

AUDIT TECHNIQUE ET FINANCIER

DU RÉSEAU DE MESURE HYDROMÉTRIQUE DE L'ÉTAT

Table des matières

Partie 1 : Introduction.....	3
Enjeux de l'hydrométrie.....	3
Contexte historique du réseau hydrométrique de l'État.....	4
Les objectifs de l'Audit.....	5
Partie 2 - Diagnostic du réseau.....	6
Présentation générale du réseau.....	6
Sites et stations de mesure.....	10
Usages et spécialisations des sites.....	10
Qualité des sites.....	12
Utilité des sites.....	14
Répartition spatiale des sites.....	16
Densité spatiale des sites.....	16
Répartition au sein des Entités Hydrométriques Pertinentes.....	19
Taux d'équipement dans les Têtes de bassin.....	21
Densités et taux d'équipement dans les BVi.....	23
Taux d'équipement dans les TH.....	25
Les bassins de petite taille et les sources.....	26
Valeurs ajoutées et coûts des sites.....	27
Bilan du diagnostic.....	28
Partie 3 : évolution du réseau à court terme.....	31
Présentation du scénario national.....	31
Effet des évolutions envisagées sur la répartition des sites.....	35
Les sites mesurant des petits bassins.....	35
Répartition des sites du réseau cible dans les têtes de bassin.....	35
Répartition des sites du réseau cible dans les bassins versants intermédiaires.....	37
Répartition des sites du réseau cible dans les tronçons hydrométriques.....	38
Effet des évolutions envisagées sur l'utilité des sites.....	40
Effet des évolutions envisagées sur la Valeur ajoutée/coût des sites.....	42
Bilan général des évolutions.....	43
Partie 4 Conclusions et suites de l'Audit.....	44
Un réseau État limité par ses moyens.....	44
Une mise en œuvre sur 5 ans par les DREAL en concertation avec les partenaires.....	44
Un pilotage renforcé du réseau hydrométrique par le SCHAPI et la DEB.....	45
Annexe : rappel de la méthode d'Audit.....	46

PARTIE 1 : INTRODUCTION

Enjeux de l'hydrométrie

L'**hydrométrie** est la branche **météorologique de l'hydrologie de surface** (écoulement des cours d'eau), fournissant des mesures de hauteurs et de débits localisées en différents lieux du réseau hydrographique.

La **mesure systématique des hauteurs** à des échelles de cours d'eau dans notre pays commence en 1719 à Paris **sur la Seine** et s'étend peu à peu aux autres grands cours d'eau du territoire. Progressivement, les besoins de connaissance liés aux phénomènes hydrologiques ont augmenté sous la poussée démographique et l'accroissement des activités économiques à proximité des cours d'eau et ont suscité des innovations qui se sont accélérées depuis les années 2000. La **Banque Hydro¹, base nationale de données hydrométriques** gérée par le **Service Central d'Hydrométéorologie et d'Appui à la Prévision des Inondations (SCHAPI, service du Ministère chargé de l'Environnement,)** compte des données quasi-continues sur quelques stations des grands cours d'eau depuis le milieu du 19^e siècle, une continuité qui peut être mise en parallèle avec l'effort en matière de météorologie et de science climatique.

L'hydrométrie répond aujourd'hui à **plusieurs besoins** en fournissant des données pour :

- la **connaissance** du comportement hydrologique des cours d'eau du territoire grâce aux données produites qui, associées aux données météorologiques, climatologiques, piézométriques ou celles relatives à l'occupation des sols permettent de **modéliser le cycle de l'eau** à l'échelle des bassins versants et de **préserver et restaurer les fonctionnalités des cours d'eau** et les équilibres hydrologiques, biologiques et morphologiques dans le cadre de la directive cadre sur l'eau.
- la **prévision ou l'anticipation des crues** sur un nombre important de cours d'eau où le recueil de données hydrométriques en temps réel alimente les analyses des prévisionnistes de l'État ou des collectivités voire d'organismes privés et permet d'anticiper des réponses de gestion de crise.
- l'élaboration de **données statistiques** sur les débits permettant de fixer des **règles de bonne gestion** de la ressource, des **niveaux réglementaires** d'usage et de prélèvement de celle-ci
- les **contrôles des usages de l'eau** en conformité avec la loi pour les prélèvements ou les rejets tant en quantité qu'en qualité.
- La **gestion de la ressource** en eau et notamment pour la **gestion de crise sécheresse**
- La connaissance des **données historiques ou statistiques** des crues permettant l'élaboration des documents de planification dans le domaine de l'urbanisme ou des plans de réduction de la vulnérabilité aux inondations.
- les **études** de besoin, de dimensionnement et d'impact sur des ouvrages de diverses natures en interaction avec le milieu aquatique dans ses différentes dimensions.

L'hydrométrie fait face à **des enjeux croissants** en raison de nouveaux besoins liés au **changement climatique**. Ces derniers conduisent, par exemple, à :

- reconsidérer les probabilités d'occurrence liées aux événements extrêmes (crues ou étiages)
- rechercher et mesurer des évolutions éventuelles notamment sur des cours d'eau où les perturbations non naturelles sont soit nulles soit parfaitement quantifiées.

L'ensemble des dispositifs réglementaires et de décisions d'aménagement en lien avec les milieux aquatiques se fondent sur les séries de données hydrométriques. La **continuité de la production et la qualité** de ces séries hydrométriques permettent de fournir les éléments nécessaires pour faire évoluer les règles en cours et pour anticiper les besoins et réponses à venir en matière de gestion de la ressource en anticipation de crises potentielles. Face aux évolutions climatiques, les conflits d'usage pour la ressource en eau sont croissants et les citoyens sont de plus en plus exigeants voire critiques vis-à-vis des décisions en matière environnementale et de gestion du patrimoine naturel commun.

L'enjeu majeur de l'hydrométrie est donc plus que jamais d'apporter des mesures de hauteurs et de débits aussi fiables que possible, permettant de répondre à ces différents besoins aux différentes échelles territoriales.

¹<http://www.hydro.eaufrance.fr/>

Contexte historique du réseau hydrométrique de l'État

Au **début des années 1960**, l'État met en place deux structures dont les traces sont encore prégnantes dans l'organisation actuelle :

- Les **services hydrologiques centralisateurs** (SHC) qui dépendaient du Ministère de l'Équipement, pour la gestion des crues sur les rivières domaniales (appartenant à l'État) ;
- Les **services régionaux de l'aménagement des eaux** (SRAE) sous la tutelle du Ministère de l'Agriculture, pour la gestion de l'irrigation sur les rivières non domaniales.

En 1977 furent créés les **services d'annonce de crues** (SAC) rattachés aux SHC pour améliorer la gestion des crises sur le linéaire des principaux cours d'eau métropolitains présentant des enjeux inondables. En 2003, les SAC sont devenus des **services de prévisions des crues (SPC)**, pilotés par le SCHAPI, pour traduire l'évolution fondamentale de leur mission : prévoir et anticiper les crues grâce à l'exploitation de la prévision météorologique et à la mise en place de modèles hydrologiques ou hydrauliques. La **réforme de l'organisation de l'hydrométrie** de 2006 a permis de mettre en place une hydrométrie « unifiée » et modernisée au sein des services de l'État : sur un territoire donné, un seul service de l'État, l'**unité d'hydrométrie (UH)**, est en charge de produire toutes les données hydrométriques répondant aux divers besoins liés à la mise en œuvre des missions de l'État. L'ensemble des observations hydrométriques produites par l'État sont centralisées dans la banque nationale de données hydrométriques et hydrologiques² : la Banque Hydro puis Hydroportail à compter de 2021.

L'organisation actuelle du réseau de stations hydrométriques et des équipes qui les gèrent au quotidien découle des **Plans d'Organisation de l'Hydrométrie** (POH). Ces derniers renforcent les synergies entre SPC et UH au sein des Directions Régionales de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL). En 2019, **19 Unités Hydrométriques** couvrent le territoire métropolitain (Corse non-comprise). Cette répartition est un point fort du réseau hydrométrie qui mérite d'être préservée. Elle permet de concilier :

- le maillage territorial relativement dense du réseau de mesure
- les actions fréquentes, nécessaires aux contrôles de la mesure
- les actions de maintenance et de modernisation des équipements

D'autres gestionnaires de réseaux hydrométriques contribuent également à approvisionner cette base de données. Des opérateurs historiques comme Électricité de France (EDF) ou Voies Navigables de France (VNF) interviennent sur les cours d'eau dans le cadre de leurs missions spécifiques. Des établissements publics de bassin ont aussi mis en place leurs propres stations de mesure dont une partie alimente plus ou moins régulièrement la Banque Hydro. Ces structures pérennes, installées depuis plusieurs années, disposent de moyens et de personnels compétents. Ils fournissent des données de qualité sur divers sites, accompagnés sur des sites partagés de partenariats techniques avec les services de l'Etat en matière d'hydrométrie.

Les **lois de décentralisation** de janvier 2014 (MAPTAM) et d'août 2015 (NOTRE), confient la compétence de gestion des milieux aquatiques et de prévention des inondations (GEMAPI) aux intercommunalités à fiscalité propre pouvant se regrouper en établissements publics de gestion de l'eau (EPAGE et EPTB). Avant l'instauration de cette compétence, la multiplicité de petites structures sans moyen dédié n'a pas favorisé la bonne gestion ni l'optimisation du développement de la connaissance des milieux aquatiques avec notamment :

- des redondances avec les sites de mesure de l'État
- des sites locaux souvent peu entretenus ou mal exploités faute de financement

Depuis 2016, avec la mise en place de la "**GEMAPI**", et un financement possible par une taxe dédiée, on observe un mouvement de réorganisation qui a abouti à une mutualisation de structures plus efficaces opérationnellement sur le terrain. Ainsi, une coordination et des partenariats pérennes pourront s'établir entre ces nouvelles structures, mieux dotées et plus opérationnelles, et les services de l'Etat en charge de l'hydrométrie.

² <http://www.hydro.eaufrance.fr/>

Les objectifs de l'Audit

Le réseau hydrométrique de l'Etat s'est constitué progressivement au gré de l'évolution des besoins relatifs à la gestion et à l'aménagement du territoire et au fil de réorganisations successives. Il est amené à poursuivre son évolution pour répondre aux nouveaux enjeux. La Direction Générale de la Prévention des Risques (DGPR) et la Direction de l'eau et de la Biodiversité (DEB) ont souhaité qu'une étude d'optimisation du réseau de mesure soit menée. L'objectif de cet audit est d'analyser le réseau de mesure actuel, de repérer les pistes d'amélioration et d'identifier les synergies possibles avec d'autres opérateurs locaux ou nationaux.

Le Service Central d'Hydrométéorologie et d'Appui à la Prévision des Inondations (SCHAPI, service de la DGPR) et la DEB, ont constitué un comité technique chargé de piloter cet audit constitué de représentants :

- des Unités Hydrométriques (UH)
- des services de prévision des crues (SPC)
- des agences de l'eau
- des Directions Régionales de l'Environnement de l'Aménagement et du Logement (DREAL) de bassin
- des Directions départementales des territoires et de la Mer (DDT(M))
- de l'Office français pour la biodiversité (OFB)
- d'Electricité de France (EDF)
- de l'Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement (INRAE)

Ils ont lancé un appel d'offre en mai 2016 pour définir une méthodologie nationale et homogène d'analyse multi-critères du réseau de mesure hydrométrique existant d'une part et un réseau cible optimal à 5 ans d'autre part.

La prestation, lancée en septembre 2016, s'est déclinée en cinq étapes :

1. Sur la base d'entretiens auprès des différents acteurs de la gestion de l'eau, spécification générale des besoins à couvrir par le réseau de mesure à terme
2. Recensement et analyse comparative des méthodes d'optimisation existantes sur l'organisation du réseau hydrométrique
3. Proposition d'une méthode nationale multi-critères pour aboutir à la définition d'un réseau cible :
 1. Identification des critères à la base du diagnostic du réseau actuel
 2. Méthode pour définir un réseau cible à 5 ans
4. Réalisation du diagnostic du réseau sur le territoire de chaque UH et élaboration d'un scénario cible
5. Synthèses techniques et financières par grand bassin hydrographique et au niveau national

Cet audit aura permis de mieux connaître le réseau hydrométrique de l'Etat : ses usages, ses forces et ses faiblesses ; et de proposer un scénario d'évolution sur 5 ans. La méthode nationale multi-critères³ a été construite avec les unités d'hydrométrie mais aussi des partenaires du réseau. Elle a permis d'avoir un regard uniforme et le moins partial possible sur chaque territoire. Par ailleurs, son objectif a été de partager les bonnes pratiques en matière d'implantation de stations, conformément à la charte qualité de l'hydrométrie⁴.

³ La méthode est rappelée en annexe

⁴ http://www.side.developpement-durable.gouv.fr/EXPLOITATION/ACCIDR/doc/IFD/IFD_REFDOC_0536936/charte-qualite-de-l-hydrometrie-guide-de-bonnes-pratiques

PARTIE 2 - DIAGNOSTIC DU RÉSEAU

Présentation générale du réseau

Le réseau national actuel est composé de **stations de mesures installées au sein de 2589 sites hydrométriques** fournissant des données de hauteur et/ou de débit. La très grande majorité des sites hydrométriques du réseau national ne comporte qu'une seule station de mesure gérée par l'État ou dans certains cas par un opérateur partenaire. Une minorité de sites (118 soit 4,6% des sites) comporte deux stations de mesure voire plus, pour des raisons techniques ou de sécurité.



Figure 1 : répartition des sites du réseau national dans les grands bassins hydrographiques.

Les stations fournissent des données qui sont dans la grande majorité des cas (85%) des données de hauteur d'eau (stations dites limnimétriques). Les débits sont calculés grâce à des courbes de tarage (CT, relation hauteur-débit) associées à la station considérée, dont l'élaboration et les évolutions nécessitent des jaugeages réguliers (mesures ponctuelles de débit) pour tous les régimes. Certaines stations sont équipées de dispositifs plus sophistiqués permettant de mesurer directement les débits dans les cours d'eau (stations dites débitmétriques). D'autres stations encore, situées dans des zones à marées ou dans des réservoirs, mesurent des hauteurs permettant de déduire des grandeurs autres que de simples débits (volumes stockés, volumes oscillants, déformation des marées ...).

Ramené à la surface du pays, on trouve en moyenne **1 site de mesure hydrométrique pour 210 km²** de surface. Ce taux varie en fonction de différents facteurs géographiques ou socio-économiques (relief et climat, enjeux territoriaux liés aux crues, aux étiages, à la navigation...).

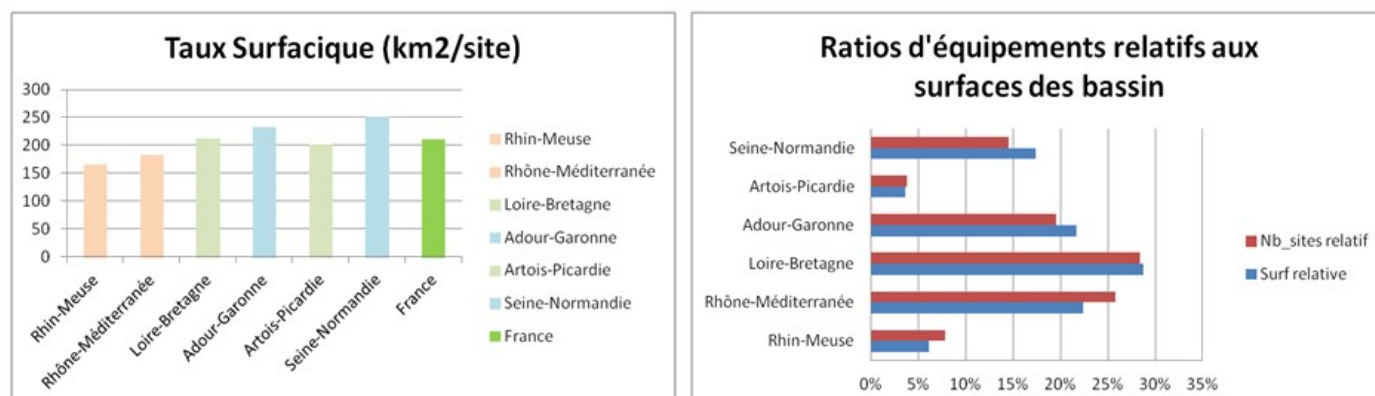


Figure 2 : Taux surfaciques d'équipement selon les bassins hydrographiques et rapportés aux surfaces relatives de ceux-ci

Le décompte des **types de données produites** selon les sites est fourni ci-dessous :

Nombre de sites	Répartition des sites	Type de données
253	9,7%	Mesures de hauteur seule
2192	84,7%	Mesures hauteur et débit calculés (avec courbe de tarage)
19	0,7%	Sites purement débitmétriques (pas de hauteur associée)
71	2,7%	Sites débitmétriques avec mesure de hauteur
16	0,6%	Mesures de hauteur dans des plans d'eau
38	1,5%	Sites marégraphiques

Tableau 1 : Répartition de sites en fonction des types de données produites

Selon les bassins, des proportions variables de sites ne sont pas jaugés: notamment pour le suivi des crues ou la navigation, la hauteur est la donnée d'intérêt principal. Ces sites en hauteur seule sont surtout présents sur les tronçons des cours d'eau situés en aval des bassins versants (Tronçons Hydrométriques, cf méthode en annexe). On notera que le coût effectif des stations non jaugées est, en général, beaucoup plus faible que celui des autres, qui nécessitent un travail de jaugeage et de contrôle.

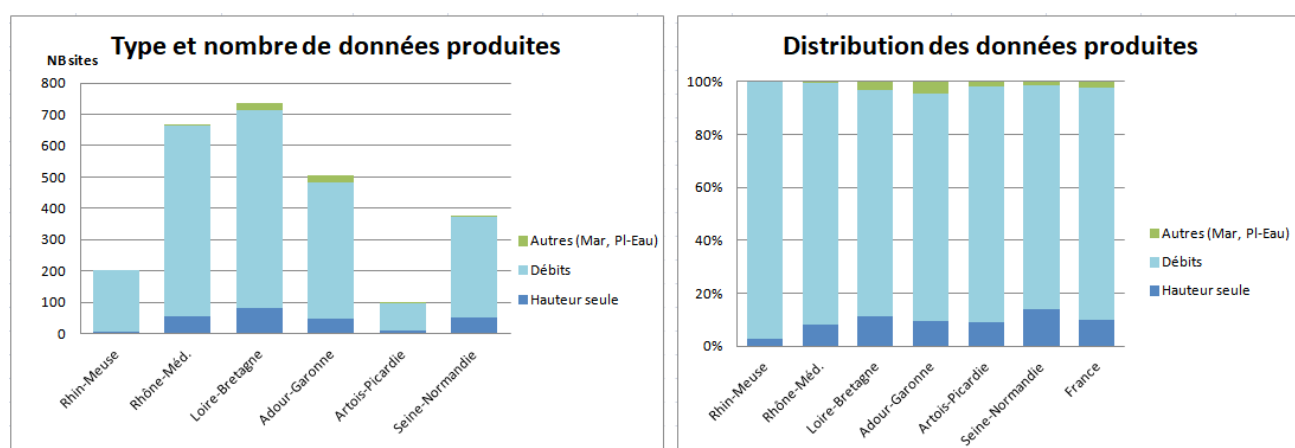


Figure 3 : Répartition des sites par type de données produites par grand bassin hydrographique et France entière

Par ailleurs, certains sites mesurent des débits provenant de « sources » (exurgences ou résurgences d'eaux souterraines) jugées d'importance nationale à différents titres.

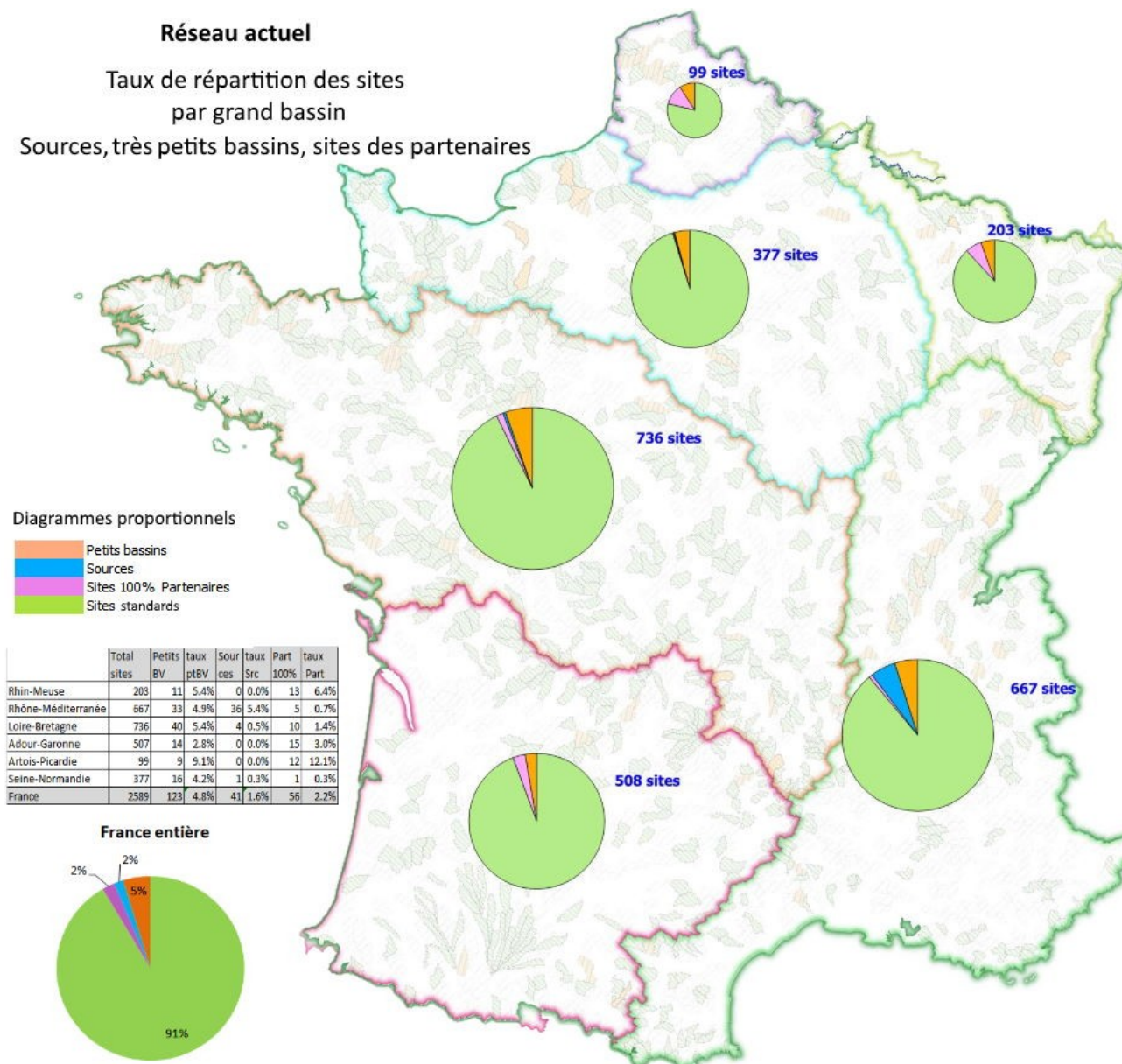


Figure 4 : Répartition des sites "particuliers" par grand bassin hydrographique et France entière

Les sites spécifiques de partenaires historiques gérés à 100% par ces partenaires et pris en compte dans le réseau sont visibles sur les graphiques ci-dessus. On remarque en particulier le taux élevé de ces sites de partenaires sur certains bassins:

- Les sites de Voies Navigables de France (VNF) en Nord-Pas de Calais sur le Bassin Artois-Picardie
- Les Sites de la Compagnie d'aménagement des coteaux de Gascogne (CACG) au sud de la Garonne sur le Bassin Adour-Garonne
- Les sites des autorités étrangères sur les cours d'eau transfrontaliers sur le bassin Rhin-Meuse.

Par ailleurs, 5 % des sites mesurent de tous-petits bassins (< 35 km² environ) avec une forte variabilité d'un bassin à l'autre. On note également que 90% des sites mesurant des sources se situent sur le bassin Rhône-Méditerranée (UH méditerranéennes, en Franche-Comté ainsi qu'en Auvergne), ce qui pose question car des sources d'importance existent également en Artois Picardie, dans le piémont pyrénéen ou sur certains secteurs ligériens⁵. Sur les autres bassins il apparaît que le BRGM par exemple ou des conseils départementaux opèrent un certain nombre de stations qui ne sont pas référencées dans la Banque Hydro.

⁵ Un travail de détection / correction a été fait sur les sites en début d'Audit en particulier sur ce sujet des sources au cas où des sites sur des cours d'eau soient en réalité des mesures d'eaux d'origine souterraine.

Enfin, certains sites sont très anciens (plus de 100 ans) quand d'autres sont très récents. Les sites anciens lorsqu'ils produisent des données de débit de qualité permettent d'élaborer des statistiques fiables ce qu'il n'est pas possible de faire à l'heure actuelle pour les sites trop récents. Ces sites anciens permettent ainsi d'étudier des évolutions au cours du temps de ces données et donc de détecter des changements qu'ils soient d'origine anthropique directe (impact d'ouvrages ou de travaux) ou liés à des changements climatiques. **Ces sites anciens de qualité ont donc une valeur patrimoniale élevée.**

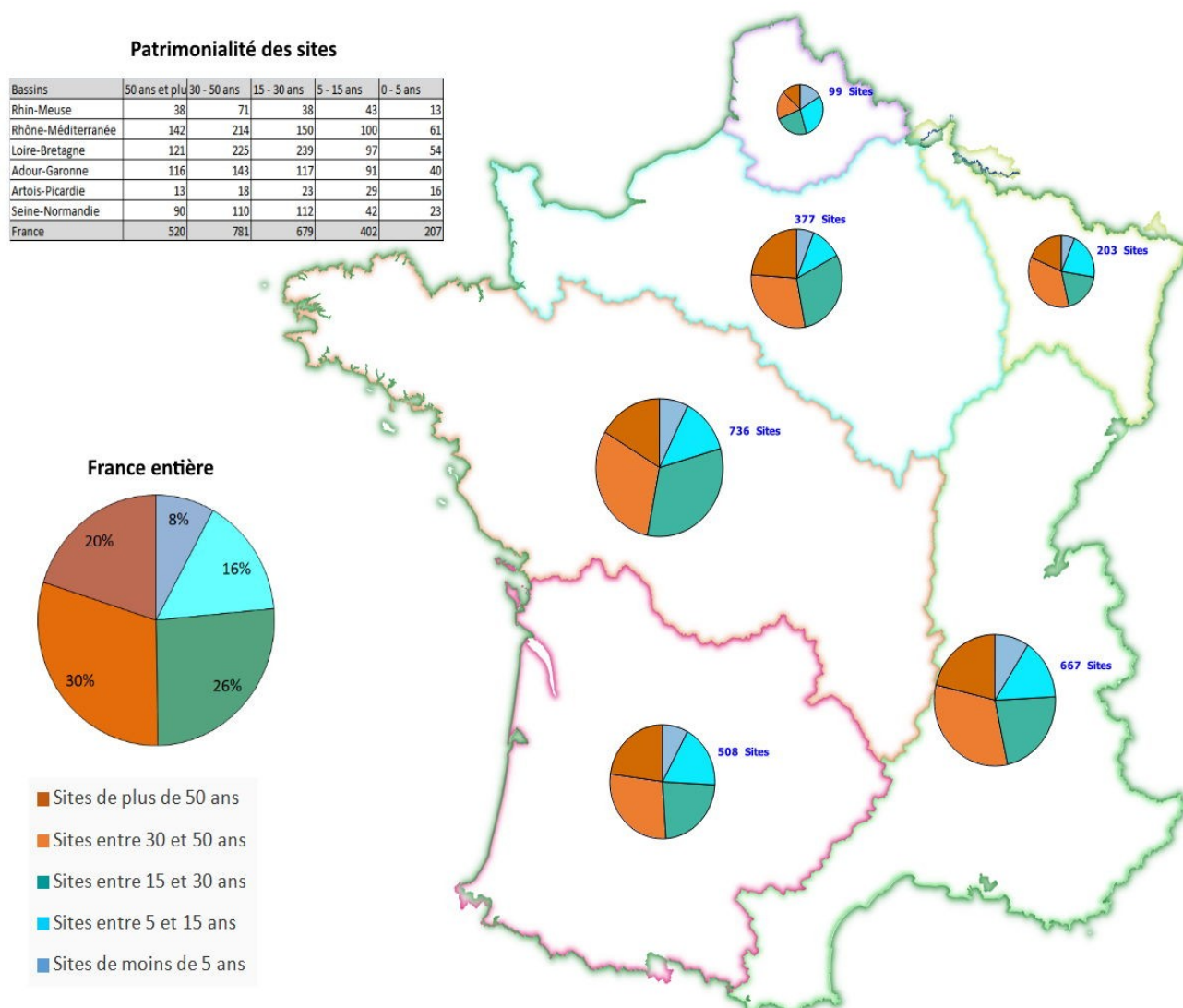


Figure 5 : répartition des sites suivant leur ancienneté par grand bassin hydrographique et France entière

A l'exception notable du bassin Artois-Picardie, la moitié des sites du réseau a plus de 30 ans avec une part relativement constante de sites de plus de 50 ans. En Artois-Picardie, l'adjonction récente de nombreux sites gérés par VNF vient modifier les ratios en raison du faible nombre de sites du bassin.

Sites et stations de mesure

Usages et spécialisations des sites

Définitions sites réglementaires, usages et spécialisation

Un **site réglementaire « crues »** est un site de référence pour un tronçon Vigicrues inscrit en tant que tel dans le Règlement d'Information sur les Crues (RIC) du SPC.

Les **sites à usages Prévisions de crues** regroupent l'ensemble des sites utilisés par les SPC pour remplir leur mission de prévision des crues. Ils comprennent de fait les sites réglementaires crues.

Un **site réglementaire « étiage »** est soit un site correspondant à un point nodal du SDAGE du bassin, soit un site de mesure spécifié comme servant d'élément de décision au sein des arrêtés cadre sécheresse départementaux.

Les **sites à usages Police de l'eau** regroupent l'ensemble des sites utilisés par les agents en charge de la police de l'eau, notamment lors des opérations de contrôle ou de suivi de la qualité des eaux ou des débits réservés. Ils comprennent de fait la grande majorité des sites réglementaires étiage.

En complément des critères réglementaires, les **critères de spécialisation** qui suivent reposent sur les scores des usages saisis dans l'application de la méthode :

- Un **site spécialisé Hautes-Eaux (HE)** a des points d'usages HE élevés ($> 4/6$) et des points d'usages BE faibles ($\leq 2/6$).
- La réciproque est utilisée pour les **sites spécialisés Basses Eaux (BE)**.
- Les **sites mixtes** ont des scores d'usage HE et BE élevés ($> 4/6$).
- Les **sites dédiés principalement à des usages de connaissance hydrométrique** ont des scores d'usages HE et BE faibles ($\leq 3/6$) quand le score de connaissance Hydrométrique est élevé ($> 6/7$).
- Un **site à score d'usage non significatif** est un site avec des scores d'usage faibles, à la fois HE et BE ($\leq 3/6$) et connaissance Hydrométrique ($\leq 5/7$).

En suivant les définitions ci-dessus et comme le montre le tableau ci-après :

- Les sites réglementaires de référence inscrits dans les RIC des SPC sont moins nombreux que ceux dédiés au suivi réglementaire des étiages. Le rapport est inversé quand on s'intéresse globalement à tous les sites utiles à la prévision des crues et ceux utiles à la police de l'eau ;
- Moins de 10 % des sites réglementaires sont mixtes (RIC ET point nodal/sécheresse), mais globalement en matière d'usage plus d'1/3 des sites sont mixtes ;
- 15,9% (411 sites) fournissent des données utilisées pour des usages « non régaliens » de connaissance hydrométrique, ce qui inclut les usages qui en sont faits hors de la sphère de l'État, par les collectivités, bureaux d'étude, associations ou autres organismes, difficiles à recenser. Parmi eux, 3.6 % (soit 94 sites) présentent des scores d'usages non significatifs selon les critères retenus.

Usage réglementaire ou non des sites	Nombre de sites	% de sites
Site réglementaire crue	692	26.7%
Sites à usage Prévision des crues	1662	64.2%
Site réglementaire étiage	893	34.5%
Site à usage Police de l'Eau	1514	58.5%
Site mixte réglementaire crue et étiage	250	9.7%
Site mixte : usage Prévision des Crues ET Police de l' Eau	936	36.2%

Tableau 2: Nombre et % de sites selon leur usage

Une analyse plus poussée sur la spécialisation⁶ des sites avec des scores d'usage significatifs montre plus généralement que les sites spécialisés en hautes eaux (sans usage significatif pour les étiages) sont plus nombreux (30%) que les sites spécialisés pour le seul suivi des basses eaux sans usage significatif pour les crues (11,6 %).

La carte de la répartition spatiale des sites selon les spécialisations par bassin est fournie ci après.

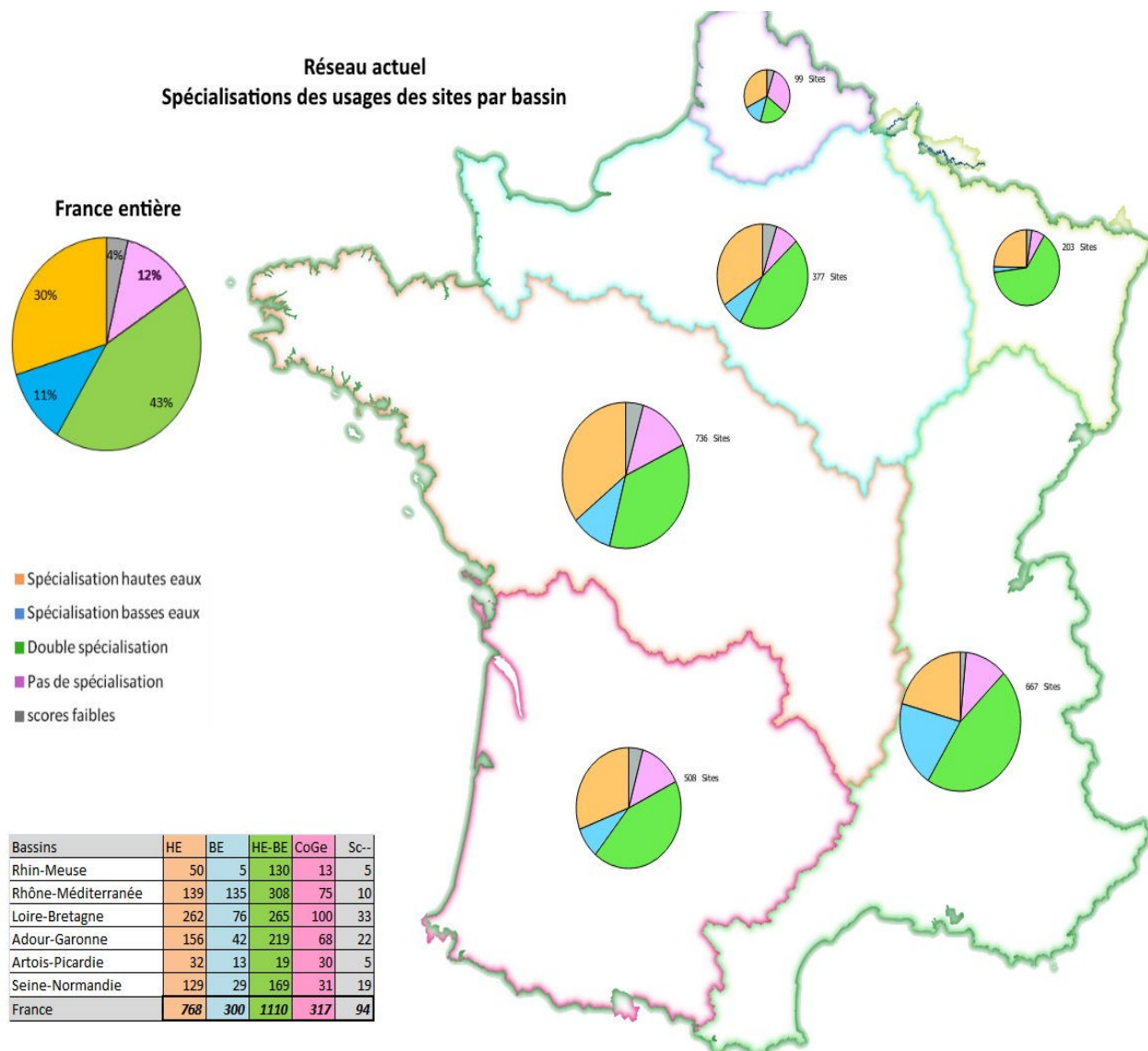


Figure 6 : Spécialisations des sites par grand bassin hydrographique et France entière

On peut remarquer une différence notable entre les bassins sur la proportion de sites à double-spécialisation. Cette différence est notamment due à la construction historique du réseau. Dans un objectif de rationalisation du réseau, le scénario cible devra tendre à augmenter la proportion de ces sites à double-spécialisation sur l'ensemble des territoires d'UH.

⁶voir encadré plus haut pour la signification des spécialisations

Qualité des sites

Avec un score moyen issu de la méthode nationale (cf annexe) de 3.97/5 et un score > 4,0/5 pour plus de 58% des sites du réseau national, la qualité des mesures produites peut être jugée comme excellente dans l'ensemble.

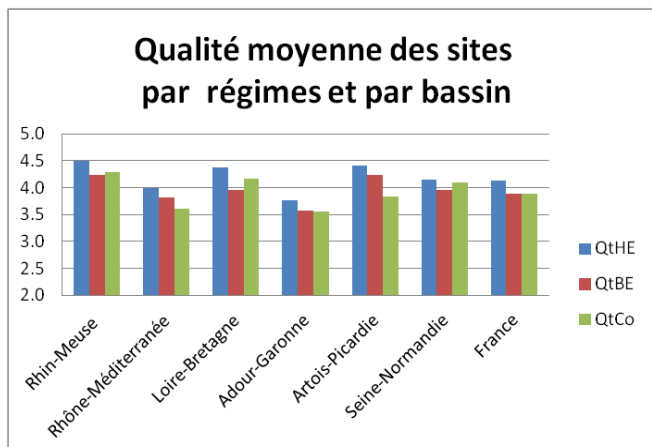


Figure 7 : Analyse des scores de qualité moyenne (Qt) des sites par régimes (hautes eaux (HE), basses eaux (BE) et toutes eaux (CO)), par grand bassin hydrographique et France entière

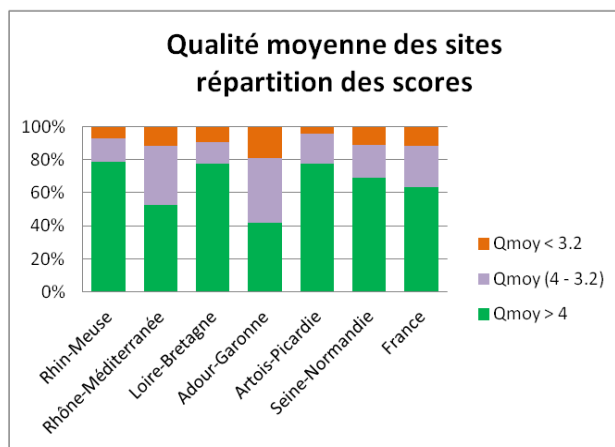


Figure 8 : Répartition des scores de qualité moyenne des sites, par grand bassin hydrographique et France entière

Parmi les 442 sites avec un score inférieur à 3,2 /5, 50% ne produisent que des hauteurs ce qui explique leur mauvais score de qualité.

Dans tous les bassins la qualité moyenne pour les données HE est plus élevée que la qualité BE ce qui se comprend aisément, car l'incertitude relative sur les débits est généralement plus élevée en basses eaux qu'en hautes eaux. Par ailleurs, un nombre important de stations sont jaugées uniquement en hautes eaux : elles ont donc une vocation « crues » et ont donc des notes de qualité mauvaises en BE.

Des disparités sur les scores de qualité selon les bassins se constatent, avec Rhône-Méditerranée et Adour Garonne qui présentent des scores plus faibles que les autres bassins. A l'examen, ces notations plus faibles qu'ailleurs concernent principalement les sites des secteurs méditerranéens ainsi que les sites de l'UH Garonne-Tarn-Lot. Sur le bassin Rhône-Méditerranée et principalement dans sa partie sud, on rencontre des difficultés de tarage sur les basses eaux. De plus, on y trouve plus de sites qu'ailleurs qui sont non jaugés en hautes eaux et un taux de sites récents plus important dans les Alpes, ce qui fait baisser la note de qualité de connaissance générale. Dans le bassin Adour-Garonne, il semblerait, à l'analyse, que les notations des sites par les 2 UH principales du bassin aient été plus sévères qu'ailleurs.

Par ailleurs, les sites plus anciens ne présentent pas systématiquement les meilleurs scores de qualité, mais en moyenne ils sont supérieurs aux autres.

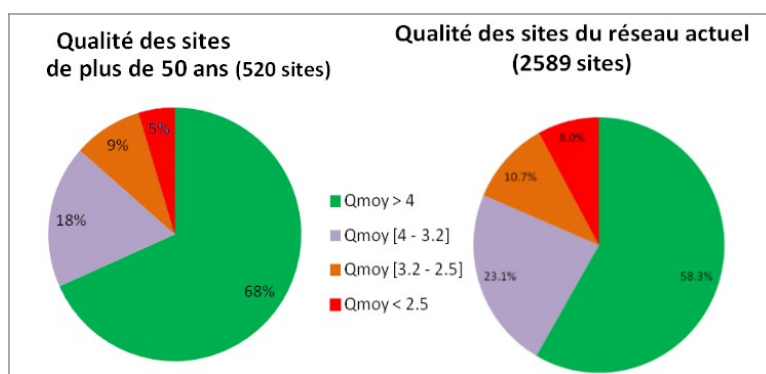


Figure 9 : Répartition des scores de qualité des sites anciens par rapport à la totalité des sites

Qualité des sites suivant leurs usages

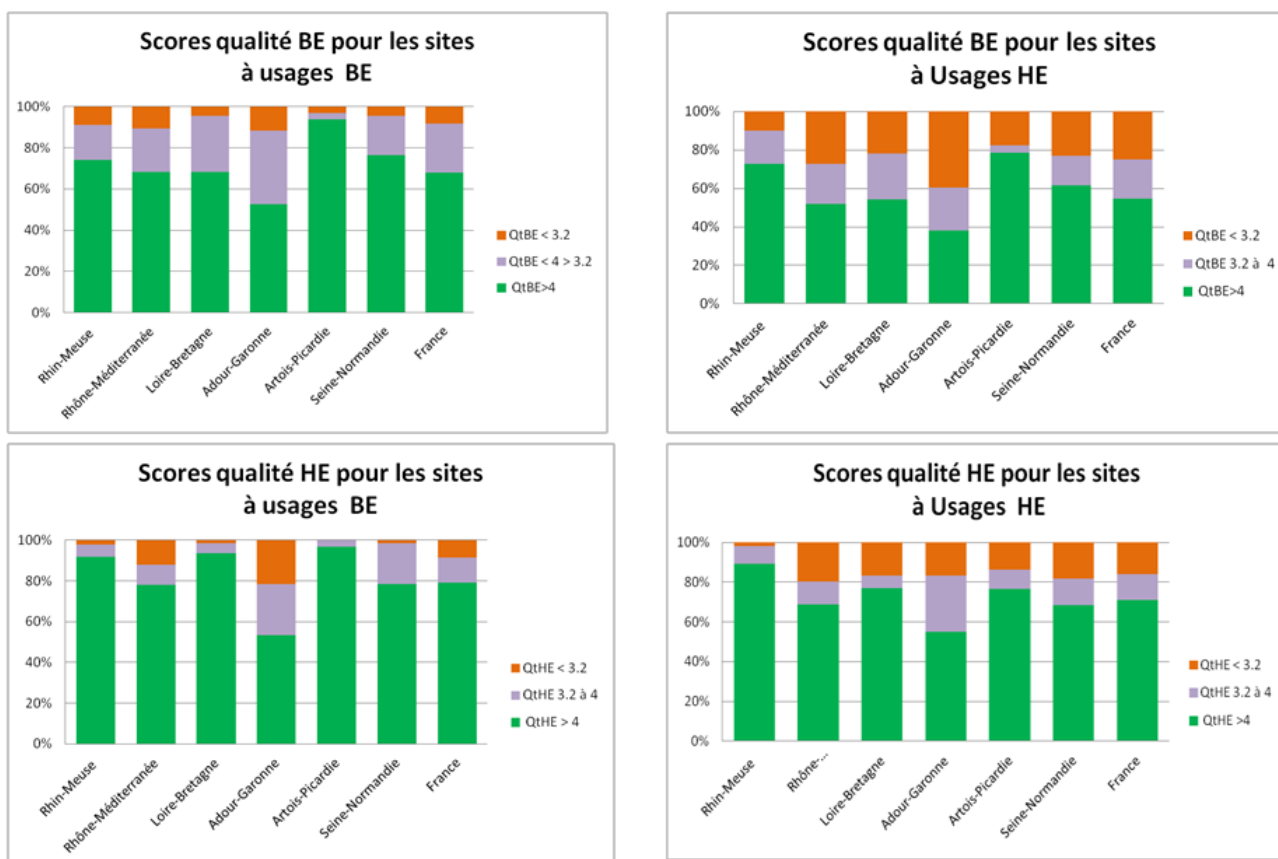


Figure 10 : Qualité des sites selon leurs spécialisations et en fonction du régime

Il ressort également de l'analyse comparée des scores de qualité en fonction des spécialisations des sites, que les sites spécialisés dans la gestion des basses eaux (Usg_BE > 4) ont globalement de meilleurs scores de qualité que les autres dans leur ensemble, et notamment par rapport aux sites spécialisés hautes eaux (Usg_HE > 4), ceci dans tous les bassins. Ceci peut s'expliquer par plusieurs raisons :

- la part plus élevée des sites non jaugés ou jaugés uniquement en crue dans les sites spécialisés hautes eaux (ce qui abaisse la note de qualité de ces sites)
- les sites spécialisés BE sont bien souvent des sites avec des fonds stables et de bonnes configurations de jaugeage ce qui fait qu'ils sont souvent, également, de bons sites de mesure des hautes eaux
- les sites à usages BE sont proportionnellement plus nombreux sur les petits bassins et donc plus faciles à jauger ; cette remarque est néanmoins à relativiser car pour les très petits débits le pourcentage d'erreur à tendance à augmenter et par ailleurs sur les petits bassins versants côtiers ou les têtes de bassins on peut avoir des pentes plus fortes, entraînant des vitesses plus élevées et une plus grande dispersion des mesures
- l'élaboration des courbes de tarage fiables et le choix du site adapté et stable sont plus critiques pour la mesure récurrente des débits d'étiage

Utilité des sites

L'utilité d'un site s'obtient par le croisement multiplicatif des scores de qualité (respectivement HE, BE et CoGé) et des scores d'usages des sites (respectivement HE, BE et CoGé). De ce fait, les sites à forte utilité correspondent aux sites de bonne qualité avec des usages multiples. Les scores d'utilité ne tiennent pas compte des éventuelles redondances géographiques induites par des sites proches ni des coûts relatifs de production des données pris en compte par les critères de valeur ajoutée (VA) et de VA/Coût (voir chapitre suivant).

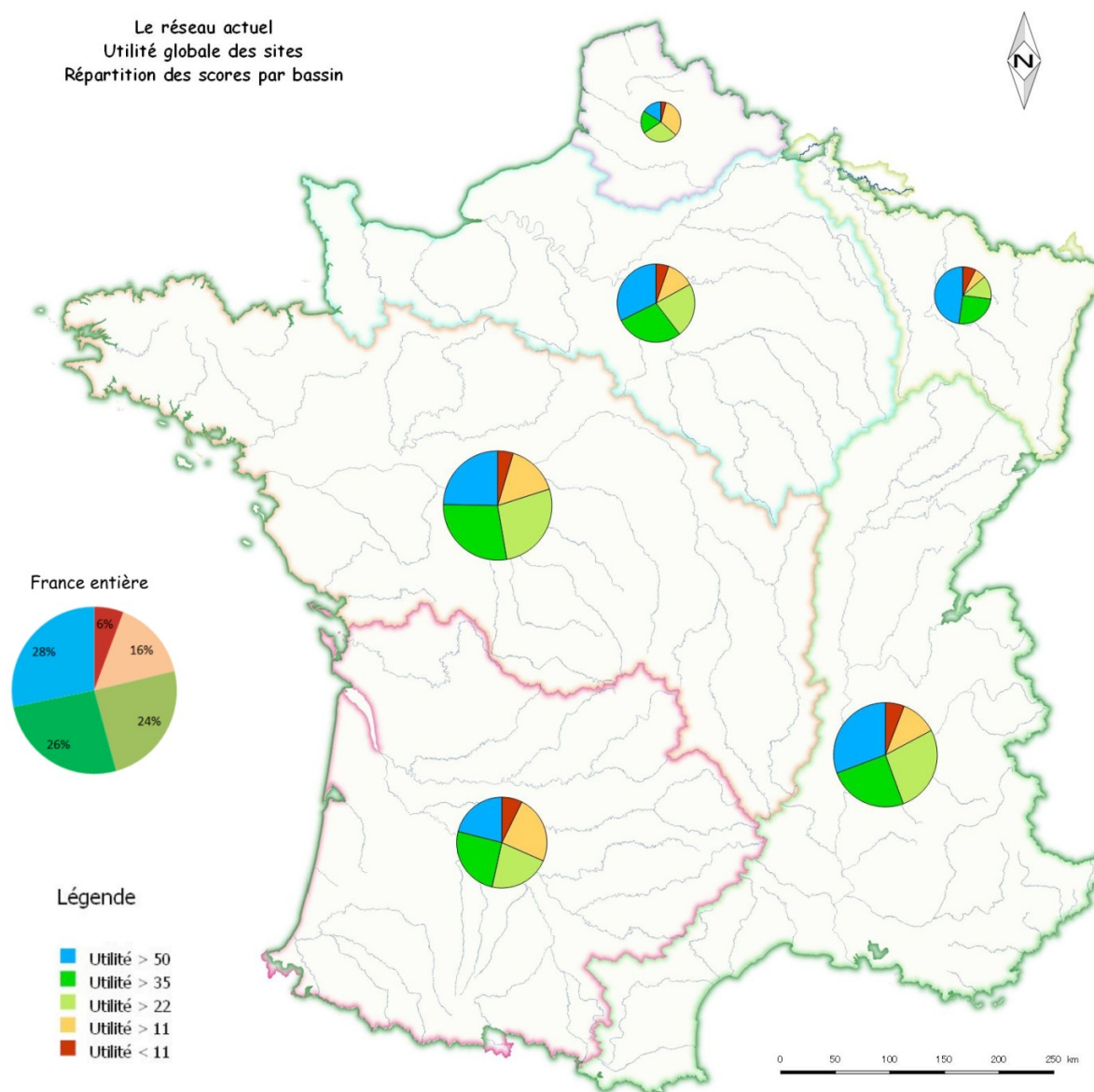


Figure 11 : distribution des scores d'utilité globale des sites

Au niveau national, plus de 50% des sites affichent des scores d'utilité élevés (> 35) quand moins de 25% affichent des utilités faibles (<22) dont 6% à utilité très faibles (<11).

La distribution des scores d'utilité au sein de chaque bassin par tranche de valeur est relativement similaire à la distribution nationale pour les 4 grands bassins nationaux. Elle est quelque peu différente pour les deux bassins Rhin-Meuse et Artois-Picardie avec des typologies inverses :

- Pour Rhin-Meuse, le taux de sites à forte utilité est très élevé (en raison d'une très forte utilité attribuée en crue) ;
- Pour Artois Picardie, le taux de sites à forte utilité est au contraire beaucoup plus réduit, car des sites avec comme unique usage des usages annexes (navigation) font baisser les scores.

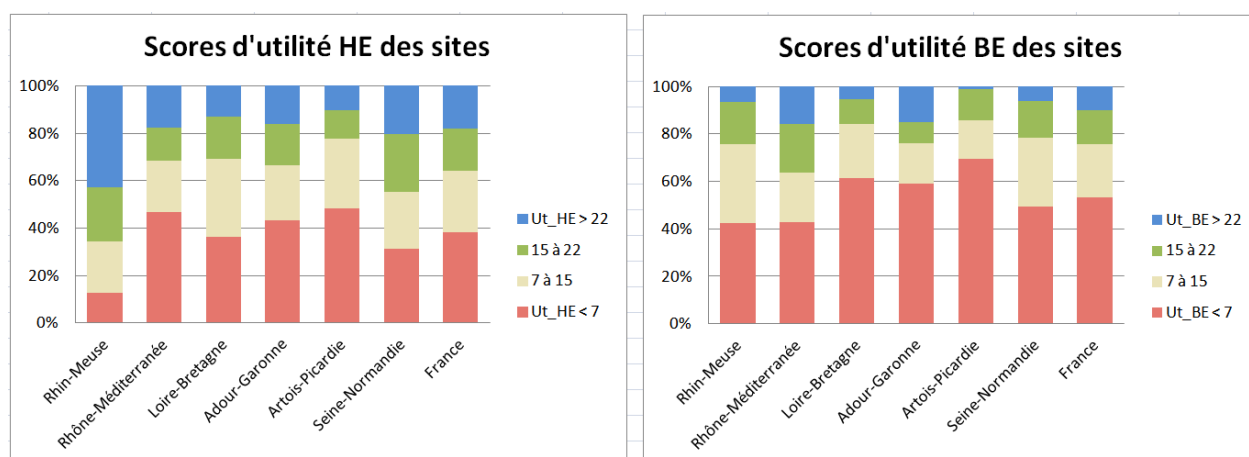


Figure 12 : Comparaison des répartitions des scores d'utilité Crues (HE) – Etiages (BE) par grand bassin hydrographique et France entière

Sur les deux graphiques de la figure ci-dessus, on met en évidence les orientations préférentielles des réseaux par bassin suivant les deux thèmes régaliens que sont les crues et les étiages : on note le déséquilibre numérique en faveur des sites utiles pour la gestion des crues par rapport aux sites utiles pour le suivi des étiages (qui sont effectivement moins nombreux).

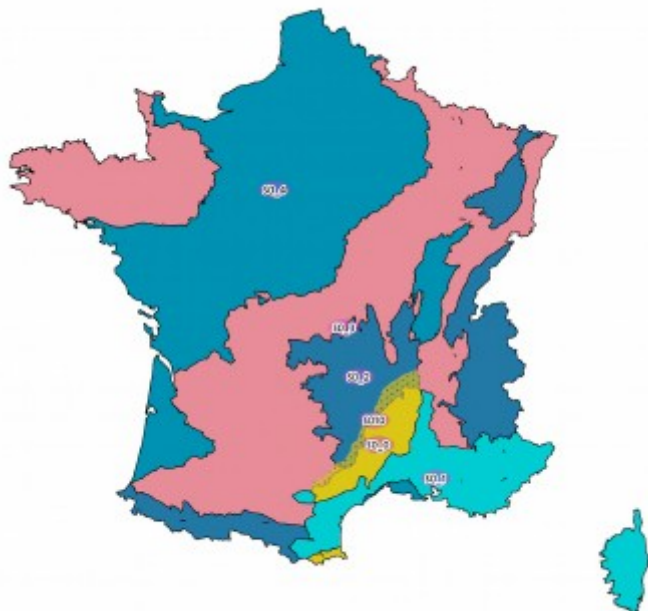
Le bassin Rhin-Meuse apparaît selon ces graphiques, comme très orienté « crues » ainsi que, dans une moindre mesure, celui de Seine-Normandie. Toutefois ces deux bassins affichent également des taux d'utilités corrects pour la majorité des sites en basses eaux. Avec moins de 40% des sites présentant des scores élevés d'utilité pour la gestion des étiages, et des taux également plus faibles pour l'utilité crues, le réseau Artois Picardie se distingue du fait des nombreux sites utiles en réalité pour les questions de navigation (et qui ne sont pas jaugés).

En comparant ces graphiques avec la figure précédente sur les utilités globales, on peut déduire qu'une partie des sites à faible utilité HE et/ou BE obtient une utilité globale correcte grâce à des scores élevés en matière d'utilité pour la connaissance hydrologique générale.

Répartition spatiale des sites

Densité spatiale des sites

On a constaté qu'il existe **des disparités de densité d'équipement entre les grands bassins hydrographiques**.



Une des raisons de cette variabilité, dont on tient compte dans la méthode nationale définie dans le cadre de cet audit, est la variété des conditions hydrographiques et climatologiques du territoire. Cette variété a conduit à un découpage du territoire selon le relief, la géologie et le climat en **5 classes hydroclimatiques**. Pour chacune de ces cinq classes des paramètres différents relatifs aux scores de densités ont été appliqués dans la méthode d'analyse.

Figure 13 : Les 5 classes hydroclimatiques

■	Classe 1-C	Secteur Cévenol ou équivalent
■	Classe 1	Secteur méditerranéen à relief
■	Classe 2	Montagnes et piémonts
■	Classe 3	Espaces collinaires
■	Classe 4	Plaines et plateaux

L'analyse des densités des sites (hors des grands cours d'eau) au sein des 5 aires hydroclimatiques permet d'observer, comme attendu par la méthode d'audit, une augmentation générale des densités suivant la réactivité ou l'exposition aux pluies intenses des bassins considérés. Toutefois, les secteurs « méditerranéens à relief » sont moins instrumentés qu'on pourrait s'attendre. Cela s'explique par le fait que les petits cours d'eau sont plus difficiles à équiper qu'ailleurs mais aussi et plus prosaïquement parce que la zone méditerranéenne à l'Est du Rhône principalement, est apparue à l'analyse comme particulièrement sous équipée comparativement aux autres pour des raisons semble-t-il historiques. Il faudra approfondir ce sujet et possiblement faire évoluer les cibles et la méthode pour le prochain audit.

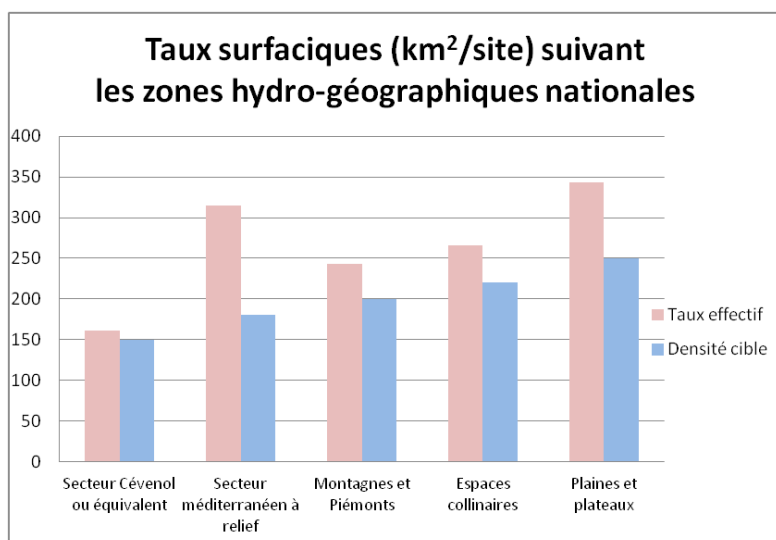


Figure 14 : Taux surfaciques effectifs et attendus a priori selon la méthode par secteurs Hydroclimatiques

Le taux surfacique attendu indiqué ici est celui des bassins versants intermédiaires du secteur considéré au-delà de laquelle on juge que le bassin est sur-instrumenté (et sous instrumenté en deçà). Ces taux théoriques ont été établis a priori sur la base de statistiques de répartition des stations en fonction des tailles des Bassins amont. La figure montre que les densités effectives mesurées a posteriori sont moindre que les densités cibles définies (ce qui pénalise un peu plus fortement les secteurs sous-densitaires que les sur-densitaires). Ces densités cibles seront à réévaluer lors du prochain audit.

Au-delà de ces questions de densité, il est intéressant d'analyser plus finement la répartition des sites sur les cours d'eau selon la taille des bassins versants dont ils mesurent les productions : ces tailles varient de quelques km², pour les sites situés dans les têtes de bassin, à plusieurs dizaines de milliers de km², à l'embouchure des grands fleuves. La répartition des sites nationaux en fonction de la taille des bassins amont qu'ils mesurent est fournie ci-dessous au niveau national et par bassin.

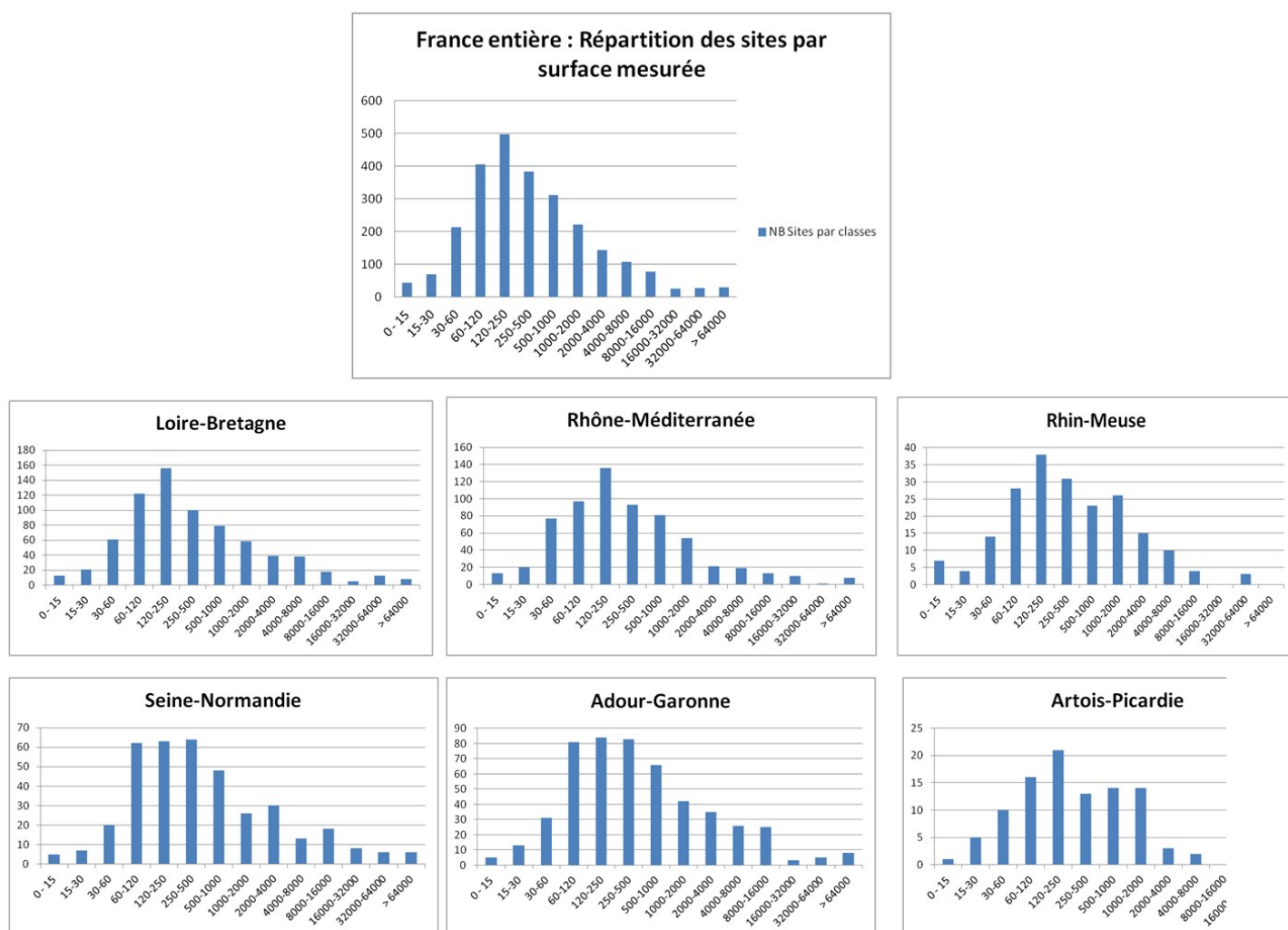


Figure 15 : Distribution des sites par taille des BV amont mesurés (France et bassins).

On constate que les sites au niveau national se répartissent de façon relativement harmonieuse en fonction de la surface de bassin versant mesurée de part et d'autre d'une **valeur médiane (262km²)**. Les courbes de répartition montrent des différences d'un bassin à l'autre qui s'expliquent par des spécificités territoriales et/ou l'organisation hydrographique des bassins :

- en Artois-Picardie, où le nombre de sites est peu élevé, une bonne partie des cours d'eau s'écoulent vers la Belgique et les bassins mesurés sont réduits en taille ou tronqués ;
- pour Rhin-Meuse, le Rhin lui-même est tronqué en amont et en aval ;
- pour les territoires littoraux, nombre de fleuves côtiers sont équipés sans que la taille du BV drainé puisse atteindre des superficies importantes avant d'arriver sous influence marine : des bassins relativement petits sont équipés non seulement pour eux-mêmes mais également pour les autres BV côtiers voisins dont l'écoulement n'est mesuré par aucune station plus en aval.

La variabilité des courbes au-dessus de la valeur médiane, à peu près constante d'un bassin à l'autre, s'explique notamment par les configurations hydrographiques. En dessous de la valeur médiane, et notamment sur les très petits bassins, la variabilité des répartitions tient plutôt à des politiques spécifiques d'instrumentation qui diffèrent suivant les UH. Cette variabilité par territoire d'UH (BV moins de 30km²), est présentée dans le graphique ci-dessous. Elle découle en partie d'enjeux locaux spécifiques (police de l'eau, prévision des crues principalement) ou à des raisons historiques. Certains sites de ce type sont sur des cours d'eau transfrontaliers ou sont situés dans des BV de petits fleuves côtiers. Sur d'autres secteurs, les enjeux locaux associés à ces sites sont plutôt liés à l'alimentation en eau potable ou à la prévision des crues (en Bretagne, par exemple).

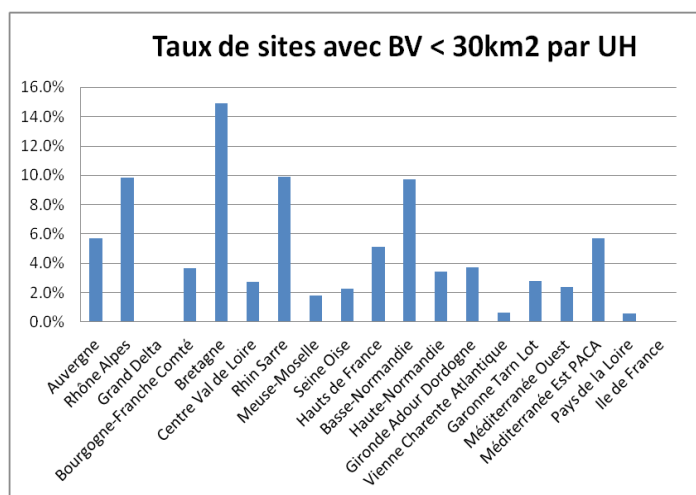


Figure 16 : variabilité du taux de sites mesurant de très petits bassins selon les UH.

Répartition au sein des Entités Hydrométriques Pertinentes

Rappel méthodologique

Afin d'appréhender la répartition spatiale des sites selon des critères quantifiables et plus précis que des densités brutes, le **territoire national a été découpé selon trois entités hydrométriques pertinentes (EHP)** dont deux surfaciques et une linéaire :

- Les **têtes de bassin (TB)** correspondant aux bassins amont de taille réduite des cours d'eau
- Les **bassins versants intermédiaires (BVI)** sont des bassins plus grands que les TB de 1 à 10 fois la taille d'une TB et incluent une ou plusieurs TB (une au minimum)
- Les **tronçons hydrométriques (TH)** : au-delà des surfaces drainées par les BVI, les cours d'eau sont largement développés et les entités sont linéaires. Ces entités sont découpées en tronçons de 50km maximum selon une règle de croissance de leur bassin versant amont fonction des apports latéraux des affluents. Chaque accroissement de 25% de taille du BV implique un changement de tronçon.

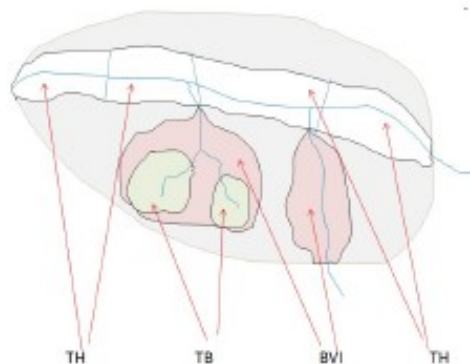


Figure 17 : Partitionnement du territoire en 3 classes d'entités hydrométriques pertinentes

Les seuils de surfaces utilisés pour définir ces EHP varient en fonction de la classe hydroclimatique dans laquelle se situe l'EHP. Les règles précises relatives à ces découpages et leur justification sont fournies dans l'annexe méthodologique.

Les règles de qualification sont relativement simples et se résument ainsi :

- En raison de sa petite taille, une TB devrait être équipée d'un seul site (ou pas équipée). Une TB a un score de 1 si elle est équipée de 1 site au plus ; son score chute s'il existe 2 sites ou plus en son sein (les sources n'étant pas prises en compte). Par ailleurs vu leur nombre, il n'est pas possible d'installer un site sur toutes les TB. Un taux d'échantillonnage adéquat d'environ 1 sur 2,7 TB a été retenu comme valeur attendue a priori sur la base d'analyses préalables pour attribuer une note globale au réseau sur ce sous-critère.
- Les BVI sont qualifiés sur un critère de densité spatiale simple, soit un nombre de sites par unité de surface. Pour tenir compte des variations hydroclimatiques, un paramètre est introduit pour faire varier ce taux surfacique suivant 5 grandes classes. Le score diminue en fonction de la « distance densitaire » à la cible.
- Pour les TH, le score est de 1 pour un site sur le tronçon. Il est diminué s'il n'est pas équipé ou s'il y a plusieurs sites.
- Les sites mesurant des sources ou des bassins versants dont la superficie est inférieure à un seuil dit de « pertinence hydrologique », de taille variable selon les zonages hydroclimatiques (de 25 à 40km²), sont jugés comme non pertinents pour l'hydrométrie d'Etat (sauf exception pour 2 ou 3 résurgences majeures) et ne sont pas pris en compte pour l'attribution des scores des TB et des BVI. Ces sites sont traités à part⁷.

Les scores de répartition attribués aux EHP impactent le score de Valeur Ajoutée (VA) de chaque site : lorsque l'EHP est surdensitaire, la VA d'un site est égal au produit du score de répartition de l'EHP auquel le site appartient avec son score d'utilité (si l'EHP est sous-densitaire, la VA du site est égale à son utilité). Ainsi, si le score de répartition est optimal (égal à 1), la valeur ajoutée est égale à l'utilité, sinon elle est inférieure.

⁷ Les sites mesurant des BV sous ce « seuil de pertinence » sont affectés d'un score de répartition de 0.25. L'objectif est de les mettre en exergue par des scores diminués afin d'interroger leur utilité effective de façon systématique.

Éléments chiffrés préalables sur les EHP et les sites dans les EHP

Au niveau national on a :

- **1901 Têtes de bassins (TB)** qui occupent 50% de la surface du territoire
- **496 Bassins Versants Intermédiaires (BVi)** qui occupent 67% de la surface du territoire
- **364 Tronçons Hydrométriques (TH)** (grands cours d'eau)

Sachant qu'un certain nombre de TB est situé hors des BVi (des petits bassins côtiers ou des affluents secondaires confluant directement sur des TH), la surface cumulée des BVi et des TB représente 80 % de la surface du territoire et surtout, 99% des sites sont situés dans un EHP avec la répartition suivante :

- 1013 sites dans des Têtes de bassin,
- 521 sites dans des Tronçons hydrométriques,
- 856 sites dans des BVi mais hors TB qui se répartissent entre sites en aval de TB (790 cas) ou bien des sites qui sont sur des petits bassins sous le seuil de prise en compte en tant que TB au sein des BVi pour 66 d'entre eux.

Dans les 1% restant, 19 sites (sur 2584) sont situés sur des cours d'eau en dehors d'un EHP tels qu'ils ont été définis dans la méthode. Il y a en outre 15 marégraphes et sources situés hors d'un EHP.

Par ailleurs, au niveau national, on a décompté 123 sites dont 11 des 19 sites hors EHP dont la taille du bassin amont est située en dessous du seuil « de pertinence hydrométrique » cité plus haut. La répartition des sites qui mesurent ces très petits bassins est très variable selon les UH et est examinée en fin de chapitre.

Taux d'équipement dans les Têtes de bassin

785 têtes de bassin parmi les 1901 TB identifiées, sont équipées, soit 41 % (environ 1 pour 2,5 TB)

La répartition spatiale des TB équipées n'est pas homogène sur le territoire, avec des secteurs de forte concentration et des secteurs quasiment vides comme le montre la carte de répartition ci-dessous. La Normandie Ouest, les Pays de la Loire dont la Vendée, le Nord-Bretagne, le Jura et le sud des Vosges, le Gers notamment présentent des agglutinations de TB équipées voire suréquipées (plus de 1 site).

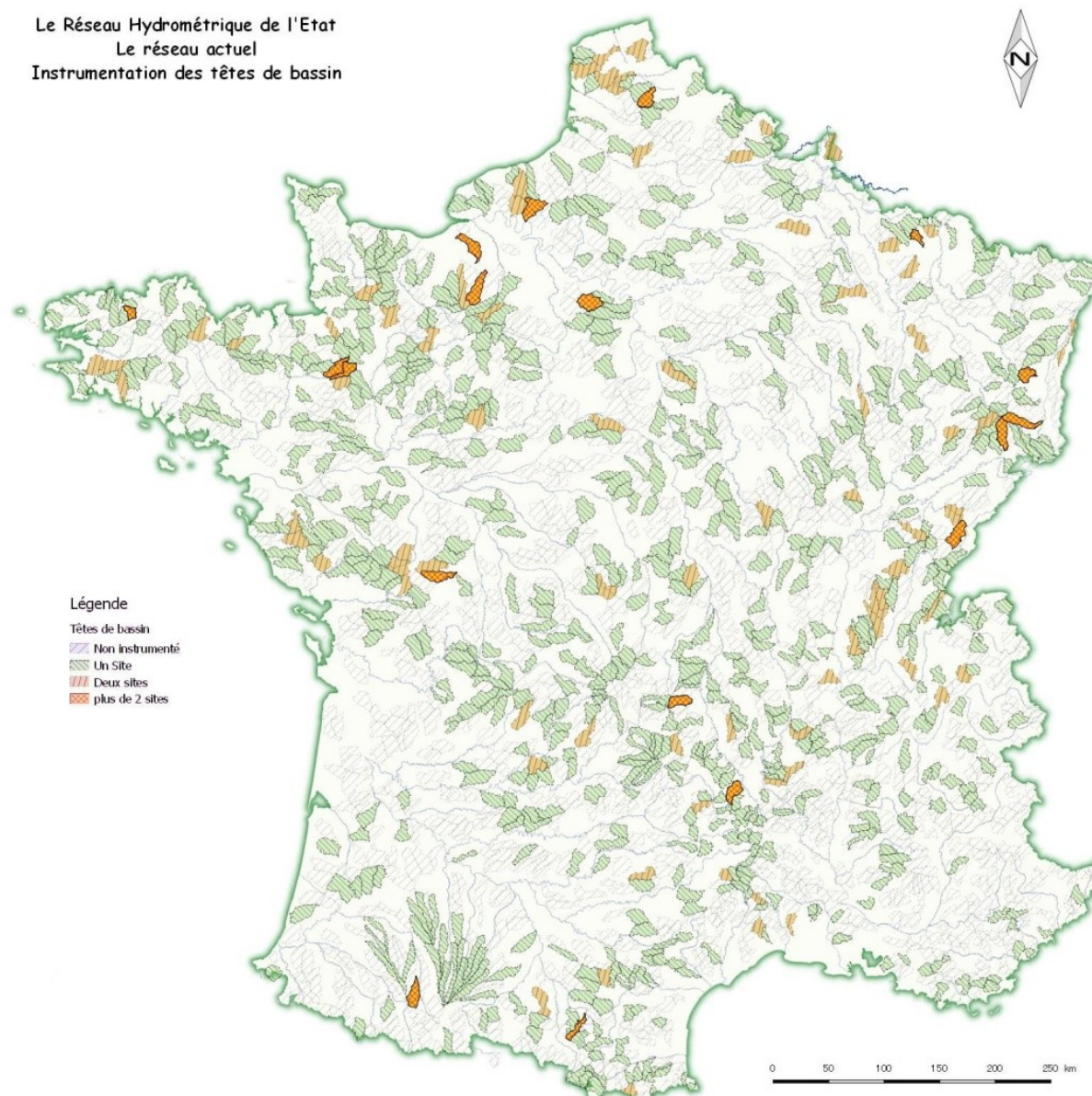


Figure 18 : Répartition spatiale des Têtes de Bassins équipées

Le taux de têtes de bassins équipées varie fortement d'une UH à l'autre y compris au sein des mêmes grands bassins, ce que les cartes et les graphiques ci-dessous illustrent clairement. Le taux de TB équipé est de 1/2 dans le Bassin Loire-Bretagne quand il est sensiblement plus faible ailleurs.

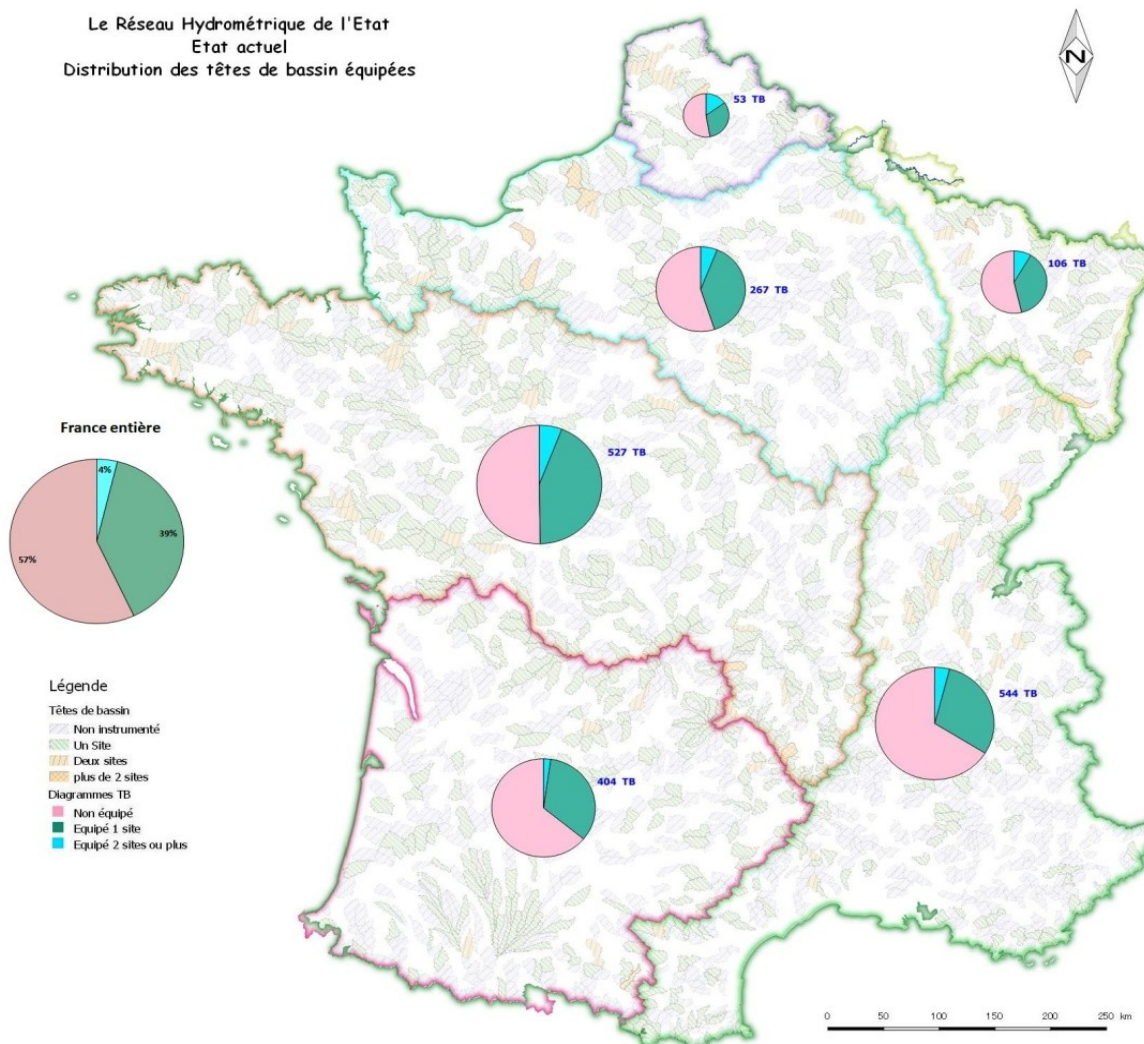


Figure 19 : Répartition de l'équipement des TB par grand bassin hydrographique et France entière

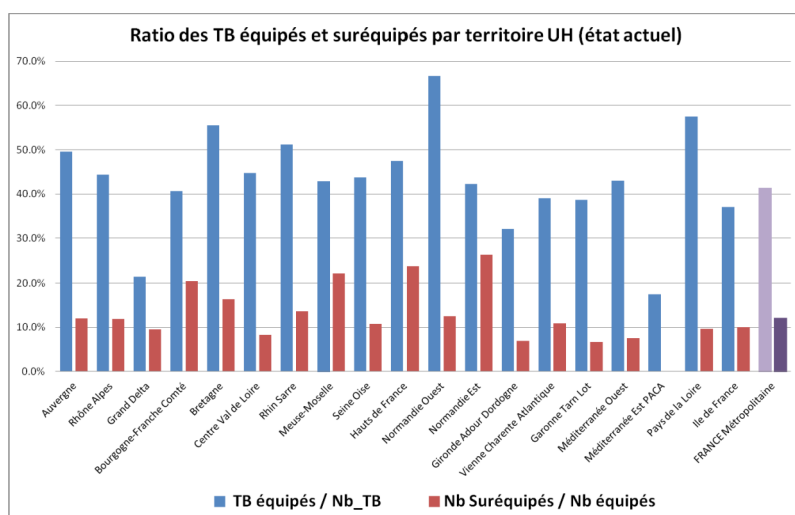


Figure 20 : Ratio des TB équipés de 1 site ou plus par UH

Les plus faibles taux d'équipement des TB sont dans les UH PACA et Grand Delta où moins d'une TB sur 4 est équipée. Dans les UH Normandie Ouest, Bretagne et Pays de la Loire, les taux sont au-dessus des moyennes.

En outre, le taux de têtes de bassins équipées de 2 sites ou plus (parmi les têtes de bassins équipées), qui est en moyenne de 12%, dépasse 20% pour 4 UH alors qu'il est nul ou de l'ordre de 5% pour 3 autres. Ces binômes ou trinômes de sites dans une même tête de bassin représentent un total de 228 sites (9%) dans 73 têtes de bassin (sur 1901). Pour la majorité d'entre eux, il s'agit de secteurs spécifiques avec des enjeux de prévision des crues à l'aval.

Densités et taux d'équipement dans les BVi

La carte et les graphiques ci-dessous illustrent la variabilité des densités d'équipement au sein des bassins versants intermédiaires.

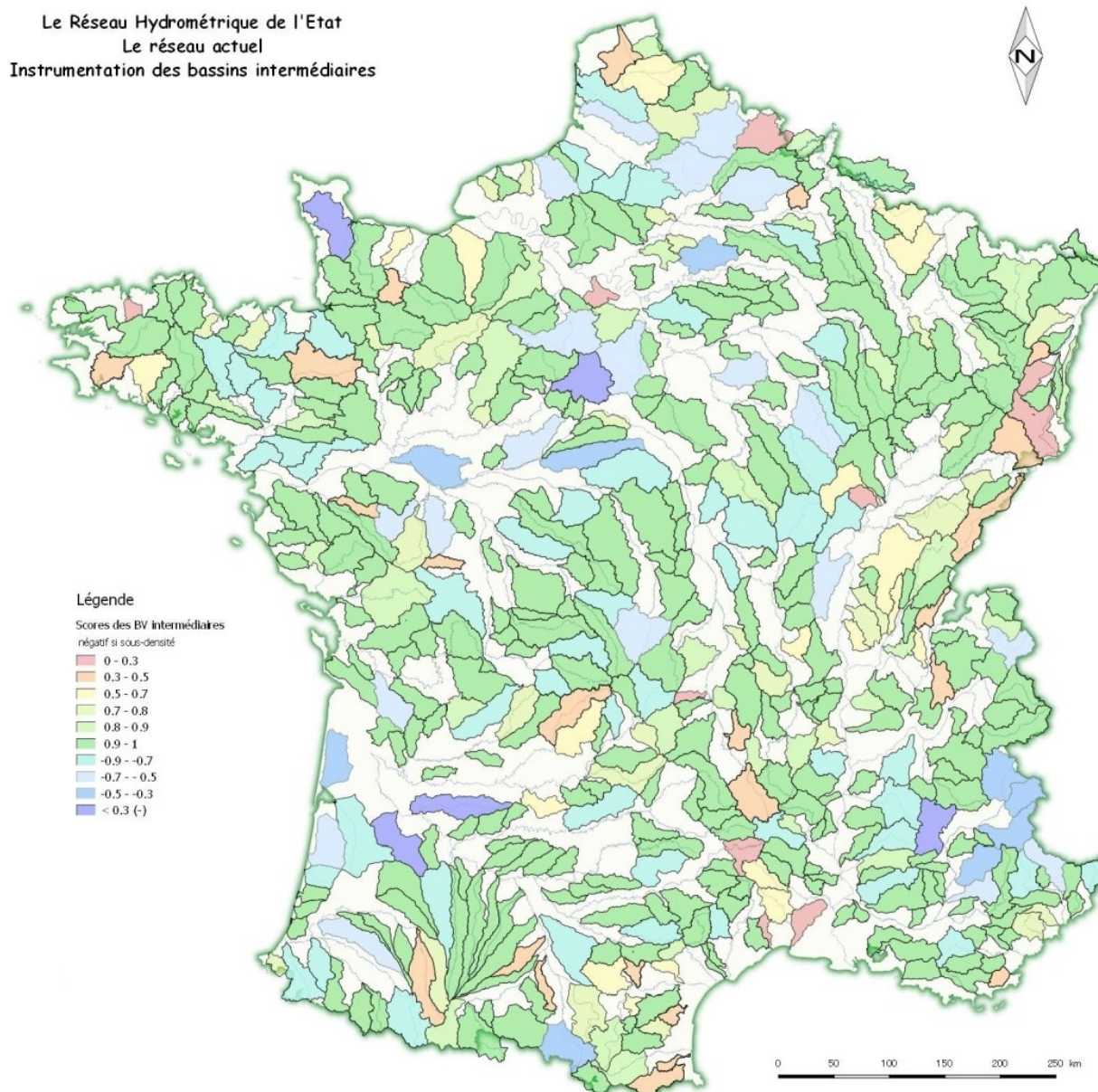


Figure 21 : variabilité des scores de densité d'équipement dans les BVi

On observe la même hétérogénéité de densité de sites à l'examen des BVi que précédemment pour les TB. Certains BVi sont très densément équipés quand d'autres apparaissent sous-équipés. Pour beaucoup des bassins très équipés, on constate la présence d'enjeux particuliers à l'aval relatifs aux crues.

A l'échelle des grands bassins, ainsi qu'au niveau national, les bassins intermédiaires surdensitaires s'équilibrent avec les bassins sous-densitaires⁸. On observe toutefois selon les bassins, une variabilité importante du nombre relatif de sites situés dans des BVi surdensitaires. Les surdensités et sous-densités prises en compte ici correspondent aux nombre de BVi dont le score se situe en valeur absolue en dessous de 0,8 selon les valeurs adoptées dans la méthode de calcul. Les déséquilibres concernent majoritairement trois des 6 grands bassins hydrographiques métropolitains mais plus de la moitié des UH : on en décompte 9% sur le bassin Seine Normandie, 28% sur Rhin –Meuse et jusqu'à 51% en Artois Picardie.

⁸ ce qui est compréhensible : les densités standard retenues pour densités cibles ont été établies ex ante, sur la base des données nationales

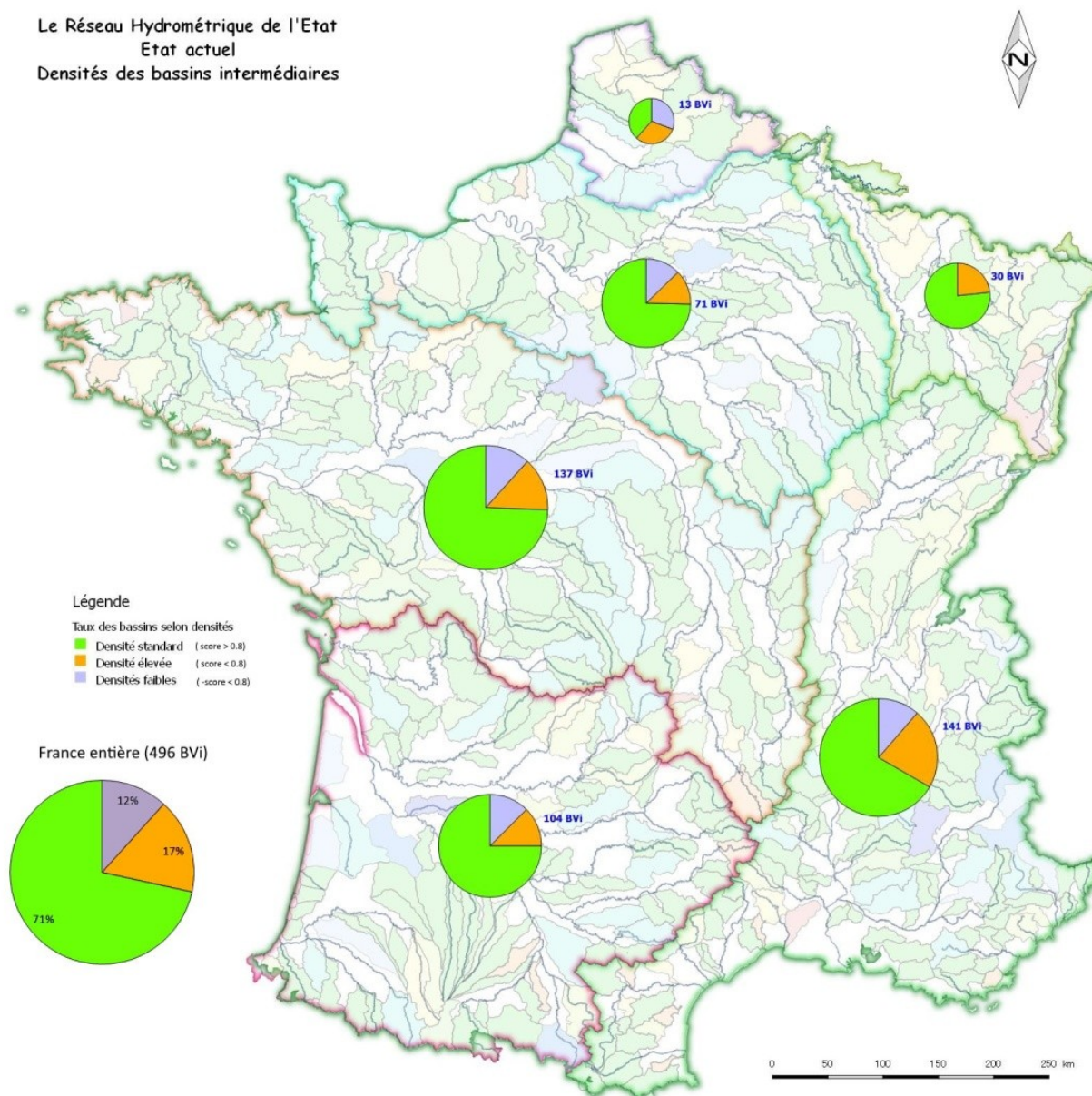


Figure 22 : répartition des bassins intermédiaires surdensitaires et sous-densitaires par grand bassin hydrographique et France entière

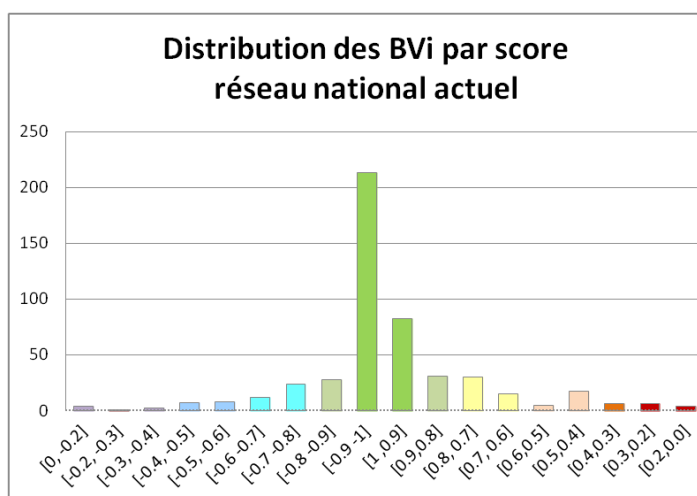


Figure 23 : Distribution des BVi selon les scores de densité (valeurs négatives en cas de sous-équipement par rapport à l'attendu) Entre -0,9 et -1 on prend la valeur absolue pour le score, ce qui explique la prédominance du vert de la figure 21.

On note sur l'histogramme ci-contre que ces questions de surdensité (et de sous-densité) ne concernent en réalité qu'un petit nombre de bassins intermédiaires. Toutefois, les BV surdensitaires contiennent un nombre conséquent de sites. En effet, 540 sites (21 %) du réseau actuel sont situés dans des BVi avec un score de surdensité inférieur à 0.8 dont 313 sites (12%) avec des scores inférieurs à 0.6, ce qui pénalise fortement leur score de valeur ajoutée.

La figure N°14 donnée plus haut explique la dissymétrie des répartitions des scores des BVi entre [-0,9 -1] et [1 - 0,9] dans la mesure où les densités moyennes réelles sont inférieures aux densités « cibles » fixée pour la méthodologie. On est effectivement en « sous densité chronique apparente » par construction.

Taux d'équipement dans les TH

Le réseau comporte 364 tronçons hydrométriques suivant le découpage retenu par la méthode nationale d'audit. 521 sites équipent ces tronçons.

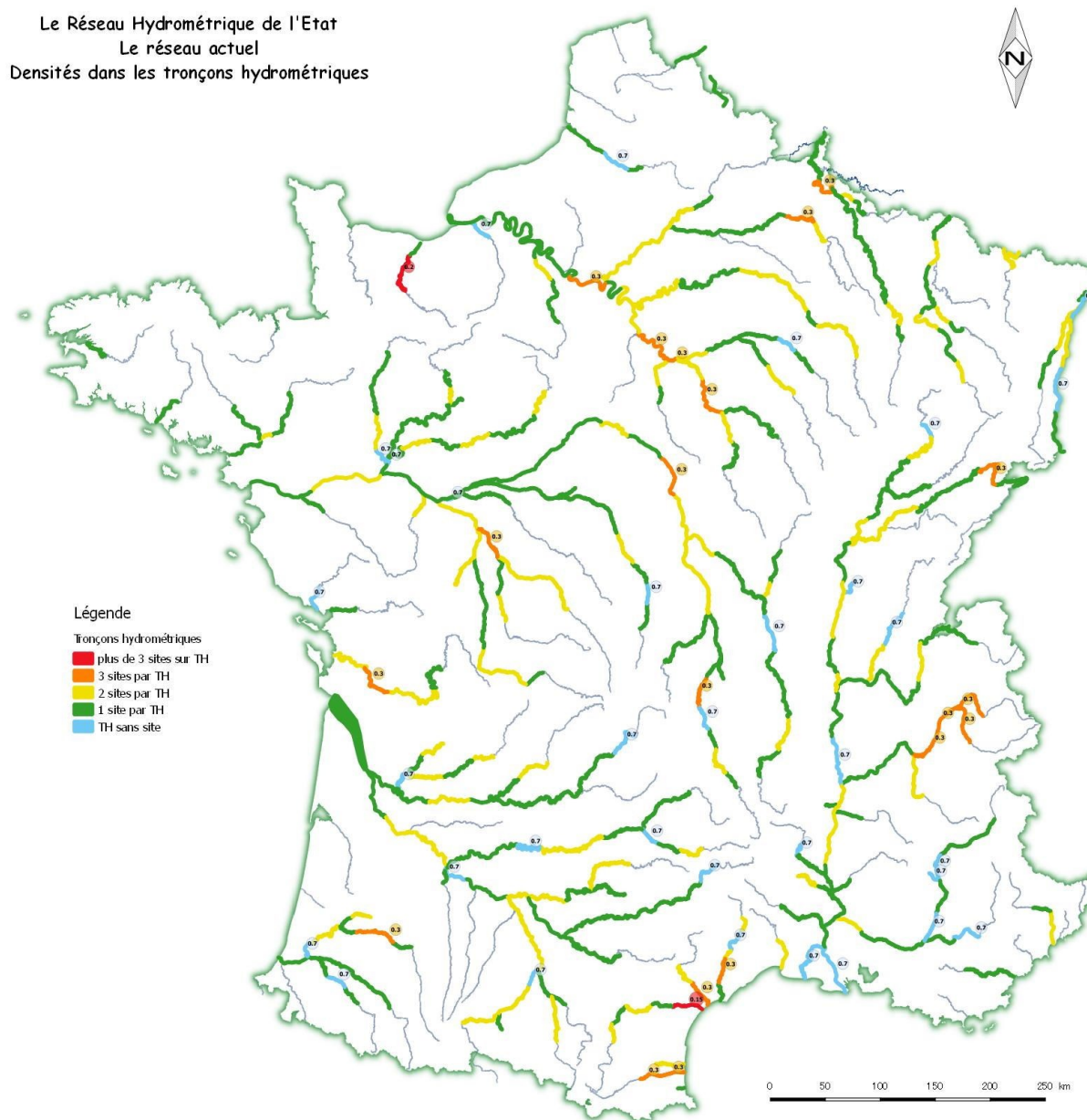


Figure 24 : Équipement des Tronçons hydrométriques

Sur les 364 tronçons hydrométriques, 57% d'entre eux sont équipés avec un seul site, et 9% ne sont pas équipés. 28% sont équipés avec 2 sites (ce qui peut se justifier en général). 6% des tronçons sont équipés avec 3 sites ou plus ce qui est plus difficilement justifiable⁹.

Sur les 521 sites de mesures situés dans des TH, 290 d'entre eux ont un score de répartition qui les pénalise du fait de l'équipement multiple du tronçon où ils se situent.

⁹ Les sites en tandem ou triplets associés entre eux pour des raisons techniques sont comptés comme une seule entité, et on rappelle que les tronçons, par construction, font moins de 50 km de long en linéaire de cours d'eau et qu'ils sont découpés à chaque confluence faisant croître leur BV de plus de 25%

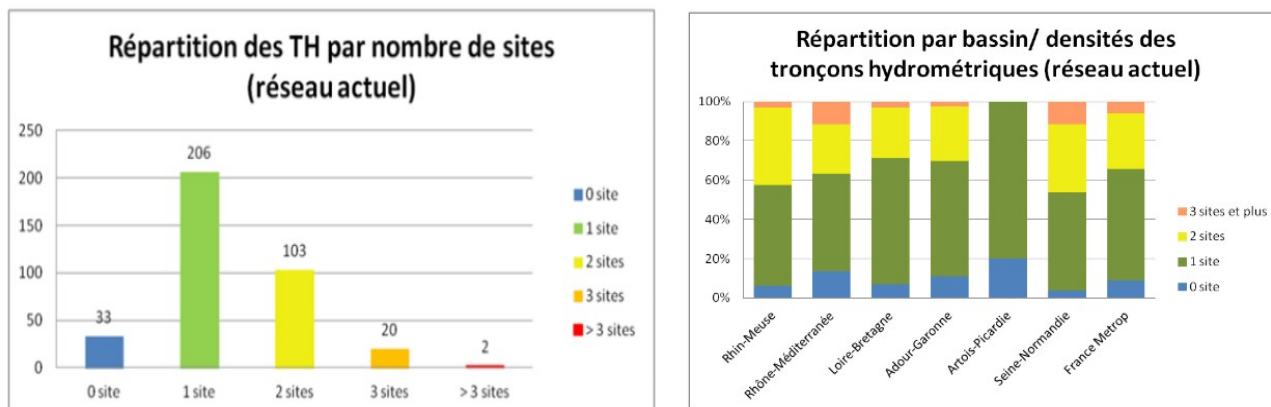


Figure 25 : Répartition des tronçons selon le nombre de sites qui les équipent par grand bassin hydrographique et France entière

Les bassins Seine-Normandie et Rhône-Méditerranée comptent proportionnellement plus de Tronçons Hydrométriques à 3 sites ou plus que les autres.

Les bassins de petite taille et les sources

La question des répartitions spatiales des sites ne serait pas complète sans un examen spécifique des sites « particuliers » déjà abordée plus haut.

La question relative aux sites mesurant des **sources** est relativement mineure dans la mesure où seulement 41 sites (1,6%) situés à 85% dans le bassin Rhône Méditerranée mesurent des exurgences ou résurgences identifiées.

En revanche, la quantité des sites par UH qui mesurent de **très petits bassins versants**, sous le « seuil de pertinence hydrométrique » défini dans la méthode d'analyse¹⁰ pose plus de questions. 123 sites (5%) ont été identifiés en tant que tels. Il n'est bien entendu pas pertinent d'énoncer que ces sites sont inutiles. Il est souhaitable, pour la communauté scientifique, de pouvoir disposer d'un certain nombre de mesures continues sur des petits bassins sur le territoire national. Néanmoins la distribution spatiale de ces sites et la variabilité de leur nombre relatif par UH pose question par rapport à la méthode qui a été élaborée : entre 0% et 16% selon les UH avec 4 UH où le nombre de sites dépasse 8% du total pour une moyenne de 4% à l'échelle nationale. Lors du prochain audit, il conviendra d'analyser cette variabilité et de faire évoluer au besoin la méthode.

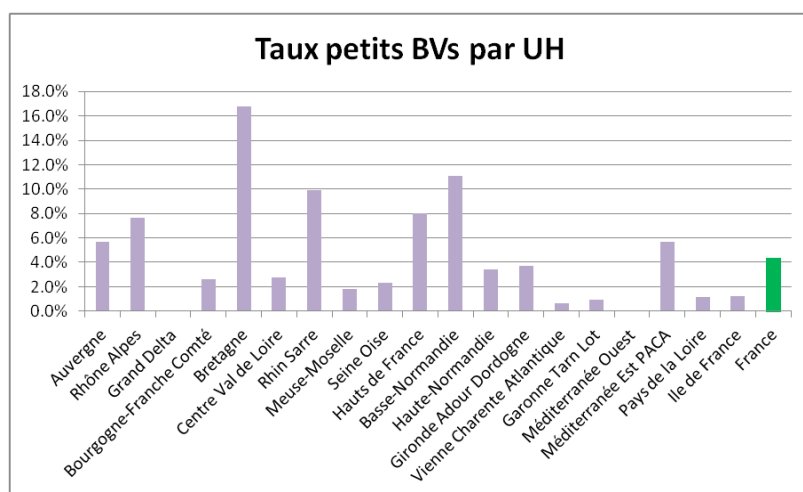


Figure 26 : Répartition par UH des sites mesurant des petits bassins versants

10 Par convention, le score de répartition de ces sites a été fixé à 0,25 ce qui pénalise fortement leur score de valeur ajoutée. Ainsi, l'utilité réelle de la quasi-totalité de ces sites est examinée de façon systématique dans les audits réalisés par chaque UH.

Valeurs ajoutées et coûts des sites

Pour chaque site, deux scores sont produits qui synthétisent et complètent les éléments d'analyse :

- Le score de **Valeur ajoutée** (VA)
- Le score de **VA/Coût**, score de synthèse par site de l'ensemble de l'analyse multicritères

Le Score de VA est le produit du score d'utilité attribué au site et du score de répartition spatiale issu des EHP : la valeur ajoutée d'une station est par exemple diminuée par rapport à son utilité en cas de suréquipement de l'EHP à laquelle cette station appartient ou également lorsque le bassin versant capté par cette station est d'une superficie inférieure au « seuil de pertinence »

Le score de Coût à partir duquel on construit l'indicateur VA/Coût a été attribué par les UH en fonction de divers critères qualifiant le coût de gestion d'un site. Le score de coût est normalisé à 1 pour chaque UH.

Un site partenarial a généralement un coût plus faible que les autres, voire quasi nul si l'UH n'y intervient pas. Un site non jaugé sauf exception, a généralement un coût moitié moindre qu'un site jaugé, car il nécessite moins d'activité de contrôle et de mesures hydrométriques. Les temps de trajet aux sites n'interviennent pas dans le score de coût pour ne pas introduire de biais entre sites suivant leur localisation.

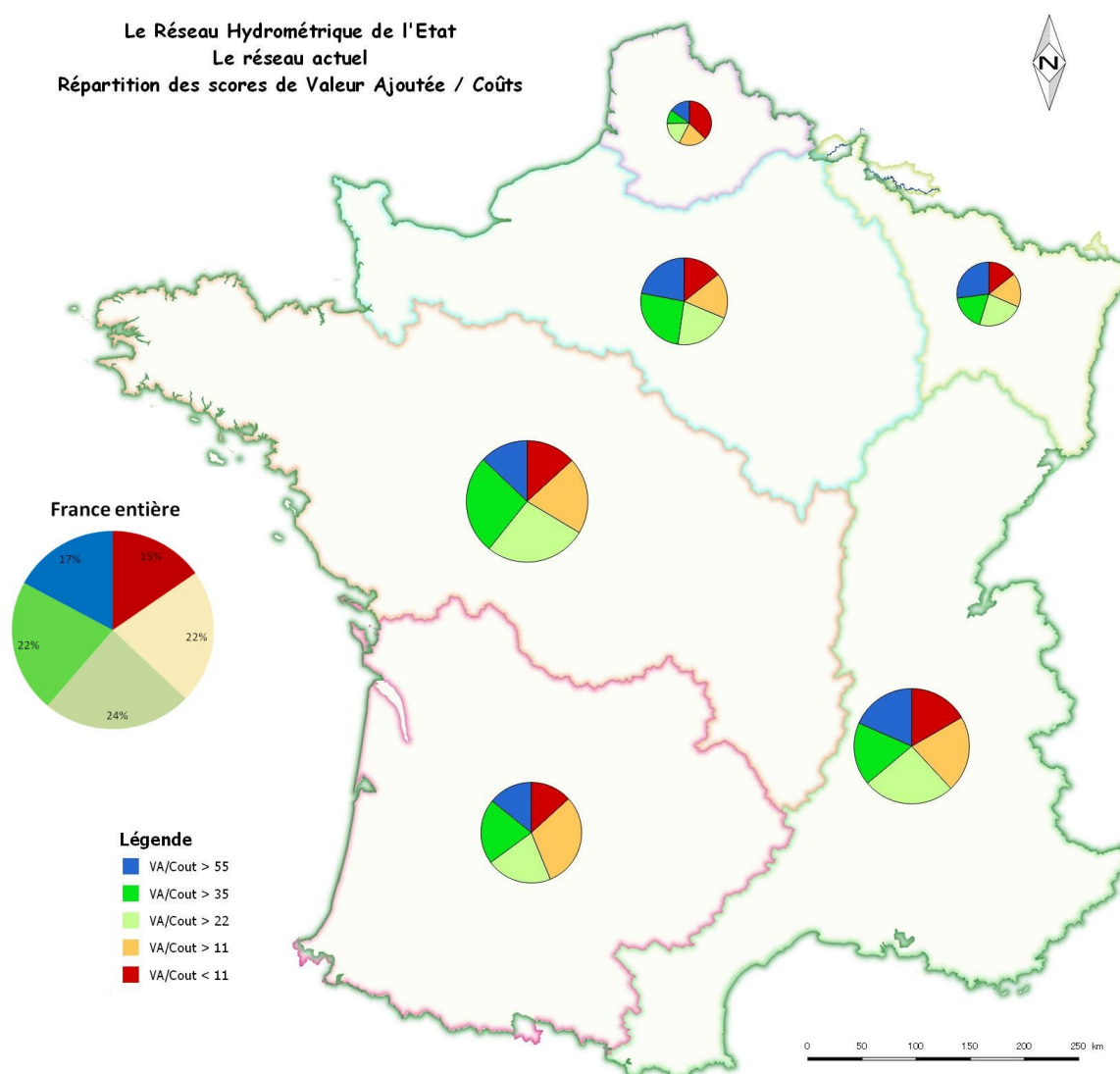


Figure 27 : Distribution des scores de VA/ Coût des sites par grand bassin hydrographique et France entière

Le taux de sites à faible score (< 11) est relativement constant entre les grands bassins hydrographiques et varie entre 13% et 17% avec une moyenne nationale à 15% . Seul le bassin Artois-Picardie affiche des taux atypiques de sites à faibles valeurs (37%) du fait notamment d'un grand nombre de sites se trouvant dans des BVi surdensitaires et des sites de VNF pour la navigation dont les usages spécifiques sont mal valorisés par la méthode (les coûts réduits des sites VNF ne compensent pas, ici, la faiblesse des scores de Valeur ajoutée).

Bilan du diagnostic

Les fonctions d'agrégation des différents critères associés aux sites de mesure et aux EHP fournissent des scores globaux sur 10 critères pour un réseau donné (celui des UH, des Bassins, ou le réseau national). Les scores de la figure ci-dessous sont ceux du réseau national pour l'ensemble des sites de mesure.

Ces scores synthétisent les points mis en exergue précédemment. Une normalisation de chacun des scores est représentée dans le graphique ci-dessous, permettant de mettre en évidence les points forts et les pistes de progrès du réseau national.

Scores de l'analyse multicritères du réseau national

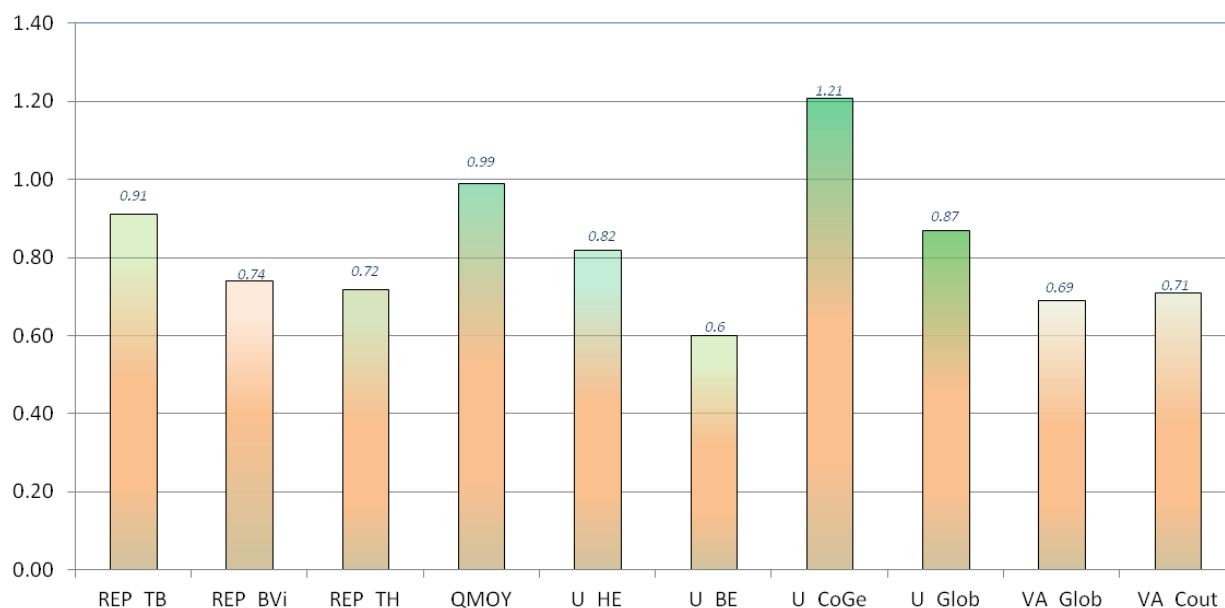


Figure 28 : Scores normalisés du réseau national selon l'analyse multicritères

Rep_TB, Rep_Bvi, Rep_TH : Scores de répartition pour les Têtes de Bassin, BV Intermédiaires et Tronçons Hydrométriques (valeur maximale 1)

QMOY : Scores de qualité moyenne du réseau (Max : 1,25)

U_HE, U_BE et U_CoGe, U_Glob : scores moyens d'utilité hautes eaux, basses eaux, connaissance générale et Utilité globale du réseau (divisés par 20 ou 60 pour l'utilité globale pour normalisation)

VA_Glob : score de valeur ajoutée globale du réseau normalisé (divisé par 60 pour normalisation). C'est l'Utilité affectée par les scores de répartition (surdensités seulement)

VA_Coût¹¹ : score de valeur ajoutée divisé par le coût normalisé (divisé par 60)

Les points forts du réseau national sont :

- la qualité des sites et des données produites en général,
- son utilité générale dans ses différentes composantes.

Son point faible, selon les critères de l'analyse, réside dans une répartition spatiale inégale des sites avec :

- des secteurs de fortes concentrations de stations (souvent du fait des besoins de prévision des crues qui se juxtaposent avec d'autres besoins de connaissance hydrologique) qui engendrent des redondances entre sites. Cette situation peut découler naturellement d'une mise en place historique ;
- a contrario, d'autres zones en dehors des secteurs d'enjeux immédiats et régaliens (crues et étiages) apparaissent sous instrumentées et présentent de ce fait, un déficit en matière de connaissances hydrologiques.

¹¹ Les coûts étant normalisés (moyenne de 1) la différence à la hausse entre VA et VA/Coût tient principalement au nombre de stations du réseau qui sont gérées par des partenaires et donc à coût très réduit pour les UH

Ces performances mitigées sur les répartitions spatiales des sites viennent moduler à la baisse les bonnes performances affichées en matière d'utilité intrinsèque des sites. En outre, le nombre élevé de sites pénalisés par la faible taille des bassins mesurés amplifie cette baisse. Le score de valeur ajoutée moyenne des sites est de ce fait, 20% plus faible que celui de leur utilité.

Dans le détail, au niveau national à chaque échelle d'EHP :

- Outre des taux d'équipements des TB très variables entre UH qui illustrent le besoin d'une stratégie d'ensemble, de nombreuses TB, dans beaucoup de secteurs, sont équipées par 2 sites ou plus¹² sans que les enjeux locaux ne le justifient toujours.
- Le score de répartition dans les BVi est faible pour les mêmes raisons, du fait de la variabilité des densités d'instrumentation sur le territoire, avec des bassins peu densément équipés et d'autres qui le sont beaucoup.
- Le score de répartition dans les TH pâtit principalement du nombre de tronçons hydrométriques où le nombre de sites semble effectivement surdimensionné.

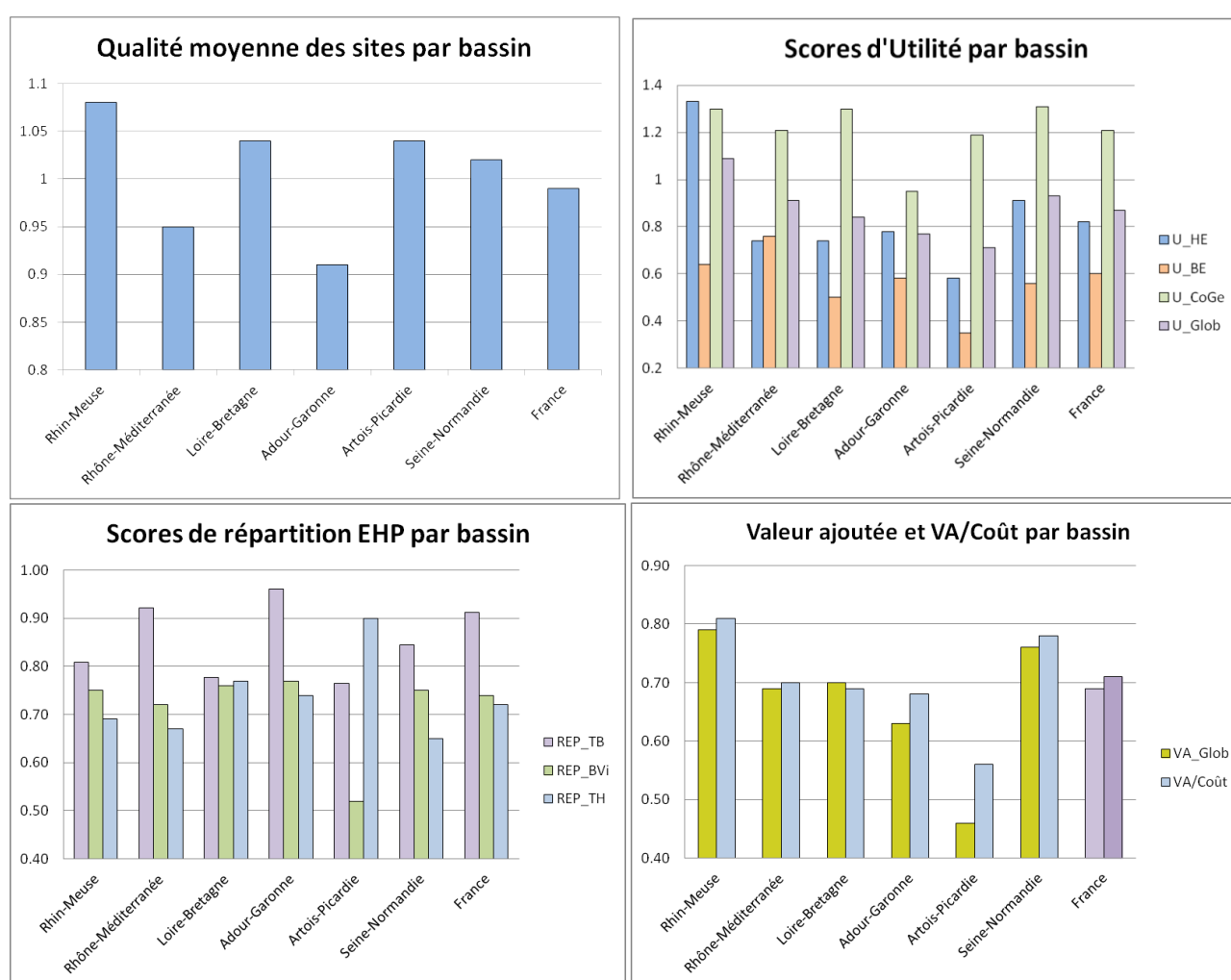


Figure 29 : comparaisons des scores des réseaux par grand bassin hydrographique et France entière

L'analyse des scores des réseaux par grand bassin hydrographique montre une certaine variabilité dans les scores de qualité et d'utilité attribués par les UH à leurs sites. Une partie de cette variabilité peut provenir de biais subjectifs sur la notation elle-même, en matière de qualité principalement mais également en matière d'usages.

¹² Le taux des TB équipés au niveau national est forcément correct puisque c'est sur la base nationale que l'on a établi la cible par UH.

Pour des raisons hydro-climatiques, les bassins Adour-Garonne et le Sud du bassin Rhône-Méditerranée ont effectivement plus de difficultés à produire des données de qualité que les autres bassins, ce qui impacte les scores d'utilité.

En matière de répartition spatiale, où il n'y a pas de biais possible sur la notation, la grande taille des territoires concernés, à l'exception des deux plus petits que sont Artois-Picardie et Rhin-Meuse, gomme en partie la variabilité interne des scores que l'on peut observer entre les UH.

Quasiment toutes les UH à une exception près¹³, et donc tous les bassins, ont des problématiques équivalentes plus ou moins importantes de répartition optimale des sites sur leur périmètre, avec des secteurs à fortes redondances où se concentrent généralement les enjeux socio-économiques et des secteurs quasi délaissés .

¹³ L'UH Seine-Oise a un réseau très équilibré avec de très bons scores sur tous les critères..

• PARTIE 3 : ÉVOLUTION DU RÉSEAU À COURT TERME

Présentation du scénario national

À la suite des diagnostics réalisés sur son réseau, chaque UH a étudié et défini un scénario préférentiel d'évolution à court terme (5 ans). Les options ont été étudiées avec les hypothèses suivantes :

- **moyens dédiés constants** au niveau de chaque UH et au niveau national
- **maillage territorial inchangé**
- **niveau de service cible** dans la continuité du niveau de service actuel

Ces scénarios d'évolution vers le réseau cible sont constitués de différents types d'actions :

- **Suppression envisagée** de sites jugés de faible valeur ajoutée en raison de leur qualité faible, d'usages réduits ou d'une redondance avec d'autres sites proches
- **Création de nouveaux sites** sur des secteurs jugés sous-instrumentés (déplacements de site non compris),
- **Déplacements de sites** sur le même cours d'eau ou vers un cours d'eau proche, jugés plus utiles que les sites actuels (ce qui revient de facto à des suppressions / créations),
- **Amélioration de la qualité des mesures et/ou du coût** de revient par des jaugeages supplémentaires ou des reconfigurations de stations dans les sites,
- **Identification de sites comme étant d'intérêt local** (c'est-à-dire présentant des usages ne relevant pas de la sphère de compétence du réseau hydrométrique de l'État) : ces sites feront l'objet d'une concertation et seront proposés pour être transférés aux collectivités locales ou aux partenaires concernés par les enjeux locaux associés à ces stations (AEP, gestion agricole, système d'alerte local, ...).

Au total **548 actions d'évolution sont prévues** dans le cadre des scénarios d'évolution proposés par les UH. Les différents bassins prévoient donc des évolutions conséquentes de leur réseau à court terme pour leur réseau cible. A l'exception notable du bassin Rhin-Meuse qui privilégie le statu quo du fit d'un réseau déjà optimisé en sites polyvalents crues-étiages, **entre 14% et 22 % des sites actuels sont concernés par ces évolutions selon les bassins** (16% pour le réseau national).

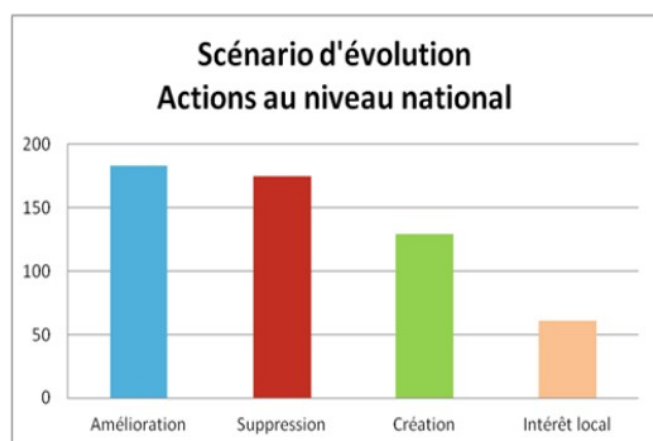


Figure 30 Répartition des actions d'évolution vers le réseau cible au niveau national

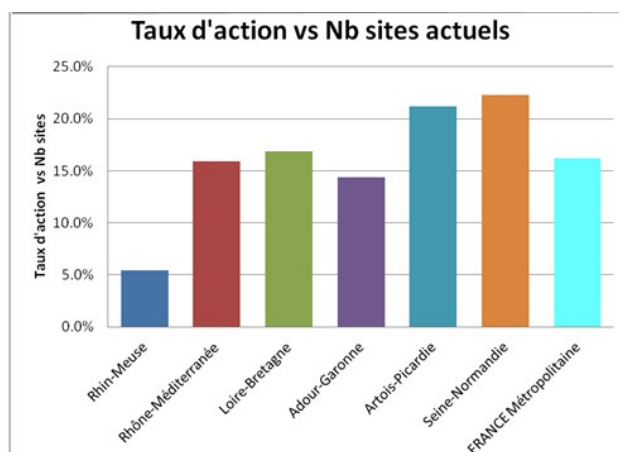


Figure 31 Taux d'actions d'évolution sur le réseau actuel (ne comprend que les actions sur les sites existants, c'est à dire exclut les créations)

Les **améliorations** de sites (en général par des jaugeages ou des reconfigurations de sites) représentent 1/3 des actions. Elles sont plus importantes sur le bassin Adour-Garonne où les scores de qualité des sites auto-attribués par les UH sont en moyenne plus faibles qu'ailleurs.

Les **créations** de sites envisagées sont sensiblement inférieures en nombre aux suppressions et transferts éventuels de sites cumulés, le réseau n'aura donc pas d'extension et sera même resserré.

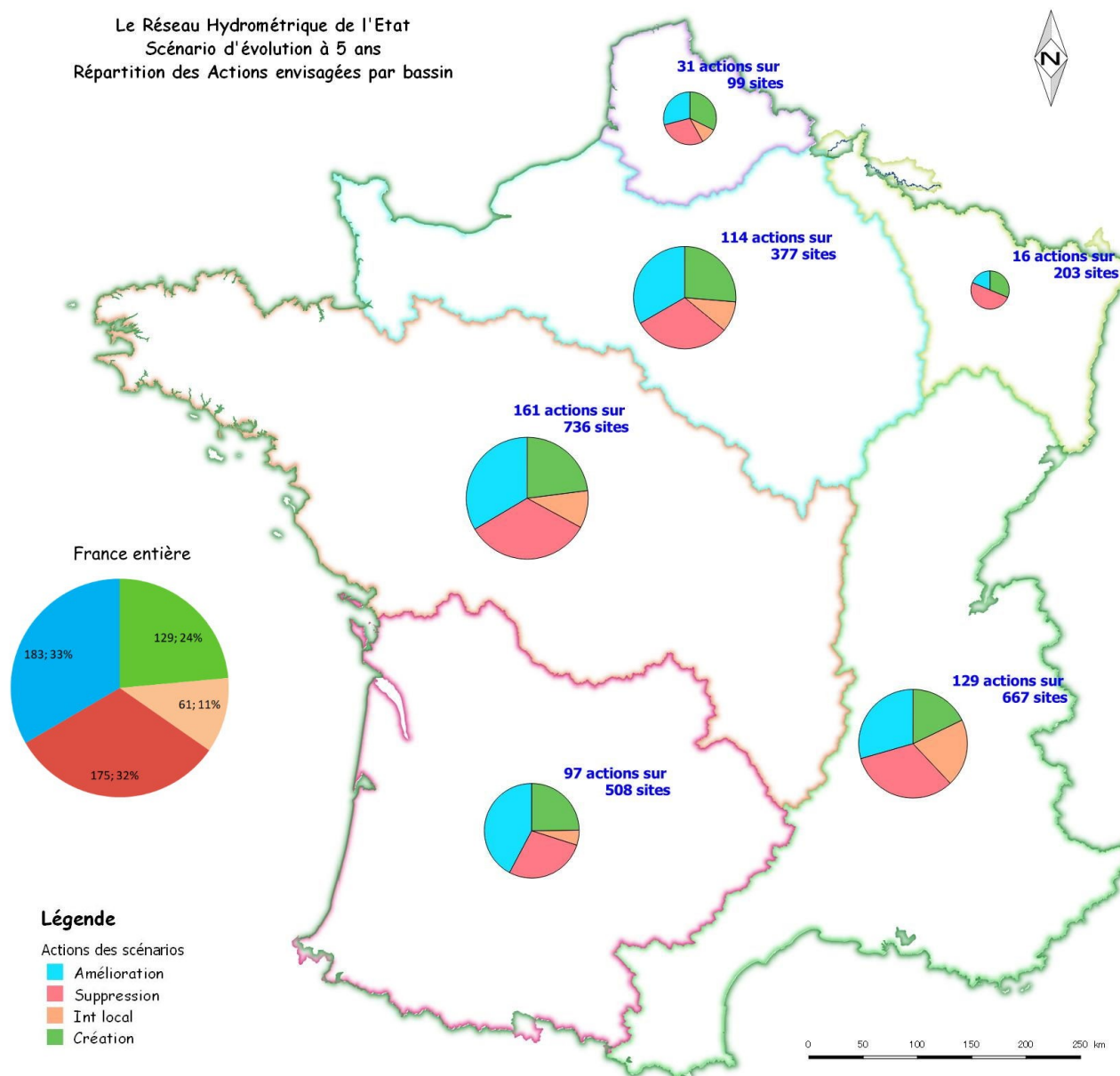


Figure 32 : Répartition des actions d'évolution par grand bassin hydrographique et France entière

On vérifie dans les graphiques ci-dessous que les **sites à plus faible valeur ajoutée/coût** sont la cible préférentielle des évolutions envisagées. Il avait été demandé aux UH d'analyser en priorité l'ensemble des sites à faible score VA/coût, tout en pouvant proposer aussi des actions sur les autres sites. En effet le score du site calculé par la méthode n'est pas le seul critère qui détermine les évolutions. Outre des changements inopinés de configuration de sites, des questions de qualité, d'utilité, d'usages ou de coûts de gestion ainsi que les cas de redondances éventuelles, souvent historiques, peuvent conduire à envisager des modifications sur des sites qui présentent des scores acceptables.

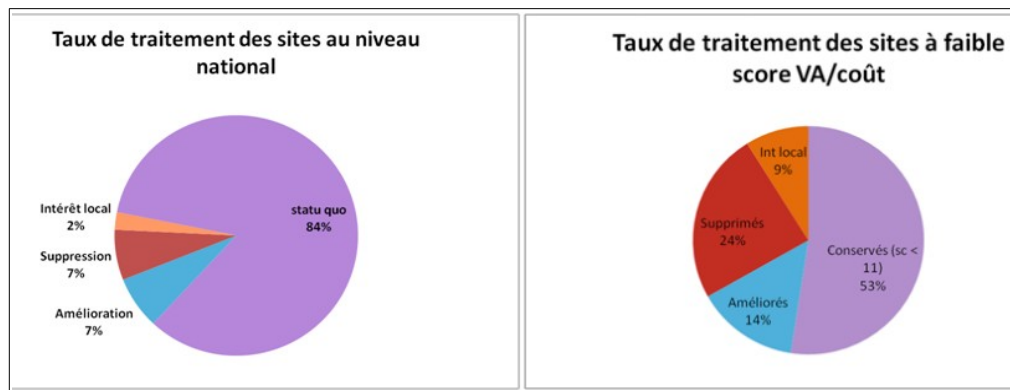


Figure 33 : Taux comparés de traitement des sites suivant leur score VA/coût.

A l'intérieur des bassins, les actions envisagées sont variables en nombres et pourcentages suivant les UH. Les évolutions les plus nombreuses se font sur 5 UH qui regroupent à elles seules près de la moitié des suppressions de sites

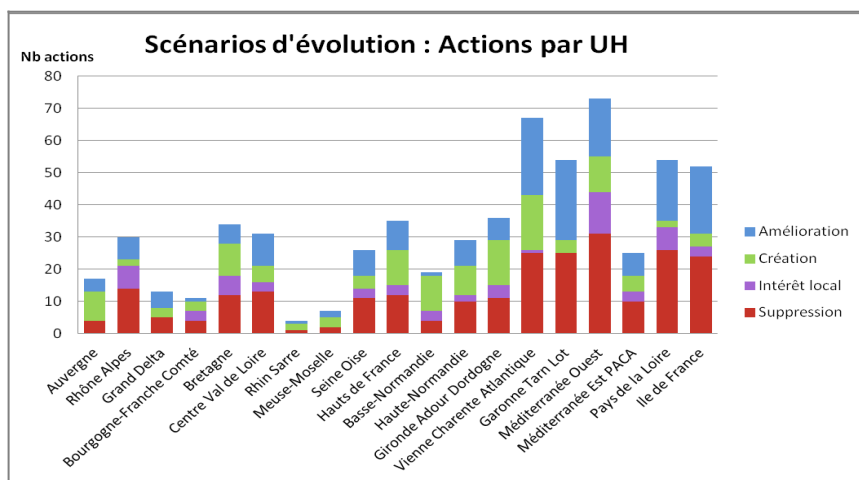


Figure 34 : Répartition des actions par UH

Le tableau page suivante fournit une synthèse chiffrée des évolutions prévues par les scénarios des UH sur différents indicateurs globaux relatifs aux sites du réseau hydrométrique. Il montre clairement l'évolution positive des performances du réseau cible futur avec :

- une amélioration notable des usages du réseau :
 - une augmentation de 6 % de sites polyvalents « crue-étiage » et une baisse de 16 % de sites principalement utilisés en hydrométrie générale (ie pas d'usage crue ni étiage)
 - une baisse de 34 % de sites hauteur seule non jaugés
- une amélioration notable de la qualité moyenne du réseau : une baisse de 44 % des sites de faible qualité

	Réseau actuel	Réseau cible	Commentaires
Nombre de Sites	2589	2542	-2,2 % du nombre total de sites (de plus, 2,5 % des sites ont été identifiés d'intérêt local et sont susceptibles d'être transférés à des partenaires)
Nb Sites où VA_Coûts < 11	395	241	-40 % de sites à faible score du fait des suppressions, améliorations et transferts à venir
Nb Sites où VA_Coûts < 22 & > 11	567	554	Légère diminution (effet suppressions / créations)
Nb Sites où VA_Coût > 45	585	639	+10 % de sites à score élevé
Sites de référence Crue (RIC)	692	685	Peu d'évolution (missions régaliennes)
Sites arrêtés sécheresse et/ou points Nodal	893	893	Pas d'évolution (missions régaliennes)
Sites utilisés pour la prévision des crues	1662	1668	Peu de changements : suppressions / créations équilibrées en la matière
Sites utilisés pour la police de l'eau	1514	1550	+ 2,3 % de sites à usage police de l'eau (sites créés polyvalents)
Sites spécialisés Hautes Eaux (HE)	768	734	-4 % des sites spécialisés HE
Sites spécialisés Basses Eaux (BE)	300	285	- 5 % des sites spécialisés BE
Site utilisés principalement en hydrométrie générale	411	346	-16 % des sites sans spécialisation
Site avec double spécialisation HE & BE	1110	1175	+6 % de sites polyvalents
Site Qmoy < 3,2 et > 2.5	255	203	-20 % de sites de qualité médiocre
Site Qmoy <= 2.5	227	128	-44 % de sites de qualité très médiocre
Sites Hauteur (non jaugés)	253	166	-34 % de sites non jaugés
Sites Hauteur avec surf BV < 200 km ²	46	23	-50 % de sites non jaugés dans les têtes de bassin
Sites petits bassins versants < M (<i>Sm entre 25 et 40 km² suivant le relief et le climat</i>)	123	104	-15 % de sites - conservation des sites justifiés par les UH et leurs partenaires (par ailleurs, 20 sites sur les 104 restant ont été identifiés d'intérêt local)
Sites mesurant des Sources	41	38	3 sites sources supprimés

Tableau 3 : Tableau de synthèse des évolutions apportées par le réseau cible

Effet des évolutions envisagées sur la répartition des sites

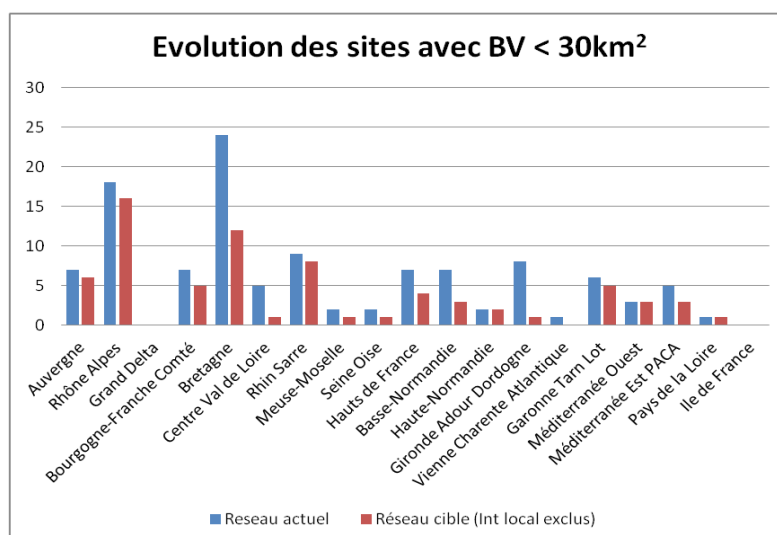
Un nombre conséquent d'actions de suppression et de création de sites vise en premier lieu à améliorer le maillage territorial de l'instrumentation des cours d'eau en supprimant des sites redondants ou peu utiles, pour se donner des moyens de créations de nouveaux sites dans des zones du territoire où des sous-instrumentations dommageables ont été identifiées.

Les sites mesurant des petits bassins

On note en premier lieu une réduction marquée de l'ordre de 20% du nombre de sites mesurant des bassins versants de moins de 30km²

Figure 35 : diminution par UH du nombre de sites de bassins versant de très faible taille

Les suppressions envisagées sont importantes en Bretagne où ces sites étaient les plus nombreux, ainsi que dans l'UH Gironde-Adour-Dordogne où ils seront pratiquement tous supprimés. Environ 15% des sites restants sont identifiés d'intérêt local et donc sujets à transfert vers des partenaires.



Répartition des sites du réseau cible dans les têtes de bassin

Le nombre de têtes de bassin jugés suréquipées (par 2 sites ou plus) est sensiblement réduit : 22 TB équipées par 2 sites ou plus seront « normalisées » par des suppressions ou transferts à venir de sites. Au total, le nombre de sites surnuméraires dans les TB dans le réseau cible sera de 175 sites au lieu de 228 actuellement.

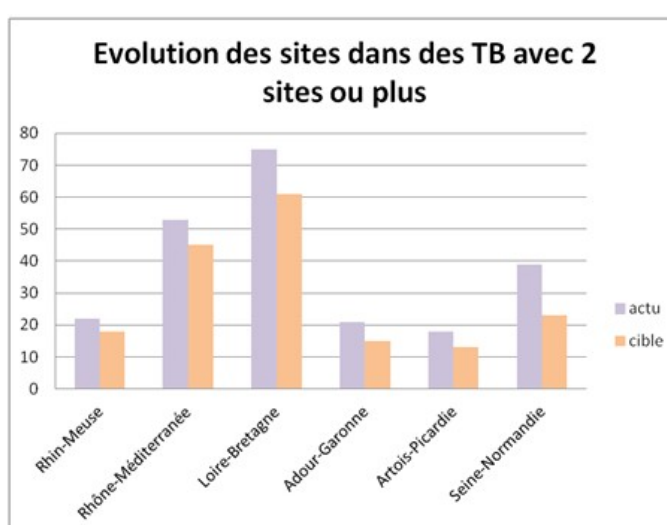
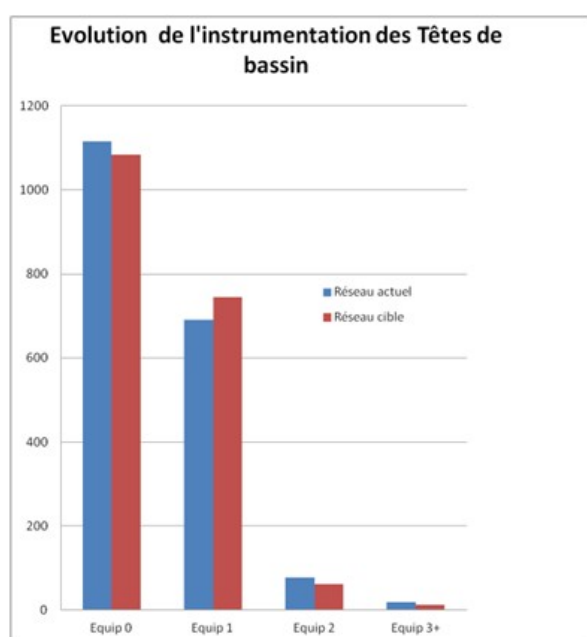


Figure 36 : Évolutions statistiques de l'instrumentation des têtes de bassin :

- à gauche le nombre des sites équipés de 0, 1 2 ou plus de 2 sites ;
- à droite les évolutions par bassin du nombre de sites dans des TB équipées de 2 sites ou plus

Le taux de TB équipées au niveau national passe de 1 / 2.42 à 1 / 2.32, aboutissant donc à une instrumentation des TB légèrement supérieure dans le réseau cible par rapport au réseau actuel. La méthode avait ciblé un taux de l'ordre de 1 / 2.7 a priori¹⁴. Il conviendra de revoir à posteriori cette cible pour l'adapter pour le prochain audit.

Dans les têtes de bassin, les évolutions du réseau envisagées tendent à combler une partie des vides actuels sans réduire, toutefois, les concentrations spatiales en grappe des zones les plus denses mises en exergue pour le réseau actuel dans le diagnostic.

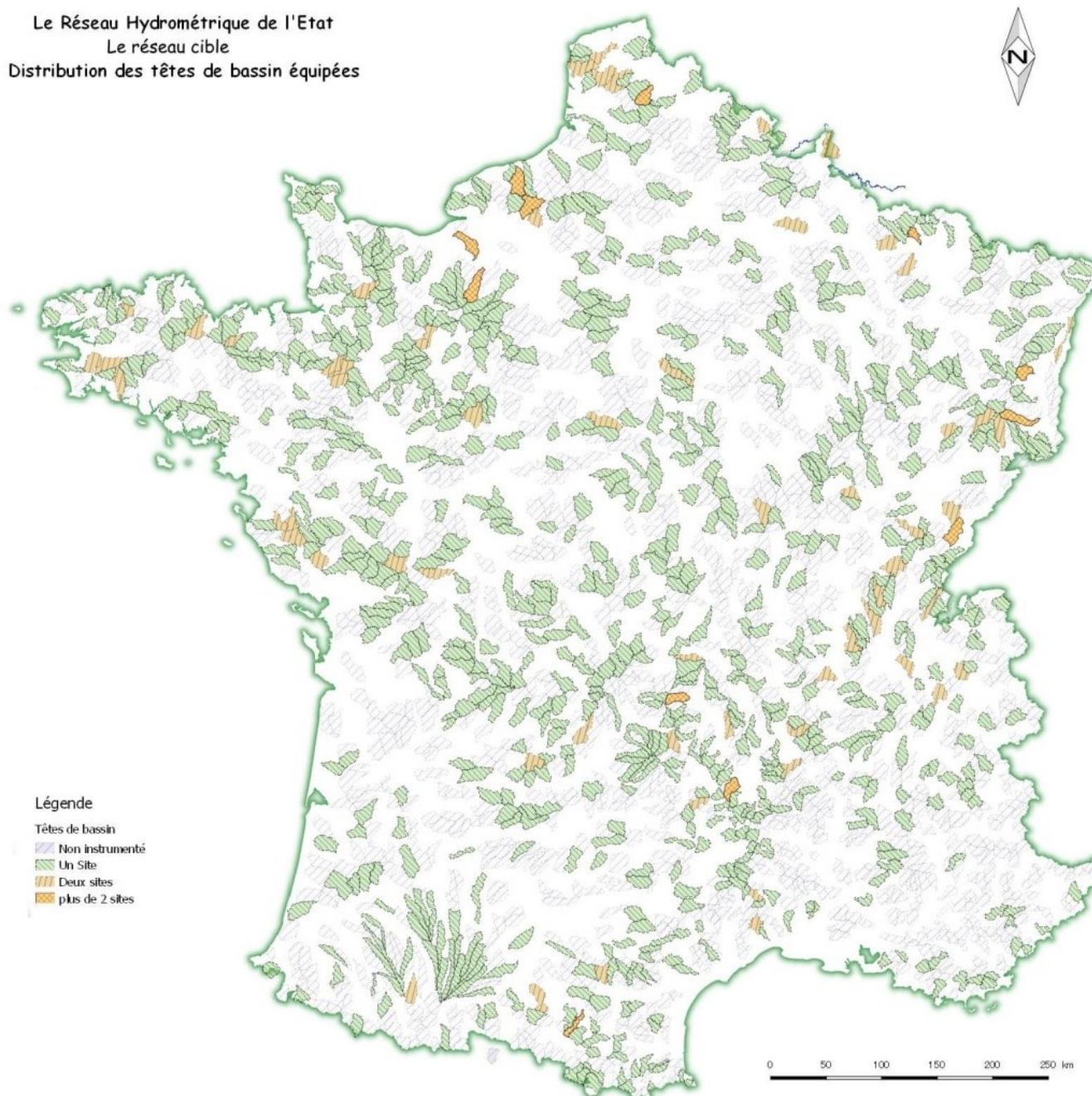


Figure 37 : Distribution des têtes de bassin équipées dans le réseau cible.

Cette carte doit être comparée avec son équivalente fournie pour le réseau actuel (cf Figure 18). Les comblements de vides sont patents ainsi que la diminution des TB équipées de 2 sites ou plus.

¹⁴ Cette valeur cible initiée en amont de la méthode devra être affinée a posteriori avec le retour d'expérience de l'audit

Répartition des sites du réseau cible dans les bassins versants intermédiaires

Les réorganisations spatiales envisagées ont un effet qui est bien visible dans la carte ci-dessous :

- les cas de densités d'équipements hors norme sur les bassins du réseau actuel sont réduits même si certains de ces BVi très équipés (ex : Ill en Alsace, l'Allan en Franche-Comté, le Vistre dans le Gard..) n'évoluent guère. Il faudra évoluer lors du prochain audit si ces sur-densités sont liées à la méthode ou si des nouvelles actions seront à mener ;
- Les créations de sites doivent, par ailleurs, permettre de combler quelques vides sur des secteurs très peu équipés dans l'Aquitaine et le Centre et dans une moindre mesure en PACA, région qui reste sous-équipée notamment dans sa partie alpine du fait de la difficulté de trouver des sites utiles et de qualité.

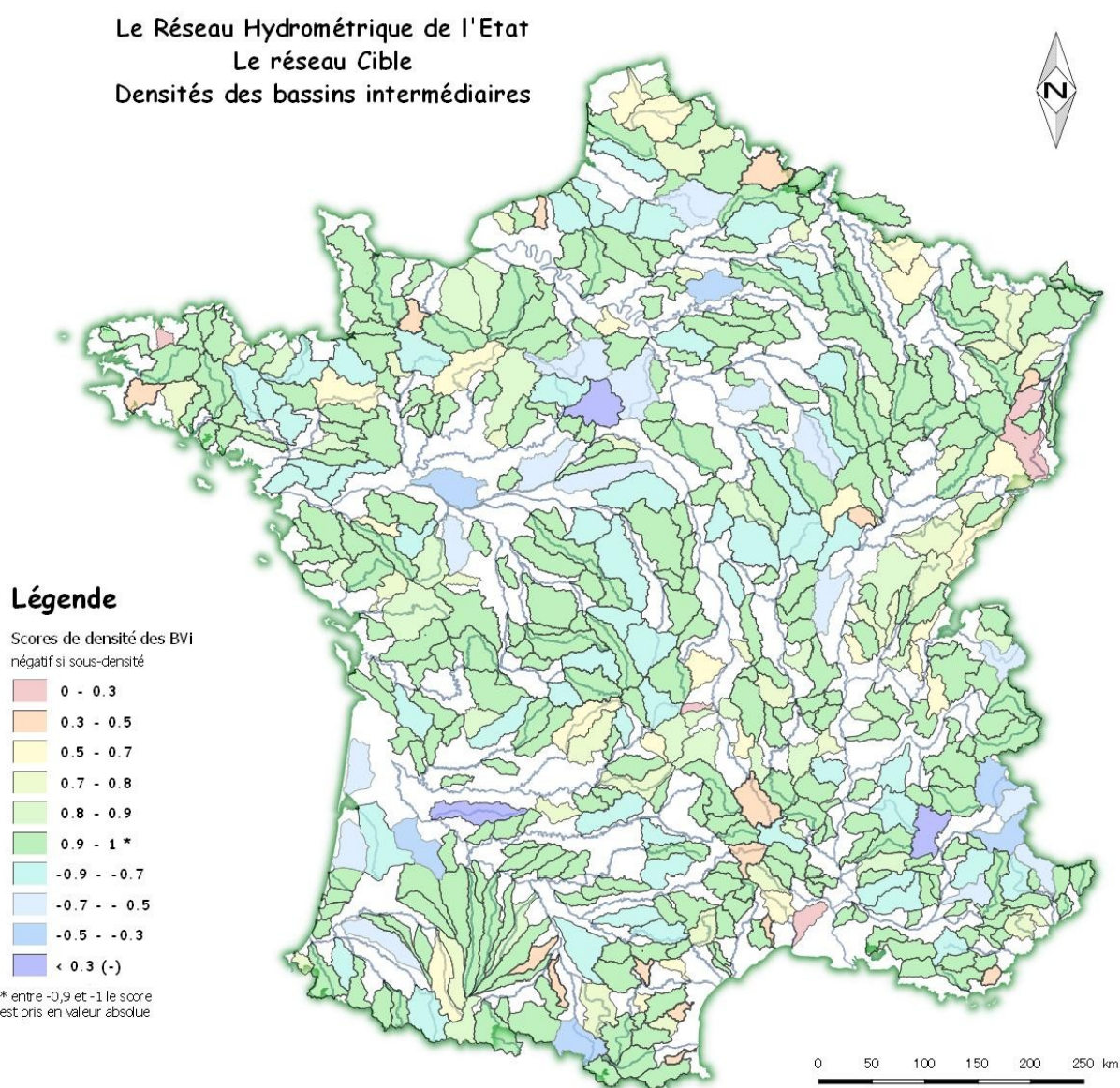


Figure 38 : Scores de répartition des BVi pour le réseau cible

La comparaison de la distribution des scores des BVi entre le réseau actuel (cf figure 21) et le réseau cible montre une nette réduction des occurrences des BVi à faible score aux deux bouts du spectre.

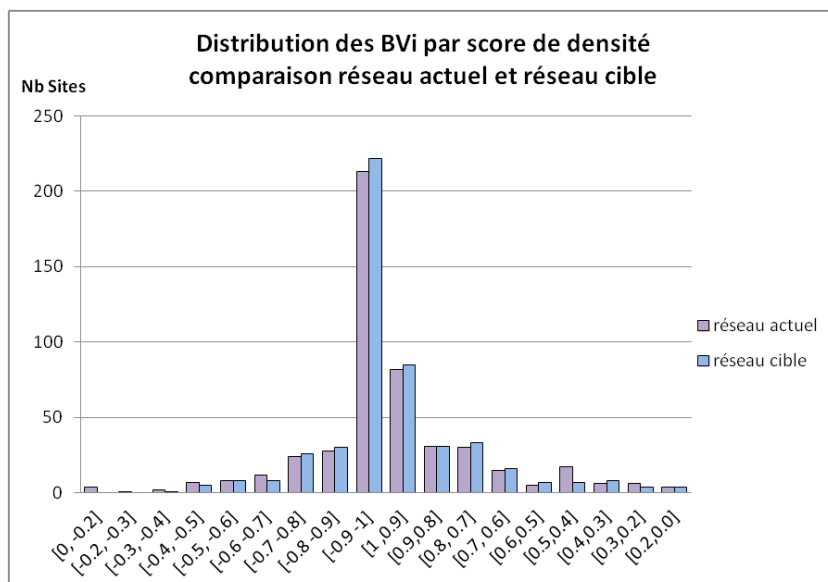
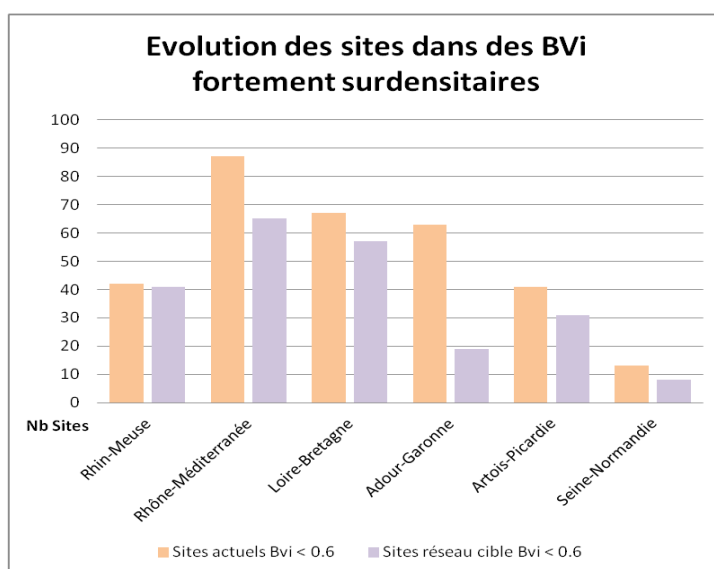


Figure 39 : Evolution des scores des BVi.

Comme cela a été signalé précédemment, les densités cibles de la méthode pour les BVi sont supérieures aux densités effectives. Cela explique la dissymétrie de la répartition des scores autour de la valeur 1 et produit une quantité majoritaire de bassins légèrement sous instrumentés. Il conviendra de réévaluer ces densités cibles lors du prochain audit.

Du fait de la réduction du nombre de BVi suréquipés, le nombre de sites se trouvant dans des BVi surdensitaires (dont le score est < 0.6) est également réduit, ce qui améliore de façon globale la valeur ajoutée et donc le critère VA/Coût des sites concernés.

Figure 40 : Réduction du nombre de sites dans les BVi surdensitaires (scores ≤ 0.6)



Répartition des sites du réseau cible dans les tronçons hydrométriques

L'équipement des TH fait l'objet d'une révision conséquente avec la disparition, dans le réseau cible, de plusieurs anomalies qui ont pu être constatées lors du diagnostic du réseau actuel. La réduction des sites jugés redondants est sensible dans presque tous les bassins, ce qui réduit sensiblement le nombre total de tronçons suréquipés. En parallèle, 5 TH non équipés en 2017 le seront à moyen terme.

De nombreux tronçons à 3 sites ou plus sont révisés dans le scénario (sur l'Aude par ex.), mais certains tronçons très équipés, selon la méthode, peuvent continuer à poser question : le Doubs en amont de Sochaux, l'Isère et l'Arc en amont de Grenoble, l'Ill en amont de Strasbourg, la Vienne à Châteauroux, l'Orne en amont de Caen, l'Adour à Aire sur Adour, etc. Différentes explications ont été fournies par les UH pour justifier la conservation de ces sites surnuméraires¹⁵, notamment le besoin de produire des mesures à comparer avec les niveaux de prévision de crues par les SPC notamment dans les zones à enjeux. Il conviendra de réévaluer la méthode lors du prochain audit.

¹⁵ Chaque site questionné en raison de scores faibles a fait l'objet d'une analyse avec des réponses fournies par les UH que l'on peut trouver dans les différents rapports d'audit des UH ou dans les synthèses de bassin.

Le Réseau Hydrométrique de l'Etat
Le réseau cible
Densités dans les tronçons hydrométriques

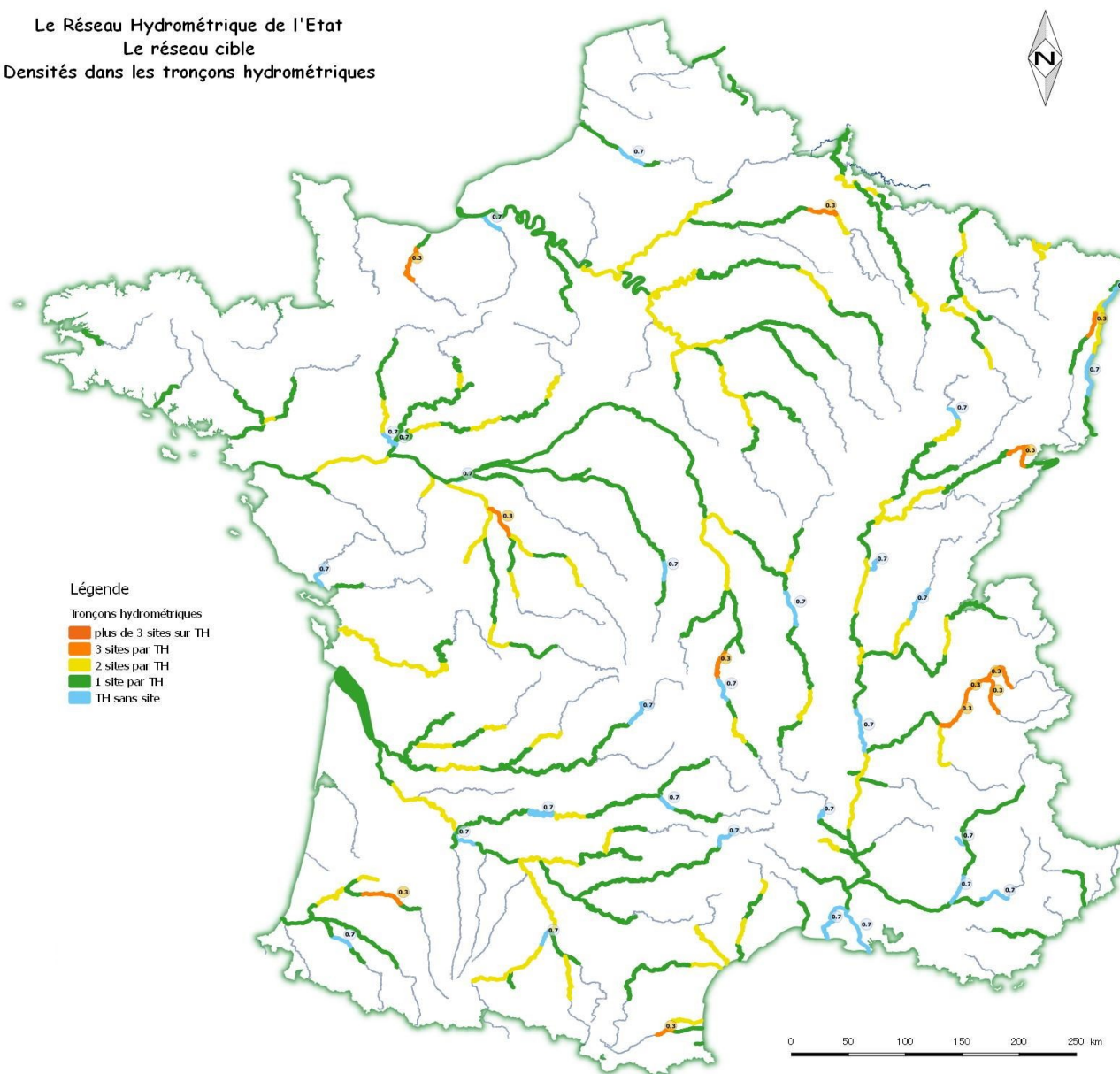
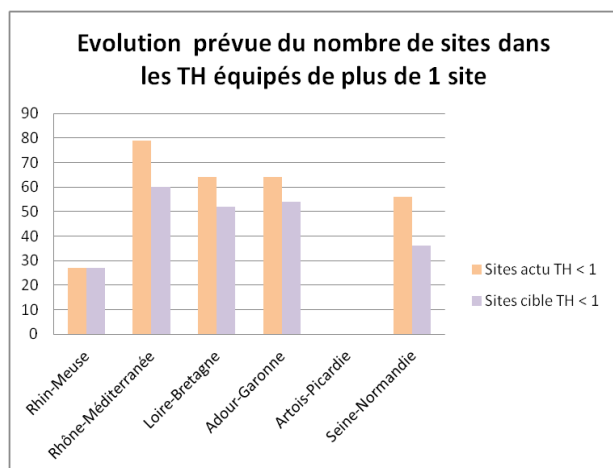


Figure 41 : Scores des tronçons hydrométriques du réseau cible



A l'exception du Bassin Rhin-Meuse, des réductions notables du nombre de sites dans les tronçons surnuméraires sont envisagées dans le réseau cible dans chaque bassin, ce qu'illustrent la carte et les diagrammes ci-dessus.

Figure 42 : Evolution des sites dans les TH surnuméraires

Effet des évolutions envisagées sur l'utilité des sites

Indépendamment de la question des répartitions spatiales, les modifications apportées améliorent globalement les scores d'utilité d'ensemble du réseau au niveau national et dans chaque bassin.

Le nombre de sites à faible score d'utilité est très fortement réduit du fait des suppressions de sites de faible qualité ou de peu d'usages quand le nombre de sites à score d'utilité élevé croît légèrement du fait des actions d'amélioration de qualité des sites existants et de l'utilité correcte présumée des sites qu'il est prévu de créer.

Figure 43 : Répartition comparée des scores d'utilité globale du réseau national (actuel et futur)

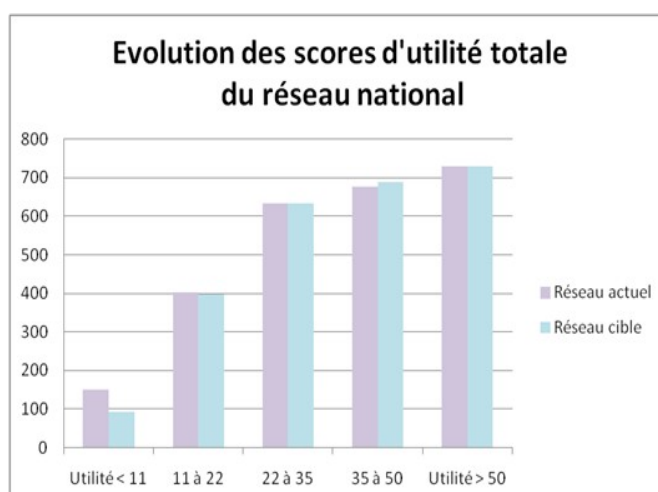
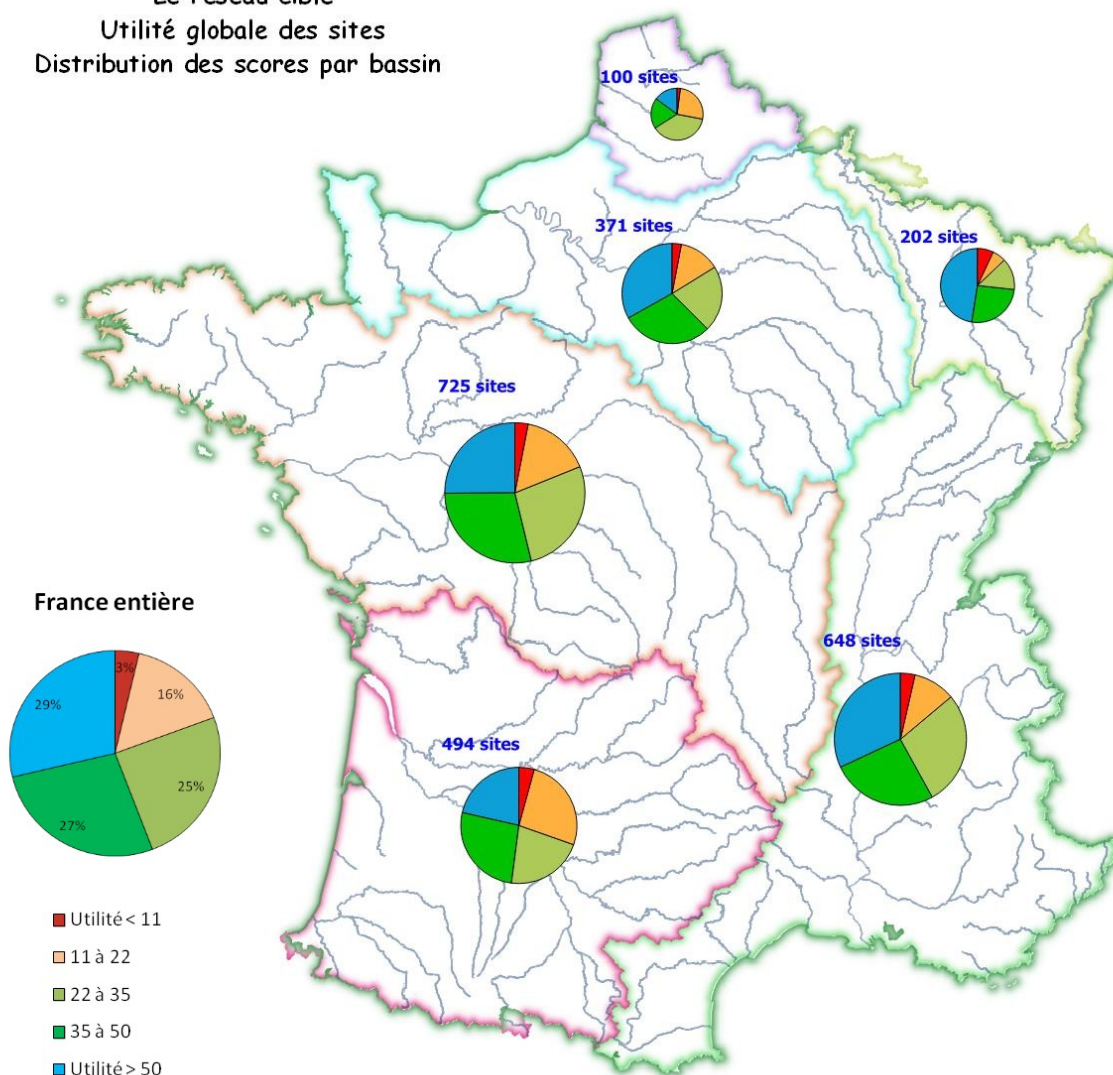


Figure 44 : Distribution des scores d'utilité par bassin et au niveau national

Le réseau cible
Utilité globale des sites
Distribution des scores par bassin



Les deux graphiques suivants indiquent en outre que les améliorations de score d'utilité se partagent de façon quasi égale entre les scores de basses et hautes eaux : les sites créés sont effectivement polyvalents (usages prévus en HE et BE) de façon majoritaire, alors que les sites que l'on envisage de supprimer n'affichent bien souvent que peu d'usages quel que soit le régime.

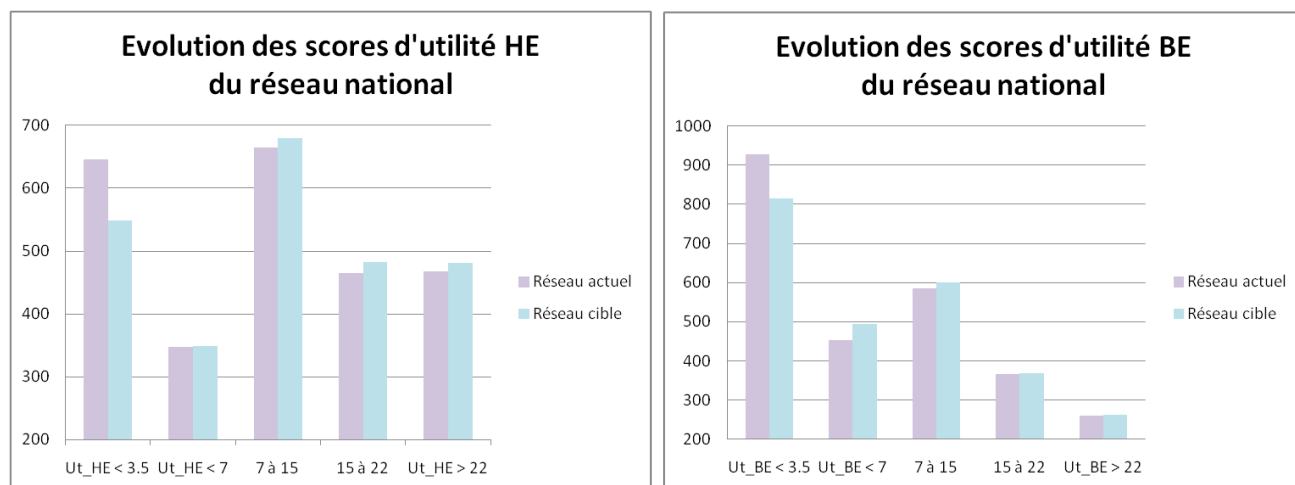


Figure 45 : Répartition comparée des scores d'utilité hautes et basses eaux du réseau national (actuel et futur)

Effet des évolutions envisagées sur la Valeur ajoutée/coût des sites

Les améliorations apportées sur les répartitions spatiales, notamment du fait de la suppression de sites moins utiles, ont un effet très sensible globalement sur les scores de Valeur ajoutée (VA) et de Valeur Ajoutée/Coût (VA/Cout) des sites au niveau national et dans chaque bassin à l'exception du bassin Rhin Meuse. L'analyse des évolutions des VA et des VA/ Coûts est redondante, car les coûts par site ne changent guère entre le réseau actuel et le réseau cible sauf en ce qui concerne les sites d'intérêt local pour lesquels on a divisé les coûts par deux par convention. C'est pourquoi l'analyse est faite sur le seul critère VA/Coût des sites.

Les graphiques suivants présentent les évolutions très positives du réseau sur ce critère qui est le critère de synthèse de l'analyse.

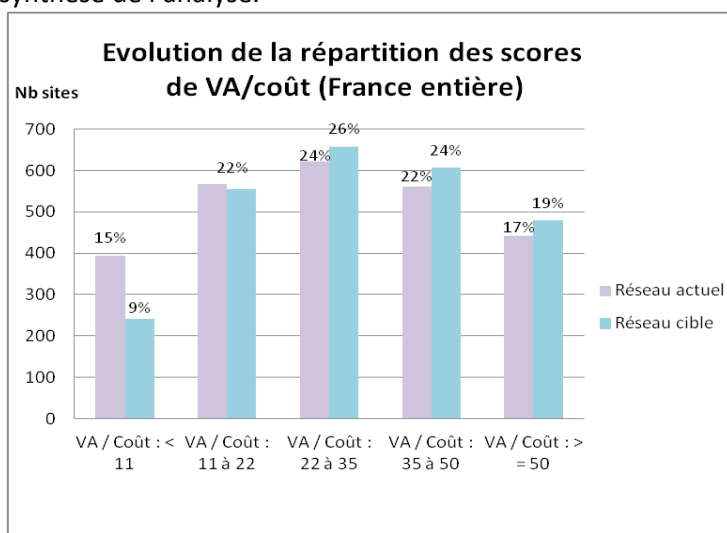


Figure 46 : Evolution des scores VA/coûts des sites entre le réseau actuel et le réseau cible

On note au niveau national la diminution importante du nombre de sites à faible VA/coût et l'augmentation sensible de sites dont la VA/coût est moyenne à forte.

L'analyse, menée au niveau des bassins, détaille ce résultat en distribuant les améliorations menées par bassin.

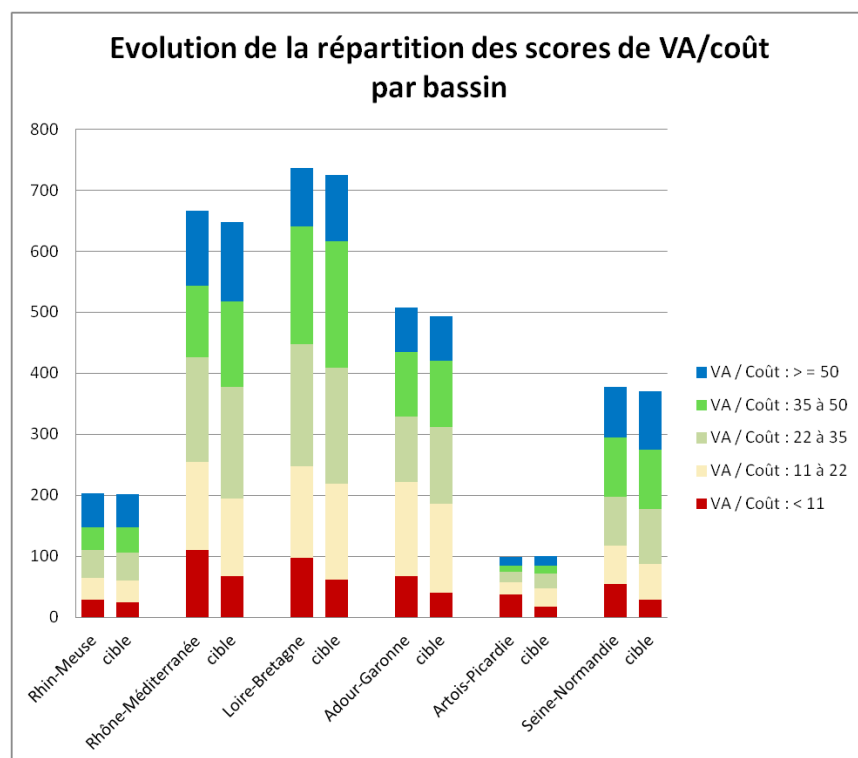


Figure 47 : Scores normalisés comparés de l'analyse multicritère

Sauf sur le bassin Rhin Meuse qui avait déjà un réseau avec des très on score et qui a donc moins d'évolution, les réductions de sites à faible VA/coût sont notables.

Bilan général des évolutions

Les calculs agrégés de la méthode multicritères appliquée au territoire national confirment les éléments précédents sur les évolutions envisagées du réseau à moyen terme.

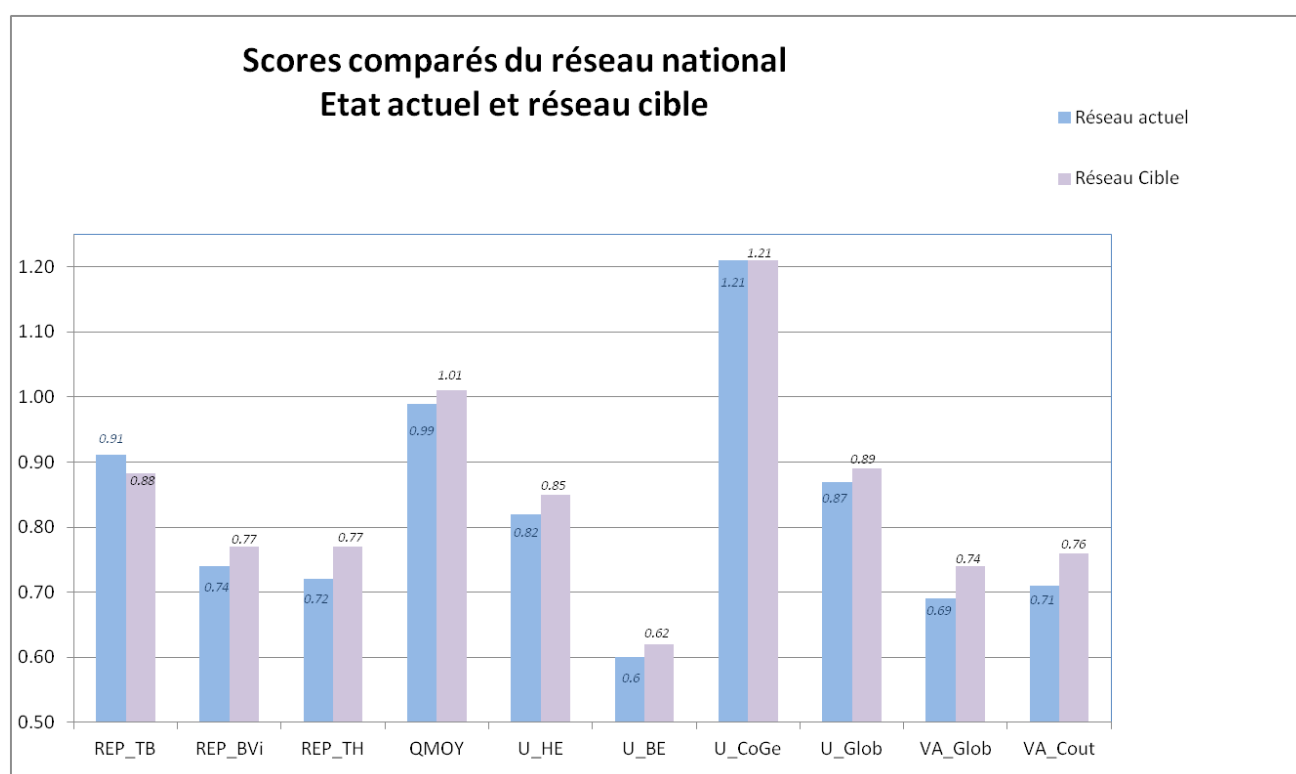


Figure 48 : Scores normalisés comparés de l'analyse multicritère appliquée au réseau national

Rep_TB, Rep_Bvi, Rep_TH : Scores de répartition pour les Têtes de Bassin, BV Intermédiaires et Tronçons Hydrométriques (valeur maximale 1)

QMOY : Scores de qualité moyenne du réseau (Max : 1,25)

U_HE, U_BE et U_CoGe, U_Glb : scores moyens d'utilité hautes eaux, basses eaux, connaissance générale et Utilité globale du réseau (divisés par 20 ou 60 pour l'utilité globale pour normalisation)

VA_Glb : score de valeur ajoutée globale du réseau normalisé (divisé par 60 pour normalisation). C'est l'Utilité affectée par les scores de répartition (surdensités seulement)

VA_Coût¹⁶ : score de valeur ajoutée divisé par le coût normalisé (divisé par 60)

Pratiquement tous les critères d'évaluation gagnent plusieurs points, à l'exception notable du score de répartition sur les têtes de bassin qui baisse de trois points du fait de l'augmentation du taux de bassins équipés. Ce taux s'éloigne un peu plus encore de la valeur fixée a priori (1/2.7 vs 1/2.42 actuellement et 1/2.32 dans le réseau cible).

L'effet des suppressions de sites parfois anciens avec des scores d'utilité en hydrométrie générale relativement élevés (du fait de leur ancienneté) est compensé au point près par celui des créations de sites de meilleure qualité anticipée (mais de plus faible patrimonialité) et la suppression de sites jugés de moindre utilité.

On notera donc que le réseau gagne en utilité à la fois sur les crues et les étiages avec moins de sites surnuméraires dans toutes les EHP (TB, TH et Bvi) ce qui se traduit par une augmentation très sensible du score global de valeur ajoutée avec ou sans prise en compte des coûts.

¹⁶ Les coûts étant normalisés (moyenne de 1) la différence à la hausse entre VA et VA/Coût tient principalement au nombre de stations du réseau qui sont gérées par des partenaires et donc à coût très réduit pour les UH

PARTIE 4 CONCLUSIONS ET SUITES DE L'AUDIT

Un réseau État limité par ses moyens

L'hypothèse prise a été de travailler à moyens constants dans chaque UH (moyens humains et financiers) pour répondre aux enjeux actuels. Des hypothèses de coûts (humain et financier) ont été prises pour des stations considérées comme d'intérêt local, des créations de stations, ou des augmentations de jaugeage.

Il faudra néanmoins veiller aux coûts supplémentaires de transition qui n'ont pas été pris en compte et qui seront supérieurs aux coûts actuels : mise en place de conventions, installation ou désinstallation de stations, ... Les moyens constants envisagés dans le cadre des scénarios le sont effectivement sur le long terme. Sur le court terme, ils nécessiteront d'être augmentés pour mettre en œuvre les actions des scénarios. Il s'agit de moyens humains mais aussi financiers pour répondre aux coûts d'investissements pour les nouvelles stations.

Par ailleurs dans un contexte d'allongement des périodes d'étiages, il faudra veiller à ne pas réduire les moyens humains en particulier les crédits de vacations, essentiels pour assurer les jaugeages nécessaires au suivi de l'étiage.. Sans cette pérennité des moyens humains, la mise en œuvre du scénario ne sera pas possible.

Le réseau proposé dans le scénario retenu a ses limites. Il ne permettra pas de répondre à l'ensemble des besoins existants dans le domaine de l'hydrométrie. Il est centré sur les enjeux d'intérêt général portés par l'État : crues, étiage, connaissance. Ainsi, avec les moyens dont il dispose, le réseau de l'État ne peut pas répondre à toutes les demandes d'installation de stations pour des enjeux plus locaux. Ces besoins complémentaires seront à couvrir en partenariat avec les acteurs locaux.

La croissance des enjeux en matière de suivi voire de suivi, voire de prévision des étiages et de suivi du changement climatique ne relève pas de cet exercice. Si une augmentation du besoin en données hydrométriques était avérée et validée (nombre de sites, fréquence de jaugeage, précision de la donnée), cela devrait faire l'objet d'une nouvelle réflexion menée sous pilotage de la DEB, en identifiant les moyens adaptés.

Une mise en œuvre sur 5 ans par les DREAL en concertation avec les partenaires

La mise en œuvre des conclusions de cet audit sera l'occasion d'affirmer et de consolider la mission de tête de réseau de l'hydrométrie pour les DREAL sur leur territoire (pôle 1 et leurs Unités d'Hydrométrie), vis-à-vis des partenaires habituels, mais aussi des partenaires émergents (syndicats de bassin, « gémapiens », qui installent et gèrent des réseaux de mesure).

Le rôle des DREAL de coordinateur de l'hydrométrie semble en effet important pour veiller au développement d'un réseau le plus efficace possible, éviter les doublons et garantir une donnée bancarisée la plus fiable possible. Par ailleurs, pour que les pratiques soient le plus coordonnées et harmonisées possibles, une bonne information sur l'hydrométrie vis-à-vis des différents partenaires est essentielle. Plusieurs UH ont déjà commencé ce travail de pilotage des partenaires en charge d'hydrométrie sur leur territoire, et ces initiatives seront à généraliser au niveau national.

Dans le cadre de cet audit, pour réaliser le diagnostic de leur réseau, les DREAL ont sollicité un panel parmi leurs partenaires. Puis elles ont élaboré avec le SCHAPI et la DEB un scénario cible. Une communication sera faite auprès des partenaires, au niveau local, régional ou national en fonction de leur périmètre d'intervention pour les informer du résultat de l'audit.

La mise en œuvre pourra conduire à des adaptations et/ou ajustements du scénario cible, qui constitue une base de travail. Celle-ci pourra évoluer, notamment pour prendre en compte les éléments amenés par les échanges à venir avec les partenaires extérieurs.

Les actions de suppressions de sites et celles de transferts vers les partenaires (sites d'intérêt local) seront à concerter, et pourront aboutir à des modifications de scénario quand cela sera justifié. Dans le cas de transferts de site, des conventions de partenariat seront à mettre en place. De la même manière, les créations de stations devront faire l'objet d'une étude approfondie pour déterminer leur emplacement et les possibilités technico-économiques de ces créations.

Par ailleurs, la mise en œuvre opérationnelle de cet audit a vocation à être une composante du projet stratégique du réseau Vigicrues et des Plans d'Actions Quadriennaux qui vont être préparés en 2020 (2021-2024) par le SCHAPI et les DREAL à l'échelle du territoire de compétence de ces dernières.

Un pilotage renforcé du réseau hydrométrique par le SCHAPI et la DEB

Cet audit a permis d'élaborer le socle d'une stratégie commune DEB-DGPR relative au pilotage de réseau hydrométrique de l'État. Il a montré la multiplicité des besoins auxquels répondent les données hydrométriques. Il a mis en exergue des enjeux grandissants sur le suivi de l'étiage des cours d'eau, dans un contexte de dérèglement climatique ou encore de connaissance hydrologique. L'exercice a permis de soulever des questions de pilotage pour renforcer les liens entre les producteurs de la donnée et les utilisateurs et notamment dans le cadre des politiques publiques portées par la direction de l'eau et de la biodiversité. Plus généralement, il invite à définir le périmètre d'action du réseau hydrométrique de l'État et questionne le cadrage de certaines politiques publiques. Enfin, il ouvre des perspectives de partage de pratiques et d'expériences entre les unités hydrométriques sur plusieurs domaines techniques tels que la qualité des données ou l'installation des stations.

Le comité technique qui a suivi la réalisation de cet audit pourra continuer à suivre sa mise en œuvre avec en particulier un bilan à mi-parcours (2022) mais également de dresser un retour d'expérience de ce premier audit national du réseau hydrométrique de l'État afin d'en tirer des enseignements méthodologiques pour les prochains.

ANNEXE : RAPPEL DE LA MÉTHODE D'AUDIT

La méthode d'analyse multicritères a été co-construite au cours de 5 ateliers avec un groupe technique d'une dizaine de personnes, composé d'hydromètres, de responsables d'unités, du responsable du projet au SCHAPI et d'intervenants scientifiques et ministériels. Ces ateliers animés par l'Assistance à Maîtrise d'Ouvrage ont permis de valider les éléments qui émergeaient des discussions et réflexions des intervenants.

Les éléments de méthode suivants ont été adoptés :

- Un axe cartographique où les critères sont des **critères de répartition spatiale** des sites de mesure au sein des bassins versants et des grands cours d'eau à l'aval de ceux-ci.
- Des **scores d'Utilité** attribués de façon indépendante à chaque site de mesure.
- La **Valeur ajoutée** d'un site correspond à son utilité pondérée par le score de répartition spatiale de l'entité géographique dans laquelle il se situe, ce score étant inférieur à 1 et d'autant plus faible que l'on dépasse les standards de densité nationaux estimés dans la méthode.
- S'y rajoute enfin un critère de **coût d'ensemble** du réseau associé à une qualification de **coût relatif** affecté à chaque site par les UH, permettant d'exprimer un score de Valeur ajoutée / coût à chaque Site puis au réseau dans son ensemble.

L'analyse multicritère est réalisée par l'agrégation successive des différents critères et sous critères définis dans la méthode avec des pondérations de chaque sous-critère qui ont été largement débattues avant validation.

L'Utilité d'un site est obtenue par le croisement (multiplicatif) des scores attribués sur deux familles de critères :

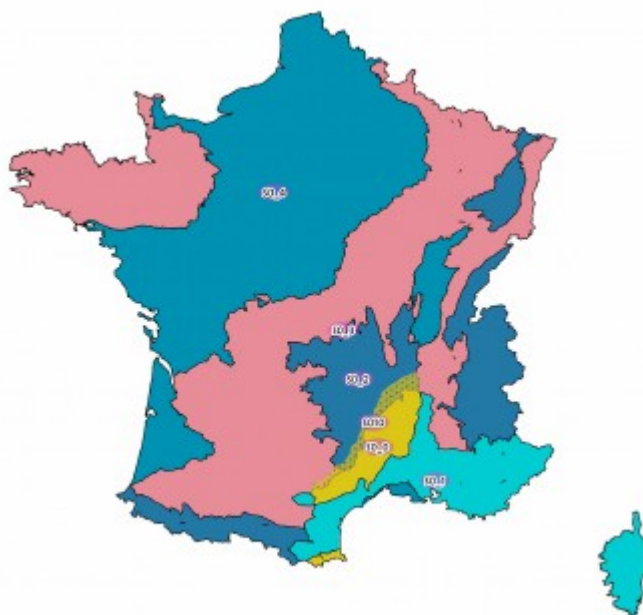
- des critères de « **Qualité** » attribués aux Sites et aux données produites de façon intrinsèque : la qualité est elle-même construite avec différentes composantes ou sous-critères pondérés.
- des critères « **d'Usages** » correspondant à une somme de scores (ou de points) donnés pour une liste d'usages prédéfinis des données des sites.

En effet, un site de mauvaise qualité même avec des usages multiples est peu utile.

Qualité et Usages (et donc Utilité) sont notés distinctement dans **trois classes de régimes** hydrologiques :

- Les Crues ou « **Hautes Eaux** » (HE)
- Les Étiages ou « **Basses Eaux** » (BE)
- Les régimes généraux de moyennes eaux en y incluant la notion de chroniques de données et donc de patrimonialité des séries de données des sites (**Connaissance Générale – CoGe**)

Pour tenir compte de **l'hétérogénéité du territoire français et donc des besoins différents en densité hydrométrique**, le territoire a été découpé selon le relief, la géologie et le climat en **5 classes hydroclimatiques**. Pour chacune de ces cinq classes des paramètres différents relatifs aux scores de densités ont été appliqués dans la méthode d'analyse.

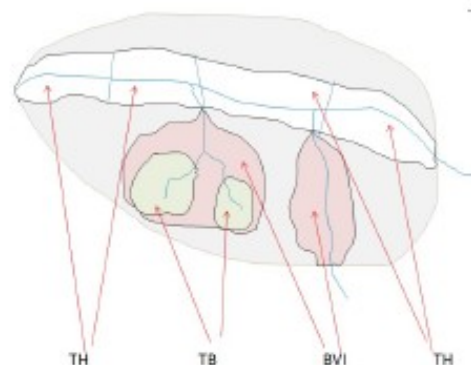


Les 5 classes hydroclimatiques

	Classe 1-C	Secteur Cévenol ou équivalent
	Classe 1	Secteur méditerranéen à relief
	Classe 2	Montagnes et piémonts
	Classe 3	Espaces collinaires
	Classe 4	Plaines et plateaux

Pour établir des critères spatiaux de répartition, le territoire national a été découpé en « Entités Hydrométriques Pertinentes » (EHP) qui se déclinent en trois classes :

- Les têtes de bassin (TB) de taille variable en fonction de secteurs hydro-climatiques définis pour la méthode à partir des hydroécorégions de niveau 1 (cf cartographie ci-dessus)
- Les tronçons Hydrométriques (TH) des grands cours d'eau dont le bassin versant amont est supérieur à des seuils variables en fonction des secteurs hydro-climatiques définis.
- Les bassins versants intermédiaires (BVI) de taille comprise entre celle des TB et la taille minimum en amont des TH



Les TB peuvent être situées au sein de BVI qui les englobent. Des TB peuvent être raccordées directement à des Tronçons hydrométriques (petits affluents latéraux) ou se jeter dans la mer (petits bassins côtiers).

Classe	Seuil min TB (km ²)	Seuil max TB – Seuil min BVi (km ²)	Seuil max BVi (km ²)	Surface (*) caractéristique S ₀
Classe 1-C	40	100	700	150
Classe 1	50	120	900	180
Classe 2	60	150	1200	200
Classe 3	80	220	1500	220
Classe 4	100	260	2000	250

Les « Têtes de Bassin » sont conçues pour que l'instrumentation hydrométrique ne concerne qu'une partie d'entre elles (de l'ordre de 1 sur 3). A priori, une TB ne devrait pas être équipée de plus d'une station (sauf cas exceptionnels). La tête de bassin aura donc un score de répartition de 1 si elle est équipée d'une station ou de 0 station. En revanche son score chute s'il existe 2 ou plus de sites en son sein (les sources n'étant pas prises en compte) : son score est de 0,6 avec 2 sites et 0,3 avec 3 sites.

Par ailleurs la répartition spatiale des têtes de bassin équipées devrait être harmonieuse, tout en tenant compte des disparités et spécificités hydro-géographiques des territoires et de leurs sous-régions (Hydro-éco-régions).

Les « **Tronçons Hydrométriques** » ont été découpés de façon à ce qu'il n'y ait en général besoin que d'un seul site par tronçon. La règle est qu'un TH a une longueur de 50km au maximum et que l'accroissement de surface de son bassin entre l'amont et l'aval ne doit pas excéder 25 %. Donc un TH sauf exception (avec des raisons spécifiques) devrait idéalement être équipé d'un seul Site. Son score est de 1 s'il est équipé d'un site. Au-delà de 1 site son score est diminué. Il l'est également s'il n'est pas équipé.

Les « **Bassins Versants Intermédiaires** » (BVI), quant à eux, sont qualifiés sur un critère de densité spatiale simple, soit un nombre de sites par unité de surface. Pour tenir compte des variations hydroclimatiques, un paramètre est introduit pour faire varier ce taux surfacique suivant les 5 grandes classes. On a retenu une densité cible de $1/S0$ donnant le score maximum pour chaque BVI. $S0$ est une surface caractéristique variable selon les zones hydroclimatiques (cf tableau ci-dessus). La densité type dans les BVI en secteur de collines à climat océanique est de 1 site pour 220km^2 . Il est de 1 site pour 150 km^2 en secteur cévenol ou méditerranéen et $1/250\text{km}^2$ en secteurs de plaines et plateaux.

Le traitement spatial des données permet de donner un **score de répartition** à chaque entité hydrométrique (EHP) selon le nombre de sites comptés en son sein. Le score est inférieur ou égal à 1 dans tous les cas et d'autant plus faible que l'on s'éloigne des taux ou densités types établis pour la méthode. Les scores sont négatifs en cas de sous-densité (positif si sur-densitaire).

Pour être complet, un seuil de pertinence hydrométrique a été introduit dans les critères spatiaux. Il consiste en une taille minimale de bassin à instrumenter, qu'il soit ou non compris dans une tête de bassin ou un BVI. Cette taille varie entre 20km^2 en secteur Cévenol et 40 km^2 dans les plaines et plateaux calcaires (30 km^2 en montagne). En deçà de ces seuils un site sera fortement pénalisé par un score de répartition dit "intrinsèque" égal à 0,25. Ces sites sont traités à part dans l'audit et n'interviennent pas dans les calculs de répartition.

Il en va de même des « Sources » (surgescences ou résurgences majeures) qui ne sont pas « concernées » par les scores de répartition si elles ont bien été déclarées comme telles dans la base de donnée.

La **Valeur Ajoutée** d'un site (**VA**) est le produit du score de répartition de l'Entité Hydrométrique Pertinente où se situe le site (en cas de surdensité uniquement, pas en cas de sous-densité) par le score d'utilité intrinsèque du site. La valeur ajoutée est donc égale à l'utilité, sauf dans les secteurs de surdensité et pour les sites dont le BV amont est en deçà du seuil de pertinence indiqué plus haut.

Enfin, la note finale d'un site est le rapport de sa valeur ajoutée avec son score de Coût, le critère **VA/Coût**. Le score de Coût (entre 0,25 et 2) est attribué par l'UH aux stations composant le Site de mesure. Le score est une valeur relative par rapport à un coût moyen de station établi à 1 par UH.

Ainsi, un site à faible valeur ajoutée mais également à faible coût peut avoir un score honorable : par exemple, une station de qualité réduite car non jaugée, éventuellement financée par une collectivité, pourra avoir un coût relatif de 0,25 par rapport à des stations nécessitant jaugeages et entretien fréquent, ce qui lui donnera une note finale 4 fois supérieure.

Lorsque tous les scores sont calculés, on peut établir un **profil d'ensemble du réseau** suivant les différents critères retenus qui sont agrégés et normalisés à l'ensemble du réseau.

Ce profil s'apparente à une analyse de « constantes » d'ensemble. Il comprend :

- Un score de répartition pour ses têtes de bassin (**REP-TB**)
- Un score de répartition pour ses bassins intermédiaires (**REP-BVI**)
- Un score de répartition pour ses tronçons hydrométriques (**REP-TH**)

Pour ces trois scores, calculés avec des moyennes quadratiques 1 est le maximum par construction.

- Un score de qualité moyenne de ses sites (**Qmoy**)
- Un score d'utilité globale (**U_Glob**), segmenté pour les hautes eaux, basses eaux et connaissance générale (soit **U_HE**, **U_BE**, **U_CoGe**) avec une formule de calcul qui normalise les scores agrégés. *Les scores de ces composantes indiquent si les sites du réseau sont spécialisés ou équilibrés en matière d'utilité (principalement pour les HE et les BE).*

Les réseaux ayant de nombreux secteurs avec de forts enjeux relatifs aux crues auront des scores U_HE élevés. Il en ira de même avec U_BE pour les réseaux où les enjeux d'étiage sont importants sur la majorité du territoire. Enfin, le score d'utilité « connaissance » U_CoGe, va donner une prime importante aux réseaux dont les stations sont anciennes (patrimonialité) avec des chroniques longues et de bonne qualité sur des secteurs où la connaissance des régimes intermédiaires est jugée importante (suivis des flux, gestion de la ressource, ...).

- Un Score de Valeur ajoutée **VA_Glob** (agglomère Utilité et scores de répartition)
- Un score de Valeur ajoutée / coût (**VA_Coût**). Il ne doit pas être très inférieur à celui de la VA seule

Sur ce dernier point on rappelle que le score de coût a une moyenne de 1 imposée pour l'ensemble des sites.

Index des illustrations

Figure 1 : répartition des sites du réseau national dans les grands bassins hydrographiques.....	6
Figure 2 : Taux surfaciques d'équipement selon les bassins hydrographiques et rapportés aux surfaces relatives de ceux-ci.....	7
Figure 3 : Répartition des sites par type de données produites par grand bassin hydrographique et France entière.....	7
Figure 4 : Répartition des sites "particuliers" par grand bassin hydrographique et France entière.....	8
Figure 5 : répartition des sites suivant leur ancienneté par grand bassin hydrographique et France entière.....	9
Figure 6 : Spécialisations des sites par grand bassin hydrographique et France entière.....	11
Figure 7 : Analyse des scores de qualité moyenne (Qt) des sites par régimes (hautes eaux (HE), basses eaux (BE) et toutes eaux (CO)), par grand bassin hydrographique et France entière.....	12
Figure 8 : Répartition des scores de qualité moyenne des sites, par grand bassin hydrographique et France entière.....	12
Figure 9 : Répartition des scores de qualité des sites anciens par rapport à la totalité des sites.....	12
Figure 10 : Qualité des sites selon leurs spécialisations et en fonction du régime.....	13
Figure 11 : distribution des scores d'utilité globale des sites.....	14
Figure 12 : Comparaison des répartitions des scores d'utilité Crues (HE) – Etiages (BE) par grand bassin hydrographique et France entière.....	15
Figure 13 : Les 5 classes hydroclimatiques.....	16
Figure 14 : Taux surfaciques effectifs et attendus a priori selon la méthode par secteurs Hydroclimatiques.....	16
Figure 15 : Distribution des sites par taille des BV amont mesurés (France et bassins).....	17
Figure 16 : variabilité du taux de sites mesurant de très petits bassins selon les UH.....	18
Figure 17 : Partitionnement du territoire en 3 classes d'entités hydrométriques pertinentes.....	19
Figure 18 : Répartition spatiale des Têtes de Bassins équipées.....	21
Figure 19 : Répartition de l'équipement des TB par grand bassin hydrographique et France entière.....	22
Figure 20 : Ratio des TB équipés de 1 site ou plus par UH.....	22
Figure 21 : variabilité des scores de densité d'équipement dans les BVi.....	23
Figure 22 : répartition des bassins intermédiaires surdensitaires et sous-densitaires par grand bassin hydrographique et France entière.....	24
Figure 23 : Distribution des BVi selon les scores de densité (valeurs négatives en cas de sous-équipement par rapport à l'attendu) Entre -0,9 et -1 on prend la valeur absolue pour le score, ce qui explique la prédominance du vert de la figure 21.....	24
Figure 24 : Équipement des Tronçons hydrométriques.....	25
Figure 25 : Répartition des tronçons selon le nombre de sites qui les équipent par grand bassin hydrographique et France entière.....	26
Figure 26 : Répartition par UH des sites mesurant des petits bassins versants.....	26
Figure 27 : Distribution des scores de VA/ Coût des sites par grand bassin hydrographique et France entière.....	27
Figure 28 : Scores normalisés du réseau national selon l'analyse multicritères.....	28
Figure 29 : comparaisons des scores des réseaux par grand bassin hydrographique et France entière.....	29
Figure 30 Répartition des actions d'évolution vers le réseau cible au niveau national.....	31
Figure 31 Taux d'actions d'évolution sur le réseau actuel (ne comprend que les actions sur les sites existants, c'est à dire exclut les créations).....	31
Figure 32 : Répartition des actions d'évolution par grand bassin hydrographique et France entière.....	32
Figure 33 :Taux comparés de traitement des sites suivant leur score VA/coût.....	33
Figure 34 : Répartition des actions par UH.....	33
Figure 35 : diminution par UH du nombre de sites de bassins versant de très faible taille.....	35
Figure 36 : Évolutions statistiques de l'instrumentation des têtes de bassin :.....	35
Figure 37 : Distribution des têtes de bassin équipées dans le réseau cible.....	36

Figure 38 : Scores de répartition des BVi pour le réseau cible.....	37
Figure 39 : Evolution des scores des BVi.....	38
Figure 40 : Réduction du nombre de sites dans les BVi surdensitaires (scores ≤ 0.6).....	38
Figure 41 : Scores des tronçons hydrométriques du réseau cible.....	39
Figure 42 : Evolution des sites dans les TH surnuméraires.....	39
Figure 43 : Répartition comparée des scores d'utilité globale du réseau national (actuel et futur).....	40
Figure 44 : Distribution des scores d'utilité par bassin et au niveau national.....	40
Figure 45 : Répartition comparée des scores d'utilité hautes et basses eaux du réseau national (actuel et futur).....	41
Figure 46 : Evolution des scores VA/coûts des sites entre le réseau actuel et le réseau cible.....	42
Figure 47 : Scores normalisés comparés de l'analyse multicritère.....	42
Figure 48 : Scores normalisés comparés de l'analyse multicritère appliquée au réseau national.....	43

-