

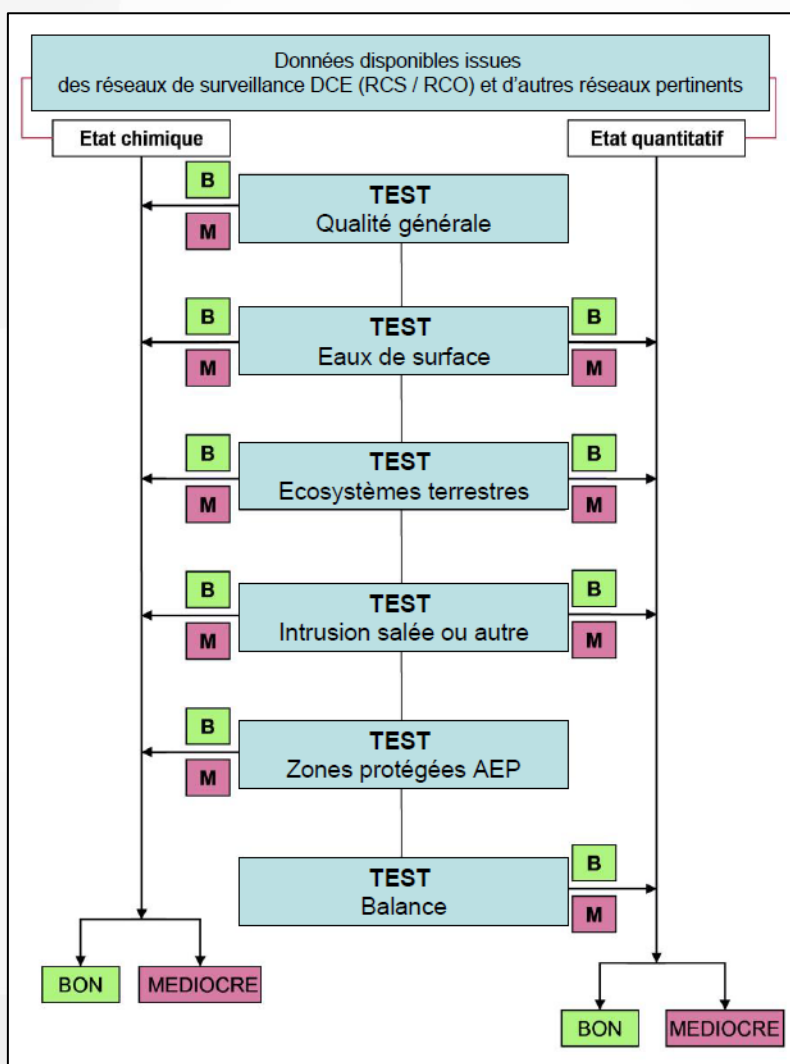
Thématique : Evaluation de l'état quantitatif

Compartiment d'eau : Eaux souterraines

La Directive Cadre sur l'Eau (DCE) établit un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau. Les objectifs fixés afin d'atteindre **le bon état quantitatif** sont d'assurer l'équilibre entre les milieux, d'éviter une altération (chimique et/ou écologique) des eaux de surface, d'éviter une dégradation des écosystèmes terrestres dépendants et d'empêcher toute intrusion saline liée à une modification anthropique des écoulements.

Afin de répondre à ces objectifs, 4 tests ont été développés :

- Test « balance prélèvements - ressource »,
- Test « eaux de surface »,
- Test « écosystèmes terrestres associés »,
- Test « intrusion saline ou autre ».



Source : Guide d'évaluation de l'état quantitatif des masses d'eau souterraine (2018)

TEST « BALANCE PRELEVEMENTS – RESSOURCE »

DÉFINITION DU TEST

Pour les nappes libres, le test « Balance prélèvements-ressource » a pour but d'évaluer l'équilibre sur le long terme entre les volumes s'écoulant au profit des autres milieux ou d'autres nappes, les volumes consommés et la recharge de chaque nappe.

Pour les nappes captives, le test a pour but d'évaluer l'équilibre entre les volumes consommés et l'évolution des niveaux piézométriques.

DONNÉES UTILISÉES POUR LE CALCUL DU TEST

Libellé	Description	Type	Organisme producteur
Chroniques piézométriques	Données de 967 points de suivis sur la période 2005-2017	Base de données	ADES
Chroniques de débit ou de niveau de sources	Données de 73 points de suivis sur la période 2005-2017	Base de données	Banque Hydro
Recharge moyenne annuelle	Lame d'eau infiltrée au droit des affleurements des nappes libres – calcul détaillé fiche pression prélèvement	Base de données	Météo France/BRGM/Experts
Prélèvements soumis à redevance	Données redevances de volume de prélèvement en eau tous usages entre 2011 et 2016	Base de données	AEAG
Prélèvements Modèle Aquitaine	Données de volume de prélèvement issus de producteurs divers (Chambre Agriculture, Conseil départemental, communes,...)	Base de données	BRGM

LIMITES DU TEST

Le calcul de la **tendance piézométrique** ou hydrométrique des points de suivis peut parfois être difficile à mettre en œuvre en raison de :

-  chroniques trop courtes ne permettant pas de conclure de façon fiable sur une tendance à long terme des niveaux piézométriques ;
-  chroniques pouvant présenter des variations non corrélables automatiquement, ce qui peut nécessiter une validation manuelle ;
-  mesures « extrêmes » pouvant fausser le calcul de la tendance, d'où l'importance du calcul sur les minimas et les maximas qui aide à l'interprétation dans ces cas-là.

Certaines tendances piézométriques ou hydrométriques sont faussées et considérées comme « artificielles », par exemple : conditions climatiques sévères (périodes de sécheresses), Les expertises régionales ont permis d'identifier les points concernés.

Les **données « prélèvements » brutes** sont issues de la redevance prélèvement perçue par l'Agence et sont donc des volumes annuels obtenus via les déclarations des préleveurs : seuls les prélèvements supérieurs à 7000 m³/an sont comptabilisés et les volumes sont soit des volumes réels, soit des volumes estimés.¹

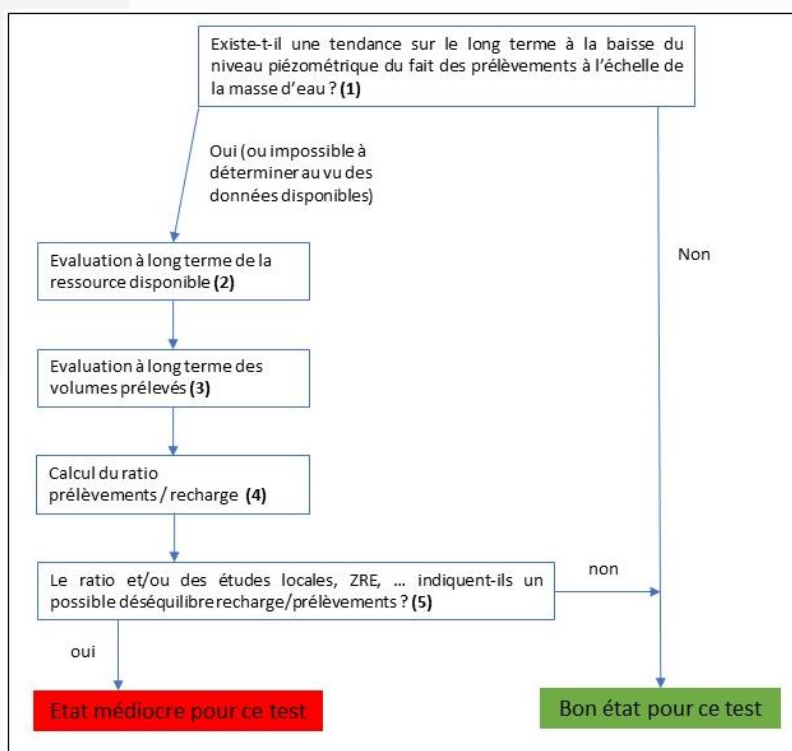
Par ailleurs, **les volumes prélevés** peuvent présenter quelques incertitudes liées à la géolocalisation des points d'eau parfois imprécise (point placé au centroïde de la commune) et à la difficulté de rattacher des points d'eau à une masse d'eau souterraine (forages recoupant plusieurs aquifères, absence de coupe...).

Les limites concernant l'**estimation de la recharge** sont détaillées dans la fiche pression prélèvements d'eau.

MÉTHODE DE CALCUL

DESCRIPTION DÉTAILLÉE

Le logigramme suivant détaille la méthode mise en œuvre pour les MESO libres :



Source : Guide d'évaluation de l'état quantitatif des masses d'eau souterraine (2018)

Pour les MESO captives, le calcul de la tendance piézométrique est réalisé pour chacun des points de suivi. Lorsqu'une tendance à la baisse des niveaux piézométriques est observée, les masses d'eau sont sélectionnées puis étudiées par des experts régionaux sur la base des résultats des modèles hydrodynamiques.

¹ « calculés selon les modalités fixées par l'arrêté du 19 décembre 2011 relatif à la mesure des prélèvements d'eau et aux modalités de calcul de l'assiette de la redevance pour prélèvement sur la ressource en eau
NOR: DEVL1132666A » ou en raccourci « calculés selon les modalités fixées par l'arrêté du 19 décembre 2011 –NOR : DEVL1132666A ».

INTERPRÉTATION DU TEST

CLASSE D'INTERPRÉTATION

MESO libres :

	Bon état	Etat médiocre
Ratio	< 20 %	> 20 %

ratio = volume moyen conso/recharge

MESO captives :

Etat défini à dire d'expert

INDICE DE CONFIANCE

MESO libres :

Indice de confiance élevé si un calcul de tendance piézométrique ou hydrométrique est possible (chronique incluant plus de 3 cycles dans le cas d'un fonctionnement pluriannuel) et si la chronique des prélèvements est suffisamment longue.

MESO libres et captives :

Indice de confiance élevé si un modèle hydrogéologique est disponible.

EN SAVOIR PLUS

APPROFONDISSEMENT DE LA MÉTHODE PAR LE BRGM

Calcul de l'indicateur

Les calculs sont les suivants :



Calcul des tendances aux points d'eau (1) :

Un test statistique (test de Mann-Kendall) est réalisé avec l'outil S-QUALINET (BRGM) sur les moyennes et minimums des moyennes mensuelles sur la période **2005-2017**. Une tendance est recherchée si, au minimum, **10 années** de données **avec 50 % des moyennes mensuelles sont disponibles** (contre 80 %² dans le guide national).

Si une tendance à la baisse significative est détectée, alors la représentativité spatiale des piézomètres est évaluée. Si 20 % des piézomètres présentent une tendance à la baisse parmi les piézomètres pour lesquels un calcul de tendance a été réalisé, alors une étude de la cyclicité (autocorrélation des moyennes des moyennes mensuelles) en chaque point de suivi est réalisée.

Si une évolution cyclique est confirmée visuellement, il y a reprise du calcul de tendance sur une période couvrant au minimum 3 cycles complets (ex : période de 15 ans minimum pour une cyclicité de 5 ans).

² Car le réseau de suivi quantitatif du bassin Adour-Garonne est plus récent que dans d'autres parties du territoire.

Une validation visuelle sur toutes les chroniques identifiées comme ayant une tendance à la baisse suite à la procédure ainsi qu'une validation par un expert régional sont systématiquement réalisées.

Evaluation de la recharge (2) :

La ressource disponible s'évalue grâce au calcul de la recharge pour chaque masse d'eau.

Calcul de la recharge pour les MESO libres :

$$\text{Moyenne recharge annuelle 1981 – 2010} = \text{Moyenne } P_{eff} \text{ annuelle} \times \text{RIPE}$$

Avec,

P_{eff} : Pluie efficace (= quantité d'eau disponible à la surface du sol. La pluie efficace est égale à la différence entre les précipitations et l'évapotranspiration réelle) ;

RIPE : Ratio d'Infiltration de la Pluie Efficace (issu de la relation entre IDPR et BFI, voir la fiche pression prélèvements d'eau pour les ajustements).

Les détails de la méthode d'estimation de la recharge sont disponibles dans la fiche méthode pression prélèvements d'eau.

Calcul de la recharge pour les MESO captives :

Paramètre non utilisé pour les MESO captives.

Evaluation des volumes consommés (3) :

Les volumes consommés correspondent à la moyenne annuelle sur la période 2011-2016.

Remarque : pour les MESO alluviales, on considère que 40% des prélèvements sont issus de la MESO et que 60 % sont directement fournis par le cours d'eau. Le pourcentage est défini sur la base des résultats des bilans de volume des modèles hydrodynamiques développés par le BRGM, notamment sur la région Midi-Pyrénées.

Pour les nappes libres, les volumes consommés (donc non restitués à la masse d'eau prélevée) sont de 80% pour l'AEP³, 100% pour l'industrie et 100% pour l'agriculture.

Pour les nappes captives, les volumes consommés (donc non restitués à la masse d'eau prélevée) sont de 100% pour tous les usages.

Calcul de la pression prélèvements (4):

Pour les MESO libres :

$$\text{pression} = \frac{\text{moyenne annuelle des volumes consommés (m}^3\text{)}}{\text{recharge moyenne annuelle (m}^3\text{)}}$$

Pour les MESO captives :

$$\text{pression} = \frac{\text{moyenne annuelle des volumes consommés (m}^3\text{)}}{\text{surface de la commune (km}^2\text{)}}$$

³ (20% de pertes de réseau)

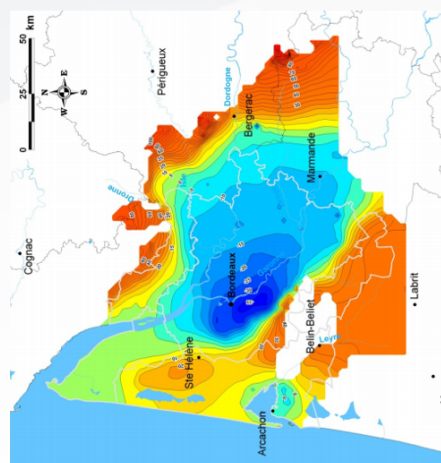
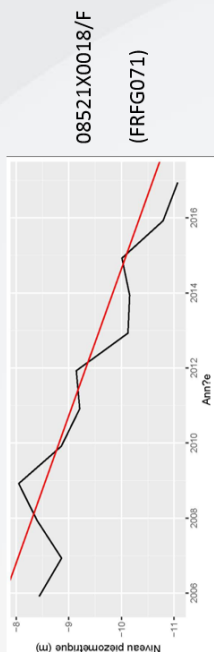
ÉVOLUTION DE LA MÉTHODE PAR RAPPORT A L'EDL 2013

Le principe de calcul du test « balance prélèvements – ressource » n'a pas évolué depuis 2013. Seule, la méthode de calcul de la recharge a été modifiée.

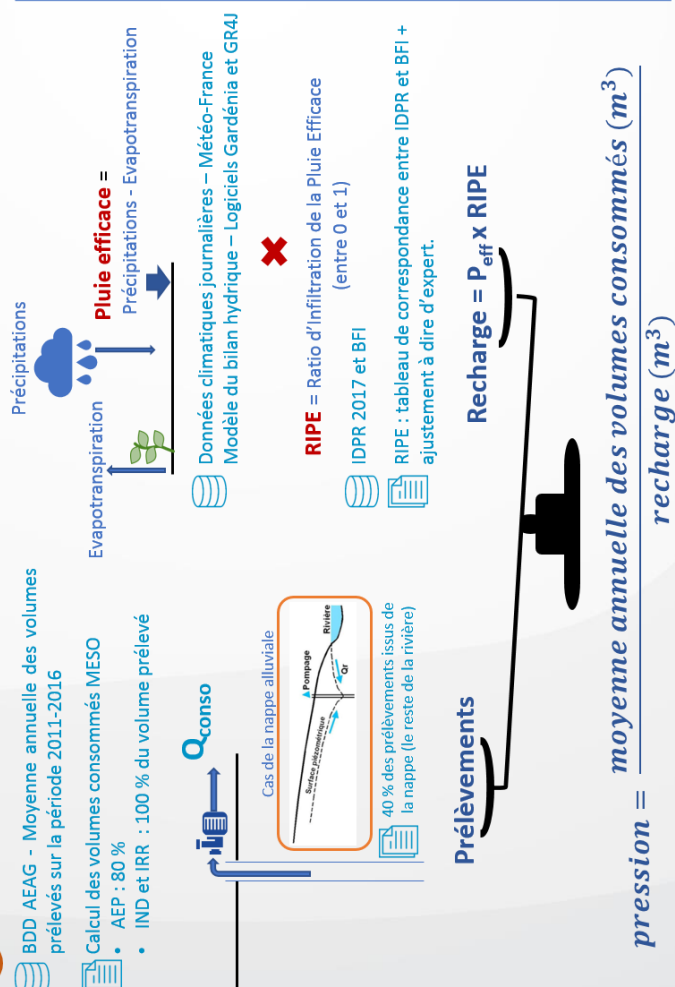
Les principales évolutions de la méthode portent sur les points suivants :

- Apport méthodologique pour l'estimation d'une recharge spatialisée pour les aquifères à nappe libre ;
- Prise en compte des volumes prélevés dans les sources ;
- Prise en compte d'un ratio de contribution du cours d'eau dans les volumes consommés en nappe alluviale ;
- Les classes d'interprétation du ratio pour les MESO libres ont été modifiées : 5 classes en 2013, une valeur seuil en 2019 (20%).

Représentation schématique du test balance



pression = dire d'expert



TEST « EAUX DE SURFACE »

DÉFINITION DU TEST

Le test « Eaux de surface » permet d'évaluer si la dégradation de l'état écologique des MESU de cours d'eau associées à une masse d'eau souterraine (MESO) est due à des prélèvements trop importants dans les MESO qui les bordent. Ce test est appliqué uniquement aux MESO libres.

DONNÉES UTILISÉES POUR LE CALCUL DU TEST

Libellé	Description	Type	Organisme producteur
MESU sélectionnées	MESU en état écologique mesuré moins que bon en 2015	Base de données	AEAG
Prélèvements soumis à redevance – données ESO et ESU	Données sur les années 2011, 2012 et 2016	Base de données	AEAG
Prélèvements Modèle Aquitaine	Données de volume de prélèvement issus de producteurs divers (Chambre Agriculture, Conseil départemental, communes, ...)	Base de données	BRGM
Débit d'étiage	QMNA ₅ moyen – Etude IRSTEA	Base de données	IRSTEA

LIMITES DU TEST

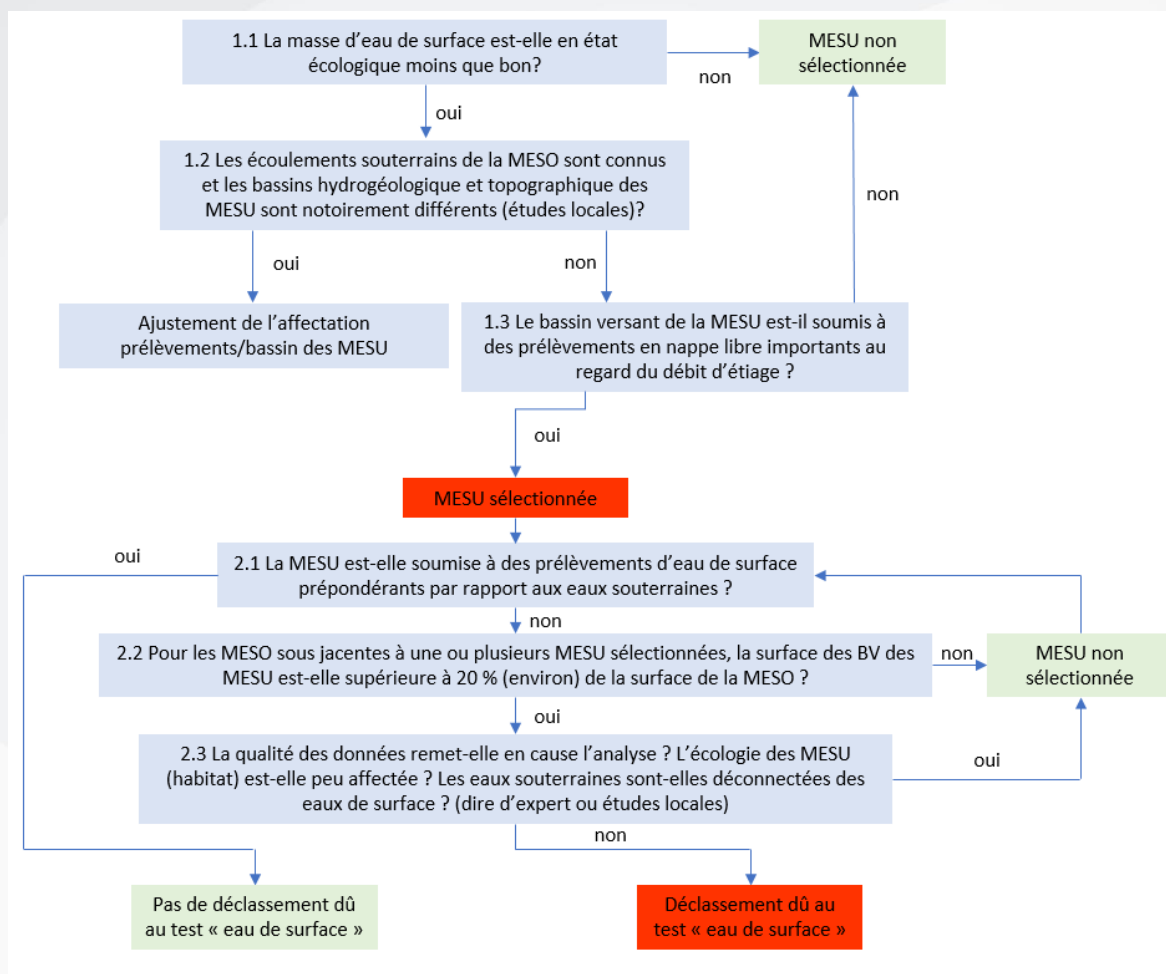
La principale limite concerne le **QMNA₅** (donnée permettant de connaître le débit d'étiage). Cette donnée, consensuelle, présente une fiabilité relative sur les secteurs soumis à des soutiens d'étiages ou à de fortes pressions prélèvements.

Les autres limites sont les suivantes :

- toutes les MESU en état « moins que bon » n'ont pas pu être sélectionnées : celles issues d'une modélisation n'ont pas été retenues pour ce test puisque les résultats issus des modèles sont considérés comme peu fiables. De ce fait, la base de données « MESU classées en moins que bon » est incomplète ;
- certaines eaux superficielles présentent des assecs naturels.

MÉTHODE DE CALCUL

DESCRIPTION DÉTAILLÉE



Source : Guide d'évaluation de l'état quantitatif des masses d'eau souterraine (2018) modifié

EN SAVOIR PLUS

APPROFONDISSEMENT DE LA MÉTHODE

Calcul de l'indicateur

Etat écologique de la MESU (1.1) :

La base de données des MESU en état écologique moins que bon utilisée est celle de l'année 2015. Les MESU, pour lesquelles l'état écologique est moins que bon d'après des modèles, n'ont pas été retenues.

Les MESU en état écologique moins que bon **mesuré** sont sélectionnées pour la suite du test.

Ecoulements de la MESO connus et bassins hydrogéologique et topographique des MESU notablement différents (1.2) :

Pour cette étape du test, l'hypothèse la plus pénalisante, à savoir « **non** » a été choisie. Il est considéré pour chacune des MESO que ses écoulements ne sont pas connus et que les bassins hydrogéologiques et topographiques sont identiques.

Importance des prélèvements en MESO libre vis-à-vis du débit d'étiage de la MESU (1.3) :

Ce calcul a été réalisé pour les années 2011, 2012 et 2016 à partir du QMNA₅ moyen de l'étude IRSTEA.

Le QMNA₅, débit mensuel minimal calculé pour une durée de 5 ans, permet d'identifier le débit d'étiage d'un cours d'eau sur cette période.

Pour le calcul des prélèvements en nappe libre, les volumes prélevés pour les usages AEP et industriels sont répartis sur 12 mois tandis que les prélèvements liés à l'irrigation sont répartis sur 3 mois. Les volumes **consommés** en nappe libre sont de 80 % pour l'AEP et 100 % pour l'industrie et l'irrigation.

Les MESU sont sélectionnées pour la suite du test si le ratio volume consommé MESO/QMNA₅ moyen est supérieur à 20%.

Importance des prélèvements en MESO libre vis-à-vis des prélèvements en MESU (2.1) :

$$\text{ratio} = \frac{\text{volume consommé en eau superficielle}}{\text{volume consommé en eau souterraine}}$$

Ce calcul a été réalisé pour les années 2011, 2012 et 2016 en considérant que le volume consommé en eaux superficielles est de 20 % pour l'AEP, 7 % pour l'industrie et 100 % pour l'irrigation.

On considère qu'il y a prépondérance des prélèvements en eau souterraine si le ratio est inférieur à 1.

Les MESU sont sélectionnées si le volume consommé en eau souterraine est supérieur au volume consommé en eau superficielle.

Lien surfacique des MESO et MESU dégradées (2.2) :

Ce calcul a été réalisé pour les années 2011, 2012 et 2016. La MESO est sélectionnée si le ratio surfacique « Surface BV MESU/surface MESO » est supérieur à 20 %.

Une expertise est ensuite réalisée pour confirmer ou non le déclassement de la masse d'eau pour ce test.

INTERPRÉTATION DU TEST

INDICE DE CONFIANCE

Indice de confiance élevé s'il y a à disposition des études locales sur les relations nappes-rivières ou des modélisations hydrodynamiques prenant en compte ces relations ou si le test a pu être déroulé dans sa totalité avec un nombre de données/informations convenable ;

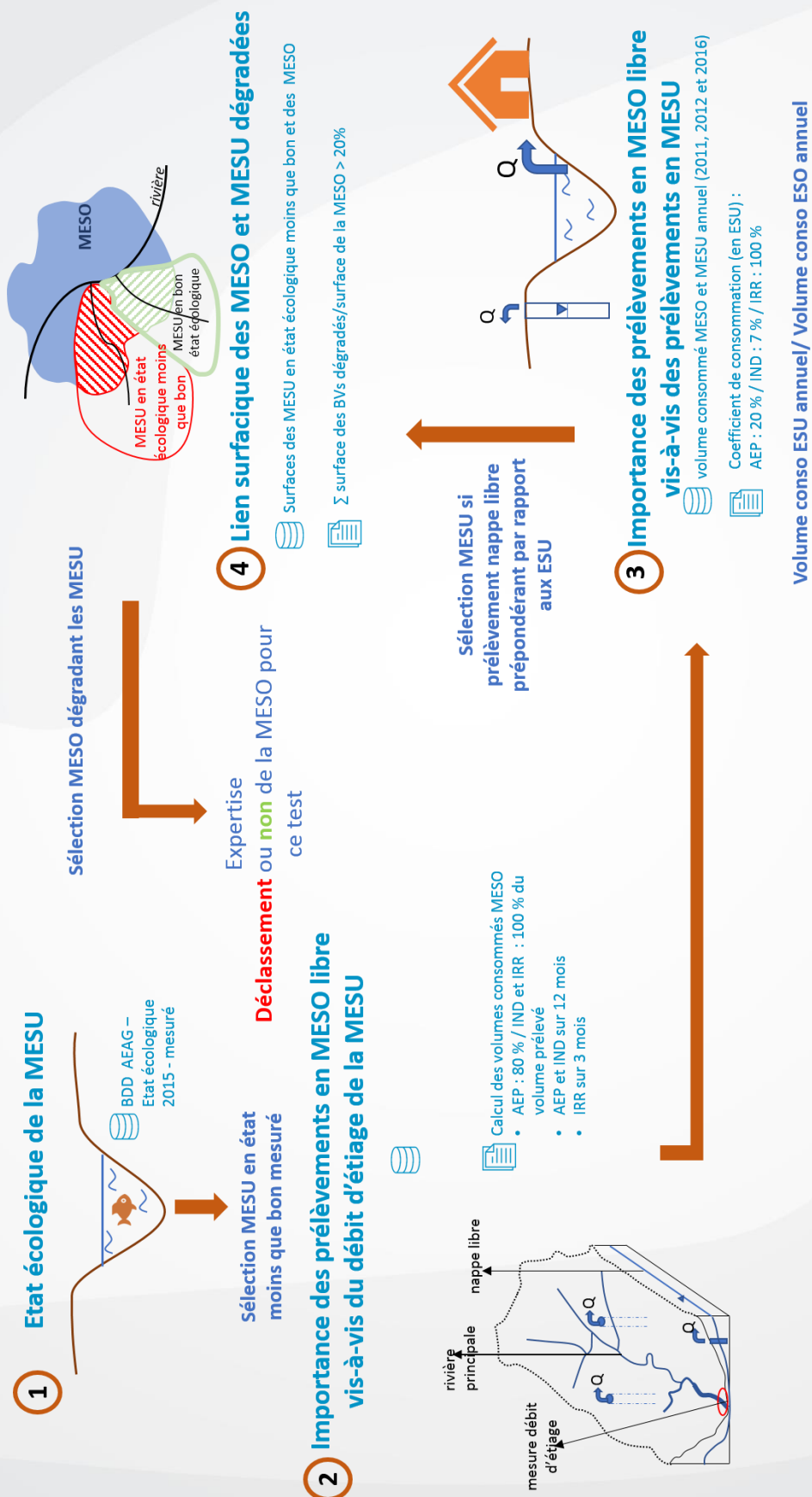
Indice de confiance faible dans les autres cas.

ÉVOLUTION DE LA MÉTHODE PAR RAPPORT A L'EDL 2013

La méthode a évolué par rapport à celle de l'EDL de 2013. La modification porte sur la prise en compte de l'état écologique des MESU.

Remarque : par rapport à la méthodologie nationale 2018, les questions 2.1 et 2.2 ont été inversées pour le bassin Adour-Garonne. Le logigramme affiché dans la présente fiche en tient compte.

Représentation schématique du test ESU



TEST « ECOSYSTEMES TERRESTRES »

DÉFINITION DU TEST

Ce test permet d'évaluer si la dégradation des écosystèmes terrestres associés (ETA) à des eaux souterraines est due à des prélèvements dans les masses d'eau souterraine. Ce test ne concerne que les MESO libres sur lesquelles un écosystème terrestre (Natura 2000) est significativement dégradé du fait du changement de niveau/bilan d'eau.

DONNÉES UTILISÉES POUR LE CALCUL DU TEST

Libellé	Description	Type	Organisme producteur
Zones Natura 2000 en lien avec les eaux souterraines	Sélection MNHN (Novembre 2014) : Liste préliminaire pour la sélection des zones de protection des habitats et des espèces (sites Natura 2000) pour le Registre des zones protégées de la DCE – 2015.	Base de données	MNHN
Recharge moyenne annuelle	Lame d'eau infiltrée au droit des affleurements des nappes libres – calcul détaillé fiche pression prélèvements	Base de données	Météo France/BRGM/Experts
Pression prélèvements	Résultats obtenus pour la pression prélèvements	Base de données	BRGM

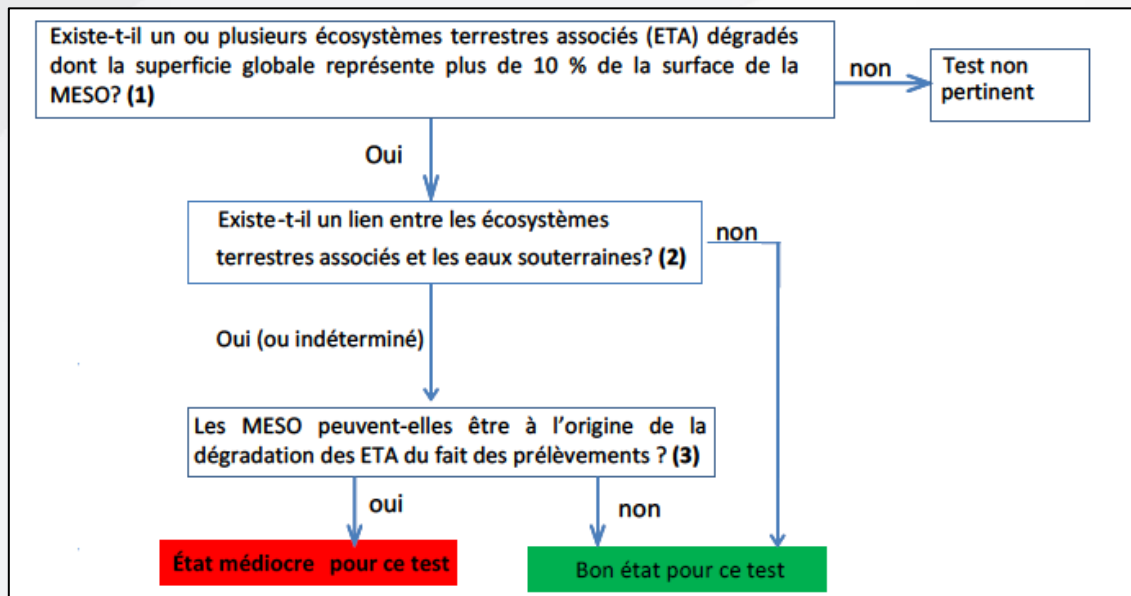
LIMITES DU TEST

La principale limite est liée au manque de connaissances sur l'état des écosystèmes terrestres (définition, état et dégradation de cet état) ainsi que sur leurs relations avec les eaux souterraines.

MÉTHODE DE CALCUL

DESCRIPTION DÉTAILLÉE

Le logigramme suivant détaille la méthode à suivre pour ce test :



Source : Guide d'évaluation de l'état quantitatif des masses d'eau souterraine (2018)

INTERPRÉTATION DU TEST

INDICE DE CONFIANCE

Indice de confiance élevé si les écosystèmes associés **dégradés** sont identifiés et s'il y a à disposition des études locales sur les relations hydrodynamiques entre les eaux souterraines et les écosystèmes terrestres associés ;

Indice de confiance faible dans les autres cas.

EN SAVOIR PLUS

APPROFONDISSEMENT DE LA MÉTHODE

Calcul de l'indicateur

Identification des écosystèmes associés dégradés (1) :

Les écosystèmes terrestres associés (zones NATURA 2000) sont issus d'une sélection établie par le Muséum National d'Histoire Naturelle (MNHN). Le guide national ne prend en compte pour cette étape que les écosystèmes terrestres associés **dégradés**. Pour le bassin Adour-Garonne, le manque de connaissances sur l'état des écosystèmes terrestres et sur leurs relations avec les eaux souterraines a contraint d'utiliser la sélection des zones humides en lien avec les eaux souterraines.

Les MESO sont sélectionnées si les écosystèmes en lien avec les eaux souterraines représentent plus de 10 % de la surface des MESO libres.

Evaluation du lien entre ETA et ESO (2) :

Pour évaluer le lien entre les eaux souterraines et les écosystèmes terrestres associés, la sélection du MNHN recensant les zones humides associées aux habitats et espèces aquatiques en lien avec les eaux souterraines est utilisée.

Sur le bassin Adour-Garonne, plusieurs zones humides (6 habitats et 5 espèces) ont été identifiées pour cette étape et croisées avec les masses d'eau afin d'identifier les MESO liées à ces zones humides.

Si un lien est clairement identifié entre les eaux souterraines et les écosystèmes terrestres alors les MESO concernées sont sélectionnées.

Pression prélèvements sur les MESO à l'origine de la dégradation des ETA (3) :

Une analyse de la pression prélèvements (déjà calculée pour d'autres tests- cf. *fiche méthode pression prélèvements*) est réalisée sur les MESO sélectionnées à l'étape précédente. Si le ratio : moyenne annuelle des volumes consommés sur recharge moyenne annuelle est supérieur à 5 %, alors la pression prélèvements est à l'origine de la dégradation des écosystèmes en lien avec les eaux souterraines. Les MESO concernées sont déclassées pour ce test.

ÉVOLUTION DE LA MÉTHODE PAR RAPPORT A L'EDL 2013

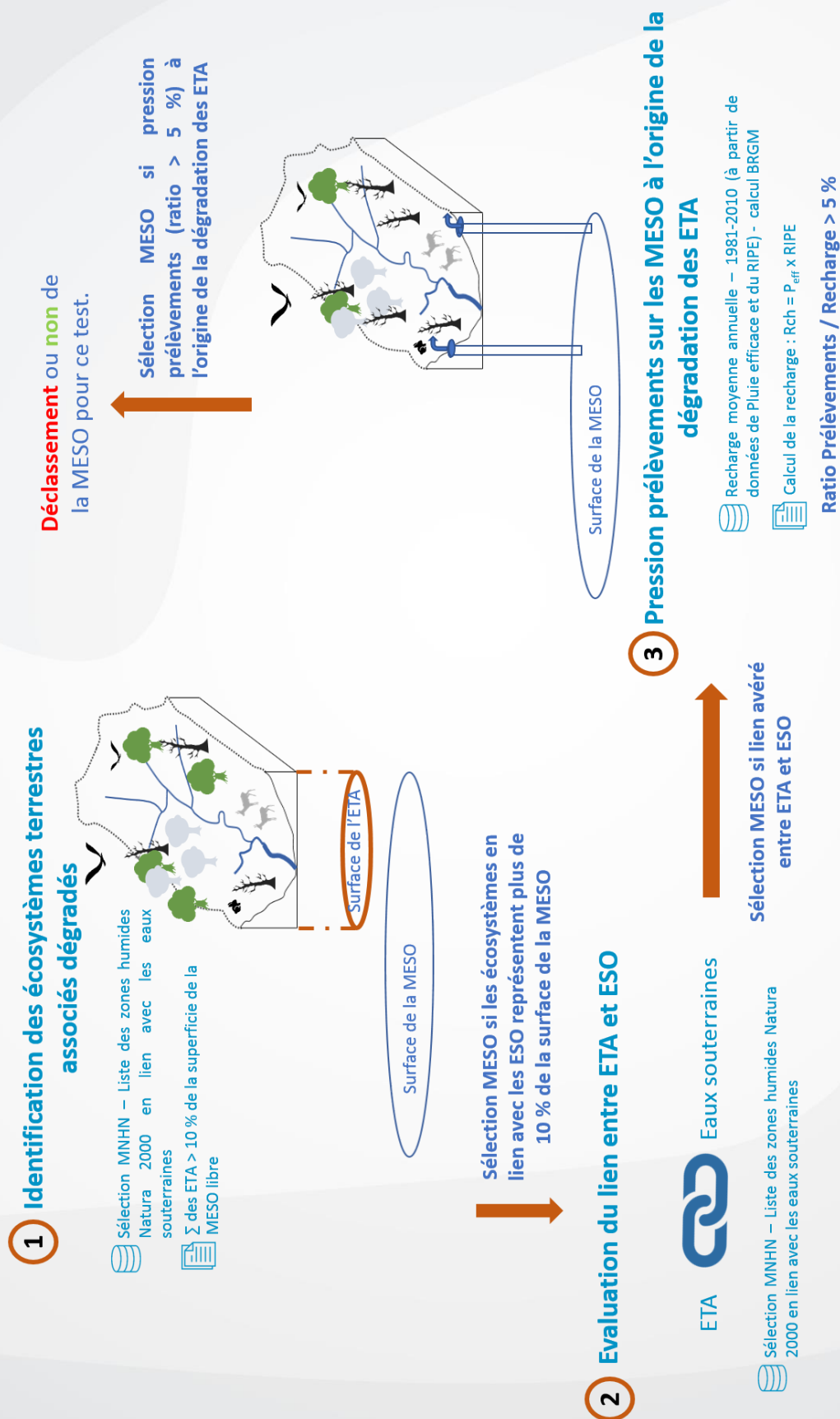
La méthode a évolué par rapport à celle de l'EDL 2013. Les modifications portent sur :

La sélection des zones NATURA 2000 :

- prise en compte du lien avec les eaux souterraines ;
- le seuil de sélection des MESO : les ETA représentent plus de **10%** de la superficie de la MESO (>20% en 2013).

Le lien entre écosystème terrestre et MESO : prise en compte de l'épaisseur de la ZNS et du lien avec les habitats/espèces aquatiques.

Représentation schématique du test ETA



TEST « INTRUSION SALINE OU AUTRE »

DÉFINITION DU TEST

Le test « intrusion saline ou autre », qui s'applique aux masses d'eau libres ayant une frange littorale, permet d'évaluer si l'intrusion saline est liée à une modification d'origine anthropique des écoulements.

DONNÉES UTILISÉES POUR LE CALCUL DU TEST

Libellé	Description	Type	Organisme producteur
MESO concernées par le test	Liste des MESO libres ayant une frange littorale	Base de données	AEAG
Pression prélèvements	Résultats obtenus pour la pression prélèvements	Base de données	BRGM
Données qualité des eaux	Calcul des MMA pour les paramètres indicateurs de salinité sur la période 2011-2016 et des tendances sur la période 1995-2017	Base de données	ADES

LIMITES DU TEST

Les limites sont liées :

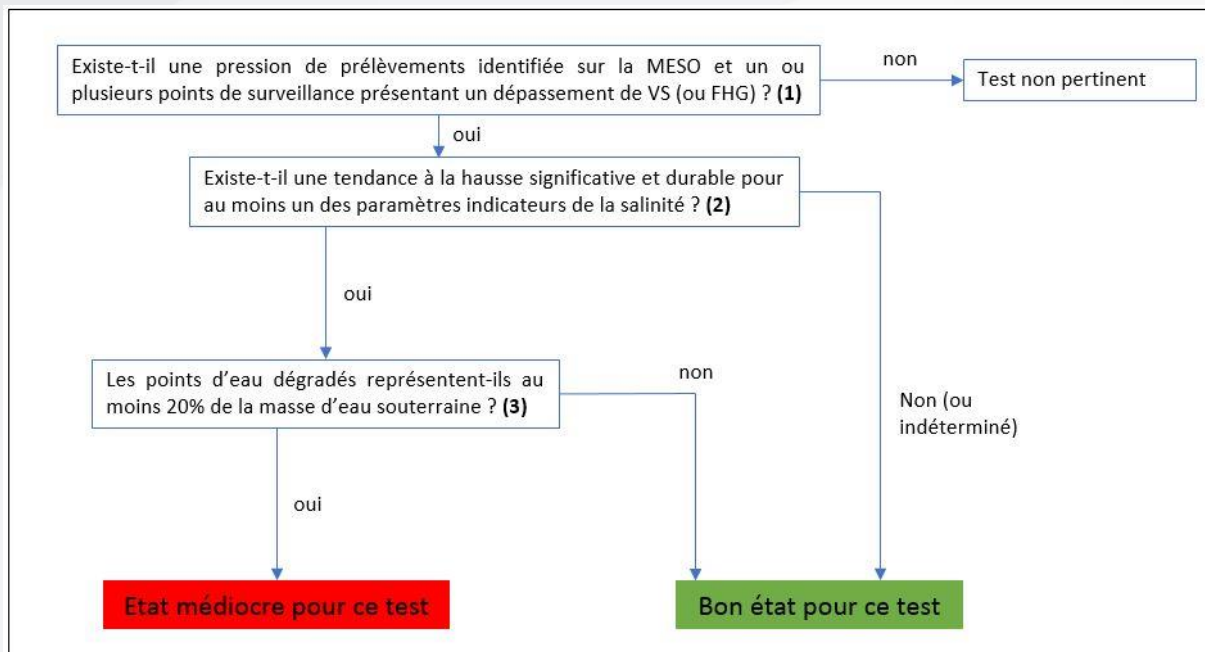
-  aux incertitudes sur la représentativité du réseau qualité (par ex : un seul point décrit 1 MESO),
-  au faible nombre de données qualité disponibles, en particulier sur les zones à risques (littoral),
-  aux imprécisions des volumes prélevés et leur géolocalisation.



EN SAVOIR PLUS

APPROFONDISSEMENT DE LA MÉTHODE

Il y a plusieurs étapes préalables à la définition du bon ou mauvais état d'une masse d'eau pour ce test :



Source : Guide d'évaluation de l'état quantitatif des masses d'eau souterraine (2018)

Pour les tendances (2), des tests statistiques sont réalisés sur des paramètres indicateurs de la salinité (conductivité, bore, chlorures, sodium, sulfates, brome). Ils sont effectués par point de suivi puis à l'échelle régionale (Mann-Kendall) à l'aide de l'outil S-QUALINET (BRGM).

INTERPRÉTATION DU TEST

INDICE DE CONFIANCE

Indice de confiance élevé s'il y a au moins 6 points de suivi avec des données qualité sur la masse d'eau et une chronique avec minimum 10 ans de données (1 donnée par an) pour l'estimation des tendances. Egalement, le lien entre les tendances à la hausse et la pression prélèvement doit être clairement identifié.

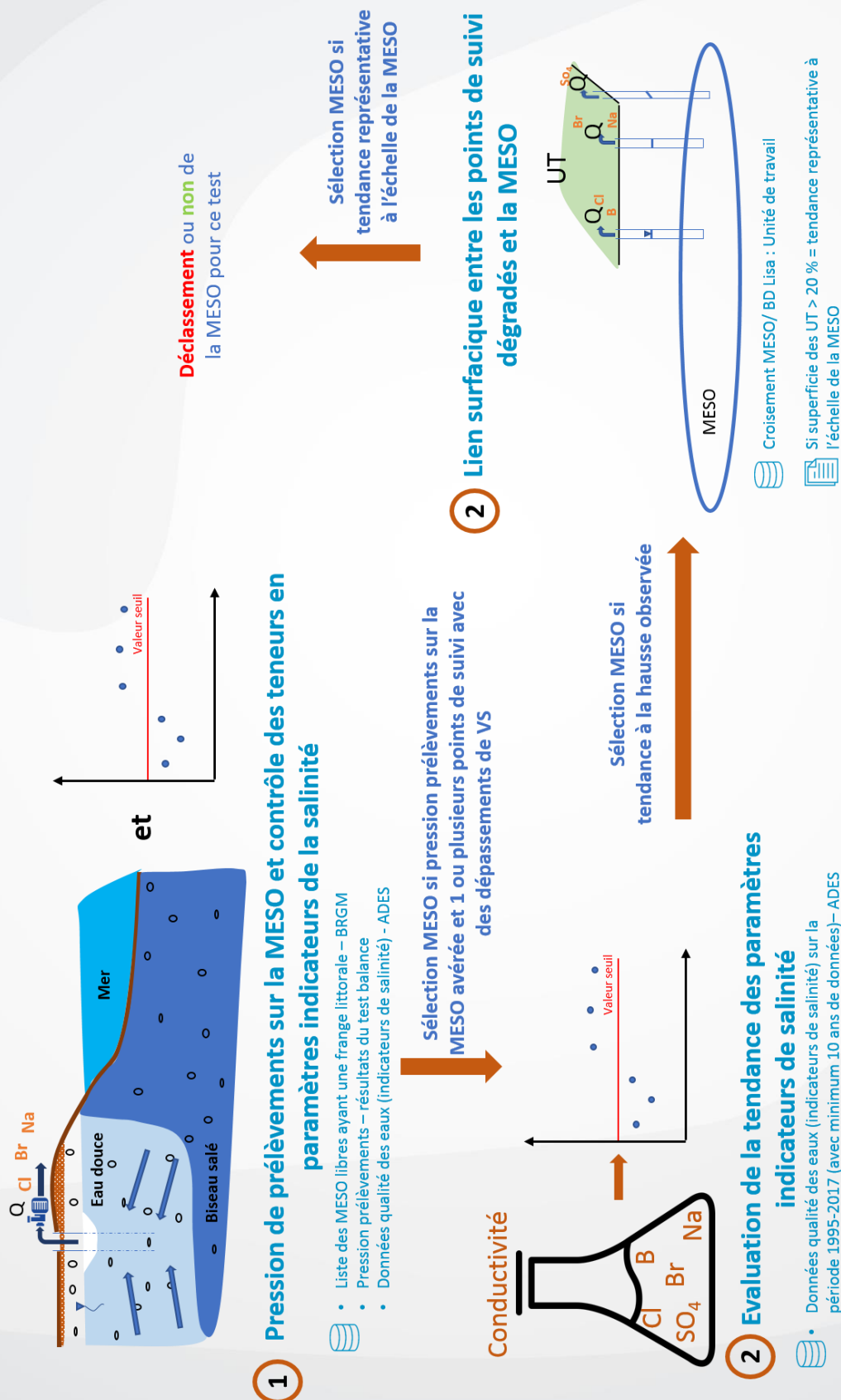
Indice de confiance faible s'il n'y a que peu de points de surveillance à disposition ou si l'évaluation est faite à partir d'un modèle conceptuel.

Dans le cas où les dires d'experts confirment une intrusion saline, alors l'indice de confiance est **fort**.

ÉVOLUTION DE LA MÉTHODE PAR RAPPORT A L'EDL 2013

Les données utilisées ont évolué : le brome a été ajouté.

Représentation schématique du test intrusion saline



ENRICHISSEMENT PAR AVIS (POUR TOUS LES TESTS)

ENRICHISSEMENT PAR AVIS D'EXPERTS BASSIN

Description des avis d'experts ayant été remontés en masse pour enrichir le diagnostic.

PRÉCONISATION POUR DONNER UN AVIS MISEN

Description des pistes de réflexion à prendre en compte notamment en lien avec les limites de l'indicateur. Seront également considérés dans ce paragraphe les éléments importants à ne pas oublier (exemple : considérer l'ensemble de la masse d'eau, travaux réalisés pour limiter la pression, arrêt d'exploitation, étude en cours).

EN SAVOIR PLUS (POUR TOUS LES TESTS)

BIBLIOGRAPHIE

Béranger S., Bonnet M.E., avec la collaboration de Abou-Akar A. , Ayache B., Bardeau M., Bertin C., Bichot F., Douez O., Pédron 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. BRGM/RP-62452-FR, 180 p., 106 fig., 31 tabl., 29 ann., CD.

Guide d'évaluation de l'état quantitatif des masses d'eau souterraine – Annexe V de la circulaire relative à l'application de l'arrêté du 17 décembre 2008 établissant les critères d'évaluation et les modalités de détermination de l'état chimique des eaux souterraines et des tendances significatives et durables de dégradation de l'état chimique des eaux souterraines – Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, et de l'Energie – Direction de l'Eau et de la Biodiversité. Septembre 2017.