembre 2008).

Pour les MESO à risque subissant de manière significative et durable une tendance à la hausse des concentrations d'un polluant quelconque, des mesures doivent être prises pour l'inversion de ces tendances et clairement affichées.

### **IV- DEMONSTRATION DE L'INVERSION DES TENDANCES**

Les inversions de tendance doivent être démontrées. Une méthode nationale sera développée au cours des prochaines années une fois les exercices d'identification des tendances menés à l'échelle nationale avec une méthode harmonisée dans le cadre du 2eme cycle.

#### **Références**

- Arrêté du 17 mars 2006 modifié relatif au contenu des schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux. NOR: DEVO0650136A <http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000000609821>
- Arrêté du 17 décembre 2008 modifié établissant les critères d'évaluation et les modalités de

détermination de l'état des eaux souterraines et des tendances significatives et durables de dégradation de l'état chimique des eaux souterraines. NOR: DEVO0829047A

[http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?](http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000020040637&dateTexte=&categorieLien=id)

[cidTexte=JORFTEXT000020040637&dateTexte=&categorieLien=id](http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000020040637&dateTexte=&categorieLien=id)

- Page « Tendances » de l'espace eaux souterraines sur res'eau : <http://www.reseau.eaufrance.fr/ressource/tendances>
- LOPEZ B., CROISSET N., SURDYK N., BRUGERON A. (2013) - Développement d'outils d'aide à l'évaluation des tendances dans les eaux souterraines au titre de la DCE. Rapport final. BRGM/RP-61855-FR, 93 p., 45 ill., 1 ann.
- LOPEZ B., LEYNET A., (2011), Évaluation des tendances d'évolution des concentrations en polluants dans les eaux souterraines. Rapport final. BRGM/RP-59515-FR [http://www.onema.fr/IMG/pdf/2011\\_032.pdf](http://www.onema.fr/IMG/pdf/2011_032.pdf)
- LOPEZ B. (Avril 2011) Évaluation des tendances d'évolution des concentrations en polluants dans les eaux souterraines. Guide méthodologique. BRGM/RP-59931-FR [http://www.onema.fr/IMG/pdf/2011\\_B021.pdf](http://www.onema.fr/IMG/pdf/2011_B021.pdf)
- CIS Guidance Document No. 18 GUIDANCE ON GROUNDWATER STATUS AND TREND ASSESSMENT. <https://circabc.europa.eu/faces/jsp/extension/wai/navigation/container.jsp>

## ANNEXE

### Logigramme récapitulatif de la procédure

#### Etape 1: **Tendance significative d'un point de vue statistique à la masse d'eau**

Kendall régional à la masse d'eau,  
Tous points  
Chronique: 01/10/1996-01/10/211

#### Etape 2: **Tendance significative d'un point de vue environnemental et statistique au point d'eau**

Mann Kendall au point,  
Points DCE seulement (voire pertinents si pas de point DCE sur la MESO)  
Chronique: 01/10/1996 jusqu'à 01/10/2011

#### Etape 3: **vue environnemental à la masse d'eau**

