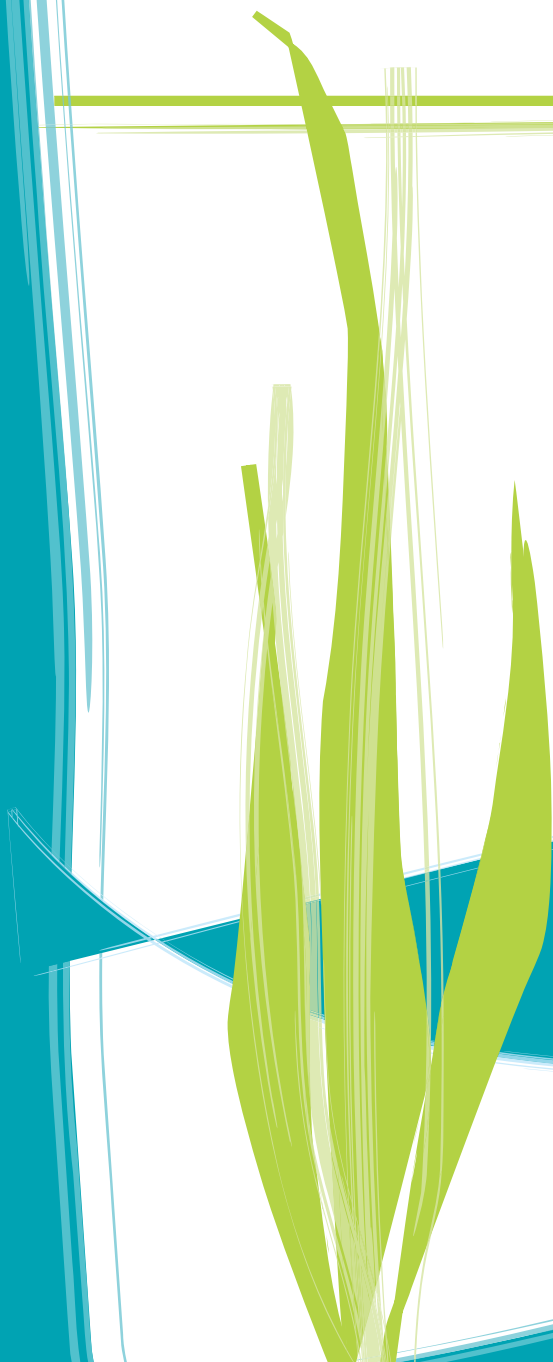




ETUDES QUANTITATIVES
DE LA RESSOURCE EN EAU
EN RHÔNE-ALPES

Evaluation des ressources
et des pressions quantitatives
à l'échelle du bassin versant



Association Rivière
Rhône Alpes

REMERCIEMENTS

Au groupe de travail qui a suivi et participé à la réalisation de ce cahier technique :

Julien BIGUÉ	Association Rivière Rhône Alpes (38)
Betty CACHOT	Syndicat de Rivières Brévenne-Turdine (69)
Hervé CALTRAN	Conseil général du Jura (39)
Alain DUPLAN	Syndicat Mixte du Bassin Versant de la Basse Vallée de l'Ain (01)
Claire FLOURY	Agence de l'Eau RM&C (69)
Annabel GRAVIER	SAGE Bièvre Valloire (38)
Hélène LUCZYSZYN	EMA Conseil (26)
Alice PROST	Syndicat mixte des territoires de Chalaronne (01)
Nicolas VALÉ	Association Rivière Rhône Alpes (38)

Avec la contribution de :

Alexandre BACHER	Contrat de milieux aquatiques du Rhins Rhodon et Trambouzan (42)
Guillaume BOUDIN	BURGEAP (38)
Eric BURLET	Syndicat Mixte de Gestion Intercommunautaire du Buëch et de ses Affluents (05)
Virginie CHIREZ	Assemblée du Pays Tarentaise-Vanoise (73)
Thierry CLARY	Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt de l'Isère (38)
Julien CORGET	Syndicat Mixte pour l'Aménagement et la mise en valeur du bassin versant de la Veyre et de ses affluents (01)
Sylvain CORNUT	Membre de l'Association Rivière Rhône Alpes (26)
Xavier DE VILLELE	Syndicat mixte du bassin versant du Lignon, de l'Anzon et du Vizézy (42)
Céline DECHAVANNE	Syndicat Mixte des rivières du Sornin et de ses Affluents (42)
Céline DREYER	Membre de l'Association Rivière Rhône Alpes (26)
Thierry DROIN	CESAME Environnement (42)
Claire GODAYER	Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement Rhône-Alpes (69)
Marie-Pénélope GUILLET	Syndicat mixte des Affluents du Sud-Ouest Lémanique (74)
Jean-Pierre JACOB	Météo France du département de l'Ain (01)
Jean-Claude MARTIN	BRGM (45)
Sylvain PEILLON	Coopérative A.T.EAU (38)
Daniel PIERLOT	Sépia Conseils (75)
Yves PIOT	Syndicat interdépartemental mixte à la carte d'aménagement de la Coise et ses affluents, du Volon et du Furan (42)

PRÉFACE

Le quatrième cahier technique de l'Association Rivière Rhône Alpes est le résultat d'un travail long et difficile... En effet, la gestion quantitative de l'eau à l'échelle d'un bassin versant est un sujet très vaste qui résulte de préoccupations récentes. Il s'est avéré fastidieux de cadrer de manière cohérente cette thématique pour laquelle nous disposons de retours d'expérience peu nombreux.

Le choix a été fait d'apporter une aide pour le lancement d'études de quantification de la ressource en eau en compilant et analysant les méthodes d'évaluation des pressions et impacts issues de plusieurs études menées en Rhône-Alpes.

Ce cahier technique n'est en aucun cas un guide méthodologique livrant « la » méthode pour quantifier la ressource et évaluer les pressions et impacts qu'elle subit. Il s'agit avant tout d'un outil permettant de se poser les bonnes questions et de prendre en compte les différentes dimensions de ce genre d'études, afin de pouvoir mieux définir ses besoins lors de la rédaction de cahiers des charges.

Le cahier technique n°4 a été réalisé grâce à l'aide de Julie WEISS, stagiaire à l'Association Rivière Rhône Alpes. Je salue ici son travail, ainsi que celui des membres du groupe de pilotage, qui ont suivi et encadré les différentes étapes de la rédaction du document.





La thématique de la gestion quantitative de la ressource en eau à l'échelle d'un bassin versant ouvre de nombreux axes de réflexion et l'Association Rivière Rhône Alpes s'attachera, dans ses actions à venir, à favoriser l'échange d'expériences autour de cette problématique d'actualité.

Très bonne lecture,

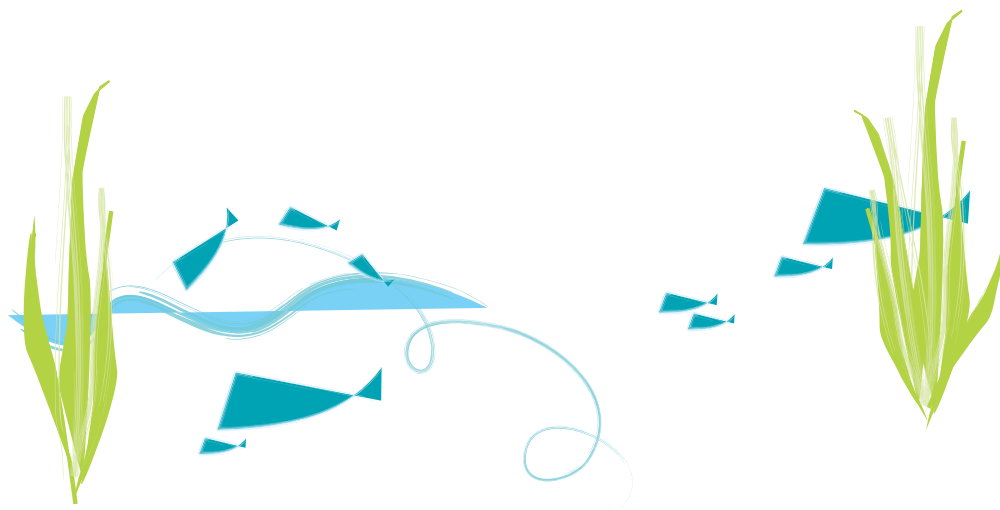


Betty CACHOT,
Présidente de l'Association
Rivière Rhône Alpes

SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	4
A : RAPPELS D'HYDROLOGIE, OUTILS DE GESTION ET REGLEMENTATION.....	6
 I Rappel sur le fonctionnement hydrologique du bassin versant.....	6
I.1 Le cycle et le bilan hydrologique.....	6
I.2 Le bassin versant.....	7
I.3 Les pressions de prélèvements.....	8
 II Réglementation et outils de gestion.....	9
II.1 Réglementation à l'échelle européenne et nationale.....	9
II.1.1 Directive Cadre Européenne sur l'Eau.....	9
II.1.2 Loi sur l'Eau et Code de l'Environnement.....	9
II.1.3 Circulaire sur la gestion quantitative de l'eau du 30 juin 2008.....	10
II.1.4 Projet de Loi Grenelle de l'Environnement II.....	11
II.2 Application de la réglementation à l'échelle des grands bassins hydrographiques et des bassins versants.....	11
II.3 Mesures actuelles de gestion en période de sécheresse.....	12
II.3.1 Arrêtés Cadre sécheresse.....	12
II.3.2 Arrêtés Préfectoraux.....	13
II.3.3 Réseau d'Observation de Crise des Assecs : ROCA.....	13
II.4 Définition des débits de référence et réglementaires.....	14
B : ELEMENTS DE L'ETUDE DIAGNOSTIC.....	17
 I Réflexions préalables à la rédaction du cahier des charges.....	17
I.1 Pourquoi une étude de quantification de la ressource ?.....	17
I.2 Typologie des bassins versants étudiés.....	17
I.3 La question des échelles de travail spatiales et temporelles.....	20
I.4 Travail de recherche et acquisition de données.....	20
 II Comment estimer la ressource en eau du bassin versant ?.....	21
II.1 Quelles sont les données nécessaires et où les trouver ?.....	21
II.1.1 Pour les eaux superficielles circulantes.....	21
II.1.2 Pour les eaux superficielles stagnantes.....	22
II.1.3 Pour les eaux souterraines.....	23
II.2 Comment traiter les données ?.....	23
II.2.1 Estimation de la ressource en eau superficielle circulante.....	23
II.2.1.1 Analyse des données météorologiques, répartition spatio-temporelle des pluies.....	23
II.2.1.2 Reconstitution des débits à partir des données météo.....	24
II.2.1.3 Description de l'hydrologie des cours d'eau.....	25
II.2.2 Estimation de la ressource en eau superficielle stagnante.....	28
II.2.2.1 Plans d'eau.....	28
II.2.2.2 Zones Humides.....	29
II.2.3 Estimation de la ressource en eau souterraine.....	31

III	Comment estimer les pressions quantitatives sur les ressources en eau ?.....	32
III.1	Les usages.....	32
III.2	Où trouver les données ?.....	33
III.2.1	Sources de données communes à l'ensemble des usages.....	33
III.2.2	Sources de données pour l'Alimentation en Eau Potable (AEP).....	34
III.2.3	Sources de données agricoles.....	34
III.2.4	Sources de données pour la neige de culture.....	34
III.2.5	Source de données pour les autres prélèvements.....	35
III.2.6	Sources de données pour les transferts et rejets d'eau.....	35
III.2.7	Sources de données pour les approches prospectives.....	35
III.3	Exploitation et interprétation des données.....	35
III.3.1	Prélèvements pour l'eau potable.....	36
III.3.2	Prélèvements agricoles (sauf retenues collinaires).....	37
III.3.3	Prélèvements pour la neige de culture.....	38
III.3.4	Les autres prélèvements.....	39
III.3.4.1	Les retenues collinaires.....	39
III.3.4.2	Les retenues hydroélectriques.....	40
III.3.4.3	Les prélèvements industriels, les piscicultures et les gravières.....	40
III.3.5	Pertes naturelles par évaporation.....	40
III.3.6	Prise en compte des rejets d'eau et des transferts.....	41
III.4	Exemple de représentations graphiques des pressions.....	44
IV	Comment estimer l'impact des pressions quantitatives ?.....	46
IV.1	Impact des prélèvements ou rejets sur l'hydrologie des cours d'eau.....	46
IV.1.1	Problématique générale.....	46
IV.1.2	Une manière de répondre à la problématique.....	46
IV.1.3	Autres exemples d'analyses.....	48
IV.2	Impact des prélèvements sur les nappes d'eau souterraine.....	49
V	Approches prospectives des ressources et des pressions.....	50
V.1	Evolution climatique des ressources.....	50
V.2	Evolution future des différents prélèvements.....	51
	CONCLUSION - PROLONGEMENT DE L'ETUDE DIAGNOSTIC.....	52
	BIBLIOGRAPHIE.....	54
	LISTE DES ABREVIATIONS.....	56
	ANNEXES.....	58



Les conditions hydrologiques estivales des dernières années ont confronté nombre de gestionnaires de cours d'eau à la problématique des étiages sévères. La faiblesse des débits, naturelle sur certains bassins, est parfois aggravée par la présence d'ouvrages de prélèvements ou de répartition des eaux. Avant de proposer des actions pour améliorer la gestion de la ressource en eau, le gestionnaire doit tenter de la quantifier et d'appréhender la problématique propre au bassin versant. Un « consensus » entre maintien des usages et préservation des fonctionnalités biologiques de la rivière doit alors être trouvé.

La plupart des gestionnaires confrontés à la réalisation d'études de gestion quantitative de la ressource en eau éprouvent des difficultés à rédiger un cahier des charges pour la consultation des prestataires. Cela est dû à la complexité du sujet, à sa relative nouveauté et la difficulté d'adapter les études pré-existantes aux caractéristiques propres des bassins versants. Par ailleurs, les différentes méthodes existantes pour quantifier la ressource sont pointues et ont des domaines de validité bien précis. Il est alors peu aisé pour des gestionnaires, non spécialistes, d'appréhender la pertinence de telle ou telle méthode vis-à-vis des enjeux locaux.

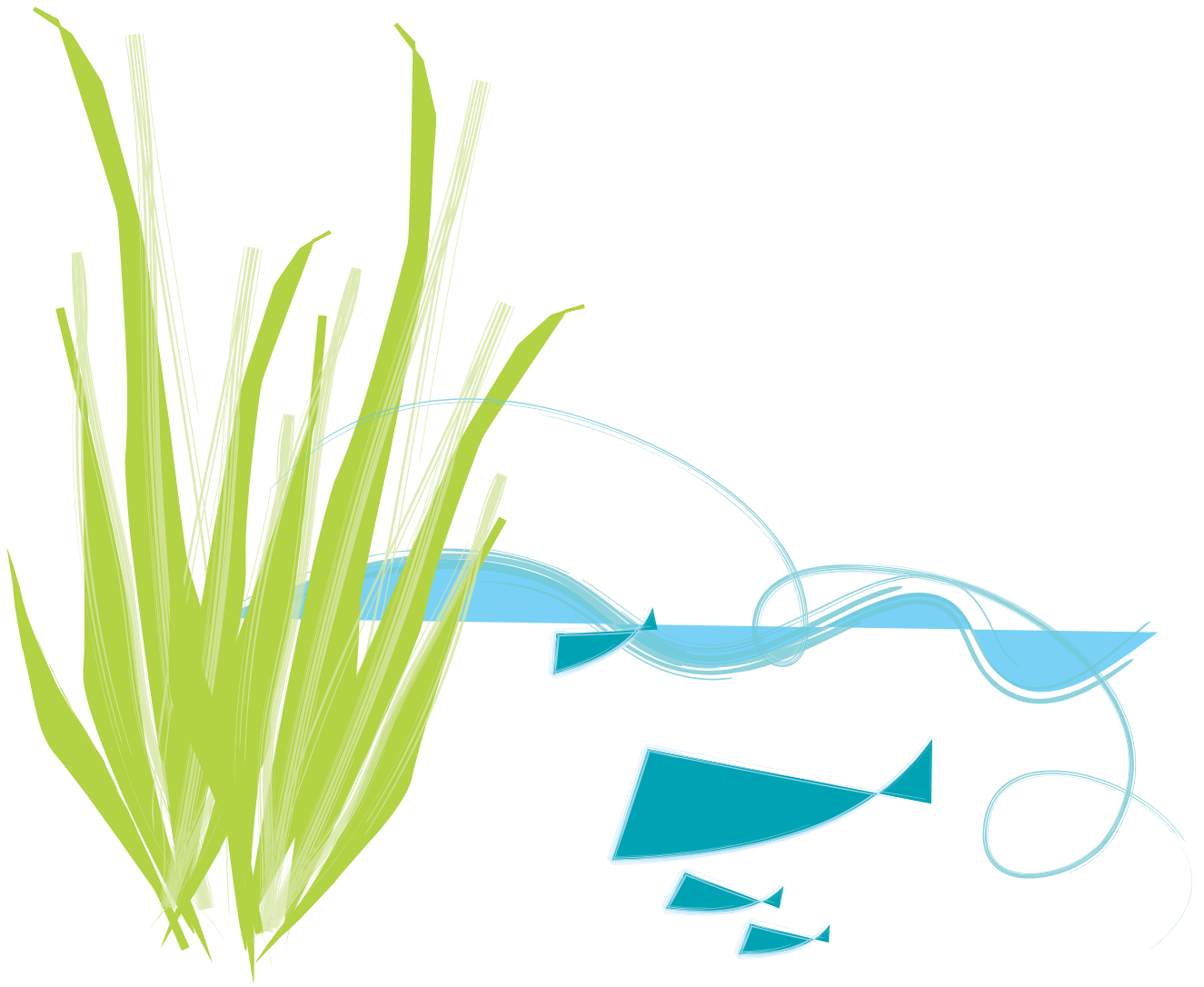
Dans ce contexte, nous avons souhaité réaliser un cahier technique dont l'objectif est d'apporter au gestionnaire des connaissances nécessaires à la rédaction d'un cahier des charges adapté aux problématiques de son bassin. Ce guide présente pour cela quelques méthodes applicables en fonction du contexte, des enjeux et des contraintes du bassin versant. C'est également un outil opérationnel pour suivre la réalisation de l'étude.

Le cahier technique est divisé en deux parties détaillées ci-dessous :

Le premier chapitre (A) introduit les bases de la gestion quantitative de la ressource en eau. Il rappelle le fonctionnement hydrologique du bassin versant puis la réglementation en vigueur. Il présente les outils de gestion et propose des démarches préalables à adopter avant la rédaction du cahier des charges.

Le deuxième chapitre (B) identifie des pistes méthodologiques et des astuces issues d'études existantes de quantification de la ressource et des pressions. Il présente successivement, les pistes méthodologiques pour quantifier la ressource disponible, les prélèvements et transferts d'eau, les impacts de ces pressions sur la ressource au sein du bassin versant et enfin ouvre le sujet sur les approches prospectives des ressources et des pressions.

Le document présent s'est appuyé, sur l'expérience et les réalisations des praticiens de terrains, travaillant dans des structures gestionnaires de cours d'eau ou en bureaux d'études. Nous avons donc recherché auprès des membres de l'Association Rivière Rhône Alpes les études quantitatives de la ressource en eau existantes. Dix études (cf. bibliographie), représentatives des bassins versants de la région Rhône-Alpes, ont été retenues et analysées afin d'en extraire les méthodes utiles pour évaluer les stocks d'eau, identifier les pressions et estimer leurs impacts sur la ressource en eau. Le travail mené en collaboration avec les responsables des études (chargés d'études et chargés de missions) a été coordonné par Julie WEISS, en charge de ce projet pour l'ARRA.



« La mesure quantitative et qualitative des éléments du cycle hydrologique et la mesure des autres caractéristiques de l'environnement qui influent sur l'eau constituent une base essentielle pour une gestion efficace de l'eau » : Déclaration de Dublin sur l'Eau et le développement durable, 1992. De fait, la compréhension et l'analyse du cycle de l'eau constituent la base de toute étude et réflexion relative à la gestion de la ressource.

I Rappel sur le fonctionnement hydrologique du bassin versant

1.1 Le cycle et le bilan hydrologique

Le **cycle hydrologique**¹ ou cycle de l'eau est un concept qui englobe les phénomènes du mouvement et du renouvellement des eaux sur Terre.

Il est constitué de processus variés parmi lesquels se trouvent les précipitations, l'évaporation, la transpiration des végétaux, l'interception, le ruissellement, l'infiltration, la percolation, le stockage et les écoulements souterrains. Ces éléments ne surviennent pas les uns à la suite des autres, mais sont concomitants, d'où la complexité d'appréhension du cycle.

Le phénomène continu du cycle de l'eau est généralement divisé en trois phases :

- précipitation,
- ruissellement de surface et écoulement souterrain (infiltration ou perte et exfiltration ou résurgence),
- évaporation et évapotranspiration.

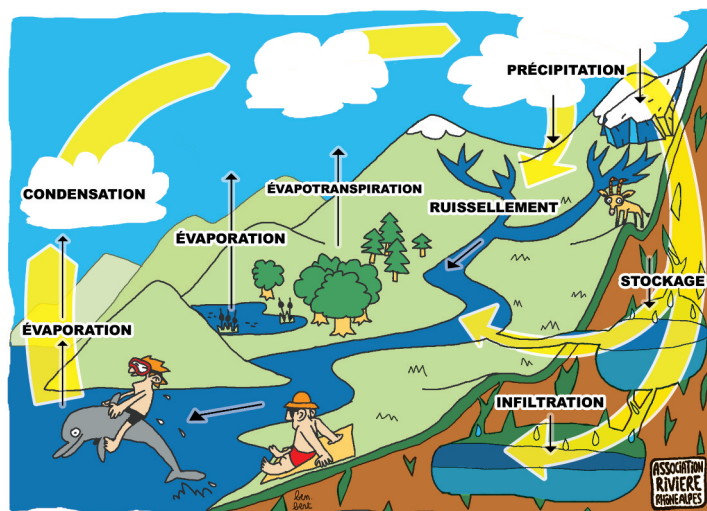


Figure 1 : Le cycle de l'eau

Dans chacune des phases, on retrouve respectivement un transport d'eau, un stockage temporaire et parfois un changement d'état. L'estimation des quantités d'eau mises en jeu dans le cycle hydrologique se fait à l'aide d'une équation appelée « équation hydrologique ». Elle permet de faire un **bilan hydrologique**², présentant les quantités d'eau entrant et sortant d'un système défini dans l'espace et dans le temps. L'espace introduit la notion de bassin versant, et le temps la notion d'**année hydrologique**³.

Pour une période et un bassin donnés, l'équation du bilan hydrologique est la suivante :

$$P = Q + ETR + DR(u+h)$$

1. Cycle hydrologique : Succession des phases par lesquelles l'eau passe de l'atmosphère à la terre et retourne à l'atmosphère : évaporation à partir des terres, des mers ou des nappes d'eau continentales, condensation en nuages, précipitations, accumulation dans le sol ou à la surface et réévaporation.

2. Le bilan hydrologique se situe à l'échelle du bassin versant et concerne une démarche hydrologique, le bilan hydrique se situe à l'échelle de la plante et participe d'une démarche agronomique.

3. Année hydrologique : période continue de 12 mois choisie pour que la variation de l'ensemble des réserves soit minimale, de manière à minimiser les reports d'une année sur l'autre.

Toutes précipitations (P) dans un espace hydrologique et dans un temps donné, s'écoulent (Q), repartent dans l'atmosphère par évapotranspiration (ETR), participent à la recharge des réserves en eau du sol (Ru) ou du sous-sol (Rh). Les variations de réserve (DR) peuvent être négatives et contribuer ainsi aux écoulements et/ou à l'évapotranspiration.

La difficulté à quantifier les variables DRu, DRh et surtout ETR limite souvent l'application de la méthode du bilan hydrologique. En effet, les processus hydrologiques sont difficiles à observer directement sur le terrain.

1.2 Le bassin versant

Le bassin versant est une surface élémentaire hydrologiquement close, c'est-à-dire qu'aucun écoulement n'y pénètre de l'extérieur et que tous les excédents de précipitations s'évaporent ou s'écoulent par une seule section à l'exutoire. Il peut être considéré comme un « système ». A ce titre, il représente l'unité géographique sur laquelle doit se baser l'analyse du cycle hydrologique et de ses effets.

Le bassin versant est donc entièrement défini à partir de son exutoire, à partir duquel est tracé le point de départ et d'arrivée de la ligne de partage des eaux qui le délimite. Généralement, cette ligne correspond à la ligne de crête. On parle alors de bassin versant topographique. Toutefois, la délimitation de la surface du bassin versant naturel à partir de la topographique n'est pas suffisante. En effet, lorsqu'un sol perméable recouvre un substratum imperméable, la division réelle des eaux ne correspond pas à la topographie (cf. figure 2). Le bassin versant réel, appelé dans ce cas bassin versant hydrogéologique est alors différent du bassin versant topographique ; c'est notamment souvent le cas dans les bassins karstiques.

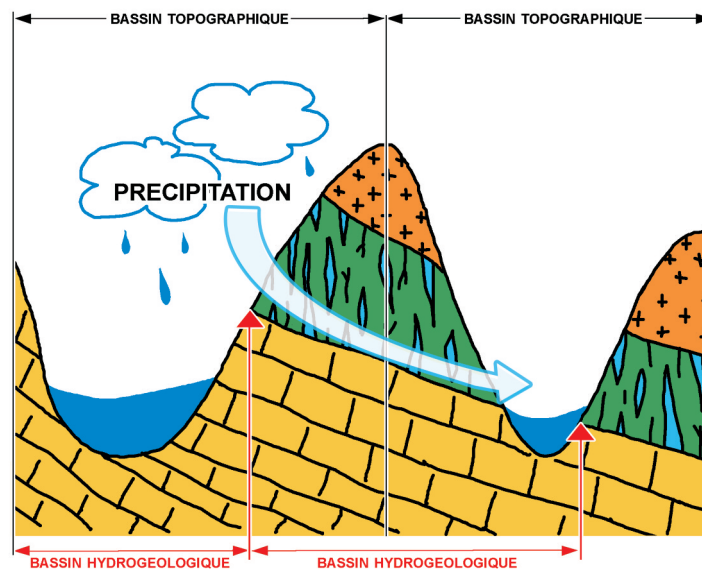


Figure 2 : Distinction entre bassin versant réel et bassin versant topographique

Les caractéristiques physiographiques (géologie, exposition, altitude, ...) d'un bassin versant influencent fortement sa réponse hydrologique, et notamment le régime des écoulements en période de crue ou d'étiage.

Les caractéristiques morphologiques du bassin (surface, forme, élévation, pente, orientation...) influencent quant à elles le temps de concentration. Ce temps de concentration caractérise en partie la vitesse et l'intensité de la réaction du bassin versant suite à des précipitations.

Aux facteurs physiographiques et morphologiques, s'ajoutent le type de sol du bassin, le couvert végétal et les caractéristiques du réseau hydrographique.

La plupart de ces éléments s'estiment à partir de cartes adéquates (IGN, occupation des sols,...) ou en recourant à des techniques de digitalisation informatique et à des modèles numériques.

Le cycle hydrologique d'un bassin versant est ainsi caractérisé par des processus complexes (les précipitations, le ruissellement, l'évapotranspiration, l'emmagasinement) mais aussi par sa stabilité et son équilibre dynamique. Néanmoins, ce cycle peut être localement influencé voire perturbé par les activités humaines. En effet, même si l'eau finit toujours par réintégrer le cycle, l'homme est susceptible d'agir directement sur la phase de ruissellement et d'écoulement (construction de réservoirs, transport de l'eau pour des besoins industriels, captage des eaux phréatiques, irrigation, drainage, correction des cours d'eau, utilisation agricole des sols, urbanisation, ...). L'intervention humaine impacte donc le cycle naturel de l'eau, tant en qualité, qu'en quantité.

1.3 Les pressions de prélèvements

En 2004, 33,7 milliards de m³ d'eau ont été prélevés en France métropolitaine pour satisfaire les activités humaines. La répartition des volumes prélevés est très variable selon les usages.

La production d'énergie est de loin le secteur qui prélève les plus grands volumes d'eau. En 2004, 57 % des volumes prélevés ont servi à refroidir les centrales énergétiques. Notons qu'environ à 93 % de ce prélèvement est directement restitué aux cours d'eau après utilisation.

À l'inverse, l'irrigation agricole ne représente que 15 % des prélèvements, mais n'en restitue qu'une très faible part. L'impact des prélèvements pour l'irrigation est important car ces derniers ont lieu pour l'essentiel en période d'étiage.

Les besoins en eau potable représentent quant à eux à 18 % des volumes prélevés. L'eau prélevée est en partie rejetée au cours d'eau via les stations d'épuration pour l'assainissement collectif.

Enfin, le secteur industriel prélève des volumes d'eau relativement faibles (10 % des prélèvements nationaux). Ces derniers sont par ailleurs en baisse régulière.

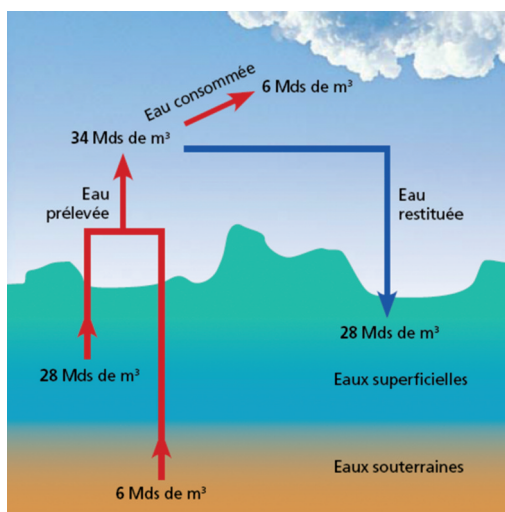


Figure 3 : Les prélèvements d'eau 2001 en France
Source : RNDE – Agences de l'eau – traitement IFEN

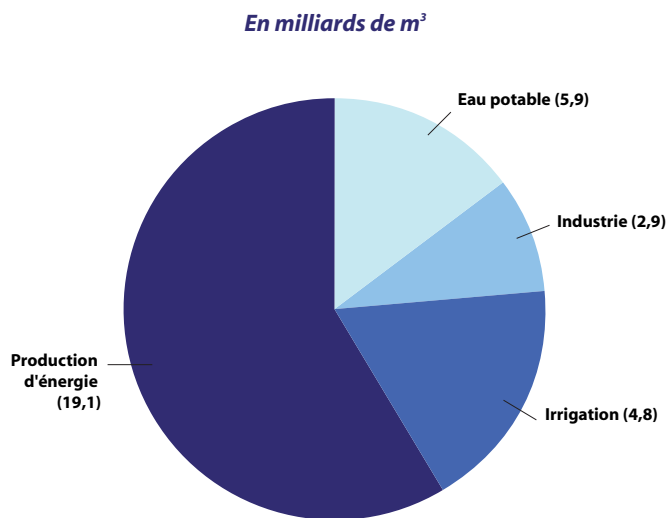


Figure 4 : Répartition des volumes prélevés par usage en 2006
Source : Agences de l'Eau – SoeS, 2008

Remarque : Si l'ensemble des prélèvements (hors refroidissement des centrales) est en diminution depuis 1997, notons la progression de prélèvements pour de nouveaux usages. C'est le cas pour la neige de culture. Bien que mobilisant des volumes modestes à l'échelle du bassin Rhône Méditerranée et Corse (RM&C), ils concernent les têtes de bassin pendant les périodes d'étiage hivernal. Ils se révèlent être une problématique de plus en plus présente en haute montagne.

Pressions relatives aux prélèvements sur le Bassin Rhône Méditerranée : avec plus de 18 milliards de m³ prélevés tous usages confondus, le bassin Rhône et côtiers méditerranéens concentre à lui seul plus de la moitié des prélèvements en eau du territoire national.

En RM&C comme à l'échelle de la France, les dérivations d'eau constituent les prélèvements les plus importants en termes de volume et concernent principalement l'usage hydroélectrique.

4. SoeS = Service de l'observation et des statistiques

II Réglementation et outils de gestion

Depuis quelques années, des déséquilibres entre demande et ressource en eau disponible apparaissent localement. La demande augmente et la ressource disponible diminue. Parmi les exemples flagrants, les étiages de 2003. La faiblesse des précipitations associée à une période caniculaire a entraîné des étiages exceptionnels des cours d'eau et une forte baisse des niveaux des nappes phréatiques. Cet épisode a mis en évidence l'implication des pouvoirs publics (77 départements concernés par des restrictions d'usage de l'eau) mais également les limites des outils actuels de gestion quantitative de l'eau.

En France, la gestion quantitative de la ressource en eau passe par différents outils :

- réglementaires : Directive Cadre Européenne (DCE), loi sur l'eau et les milieux aquatiques, Grenelle de l'environnement, Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE), arrêtés préfectoraux...
- redevances sur les volumes d'eau consommés ou prélevés,
- de gestion participative et locale : Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE), Contrats de milieu, Plan de Gestion des Etiages (PGE), Schéma Départemental d'Alimentation en Eau Potable (SDAEP) et autres schémas ou protocoles locaux.

Alors que certains outils visent à prévenir les situations de crise par l'incitation aux économies d'eau (redevances) et la planification des prélèvements à long terme (SDAGE, SAGE, PGE), d'autres outils visent à limiter l'impact des situations de crises lorsqu'elles sont avérées (arrêtés préfectoraux).

II.1 Réglementation à l'échelle européenne et nationale

II.1.1 Directive Cadre Européenne sur l'Eau

La Directive Cadre sur l'Eau⁵ du 22 octobre 2000 est un texte majeur qui structure la politique de l'eau dans chaque Etat membre. Elle engage chaque pays dans un objectif de reconquête de la qualité de l'eau et des milieux aquatiques. Son ambition est l'atteinte d'un « bon état » des milieux aquatiques, du point de vue chimique et écologique, d'ici 2015. Des dérogations sont cependant prévues si des raisons d'ordre technique ou économique justifient que cet objectif ne puisse être atteint.

Un plan de gestion définissant les objectifs à atteindre associé à des programmes de mesures doit être élaboré d'ici fin 2009. Le non respect des objectifs fixés à l'échéance impartie est passible de sanctions financières de la part de l'Union Européenne. L'article 11 de la DCE prescrit l'élaboration, pour chaque bassin hydrographique, d'un programme de mesures permettant d'atteindre les objectifs fixés. Il devra être constitué d'actions concrètes portées par les SDAGE. La gestion équilibrée de la ressource et des besoins en eau en est un des axes majeurs.

La commission environnement du Parlement européen a adopté le 9 septembre 2008 un rapport sur le thème « Faire face aux problèmes de rareté de la ressource en eau et de sécheresse ». Il est issu d'une communication de la Commission européenne le 18 juillet 2007. Le rapport précise que l'impact économique de la sécheresse dans l'Union est estimé à 100 milliards d'euros sur les 30 dernières années. Environ un cinquième des habitants de l'Union Européenne vit dans des pays dont les ressources en eau subissent une tension, alors que 20 % de l'eau est globalement gaspillée.

II.1.2 Loi sur l'Eau et Code de l'Environnement

« Dans le cadre des lois et règlements ainsi que des droits antérieurement établis, l'usage de l'eau appartient à tous et chaque personne physique, pour son alimentation et son hygiène, a le droit d'accéder à l'eau potable dans des conditions économiquement acceptables par tous ».

La Loi n°2006-1772 sur l'Eau et les Milieux Aquatiques (LEMA), promulguée le 30 décembre 2006 a pour objectif « une gestion équilibrée et durable de la ressource en eau » qui « prend en compte les adaptations nécessaires au changement climatique ». Son objectif est de retrouver une meilleure adéquation entre ressources en eau et besoins. Elle s'inscrit dans une perspective de développement durable des activités économiques utilisatrices d'eau et cherche à favoriser le dialogue au plus près du terrain.

Par exemple, dans les périmètres où il existe un déséquilibre entre le besoin et ressource (ZRE - Zone de Répartition des Eaux), la LEMA impose que la répartition des volumes d'eau d'irrigation entre l'ensemble des préleveurs soit confiée à un organisme unique.

- Réglementation sur les prélèvements :

La LEMA régit strictement les prélèvements d'eau en fonction du débit prélevé ou transféré et de la nature de

5. La DCE a été transcrite en droit français par la loi du 21 avril 2004 et le décret du 16 mai 2005

la ressource. Les « Installations, Ouvrages, Travaux et Activités⁶ » (IOTA) ayant un impact potentiel sur l'eau et les milieux aquatiques, sont ainsi soumis au respect de règles et de prescriptions. Une nomenclature officielle recense les IOTA soumises aux dispositions de la législation « eau et milieux aquatiques ». En fonction de certains seuils les IOTA sont soumises aux procédures de déclaration ou autorisation à la police de l'eau.

Activités soumises à déclaration :

Eaux superficielles : Prélèvement ou transfert compris entre 400 et 1 000 m³/h ou entre 2 et 5 % du débit du cours d'eau.

Eaux souterraines : Prélèvement supérieur à 10 000 m³/an mais inférieur à 200 000 m³/an.

Activités soumises à autorisation :

Eaux superficielles : Prélèvement ou transfert supérieur ou égal à 1 000 m³/h ou à 5 % du débit du cours d'eau.

Eaux souterraines : Prélèvement supérieur ou égal à 200 000 m³/an.

- Réglementation sur le débit d'étiage :

Dans le cadre de la loi sur l'eau de 1992 et de son décret d'application n° 93-742 de mars 1993, **le débit mensuel d'étiage de fréquence quinquennale sèche (QMNA5)** constitue la norme pour l'instruction des dossiers d'autorisation ou de déclaration des rejets et des prélèvements en rivière.

- Réglementation sur le débit réservé :

Le débit réservé est le débit minimal à maintenir en permanence dans un cours d'eau au droit d'un ouvrage de prélèvement. Il a pour objectif de sauvegarder les équilibres biologiques et les usages de l'eau en aval : « *Tout ouvrage à construire dans le lit d'un cours d'eau doit comporter des dispositifs maintenant dans ce lit un débit minimal, garantissant en permanence la vie, la circulation et la reproduction des espèces... Ce débit minimal ne doit pas être inférieur au dixième du module du cours d'eau au droit de l'ouvrage, correspondant au débit moyen interannuel, évalué à partir des informations disponibles portant sur une période minimale de cinq années, ou au débit à l'amont immédiat de l'ouvrage si celui-ci lui est inférieur* » (Loi pêche du 29 juin 1984).

En France, avant 1984, le débit réservé faisait partie du cahier des charges de tout ouvrage hydraulique. Cette contrainte était négociée en fonction des conditions locales et des caractéristiques de l'ouvrage. Depuis, la loi « Pêche » du 29 juin 1984, puis le décret n°89-804 du 27 octobre 1989 du Code rural, le débit réservé est fixé à 1/10^e du débit moyen annuel avec une tolérance à 1/40^e pour les ouvrages existants à la date de parution de la loi. Pour les cours d'eau dont le module annuel est supérieur à 80 m³/s-1, des dérogations spéciales peuvent être envisagées mais le débit minimum « ne devra pas se situer en dessous du vingtième du module ».

La loi sur l'eau de 2006 intègre désormais la loi Pêche. Les actes d'autorisation ou de concession peuvent fixer des valeurs de débit minimal. Elles peuvent être adaptées selon les périodes de l'année, sous réserve que la moyenne annuelle de ces valeurs ne soit pas inférieure aux débits minimaux fixés en application du décret n°89-804 du Code rural. En outre, le débit le plus bas doit rester supérieur à la moitié des débits minimaux précités.

Le concept normatif de « débit réservé » a donc deux objectifs :

- Préservation du milieu aquatique (écosystème),
- Répartition de l'eau entre les usages amont et aval.

II.1.3 Circulaire sur la gestion quantitative de l'eau du 30 juin 2008

Une circulaire relative à la résorption des déficits quantitatifs en matière de prélèvement d'eau et gestion collective des prélèvements d'irrigation a été publiée sur le site du MEEDDAT le 30 juin 2008. Elle vise à accorder **les prélèvements avec la ressource en eau** et instaure un organisme unique pour la gestion collective des prélèvements d'irrigation.

L'objectif de cette circulaire est également de limiter le recours aux arrêtés de restriction des prélèvements et de réserver cette solution aux sécheresses les plus importantes.

Dans les bassins en déficit quantitatif, la circulaire demande dans un premier temps d'estimer des volumes globaux prélevables. Ils doivent être compatibles avec le bon état des milieux et la satisfaction des usages 8 années sur 10. Ensuite la répartition des volumes entre usages doit être déterminée. Enfin, les services police de l'eau réviseront les

6. IOTA : Ce sont, « les installations, ouvrages, travaux et activités réalisés à des fins non domestiques par toute personne physique ou morale, publique ou privée et entraînant des prélèvements sur les eaux superficielles ou souterraines, restituées ou non, une modification du niveau ou du mode d'écoulement des eaux, la destruction de frayères, de zones de croissance ou d'alimentation de la faune piscicole ou des déversements, écoulements, rejets ou dépôts directs ou indirects, chroniques ou épisodiques, même non polluants » (source : Article R214-1 du Code de l'environnement précise).

autorisations de prélèvements afin de mettre en cohérence prélèvements et ressources.

La circulaire aborde également la gestion collective des prélèvements d'irrigation par un organisme unique. Ce type de gestion a été instauré par un décret de septembre 2007⁷. Dans les ZRE, où les prélèvements pour l'irrigation ont un impact majeur, si aucune structure candidate n'a été retenue avant le 30 juin 2009, les préfets pourront désigner un organisme existant ou former une association syndicale pour mettre en place une gestion collective.

II.1.4 Projet de Loi Grenelle de l'Environnement II

Le chapitre 4 de ce projet de loi propose des dispositions relatives à la gestion quantitative de la ressource en eau.

Il est proposé qu'en l'absence d'une structure locale unique telle que définie dans la circulaire du 30 juillet 2008 (association locale d'irrigants, association syndicale autorisée, ...) ce soit la chambre d'agriculture qui assure ce rôle. Le Préfet lui délivrera alors une autorisation de prélèvement pour le compte de l'ensemble des préleveurs irrigants, dans un périmètre délimité (article 55).

La coopération intercommunale dans le domaine de l'eau, doit également être développée en créant des établissements publics territoriaux de bassin et de services unifiés d'assainissement, et en mettant en place un service unifié de l'assainissement dans les agglomérations (article 56).

Les fuites dans les réseaux d'eau doivent être réduites. A cette fin, un inventaire du patrimoine et la définition d'un programme de travaux d'amélioration des réseaux doivent être obligatoirement réalisés lorsque les fuites en réseaux apparaissent supérieures à un seuil fixé par département (article 58).

II.2 Application de la réglementation à l'échelle des grands bassins hydrographiques et des bassins versants

En lien direct avec la DCE, le **Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux**⁸ (SDAGE), définit les objectifs de bon état des cours d'eau et des nappes à atteindre en 2015. Pour les atteindre et instaurer une gestion équilibrée de la ressource en eau, il fixe des orientations fondamentales. Le SDAGE, document à portée juridique, précise par ailleurs les règles administratives de la gestion de l'eau. Il s'impose aux décisions de l'Etat, des collectivités et établissements publics dans le domaine de l'eau notamment pour la délivrance des autorisations administratives. Les documents de planification en matière d'urbanisme doivent être compatibles⁹ avec les orientations fondamentales et les objectifs du SDAGE.

Le SDAGE est accompagné d'un second document : le programme de mesures. C'est la déclinaison opérationnelle des orientations fondamentales. Il dresse une liste d'actions concrètes à mettre en place pour atteindre le bon état des eaux.

Une des orientations fondamentales du SDAGE consiste à « *Atteindre l'équilibre quantitatif en améliorant le partage de la ressource en eau et en anticipant l'avenir* ». Pour cela, les dispositions suivantes sont à prévoir :

- Améliorer la connaissance de l'état de la ressource et des besoins,
- Définir des régimes hydrauliques biologiquement fonctionnels aux points stratégiques de référence des cours d'eau,
- Définir les niveaux piézométriques de référence et de volumes maximum de prélèvement pour les eaux souterraines stratégiques,
- Organiser une cohérence entre la gestion quantitative en période de sécheresse et les objectifs quantitatifs des masses d'eau,
- Bâtir des programmes d'actions pour l'atteinte des objectifs de bon état quantitatif en privilégiant la gestion de la demande en eau,
- Réduire l'impact des ouvrages et aménagements,
- Recenser et contrôler les forages publics et privés de prélèvements d'eau,
- Maîtriser les impacts cumulés des prélèvements d'eau soumis à déclaration dans les zones à enjeux quantitatifs,
- Mieux cerner les incidences du changement climatique,
- Promouvoir une véritable adéquation entre aménagement du territoire et gestion des ressources en eau.

Plus localement, des Schémas d'Aménagement et de Gestion des Eaux (**SAGE**) **sont élaborés**, à l'échelle des sous-bassins versant ou de groupements de sous-bassins. Ils doivent être compatibles avec le SDAGE qui détermine leurs périmètres et les délais d'élaboration. Un SAGE fixe des objectifs généraux d'utilisation, de mise en valeur, de protection quantitative et qualitative de la ressource en eau. Il est doté d'une portée juridique. Son règlement peut

7. Décret n°2007-1381 du 24 septembre 2007 relatif à l'organisme unique chargé de la gestion collective des prélèvements d'eau pour l'irrigation et modifiant le code de l'environnement.

8. Le SDAGE Rhône Méditerranée a été adopté par le Comité de bassin le 16 octobre 2009, il a fait l'objet d'un arrêté du Préfet coordonnateur de bassin le 20 novembre 2009 et a été publiée au Journal Officiel le 17 décembre 2009.

9. La compatibilité n'est pas un terme juridique, elle indique simplement que deux éléments doivent s'accorder. En revanche la conformité est un terme juridique qui se réfère aux éléments pertinents du droit (normes de droit, directives, lois, et règlements).

« prévoir, à partir du volume disponible des masses d'eau superficielle ou souterraine situées dans une unité hydrographique ou hydrogéologique cohérente, la répartition en pourcentage de ce volume entre les différentes catégories d'utilisateurs » (selon le décret n° 2007-1213 du 10 août 2007 relatif aux SDAGE et modifiant le Code de l'Environnement).

Dans le cadre des orientations de la DCE et du SDAGE, la Commission Locale de l'Eau¹⁰ (CLE) peut décider d'engager une réflexion pour la réalisation d'un **Plan de Gestion des Etiages** (PGE). Le PGE est un protocole d'accord entre différents partenaires (État, Agriculteurs, Agence de l'Eau, EDF, etc.) dans le domaine de la gestion quantitative de l'eau en période d'étiage. Il vise à retrouver une situation d'équilibre entre les usages de l'eau et le milieu naturel. Le PGE impose le respect de débits d'objectif d'étiage.

Le plan précise :

- Les valeurs des Débits d'Objectif d'Etiage (DOE) et des Débits de Crise Renforcée (DCR)¹¹, les volumes limites de consommation nette, leur répartition entre usages et zones, éventuellement un échéancier lié aux dates de mise en service des ressources nouvelles,
- Les conditions de limitation progressive des prélèvements et rejets en situation de crise,
- Les conditions d'utilisation des grands barrages et transferts,
- Les modalités institutionnelles de gestion collective des prélèvements et des ressources.

Remarque : Les PGE sont encore peu nombreux dans le bassin RMC. Le bassin Adour Garonne est beaucoup plus avancé concernant l'utilisation de ce type d'outil.

C'est dans cette démarche de gestion globale et concertée de la ressource en eau, que les structures porteuses de SAGE, contrats de milieux et PGE réalisent, sur les bassins versants, des études de quantification de la ressource en eau. En effet, la mise en œuvre de mesures promouvant une utilisation efficace et durable de l'eau impose une connaissance approfondie de :

- la ressource en eau disponible,
- l'ensemble des prélèvements/rejets/transferts réalisés sur le bassin versant.

II.3 Mesures actuelles de gestion en période de sécheresse

En période de sécheresse, des mesures de restriction puis d'interdiction de prélèvements dans les cours d'eau sont prises. Ce sont des arrêtés préfectoraux. Ils sont souvent pris dans l'urgence et régulièrement incompris par certains usagers. Aussi pour anticiper les arrêtés préfectoraux, des arrêtés cadre « sécheresse » sont aujourd'hui élaborés et ce depuis 2003. Ils permettent de réagir rapidement dans un cadre formalisé.

II.3.1 Arrêtés Cadre sécheresse

Les références réglementaires pour l'élaboration des arrêtés cadre sont la Loi sur l'eau n°92-3 du 3 janvier 1992 et le décret n°92-1041 du 24 septembre 1992 portant application de l'article L.211-3 du code de l'environnement relatif à la limitation ou à la suspension provisoire des usages de l'eau. L'initiative de la mise en place de cet arrêté appartient aux préfets de département.

Ils sont établis à une échelle géographique pertinente (bassins, sous-bassins interdépartementaux). Ils définissent à l'avance les règles et les seuils de déclenchement des mesures de restriction. A ce titre, ce sont des outils d'anticipation de la crise.

Par une planification des mesures de limitation des prélèvements d'eau, les arrêtés cadres facilitent la gestion « à chaud » de la crise. Ils coordonnent et harmonisent des mesures prises entre départements voisins. Ils assurent ainsi une cohérence des actions basée notamment sur le principe de solidarité amont-aval.

Contrairement aux simples arrêtés préfectoraux, les arrêtés cadres ne sont pas limités dans le temps. A compter de la date de sa publication, les dispositions de l'arrêté cadre sont applicables toute l'année, en fonction des niveaux d'eau dans les cours d'eau. Cependant, le préfet peut prendre, à tout moment, un arrêté modificatif ou un arrêté complémentaire plus restrictif si les conditions le nécessitent.

L'arrêté se compose de trois parties :

- définition des bassins versants concernés et identification des stations hydrométriques de référence,
- définition des niveaux d'alerte et des débits seuils mesurés aux stations hydrométriques de référence,
- définition des mesures de restriction ou d'interdiction d'usages de l'eau pour chaque niveau d'alerte.

10. Commission de concertation instaurée par la Loi sur l'eau de 1992 et instituée par le Préfet. Elle élabore, révisé et suit les SAGE. Sa composition est fixée par la loi et précisée par décret.

11. Rappel : DOE = Débit d'Objectif d'Etiage, valeur moyenne mensuelle au dessus de laquelle sont assurés la coexistence de tous les usages et le bon fonctionnement du milieu aquatique. DCR = Débit de Crise, valeur moyenne journalière en dessous de laquelle sont mises en péril l'alimentation en eau potable et la vie des milieux aquatiques.

Remarque : Les dispositions de l'arrêté s'appliquent à tout pompage fixe ou mobile. Tout prélèvement non domestique doit disposer d'un moyen approprié de mesure ou d'évaluation des volumes prélevés.

II.3.2 Arrêtés Préfectoraux

Les arrêtés préfectoraux sont des outils réglementaires très largement utilisés à une échelle plus locale. Ils sont établis après concertation au sein de « **cellules sécheresse** ». Elles réunissent les différents acteurs de l'eau de la zone concernée (agriculteurs, pêcheurs, professionnels du tourisme, syndicat de rivières, élus membres de associations de protection de l'environnement). Le respect des mesures définies par l'arrêté préfectoral est assuré par les services de la police de l'eau (DDT, brigades de l'ONEMA, ...) lors de contrôles de terrain. Les agents ont par ailleurs une mission de sensibilisation - communication vers les usagers pour expliquer les mesures adoptées.

En général, les arrêtés préfectoraux se traduisent par des tours d'eau de plus en plus restrictifs, pouvant déboucher sur une interdiction totale de prélèvement. Sur les bassins dits sensibles, les prélèvements en rivière sont soumis chaque année à des limitations voire des interdictions préfectorales initiées et validées lors des Comités Sécheresse. L'expérience de l'étiage de 2003 a montré que les mesures de restrictions sont souvent prises trop tardivement par rapport aux exigences du milieu. Ceci est dû à une gestion de données (pluviométrie, hauteur des nappes et cours d'eau...) faite dans l'urgence et à l'impopularité des mesures à prendre.

Info : L'arrêté préfectoral est consultable en mairie ou sur le **site Internet de la préfecture** concernée.

A une échelle encore plus locale, les collectivités peuvent renforcer les mesures préfectorales par des **arrêtés municipaux**. Ces derniers ont pour objectif d'imposer des restrictions d'usage de l'eau plus sévères ou de prendre en compte des spécificités locales. Généralement, ils répondent à des inquiétudes portant sur des ruptures d'alimentation en eau potable.

En conclusion, l'efficacité des mesures passe par l'**anticipation et le développement** d'une **solidarité amont-aval**. Ainsi, il est essentiel de promouvoir les arrêtés cadres qui définissent à l'avance :

- les mesures d'intervention et leurs seuils d'application adoptés par les arrêtés préfectoraux,
- le principe de solidarité amont-aval à l'échelle d'un bassin versant hydrographique.

Depuis 2003, le bilan de la gestion des étiages montre une nette amélioration dans la gestion de crise. Le nombre de départements disposant d'arrêtés cadres est en augmentation. L'intensité des mesures de restrictions est plus adaptée et celles-ci se mettent en place plus rapidement.

II.3.3 Réseau d'Observation de Crise des Assecs : ROCA

Au niveau national, le Ministère de l'environnement a mis en place en 2004 un « plan d'action sécheresse ». Il a pour but de minimiser les impacts des crises hydro-climatiques. Il s'articule autour de trois axes : *anticiper la crise, améliorer la gestion de la crise, et lutter contre les déséquilibres demande/ressource*.

A cet effet, l'ONEMA a mis en œuvre un dispositif d'observation de crise des assecs des cours d'eau, dénommé ROCA. Il permet de compléter les informations (débits des cours d'eau, niveaux des nappes) disponibles à partir des réseaux de mesures existants (DREAL, Conseil Généraux...).

Le ROCA est constitué d'un ensemble de stations d'observation¹² fixes, réparties sur les zones sensibles à l'assèchement. Le choix des stations se fait par rapport à une sensibilité aux prélèvements et/ou une sensibilité naturelle à l'assec. Pendant la période de crise, des observations visuelles sont effectuées sur l'écoulement de l'eau à chaque station. Le réseau se base sur une grille d'observation simple à trois modalités: l'eau coule, l'eau ne coule pas, il n'y a plus d'eau.

L'activation et l'arrêt du ROCA sont ordonnés par le Préfet. L'activation peut être déclenchée en raison de la situation nationale (initiative du MEEDDAT) ou de la situation départementale ou locale (initiative du préfet coordonateur de bassin).

La fréquence maximale des observations est hebdomadaire au summum de la crise. A chaque campagne d'observation, un indice départemental est calculé à partir du nombre de stations présentant chacune des trois modalités. C'est un indicateur simple permettant de suivre l'évolution de la situation dans le département au cours du temps. Elle est aussi utilisée pour la réalisation de synthèses régionales et nationales.

12. Station d'observation : portion de cours d'eau de longueur égale à environ quinze fois sa largeur (longueur minimum de 50 m).

II.4 Définition des débits de référence et réglementaires

La réglementation s'appuie sur différents débits de référence. Pour mémoire, un débit est un volume d'eau qui traverse une section transversale d'un cours d'eau par unité de temps. Les débits sont calculés en des points précis qu'on appellera stations de mesure dans la partie suivante.

Module (interannuel et intermensuel)

Il est évalué par la moyenne des débits moyens (annuels ou mensuels) sur une période d'observation suffisamment longue pour être représentative des débits mesurés ou reconstitués. Ce débit est appelé plus couramment, **module** interannuel ou intermensuel.

Il est calculé sur l'année hydrologique et sur l'ensemble de la période d'observation de la station de mesure.

Le module mensuel des cours d'eau est habituellement représenté par un histogramme d'écoulement mensuel moyen.

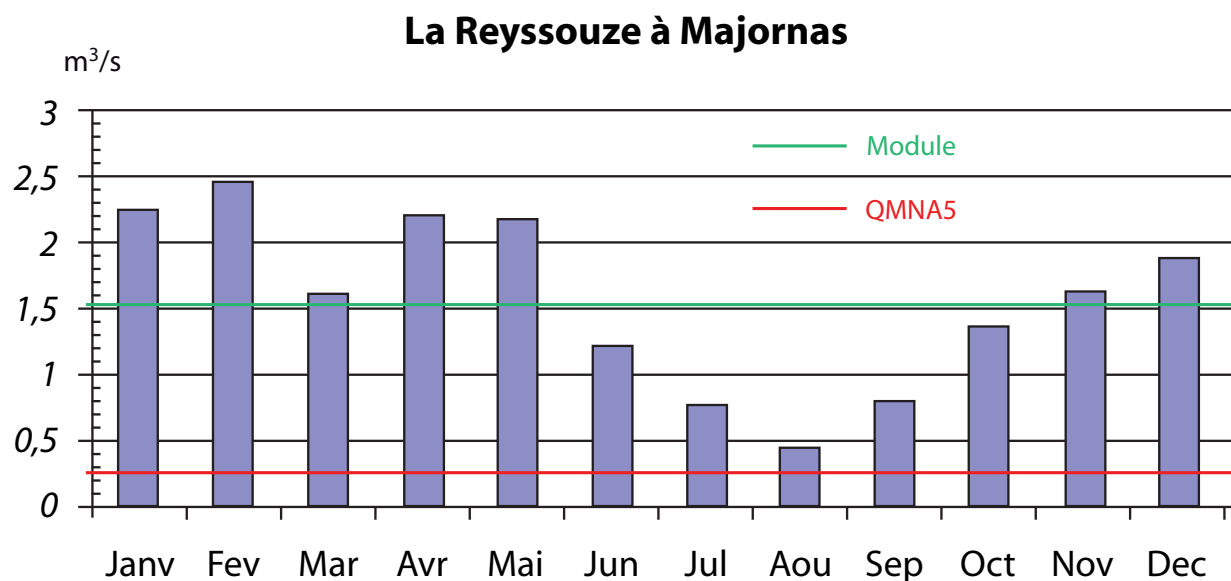


Figure 5 : Représentation des modules mensuels

Débit d'Étiage

Le débit d'étiage est le débit le plus bas d'un cours d'eau calculé sur un pas de temps donné en période de basses eaux.

Pour une année donnée, il est possible de calculer le :

- débit d'étiage journalier,
- débit d'étiage de n jours consécutifs,
- débit d'étiage mensuel : moyenne des débits journaliers du mois d'étiage (QMNA).

Pour plusieurs années d'observation, le traitement statistique de séries de débits d'étiage permet de calculer un débit d'étiage fréquentiel. Par exemple, le **débit d'étiage mensuel quinquennal** (ou **QMNA5**) est un débit mensuel qui se produit en moyenne une fois tous les cinq ans. Le **QMNA5** constitue le débit d'étiage de référence pour l'application de la police de l'eau.

L'étiage peut également être décrit par des **débits moyens sur N jours consécutifs**, comme le **VCN30** (débit moyen sur 30 jours consécutifs le plus faible de l'année) ou le **VCN10** (débit moyen sur 10 jours consécutifs le plus faible de l'année).

Le QMNA5 et les VCN peuvent être corrélés, mais d'une manière générale, le QMNA5 est le paramètre le plus utilisé.

La période de l'étiage varie dans l'année selon le régime des cours d'eau : en été pour les cours d'eau à régime pluvial ou en hiver pour les cours d'eau à régime nival. Il est donc important de connaître le régime hydrologique du cours d'eau avant d'analyser les débits d'étiage.

Débit minimal

Le **débit minimal** est une valeur de débit maintenu à l'aval d'un ouvrage (rivière court-circuitée, barrage pour l'hydroélectricité...) en application de l'article L-214-18 de la LEMA de 2006. Cet article vise explicitement les « *ouvrages à construire dans le lit d'un cours d'eau* », et les « *dispositifs* » à aménager pour maintenir un certain débit. Il oblige à laisser passer un débit minimal garantissant la vie, la circulation et la reproduction des espèces aquatiques. Ce débit minimal est au moins égal au dixième du module (au 1/40^e pour les installations existantes au 29/06/84) ou égal au débit entrant dans l'ouvrage si ce dernier est inférieur au dixième du module. Certains cas particuliers (par exemple production hydroélectrique) peuvent déroger et abaisser ce débit minimal au 1/20^e du module. Les actes réglementaires peuvent fixer des valeurs de débit minimal différent selon les périodes de l'année. Le débit minimal est souvent appelé à tort, débit réservé.

Débit Réserve

Le **Débit Réserve** correspond au débit minimal éventuellement augmenté des prélèvements autorisés sur le tronçon influencé. Il est exprimé notamment dans les cahiers des charges et les règlements d'eau. Souvent utilisé à tort à la place de débit minimal.

Débit Minimum Biologique (DMB)

Le **Débit Minimum Biologique** est le débit garantissant la vie, la circulation et la reproduction des espèces aquatiques. Si la méthode des micro-habitats développée par le CEMAGREF de Lyon est utilisée d'assez longue date pour déterminer le DMB des cours d'eau de montagne (espèce cible : Truite fario), les outils plus récemment développés par la même unité de recherche et adaptés à une plus large gamme de cours d'eau présents sur le bassin Rhône Méditerranée sont encore relativement peu connus des bureaux d'études et des gestionnaires. Ces outils demanderaient à être plus largement vulgarisés.

Débit Objectif d'Etiage (DOE)

Le **Débit Objectif d'Etiage** est un débit moyen mensuel pour lequel sont simultanément satisfait le bon fonctionnement du milieu aquatique et, en moyenne huit années sur dix, l'ensemble des usages (activités, prélèvements, rejets,...). Les DOE ont jusqu'ici souvent été définis à partir des débits de référence, notamment le QMNA5 (en l'absence d'estimation sur des bases biologiques).

Débit Minimum Admissibles (DMA)

Les **Débits Minimum Admissibles** sont des débits de crise : ils ne doivent être atteints que de façon très ponctuelle, en dernier recours, sous peine de porter gravement atteinte au fonctionnement global du cours d'eau. Il ne s'agit en aucun cas de « débits d'objectif » à maintenir tout au long de la période d'étiage.

Débit de Seuil d'Alerte (DSA), Débit d'Alerte, Débit critique d'étiage

Le **Débit Seuil d'Alerte** est le débit moyen journalier au-dessous duquel des restrictions de prélèvements doivent être engagées. Il représente la valeur « seuil » de débit d'étiage qui déclenche les premières mesures de restriction pour certaines activités. Ces mesures sont prises à l'initiative de l'autorité préfectorale, en liaison avec une cellule de crise et conformément à un plan de crise. En dessous de ce seuil, l'une des fonctions (ou activités) est compromise. Pour rétablir partiellement cette fonction, il faut donc en limiter temporairement une autre : prélèvement ou rejet (premières mesures de restrictions). En cas d'aggravation de la situation, des mesures de restrictions supplémentaires sont progressivement mises en œuvre pour éviter de descendre en dessous du débit de crise renforcé (DCR).

Débit de Crise Renforcé (DCR)

Le **Débit de Crise Renforcé** correspond aux débits en dessous desquels seuls les prélèvements pour l'alimentation en eau potable, la sécurité des installations sensibles et les besoins des milieux naturels peuvent être satisfaits. Les DCR sont des valeurs établies sur la base de débits caractéristiques ou d'un débit minimum biologique lorsque celui-ci peut être établi.

Les DSA et DCR sont des débits objectifs rendus obligatoires par le SDAGE Rhône Méditerranée dont les valeurs sont à fixer dans le cadre d'une concertation locale.

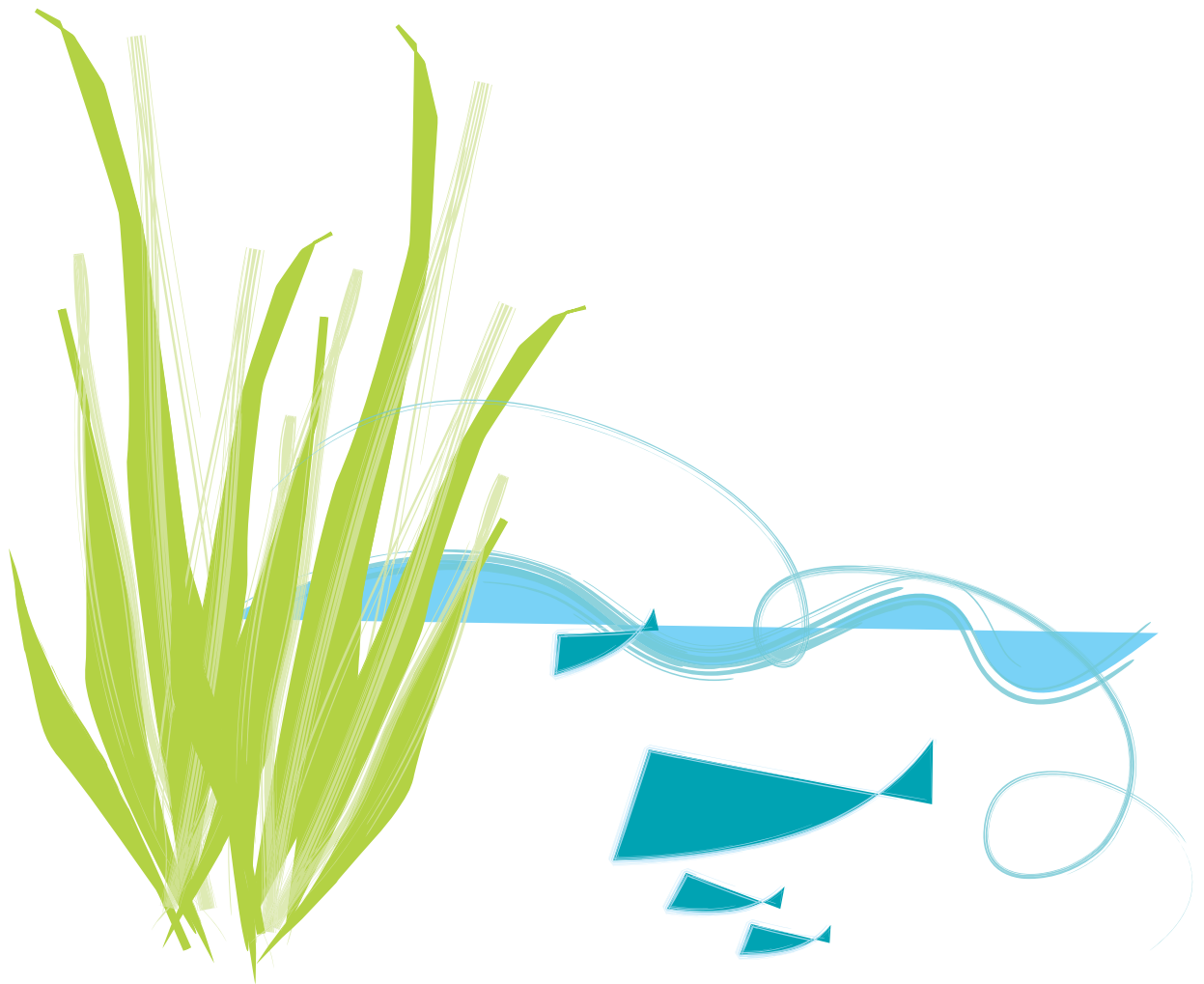
Débit spécifique

Afin de comparer des bassins versants de tailles différentes, on utilise le débit spécifique qui correspond à un débit (en l/s) divisé par la surface (en km²) du bassin versant au point considéré. Il s'exprime donc en l/s/km².

Débit naturel reconstitué

Le débit naturel reconstitué est défini par le débit qui serait passé à l'exutoire si le régime hydrologique n'était pas influencé par les activités humaines (hydroélectricité, soutien d'étiage, irrigation, transferts d'eau entre deux bassins...).

La reconstitution des débits suppose d'avoir une statistique hydrologique fiable (donc une ou des stations limnimétriques exploitées de longue date) et d'avoir sommé au niveau de ces points de suivi hydrologique du bassin l'ensemble des pressions quantitatives négatives et positives (prélèvements et rejets impactant l'hydrologie de surface), en ayant fait toute une série d'hypothèse pour leur estimation.



B : ELEMENTS DE L'ETUDE DIAGNOSTIC

La quantification de la ressource, des pressions et des impacts consiste dans un premier temps à estimer des volumes d'eau : volumes disponibles et volumes prélevés. Dans un deuxième temps, il s'agit de les comparer afin de vérifier que les volumes prélevés ne mettent pas en péril l'équilibre de renouvellement de la ressource et le fonctionnement des écosystèmes aquatiques.

L'acquisition des données pour les études quantitatives de la ressource en eau est une étape fondamentale. En effet, la qualité des résultats dépend directement de la qualité des données récoltées. Celles-ci ont par ailleurs deux caractéristiques : elles concernent des sujets très divers (météo, hydrologie, hydrogéologie, usages, ...) et peuvent présenter une grande variabilité à l'intérieur du bassin. Elles devront donc être organisées dans des bases de données régulièrement mises à jour et cartographiées. Aussi, il est conseillé de réfléchir à la mise en place d'un Système d'Information Géographique (SIG). Dans les pages suivantes nous ne ferons plus mention d'un tel SIG mais il est évident que cet outil est en filigrane de l'ensemble des démarches présentées.

Préambule important : le recueil des méthodes de récolte, de traitement et d'analyse des données présentées dans ce cahier technique n'a pas vocation à être exhaustif. De plus, au vu du nombre réduit et de la grande variabilité des études analysées (menées dans des contextes précis), il n'a pas été possible d'en tirer une ou des méthodes types.

Aussi, nous attirons l'attention sur le fait que les données comme les méthodes de traitement demandées seront à adapter en fonction des objectifs de chacune des études lancées.

I Réflexions préalables à la rédaction du cahier des charges

I.1 Pourquoi une étude de quantification de la ressource ?

Les premières questions à se poser avant d'initier une telle étude paraissent évidentes, pourtant cette réflexion est parfois négligée :

« Pourquoi réaliser une étude de quantification de la ressource en eau ? »

« Quels sont les enjeux et les problématiques identifiés sur le territoire ? »

Le responsable de l'étude doit tout d'abord recueillir un maximum d'information sur la problématique de la ressource en eau et des pressions quantitatives. Cela passe par un état des connaissances bibliographiques et des enquêtes auprès des usagers et des acteurs de l'eau du territoire.

A ce titre, les réunions publiques, réunissant les différentes catégories d'usagers et acteurs de l'eau peuvent s'avérer utiles. Elles ont pour objet d'inventorier les problématiques liées à la ressource, les points noirs du bassin versant et les demandes des usagers.

« Quelles sont les zones les plus sensibles aux étiages voire aux assèchements ? »

« Quelles sont les années les plus sèches connues/enregistrées au sein du bassin versant ? »

Ces questions permettent ensuite de localiser les zones sensibles et de réaliser un historique des dernières années de sécheresse connues sur le bassin versant.

Ainsi, le chargé de mission réalise un bilan des problèmes présents au sein de la zone d'étude. Il peut procéder selon les étapes suivantes :

- Connaître et inventorier les doléances des gestionnaires et usagers de l'eau pour lister les problèmes présents (travail d'enquête et de prospection).
- Hiérarchiser ces problèmes afin de mettre en évidence, dans le cahier des charges, les points essentiels sur lesquels des réponses précises sont attendues (questions précises = réponses précises).
- Inventorier les pressions et les principaux usages. Puis identifier les prélèvements les plus importants pour orienter la recherche de données et la précision nécessaire à l'étude.

Le chargé de mission ajuste ainsi le degré de détail de l'étude en fonction des besoins identifiés après concertation avec les acteurs et usagers de l'eau du territoire.

I.2 Typologie des bassins versants étudiés

La problématique de l'étude identifiée, les caractéristiques du bassin versant sont analysées. Les données nécessaires à l'étude quantitative de la ressource en eau dépendront du type de bassin versant concerné.

« Quel est le contexte naturel du bassin versant ? »

La situation géographique, la géologie et l'occupation du sol sur le bassin versant sont les principaux paramètres qui influencent l'hydrologie des cours d'eau. Ils définissent notamment le régime des écoulements en période d'étiage et les relations entre pluviométrie, écoulements de surface et écoulements souterrains.

Un premier diagnostic de ces paramètres permettra au chargé de mission d'éclaircir la ou les problématiques déterminantes de son bassin versant.

Situation géographique (Climat, Altitude)

Le régime pluviométrique varie en fonction de sa situation géographique des bassins versants :

« Le bassin versant se trouve-t-il au nord ou au sud de la France ? »

« Le bassin versant est-il en plaine ou en montagne ? »

« Le climat est-il océanique, continental, méditerranéen ? »

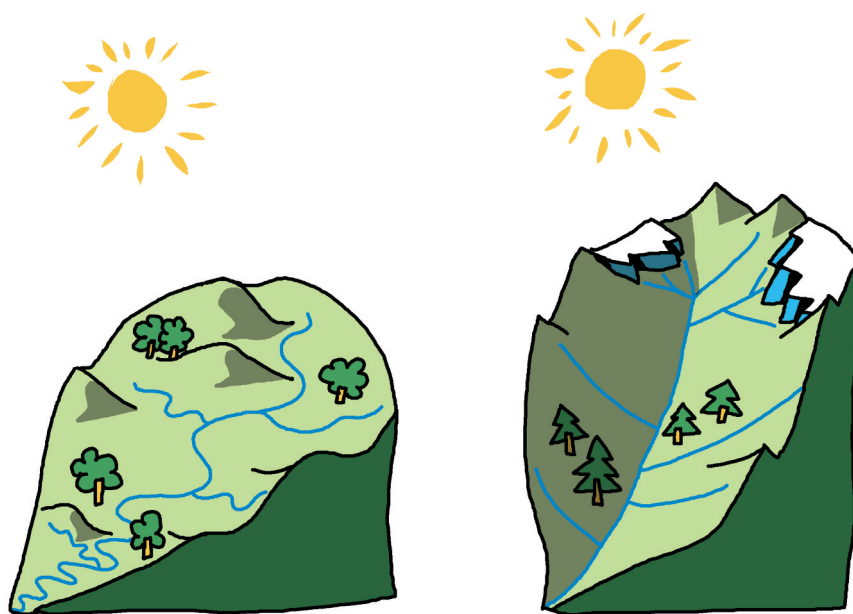


Figure 6 : Schématisation de l'importance de la situation géographique

Ces questions évidentes restent cependant essentielles. En effet, les paramètres météorologiques (les précipitations, la température, l'évapotranspiration, etc.) qui déterminent les conditions hydrologiques des cours d'eau, sont directement liés au **climat**, à l'**altitude**, à l'**exposition** et au **relief** du territoire.

La présence de neige et de glaciers, en montagne doit être prise en compte pour l'étude des facteurs de génération de l'écoulement de l'eau. En effet, la fonte des glaces printanières soutient les débits d'étiage à l'aval du bassin versant.

Contexte géologique

La connaissance de la **géologie** d'un bassin versant s'avère également importante pour cerner l'influence des caractéristiques physiographiques du bassin sur le régime hydrologique des cours d'eau. La géologie du substratum influe non seulement sur l'écoulement de l'eau souterraine mais également sur le ruissellement de surface.

L'étude géologique du bassin versant a pour objet principal de déterminer la perméabilité du substratum. La perméabilité intervient directement dans les relations nappes souterraines / débits d'étiage en surface. Un bassin à substratum perméable retient l'eau plus aisément qu'un bassin à substratum imperméable. En période de sécheresse, les nappes souterraines pourront assurer plus longtemps un débit de base pour soutenir l'étiage des cours d'eau.

« Quelle est l'importance du compartiment des eaux souterraines par rapport aux eaux superficielles du bassin versant ? »

« Les eaux précipitées sont-elles stockées ou ruissellent-elles (coefficient d'infiltration) ? »

« Le bassin versant présente-t-il en abondance de l'eau souterraine, superficielle, ou mixte ? »

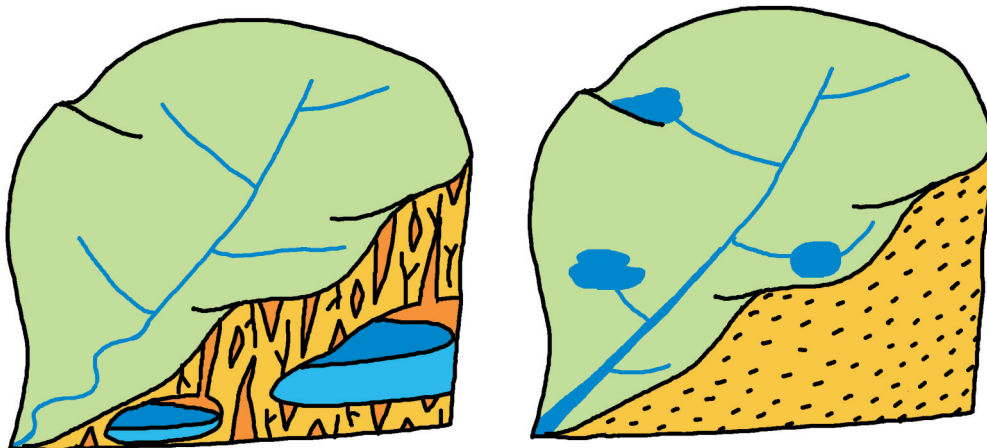


Figure 7 : Schématisation de l'importance du compartiment souterrain et superficiel

Les éléments de réponses sont souvent à rechercher dans des études géologiques ou hydrogéologiques qui auraient pu être préalablement réalisées sur le bassin versant.

L'occupation du sol

L'occupation du sol influence fortement le comportement hydrologique du bassin versant. Elle s'évalue généralement d'une manière globale à partir des questions suivantes.

« **Le bassin versant est-il plutôt rural ou fortement urbanisé ?** »

« **Quel est le secteur d'activité prépondérant sur le bassin versant ?** »

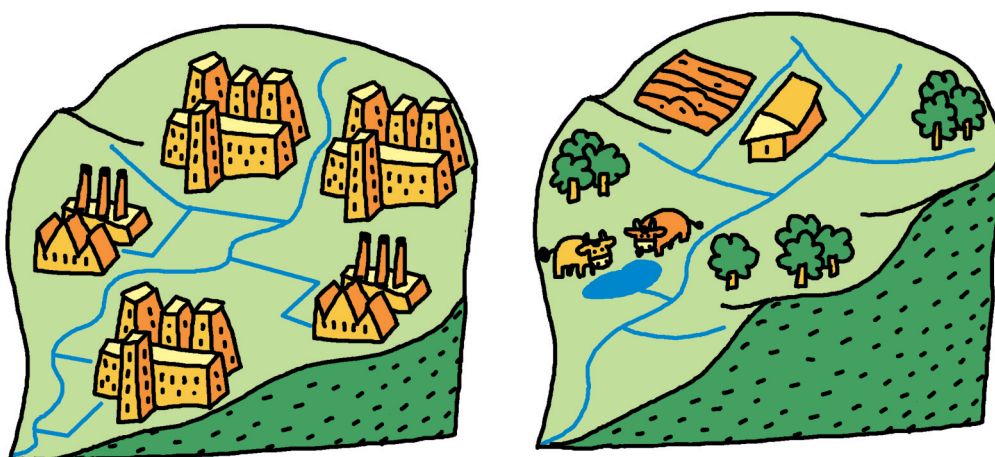


Figure 8 : Schématisation de l'importance de l'occupation du sol

L'**anthropisation** du bassin versant est souvent un facteur déterminant à prendre en compte dans l'hydrologie des cours d'eau. En effet, les **surfaces imperméables** jouent un rôle majeur en hydrologie urbaine. Elles augmentent l'écoulement de surface, réduisent les infiltrations et la recharge des nappes, et diminuent le temps de concentration. En outre, l'activité humaine modifie continuellement le tracé original du réseau hydrographique (drainage des terres agricoles, construction de barrages, endiguement, protection des berges, rectification de cours d'eau, ...).

Le couvert végétal et le type de sol influencent singulièrement le ruissellement de surface. Le **couvert végétal** retient, selon sa densité, sa nature et l'importance de la précipitation, une proportion variable de l'eau qui tombe. Une fraction non négligeable peut ainsi être soustraite à l'écoulement.

La présence de **plans d'eau** (lacs, chaîne d'étangs, ...) est à analyser. En effet, ces eaux libres peuvent présenter des capacités de stockage temporaire non négligeables.

Pour conclure, l'identification du type de bassin versant à l'aide des questions ci-dessous aidera à déterminer les facteurs qui influenceront plus ou moins fortement le fonctionnement hydrologique des cours d'eau. La recherche et l'acquisition des données n'en seront que plus efficaces et en cohérence avec le territoire étudié.

1.3 La question des échelles de travail spatiales et temporelles

La question des échelles spatiales et temporelles est centrale dans le déroulement de l'étude diagnostic. Il est toutefois difficile de déterminer avant le démarrage de celle-ci les échelles les plus pertinentes ; on peut toutefois en préciser la gamme.

Les échelles spatiales

L'étude s'attachera tout d'abord à faire un diagnostic à l'échelle du bassin versant dans sa globalité. Cette première analyse donnera une image d'ensemble du bassin versant et contribuera à faire ressortir des sous-bassin plus déficitaires que d'autres. Le bureau d'études pourra alors proposer la conduite d'analyses plus approfondies sur certains sous-bassins ou secteurs. Le découpage en sous-unités homogènes pourra être proposé par le bureau d'études au démarrage de l'étude ou lui être fourni par le maître d'ouvrage.

Le chargé de mission pourra se poser la question suivante :

« Existe-t-il des nappes ou des cours d'eaux qui nécessitent une étude plus approfondie/précise du fait des enjeux locaux (ensemble de prélèvements, sensibilité des milieux, conflits) ? »

Les échelles temporelles

« Est-il plus pertinent ou possible de raisonner en volume prélevé au pas de temps saisonnier, mensuel, décennaire ou journalier (période de pointe) ? »

Il est intéressant d'avoir au minimum une analyse au pas de temps mensuel quitte à extrapoler à partir de données annuelles. Tout comme les échelles spatiales, il est difficile de définir avant le début de l'étude le pas de temps le plus pertinent. Celui-ci dépendra fortement de la précision des données (historique des enregistrements disponibles). Il est donc préférable de le laisser à l'appréciation du bureau d'études une fois les données existantes connues.

Par ailleurs, étudier l'impact des pressions sur un débit d'étiage moyen ou sur un débit d'étiage extrême ne demande pas le même effort de calcul. Il est donc important dans le cahier des charges de préciser sur quels temps de retour devront reposer les analyses (reconstitution de débits caractéristiques non influencés) dans la mesure des données disponibles.

Enfin, le « pas de temps » du fonctionnement hydrologique peut différer selon la masse d'eau considérée. Par exemple, l'inertie de remplissage des nappes souterraines peut influencer le débit d'étiage à une échelle pluriannuelle. En revanche, le cours d'eau influence le débit d'étiage sur une échelle de temps bien plus réduite.

1.4 Travail de recherche et acquisition de données

Après avoir défini les objectifs de l'étude, les caractéristiques contextuelles du bassin versant et les échelles spatio-temporelles de travail, la récolte de données peut débuter en toute cohérence.

Pour le gestionnaire, le premier travail est la recherche bibliographique. Elle consiste à lister tous les documents utilisables au sein de la structure maître d'ouvrage sur les ressources en eau (de surface et souterraine) et sur les pressions et à mettre en évidence les données essentielles ou prioritaires à récolter de manière complémentaire.

Pour une étude de la quantification de la ressource, un même type de pression peut être ou non prioritaire selon les secteurs, d'où l'importance de définir les caractéristiques contextuelles du bassin. Par exemple, les prélèvements particuliers / individuels (piscines, lavage de voiture, arrosage, ...) peuvent être prioritaires dans un sous-bassin versant résidentiel ou semi-urbain à urbain. Dans ce cas, une recherche spécifique de données est nécessaire (puits privés, captages individuels) par voie directe auprès des particuliers ou par une autre méthode.

Pour conclure, les réflexions préalables présentées ci-dessus sont fondamentales. Elles vont permettre au chargé de mission de définir le plus précisément possible les besoins et attentes auxquelles l'étude quantitative de la ressource devra répondre, dans l'intérêt de l'ensemble des acteurs et usagers de l'eau du territoire.

Attention, lors de ce pré-diagnostic, le chargé de mission n'a pas à décrire la méthode à utiliser par le bureau d'études, mais seulement à définir les besoins et attentes.

Astuce : La définition précise des enjeux socio-politiques de l'étude (blocages, conflits d'usages...) permet également aux bureaux d'études d'adapter l'offre aux besoins. En cas de contexte conflictuel fort, le cahier des charges peut prévoir la réalisation d'une analyse socio-politique du bassin versant.

Astuce : Certains maîtres d'ouvrage proposent le recueil et le tri d'une partie des données comme sujet de stage universitaire. Ce travail préalable permet un gain de temps et donc de coût lors de la réalisation des études de quantification.

Estimer la ressource en eau du bassin est le plus souvent le point de départ des études de quantification. En effet, selon la quantité d'eau disponible, des pressions identiques peuvent devenir significatives ou non. Par ailleurs, la quantité d'eau dans un bassin varie dans le temps et dans l'espace, il sera donc nécessaire de prendre en compte les variations spatio-temporelles.

Pour faciliter l'estimation de la ressource en eau, trois compartiments ont été distingués et sont présentés successivement : les eaux superficielles circulantes (cours d'eau), les eaux superficielles stagnantes (plans d'eau, zones humides) et les eaux souterraines.

II.1 Quelles sont les données nécessaires et où les trouver ?

II.1.1 Pour les eaux superficielles circulantes

Deux types de données sont utiles :

- les données météorologique du bassin versant qui décrivent les variations spatio-temporelles du climat dans le bassin versant et servent de base au calcul des débits théoriques du réseau hydrographique à partir de la pluviométrie,
- les données hydrologiques qui décrivent le fonctionnement des cours d'eau mais dont la principale contrainte est de décrire dans la majorité des cas des débits influencés : débits impactés par l'ensemble des prélèvements et rejets effectués en amont du point de mesure.

Les données météorologiques

Météo France : la climathèque de Météo France est la principale source de données. Elle est accessible sur Internet (abonnement payant). Des données pluviométriques et climatiques générales, ainsi que d'autres produits fournis par des radars ou des postes au sol sont disponibles.

Des stations météorologiques manuelles ou automatiques mesurent différents paramètres : température, précipitations, humidité, vent, rayonnement solaire, insolation, pression... Le nombre de paramètres varie en fonction du type de station et de son instrumentation. Les données les plus complètes proviennent de stations automatiques.

Chaque département dispose de 40 à 60 stations. Néanmoins, certains bassins versants en sont parfois dépourvus. Des stations « de remplacement » représentatives du bassin étudié (altitude, température, orientation, ...) devront alors être trouvées au sein de bassins voisins.

La Climathèque met à disposition la climatologie de base (données horaires, quotidiennes, décennales, mensuelles) et la climatologie de référence (tableaux) qui donne des valeurs normales (1971-2000), des valeurs statistiques (sur la période de mesure des données) et les valeurs records.

Les données issues des stations météorologiques sont intégrées après validation dans différentes banques de données dont la Banque « PLUVIO ». La majorité des données provient de Météo France, le reste d'EDF¹³, des Agences de l'Eau ou des DREAL.

Les Chambres d'Agriculture : Certaines chambres possèdent des données météorologiques (utilisées en agro-météorologie). La possibilité d'acquisition et la nature des données fournies varient d'un département à l'autre.

Les Sites internet : divers sites proposent des cartes des précipitations annuelles qui complètent les données de Météo France. Il importe néanmoins de vérifier les sources de ces documents.

Les météorologues amateurs : L'Association Météorologique entre Rhône et Loire dispose par exemple pour la région Rhône-Alpes de données intéressantes. Elles doivent néanmoins être comparées avec les données de stations Météo France proches pour vérification.

Astuce : La climathèque est particulièrement riche (données quotidiennes, horaires, décennales, mensuelles, fiches climatologiques...). Il est donc conseillé de prendre contact avec le responsable du centre départemental Météo France du territoire étudié pour affiner la demande en fonction de la problématique de l'étude, préparer les données nécessaires et établir un devis adapté.



Figure 9 : Types et sources de données météorologiques - cf. annexe 1

13. Des structures comme EDF conservent de longues chroniques de mesures. Plus l'exploitation des centrales hydrauliques est ancienne, plus les chroniques sont longues.

Les données hydrologiques

La banque HYDRO est la banque nationale de données pour l'hydrométrie et l'hydrologie de surface. Elle rassemble les données issues de 3 500 stations de mesure implantées sur le réseau hydrographique français, dont 327 stations en Rhône-Alpes. Ces stations produisent de longues chroniques d'observation (au moins cinq ans). Elles se prêtent ainsi à l'analyse statistique et fournissent une bonne connaissance des régimes hydrologiques. Chaque station est caractérisée par une fiche signalétique : finalité, localisation précise, qualité des mesures, historique, données disponibles.

Les stations de mesures sont en général calées sur un seuil et mesurent une hauteur d'eau dans le lit de la rivière. Les hauteurs sont transformées en débit par l'intermédiaire de courbes de tarage¹⁴ régulièrement mises à jour (addition, précision supplémentaire, correction...).

Tous les bassins versants ne sont pas équipés de tels réseaux de mesures. Comme pour les données météorologiques, on cherchera alors des stations « de remplacement » dans les bassins voisins, en ayant soin de critiquer le niveau de similitude des zones hydrologiques rapprochées.

En plus des données provenant des stations automatiques, la base de données Rhône-Alpes rassemble les résultats de 4 317 jaugeages ponctuels effectués en condition d'étiage significatif, sur 1190 points (hors stations hydrométriques).

Les producteurs des données sont les services de l'Etat dont principalement la DREAL, le SPC (Service de Prévision des Crues), mais aussi des Agences de l'Eau, EDF ou des organismes de recherche (CEMAGREF, universités...), ainsi que des compagnies d'aménagement (CNR, Compagnie d'aménagement des côtes de Gascogne, Compagnie d'aménagement du Bas-Rhône-Languedoc, ...).

L'accès aux données de la banque se fait gratuitement via internet sur le site de la banque HYDRO. Cependant, le téléchargement des données sous des formats (tableurs) permettant de retravailler les données est payant (ouverture d'un compte auprès de la Banque HYDRO).

Les études de qualité de l'eau des cours d'eau : lors des prélèvements effectués pour les mesures de qualité, des jaugeages sont généralement réalisés. Ils se font souvent en situation d'étiage et couvrent l'ensemble du bassin. Ces études fournissent donc de précieux éléments de connaissance de l'hydrologie des cours d'eau.

Les jaugeages « à la demande » : en cas de besoin, le service hydrométrique de la DREAL, gestionnaire des stations hydrométriques permanentes, peut intervenir à la demande. Les agents réalisent alors des jaugeages ponctuels. Leur intervention est à planifier à l'avance en passant si besoin par les services départementaux de police des eaux.

Les enquêtes de terrain : en cas de besoin, elles permettent de recueillir auprès des agents de l'ONEMA (responsables du suivi ROCA), des riverains, des pêcheurs, des agriculteurs, des naturalistes ou des mairies, des informations sur les étiages sévères ou les assèchements. Ces données complètent l'identification des « zones à risque ».



Figure 10 : Types et sources de données hydrologiques - cf. annexe 2

II.1.2 Pour les eaux superficielles stagnantes

Les administrations et services publics départementaux (DREAL, Agences de l'Eau, MISE, ...) ou **les Chambres d'Agriculture** peuvent avoir recensé les plans d'eau (notamment retenues d'irrigation) et/ou les zones humides. Cependant certains plans d'eau ont pu être réalisés sans procédures réglementaires et ne sont alors pas connus. Dans chaque département, il existe désormais un inventaire des zones humides de plus d'un hectare réalisé sous maîtrise d'ouvrage diverse (Agence de l'Eau, Conseil général, Conservatoire des milieux naturels, Fédération de pêche, ...).

Parfois, les associations de naturalistes, les fédérations ou associations de pêche ou de chasse, les syndicats de bassin versant, ont pu en complément réaliser les inventaires des zones humides de moins d'un hectare.

Les enquêtes de terrain (sous forme de questionnaires) permettent enfin de compléter les informations relatives aux stocks d'eau superficiels. Il faut néanmoins prévoir un certain temps pour le retour des réponses et pour leur traitement (croisement et compilation des données).

Les reconnaissances de terrain peuvent également compléter les données :

- parcours du territoire à l'aide de carte IGN (en général à l'échelle 1/25 000^e),
- photographies des plans d'eau caractéristiques,
- prise en compte des déclarations des propriétaires,
- photos aériennes.

14. Les courbes de tarage donnent les relations entre les hauteurs d'eau et les débits d'un cours d'eau.

La quantité d'informations recueillies est souvent conséquente et les données très disparates en fonction des sources, des problématiques traitées, de l'échelle d'approche, de la précision des données. Elles sont par ailleurs souvent sous forme cartographiques au format papier.

Il est important de vérifier la mise à jour et l'exhaustivité des informations recueillies avant leur utilisation. Cet exercice peut s'avérer long et fastidieux, d'autant qu'un même plan d'eau peut prendre plusieurs dénominations.

Un diagnostic systématique de tous les plans d'eau du bassin versant doit s'appuyer sur l'utilisation d'une fiche de saisie et de classification des plans d'eau et retenues collinaires.

Astuce : Certains maîtres d'ouvrage proposent le recensement des plans d'eau et retenues comme sujet de stage universitaire. Ce travail préalable permet un gain de temps et donc de coût lors de la réalisation des études de quantification.



Figure 11 : Types et sources de données concernant les eaux stagnantes - cf. annexe 3

II.1.3 Pour les eaux souterraines

La banque de données ADES (Accès aux Données sur les Eaux Souterraines) rassemble, sur un site internet, des données ponctuelles, quantitatives et qualitatives relatives aux eaux souterraines. Ces données sont disponibles gratuitement mais le téléchargement de fichiers sous des formats (tableurs) permettant de rassembler les données d'un territoire n'est pour l'instant pas fonctionnel (acquisition des données point par point très fastidieuse).

Les informations sont disponibles par point et réseau de mesure, par bassin hydrographique, région et département, et par aquifère. Les données sont produites majoritairement par le BRGM, les Agences de l'Eau, les services de l'Etat, les collectivités territoriales (conseils généraux, régionaux, syndicats producteurs d'eau potable, parcs, ...), ... voire par des sociétés privées.

Les études et cartes hydrogéologiques déjà réalisées sur le bassin versant représentent la plus importante source de données. Elles peuvent donner une vision globale des ressources en eau souterraine contrairement à la base ADES. Les études à rechercher sont des synthèses hydrogéologiques issues des études de mises aux normes des périmètres de protection des captages AEP, des études de suivi de nappes issues des études d'impact d'aménagements divers, des études de diversification de la ressource en eau, des bilans de l'état des connaissances hydrogéologiques du territoire, ...

Les personnes ressources et experts locaux : Les universitaires, les hydrogéologues, les spéléologues, ... peuvent également être consultés.

II.2 Comment traiter les données ?

II.2.1 Estimation de la ressource en eau superficielle circulante

Dans un bassin versant, la ressource en eau superficielle circulante est constituée par l'ensemble de l'eau s'écoulant dans les rivières, ruisseaux, fossés, biefs, ... Quantifier cette ressource revient à estimer le débit des divers cours d'eau du bassin, en des points spécifiques (fermeture de sous-bassins, points particuliers, ...). Certains débits sont directement connus (stations de mesure), d'autres non. Il faudra donc estimer certains à partir des données météorologiques ou par extrapolation à partir d'une station voisine.

II.2.1.1 Analyse des données météorologiques, répartition spatio-temporelle des pluies

Les données de Météo France étant payantes, le pas de temps des données est à choisir en fonction des besoins de l'étude. Certaines études ne présentent qu'à titre indicatif les valeurs de précipitation et d'évapotranspiration moyennes annuelles sur l'ensemble du bassin. D'autres décrivent et comparent la répartition plus précise de ces valeurs à différentes échelles de temps et d'espace.

L'étude de la **répartition des pluies dans le temps** permet de déterminer le régime pluviométrique au sein du bassin et le climat associé. Les précipitations extrêmes (mois les plus humides et les mois les plus secs) sont alors recherchées. Les volumes d'eau précipitée en été et en hiver (en fonction de la période d'étiage) sont calculés. Les données sont représentées à l'aide de hyétogrammes¹⁵, graphiques exposant, à diverses stations, les cumuls des précipitations en fonction du temps (pas de temps mensuel, trimestriel, ...).

15. Hyétogramme : distribution dans le temps de l'intensité d'une averse.

L'étude de la **répartition spatiale des pluies** met en évidence l'influence du gradient altimétrique, des micro-climats ou de l'orientation du bassin. La représentation se fait par des cartes isohyètes¹⁶, ou par l'attribution aux différents sous bassins de coefficients d'abattement de pluies. Il est néanmoins important de noter qu'à l'échelle des bassins étudiés (en général assez petit), l'analyse détaillée de la répartition spatiale des pluies ne paraît pas essentielle pour l'évaluation des pressions et impacts sur la ressource en eau. Cela peut néanmoins être intéressant à titre informatif, pour différencier des zones climatiques plus ou moins humides du bassin.

En fonction de l'historique des données disponibles, une analyse statistique de la pluviométrie (nécessite environ 30 ans de mesures) peut également être réalisée. Il s'agit d'identifier les hauteurs d'eau précipitée pour différentes occurrences de retour de pluie, en général les occurrences 2 et 5 ans, pour faire le parallèle avec les QMNA2 et QMNA5.

II.2.1.2 Reconstitution des débits à partir des données météo

La méthode consiste à transformer une pluie brute en pluie efficace puis en débit.



La pluie efficace est la fraction des pluies qui génère des écoulements, immédiats ou différés, superficiels ou souterrains. C'est la différence entre les précipitations totales et l'évapotranspiration. Elle dépend de l'occupation des sols et des réserves utiles¹⁷.

Le débit théorique ou reconstitué est calculé, en différents points (points nodaux) du bassin versant et pour divers pas de temps, directement à partir de l'équation hydrologique et de l'eau précipitée ou à l'aide de modèles hydrologiques. Le débit ainsi calculé est dit non influencé car il ne tient pas compte des pressions anthropiques.

Estimation de la quantité d'eau écoulée à partir de l'équation hydrologique et de l'eau précipitée

Le **volume écoulé** est calculé en soustrayant les pertes par infiltration et par évapotranspiration aux valeurs pluviométriques pour une période de temps donné (annuelle, mensuelle, saisonnière...).

Pour mémoire, une précipitation d'1 mm d'eau équivaut à 10 m³/ha

Exemple : Pour un bassin versant de 500 km² dont la **précipitation moyenne annuelle brute** est de 1 000 mm, le volume total précipité sera de : 500 Million de m³. Le bilan hydrologique pour ce bassin donne la répartition de l'eau précipitée suivante :

- 60 % de l'eau précipitée est évapotranspirée ;
- 15 % s'infiltré dans les sols et alimente les nappes ;
- 25 % s'écoule via le réseau d'eaux superficielles.

Exemple de répartition de l'eau précipitée

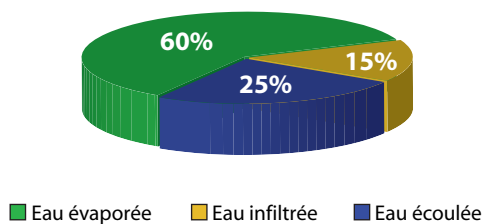


Figure 12 : Exemple de bilan hydrologique et répartition de l'eau précipitée

Les pourcentages présentés ici sont des hypothèses de calcul liés à un versant particulier.

16. Ligne géographique imaginaire reliant les points où une certaine valeur de niveau d'eau de pluie est la même sur une durée donnée.

17. La réserve utile (RU) correspond au volume d'eau que le sol est susceptible d'absorber ; autrement dit l'eau qui est utilisable par tous les végétaux (exprimée en mm).

Le **volume écoulé à l'exutoire** est estimé à : $0,25 \times 500 \text{ Mm}^3 = 125 \text{ Mm}^3/\text{an}$.

Cette méthode permet également de calculer des volumes écoulés pour des pas de temps plus court (mensuel, saisonnier) et pour chaque sous bassin versant ou point nodal particulier.

Si les données de pluies efficaces sont directement disponibles, la connaissance des proportions de pluie qui alimente les nappes ou les cours d'eau permet d'estimer les recharges potentielles des différents stocks d'eau (nappe, plans d'eau, étang, ...) et rivières à partir des données météorologiques, avant même d'y intégrer les pressions anthropiques.

Estimation de la quantité d'eau écoulée à partir de la modélisation hydrologique

La modélisation hydrologique permet de transformer des données de pluies en débit. Les modèles sont nombreux et leurs contraintes d'utilisation plus ou moins fortes. Il existe deux types principaux de modèles : les modèles statistiques et les modèles déterministes.

Les premiers sont généralement utilisés pour modéliser les débits en période de crue, ils n'intègrent pas réellement les caractéristiques physiques du milieu. Au contraire, les seconds reconstituent les réservoirs, les entrées et sorties d'eaux et intègrent des règles mathématiques de vidange.

Chaque modèle a ses propres limites. Les bureaux d'études doivent donc identifier le plus adapté au contexte de l'étude. Pour ce faire, plusieurs débits sont calculés à partir de modèles différents puis comparés à des débits connus. Pour la réalisation d'études qui visent à évaluer les pressions et leurs impacts sur la ressource en eau, il est préférable d'utiliser des modèles déterministes.

Parmi les nombreux modèles existants, trois sont présentés ici.

Le **modèle GARDENIA** a été appliqué pour l'étude de la nappe de Bièvre Valloire et celle du bassin versant de l'Isère en amont d'Albertville. Il permet d'estimer la ressource naturelle en eau à différentes échelles spatiales et pas de temps (débit moyen annuel, mensuel, journalier). Assez simple d'utilisation, il utilise les chroniques de pluies, les valeurs d'évapotranspiration, les données de température, d'insolation et de vent, au pas de temps voulu. Ce logiciel est conçu et commercialisé par le BRGM.

Le modèle **pluie-débit GR2M** a été retenu sur le bassin du Buëch pour modéliser la pluie en débit, à la fréquence mensuelle. Ce modèle utilise les chroniques de pluies, les températures et les valeurs d'évapotranspiration moyennes mensuelles pour générer des chroniques de débits. Deux paramètres règlent la génération des débits mensuels. Les valeurs de ces deux paramètres sont déduites de la comparaison des débits observés et des débits calculés par le modèle. Ce réglage vise à réduire l'écart entre débits observés et débits calculés. Le modèle a été développé par le Cemagref. Des informations complémentaires sur les modèles hydrologiques du génie rural (GR) sont disponibles sur le site internet du Cemagref.

Le **Service Régional d'Aménagement des Eaux¹⁸ (SRAE) Rhône-Alpes** avait développé en son temps une méthode basée sur l'estimation du débit d'étiage quinquennal sec applicable au département de la Loire. L'étude du bassin versant du Sornin a utilisé cette méthode.

Amélioration des connaissances : Dans certains bassins versants ne disposant que de peu de données météorologiques et/ou hydrométriques, un suivi de débit et pluviométrique sur une à deux années permet d'améliorer les connaissances sur la ressource en eau. Un tel suivi permet ensuite une modélisation pluie-débit.

Etapes à retenir :

- **Récolte des données disponibles pour le bilan hydrologique (pluviométrie, évapotranspiration, taux d'infiltration),**
- **Description de la répartition spatio-temporelle des données météorologiques,**
- **Calcul du volume d'eau écoulé pour différents points du bassin versant à partir du volume d'eau précipité ,**
- **Modélisation hydrologique (facultative) : Pluies → Débits.**

II.2.1.3 Description de l'hydrologie des cours d'eau

La gestion de la ressource en eau doit s'appuyer sur une connaissance précise du régime des cours d'eau : débits moyens, variations saisonnières, variations interannuelles. C'est pourquoi, l'acquisition et l'analyse de données hydrologiques représentent une étape essentielle pour les études de gestion quantitative de la ressource.

18. SRAE : Le SRAE n'existe plus depuis la création des DIREN, en 1992. Il a fusionné avec la Direction Régionale de l'Architecture et de l'Environnement (DRAE) pour créer la DIREN.

L'analyse des données hydrométriques consiste essentiellement à caractériser les variations de débits des cours d'eau, et plus précisément à connaître des **débits d'étiage**. En effet, ces derniers représentent **une référence pour l'évaluation des impacts** des pressions (prélèvements et rejets) effectués sur la ressource.

Le calcul des débits d'étiage en différents points du bassin versant met en évidence les zones les plus sensibles aux assèchements ainsi que l'apport respectif de chaque affluent au bilan quantitatif de la ressource totale des cours d'eau.

Les données hydrométriques représentent des **débits influencés**. En effet, les débits mesurés aux stations (limnimétriques et de jaugeages) intègrent déjà les pressions (prélèvements, rejets) en amont du point de mesure. Il est impératif d'en tenir compte dans l'analyse qui va suivre.

Pour qu'elle soit pertinente, l'analyse des débits d'étiage devra être mise en relation avec les volumes prélevés et les volumes rejetés.

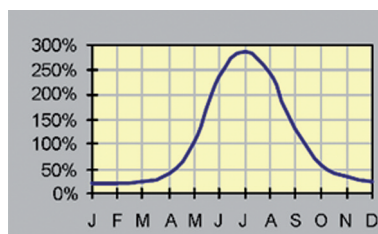
L'estimation des débits de référence (module, QMNA, VCN,...) se fait à partir des débits relevés dans les stations hydrométriques et lors des jaugeages et passe par l'analyse des débits modélisés. En comparant les données, il est possible d'évaluer les débits moyens et les débits d'étiage les plus représentatifs du fonctionnement hydrologique du bassin (régime hydrologique, répartition spatiale et temporelle des débits).

Exploitation des données à partir des stations hydrologiques des bassins

Les données hydrométriques permettent de déterminer en premier lieu le régime hydrologique des cours d'eau du bassin étudié. Les principaux régimes de Rhône-Alpes sont présentés ci-dessous.

Régime glaciaire

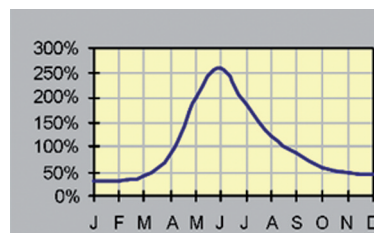
Le régime glaciaire est caractérisé par deux périodes, un étiage hivernal et une période de hautes eaux estivale, pendant la fonte des neiges. Les écoulements des mois de juin à août représentent à eux seuls 60 % des volumes annuels. Ce sont les cours d'eau du domaine alpin au niveau des hauts sommets qui suivent ce régime.



Régime nival

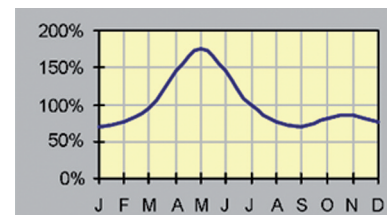
Très proche du régime glaciaire, il se différencie de celui-ci par le fait que les hautes eaux débutent plus tôt, au printemps, avec un maximum observé en juin au lieu de juillet.

Il est typique des rivières alpines de moyenne altitude et est bien représenté dans l'Est de la région.



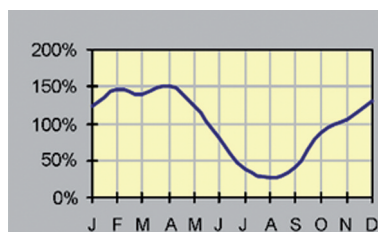
Régime nivo-glacial

A la différence des régimes glaciaire et nival, le régime nivopluvial est caractérisé par deux périodes d'étiage, l'un estival et l'autre hivernal. Les débits maximums sont observés encore plus tôt dans la saison, au début du printemps, et sont beaucoup moins accusés. Les 3 mois de hautes eaux (avril à juin) ne représentent plus que 40 % des volumes annuels. Ce régime est caractéristique des rivières alpines de faible altitude ainsi que du Rhône jusqu'à la confluence avec l'Ain.



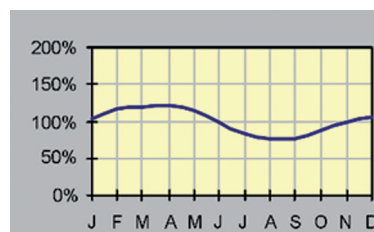
Régime pluvial

Avec un fort contraste entre les hautes eaux de l'automne-hiver et un seul étiage en été (juillet à septembre), le régime pluvial est le plus représenté en Rhône-Alpes à l'Ouest de l'arc alpin.



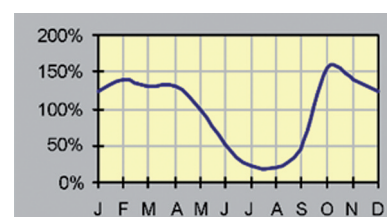
Régime influencé

Il est caractérisé par un très faible contraste entre les hautes et les basses eaux. L'amplitude ne varie que de 75 % à 120 % du module. Le Rhône à l'aval de Lyon appartient à cette catégorie mais également les rivières en relation avec des émergences d'eaux souterraines ou avec des plans d'eau.



Régime pluvial de type cévenol

Ce régime se rapproche du régime pluvial avec toutefois des débits élevés en automne liés à des crues souvent violentes. Il est localisé à l'extrémité Sud-Ouest de la région (Ardèche).



Il est ensuite intéressant d'étudier les paramètres suivants :

Les modules inter-annuel et inter-mensuel qui mettent en évidence :

- les sous bassins les plus humides et les plus secs (répartition spatiale),
- les variations saisonnières : périodes des hautes et basses eaux (répartition temporelle).

Les **débits de référence d'étiage**, (QMNA5, QMNA2) dont la comparaison des valeurs permet de mettre en évidence les différences spécifiques dues à la nature des sous-bassins (infiltrations, orientation, relief) et aux pressions anthropiques.

Le QMNA2 représente des valeurs de débit de fréquence plus élevée (récurrence 2 ans) que le QMNA5 (récurrence 5 ans). Il est donc plus représentatif de la régularité des problèmes d'étiage que le QMNA5.

Le **débit d'étiage moyen** des cours d'eau qui correspond à la moyenne des débits des mois d'étiage. Cela permet de travailler sur des valeurs moyennes ; **valeurs beaucoup plus faciles à extrapoler que les valeurs extrêmes.**

Si le bassin étudié ne dispose pas de stations hydrométriques, des stations de bassins voisins peuvent être utilisées sous réserve que les caractéristiques soient représentatives du territoire d'étude (orientation, géologie, occupation du sol, ...). Les débits utilisés doivent alors être transformés en débit **spécifique**¹⁹ pour être reportés sur le bassin versant étudié (extrapolation)

Exploitation des données à partir des campagnes de jaugeages

Outre les données des stations hydrométriques, les débits mesurés lors de campagne de jaugeage réalisés à d'autres occasions peuvent être étudiés, d'où l'intérêt de recenser ces campagnes. Les débits mesurés par jaugeage peuvent être comparés avec les débits mesurés par les stations hydrométriques du bassin. Attention cependant à la compatibilité des lieux, des périodes, et du temps de retour des débits enregistrés. Pour être significatives, les campagnes de jaugeage doivent être répétées, concomitantes et effectuées en situation d'étiage significatif.

L'analyse des écarts des débits particuliers, entre stations d'une même campagne, ou entre campagnes à une même station, peut mettre en évidence l'influence directe des pressions anthropiques sur le débit d'étiage. Ces prélèvements ou transferts d'eau peuvent néanmoins varier entre les stations ou entre les campagnes. Il est donc parfois difficile d'extrapoler ou de moyenniser ces valeurs spécifiques mesurées à un instant donné.

Astuce : Le démarrage de l'étude d'évaluation des pressions et de leurs impacts sur la ressource peut être programmé de façon à ce que le bureau d'études puisse réaliser une campagne de jaugeage en période d'étiage. Il est également possible de profiter de la réalisation d'une étude qualité des eaux, pour demander la réalisation d'une campagne de jaugeage de débit, en période d'étiage.

Analyse critique des données

Les débits récoltés, calculés ou observés présentent des différences relatives aux méthodes utilisées. Il est donc nécessaire de les comparer, d'en faire une analyse critique afin de retenir les débits spécifiques de référence.

Néanmoins, cette analyse s'avère parfois difficile. En effet au sein d'un même bassin, les valeurs de débits sont plus ou moins hétérogènes, particulièrement **en période d'étiage** car les débits sont influencés par de nombreux facteurs naturels ou anthropiques.

Estimation du volume écoulé à partir de l'hydrologie

Les débits spécifiques de référence retenus, il est possible de calculer le volume d'eau écoulé (en différents points du bassin versant et pour des pas de temps différents). Le volume d'eau écoulé est calculé en multipliant le débit (module ou débit d'étiage) par le temps souhaité et par la surface du bassin versant.

Volume d'eau écoulé (l) = Débit spécifique (l/s.km²) x temps (s) x surface BV (km²)

Le calcul des volumes d'eau écoulée par sous bassin permet de comparer leur répartition dans le temps et dans l'espace :

- comparaison du volume écoulé en fonction du pas de temps (annuel, mensuel, décadaire, journalier, ...)
- comparaison du volume écoulé en différents points du bassin versant (à l'exutoire de chaque sous bassin versant, ou à l'amont et/ou l'aval de grandes villes par exemple)

Le calcul des volumes écoulés en des divers points nodaux permet ensuite de les comparer avec les volumes prélevés et rejetés **cumulés** au niveau des mêmes points nodaux. C'est une manière de quantifier l'impact des pressions sur la ressource en eau.

Remarque : Il est également intéressant de comparer les volumes écoulés obtenus par jaugeage avec les volumes écoulés obtenus à partir du volume précipité dans le but d'estimer les écarts entre les 2 méthodes.

19. Le débit spécifique (Qsp) est une mesure de l'écoulement moyen des précipitations au sein d'un bassin versant de cours d'eau. Il se définit comme étant le nombre de litres d'eau qui s'écoule en moyenne chaque seconde par kilomètre carré du bassin. Techniquement, il s'agit de la valeur du débit Q (l/s ou m³/s) rapportée à la surface du bassin versant (km²).

Etapes essentielles à retenir :

- **Acquisition des données disponibles (stations limnimétriques, stations de jaugeage),**
- **Estimation des débits de référence (module, débit d'étiage) influencés, possible reconstitution des débits de référence naturelle seulement après le travail d'estimation des pressions réalisés,**
- **Evaluation des volumes écoulés (pour des sous bassins versants et pas de temps différents).**

II.2.2 Estimation de la ressource en eau superficielle stagnante

Les eaux stagnantes, souvent oubliées, peuvent représenter une fraction importante de la ressource en eau du bassin versant. Comme les eaux courantes, elles sont soumises à des pressions naturelles (évaporation) ou anthropiques (prélèvement, drainage, ..).

Les plans d'eau et zones humides jouent le rôle de réservoirs capables de stocker ou déstocker la ressource en eau. A ce titre, ils ont un rôle important sur le débit des cours d'eau en soutenant ou diminuant les débits. Ainsi, un déstockage progressif d'eau en période sèche, à partir de zones humides, soutient l'étiage. En revanche, un remplissage de plan d'eau à partir de rivière pendant cette même période va contribuer à diminuer le débit d'étiage.

L'évaluation de la quantité d'eau stagnante est donc importante, bien que peu de bureaux d'études soient aujourd'hui en mesure de modéliser les phénomènes de stockage-déstockage de l'eau et en particulier dans les zones humides.

II.2.2.1 Plans d'eau

L'étude doit également s'attacher à décrire chacun des plans d'eau, naturels et artificiels (retenues collinaires, retenues récréatives, retenues hydro-électriques...) afin d'en mesurer ultérieurement leurs impacts sur la ressource en eau circulante.

Recensement des plans d'eau

Il est réalisé par sous bassin à l'aide des orthophotoplans, des cartes IGN et de toutes les données disponibles préexistantes.

Description de la position du plan d'eau artificiel (retenue, notamment retenue « collinaire ») par rapport au réseau hydrographique

Les retenues sont classées en plusieurs catégories selon leur position au regard du réseau hydrographique :

- en dérivation du cours d'eau,
- en travers du cours d'eau,
- en dehors de tout cours d'eau,
- de haut de bassin versant,
- avec dérivation du débit réservé.

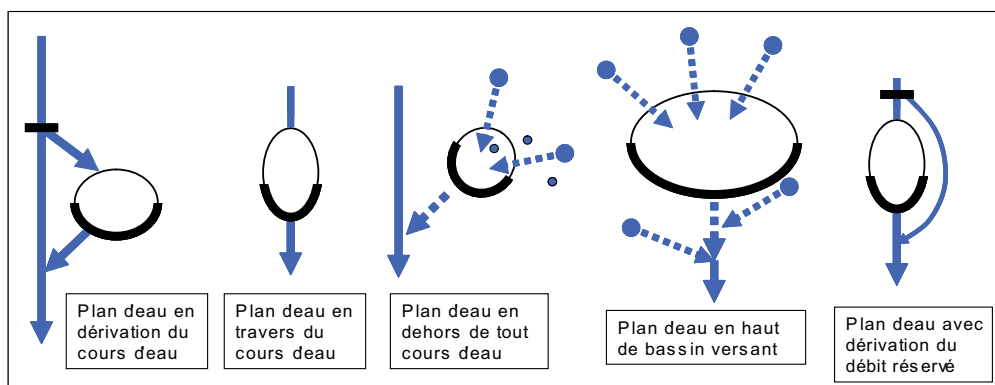


Figure 13 : Classification des plans d'eau artificiels au regard du réseau hydrographique (Source : ARRA, selon DDAF 69)

C'est la position et le type d'alimentation des plans d'eau qui définissent leurs impacts sur la ressource. Un plan d'eau situé sur le réseau hydrographique a un impact plus important que celui situé hors réseau. L'impact est par ailleurs complètement dépendant de l'existence ou non d'un système de restitution d'un débit minimal à l'aval et de sa gestion.

Evaluation de la surface de bassin versant interceptée

Cette surface sert également à quantifier l'impact des plans d'eau. Le bassin versant « intercepté » est la surface qui se trouve à l'amont topographique et hydrologique du plan d'eau. Il peut s'agir d'un versant sec pour les plans d'eau sur versant ou en tête de talweg, d'une partie du bassin versant du cours d'eau en amont de la prise d'eau ou du plan d'eau pour les aménagements en dérivation ou au fil de l'eau.

Lorsque plusieurs étangs sont en chaîne, le bassin versant à l'amont de l'étang le plus en aval est pris en compte. Pour les étangs au fil de l'eau et ceux en dérivation, tout le bassin versant amont est considéré comme intercepté ou susceptible de l'être.

Remarque : Les bassins interceptés sont généralement tracés à partir de cartes IGN au 1/25°. Plus le bassin versant capté est important, plus la retenue possède un impact potentiel fort sur le débit du cours d'eau aval.

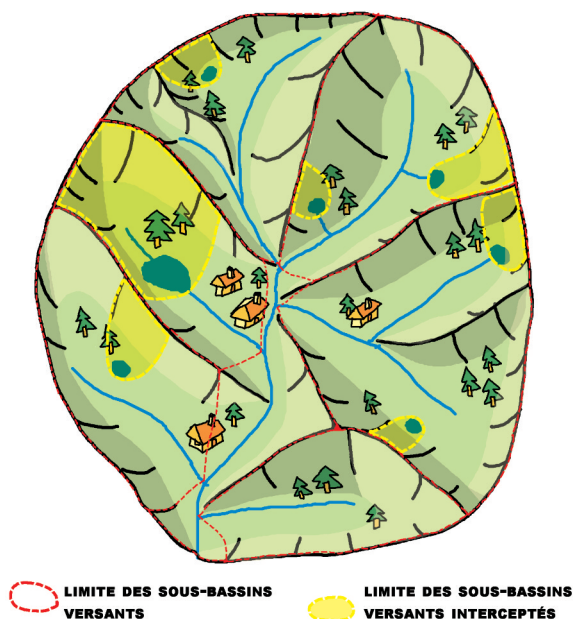


Figure 14 : Représentation schématique des sous bassins versants interceptés par les plans d'eau artificiels

Remarque : Toute la difficulté du positionnement d'une retenue collinaire est de trouver un compromis dans la taille du bassin versant capté pour assurer le remplissage sans avoir des débits de crue trop importants à écrêter et tout en maintenant un débit restitué pendant l'étiage.

Evaluation de la surface des plans d'eau

La surface totale des plans d'eau est la somme des surfaces individuelles de chaque plan d'eau. La répartition des surfaces par sous-bassins permettra ultérieurement d'évaluer le volume total d'eau évaporée.

Une répartition par type de plans d'eau peut éventuellement être faite pour quantifier les impacts des plans d'eau en fonction de leur mode d'alimentation.

Evaluation du volume des plans d'eau

Les volumes d'eau sont calculés, par sous-bassins à partir des surfaces totales des plans d'eau. Deux méthodes sont utilisées :

- calcul des volumes sur la base d'une **profondeur moyenne** des plans d'eau,
- calcul des volumes sur la base d'une extrapolation à partir de l'observation des **rapports surface/volume** des retenues pour lesquelles ces deux paramètres sont connus (via une droite de régression, par exemple).

La répartition des volumes peut se faire par sous-bassins. Elle servira par la suite à évaluer le rapport des volumes stockés / volumes écoulés. La répartition peut également se faire en fonction des types de plan d'eau.

II.2.2.2 Zones Humides

L'évaluation du volume total de la ressource stockée dans les zones humides présente le même intérêt que pour les plans d'eau, même si l'exercice est encore plus incertain.

Description des zones humides

La description s'attachera à fournir l'épaisseur de la zone, le support géologique, la surface et le positionnement par rapport au réseau hydrographique. Si ces données ne sont pas connues lors de l'inventaire, elles devront être collectées lors d'enquêtes sur le terrain avec des supports cartographiques.

Les zones humides sont en général regroupées en cinq catégories en fonction de leur positionnement par rapport au réseau hydrographique :

- Zones humides de bas fond en tête de bassin versant,
- Zones humides de plaines alluviales,
- Marais et landes humides de plaines et plateaux,
- Zones humides artificielles,



Figure 15 : Les différentes zones humides (Source : Tour du Valat)

Remarque : Les zones humides de bas fond en tête de bassin versant ont sans doute un rôle prépondérant pour le soutien d'étiage dès lors qu'elles sont connectées au réseau hydrographique superficiel (rase, fossé, cours d'eau). Les zones humides de bords de cours d'eau, souvent des prairies inondables, se ressuient plus rapidement en surface et sont surtout alimentées par le débordement des cours d'eau.

Evaluation du débit théorique produit par les zones humides

L'étude du Sornin a cherché à évaluer les débits théoriques produits par les zones humides. Faute de méthode connue et éprouvée, le bureau d'études a posé plusieurs hypothèses.

Hypothèse 1 : Epaisseur moyenne de zone humide de 0,5 m (hauteur au-dessus de l'exutoire existant), soit un volume régulateur de **100 m³/ha**.

Hypothèse 2 : Epaisseur moyenne de zone humide et arène sous-jacente de 2 m soit un volume régulateur de **400 m³/ha**.

Le réservoir utile de la zone humide est susceptible de se vidanger progressivement durant les périodes de déficits hydriques (déterminée par le régime hydrologique du cours d'eau). A cette période, l'hypothèse suivante est posée : le « réservoir régulateur » des zones humides se vidange de 50 % de son volume initial tous les mois durant la période de déficit hydrique.

Illustration : Evaluation du débit théorique produit par une zone humide de 5 000 m² (soit 0,5 hectare) de 2 m d'épaisseur située dans un bassin versant où la période de déficit hydrique dure 3 mois.

- D'après l'hypothèse 2, la production d'eau est de 0,5 hectare x 400 m³/ha = 200 m³. Le débit théorique est de 50 % par mois de déficit hydrique soit 100 m³ le premier mois, de 50 m³ le deuxième mois et de 25 m³ le troisième mois.

En fonction de la superficie totale des zones humides présentes au sein d'un sous-bassin, le débit théorique produit par ces dernières peut influencer plus ou moins fortement le débit d'étiage des cours d'eau.

II.2.3 Estimation de la ressource en eau souterraine

L'analyse hydrogéologique des ressources souterraines est un élément nécessaire dans une étude quantitative. Cette étape n'est cependant pas ou peu développée dans les études analysées, dont les ressources souterraines ne constituaient pas le principal enjeu. Seule l'étude de la nappe de la Bièvre s'est intéressée en priorité au compartiment souterrain. Le but de l'analyse hydrogéologique est soit d'apprécier l'importance relative de la ressource souterraine dans le bilan quantitatif final, soit de modéliser les échanges entre les nappes à enjeux ou en relation avec les cours d'eau (il s'agit alors d'une étude en soi, qui n'est pas décrite dans ce cahier technique).

Description générale de la ressource :

L'étude géologique et hydrogéologique s'attachera à recenser et décrire les aquifères du bassin : composition, épaisseur, recouvrement, capacité de stockage, etc. Elle peut fournir des schémas d'infiltration des nappes alluviales afin de mettre en évidence les zones d'infiltration et de résurgence au sein du bassin. En complément, une étude de terrain peut permettre d'inventorier les sources et puits captés pour évaluer la ressource en eau et ses potentialités de captage. Au cours du recensement, il est intéressant de noter puits et sources toujours en eau, et ceux qui s'assèchent.

Analyse des données piézométriques :

Les chroniques piézométriques renseignent sur l'amplitude des variations de niveau des nappes en fonction de leur localisation et du temps.

Évaluation du débit de la nappe :

L'estimation des réserves renouvelables, des flux et débits de l'aquifère permettent d'évaluer la potentialité de soutien du débit d'étiage dans les cours d'eau. A partir de la surface d'alimentation de la nappe, du taux d'infiltration et des précipitations, il est possible d'estimer la recharge en eau des nappes.

Le débit des nappes est calculé à partir de la loi de Darcy qui permet de mesurer le débit d'eau qui peut (par gravité et par capillarité) s'écouler, par unité de temps à travers un aquifère de milieu poreux (de conductivité K), de section A et de longueur L.

Elle s'exprime par $Q = K A (\Delta h/L)$

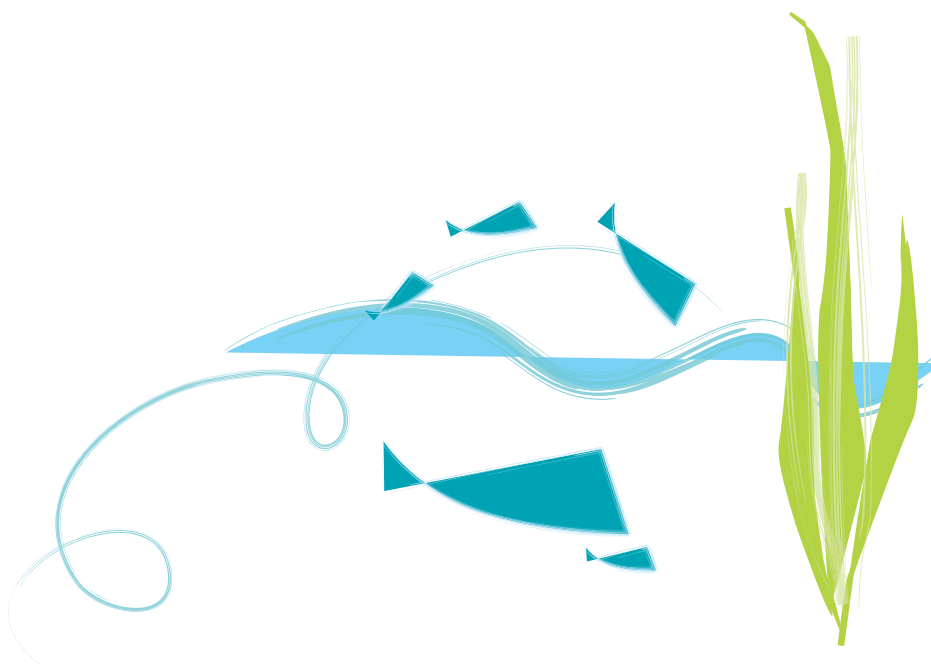
Q : Le débit volumique (m^3/s)

K : La conductivité hydraulique ou coefficient de perméabilité de l'aquifère (m/s).

A : La section de l'aquifère

$(\Delta h/L)$: Le gradient hydraulique ($i = \Delta h/L$), ou Δh est la différence des hauteurs piézométriques en amont et en aval de l'aquifère, L est la longueur de l'aquifère.

L'objectif de cette analyse est d'apprécier l'importance de la ressource souterraine pour le bilan quantitatif final.



Cette partie liste les pressions quantitatives susceptibles d'être exercées sur la ressource en eau dans un bassin versant. Elle présente des exemples de méthodes pour les quantifier, c'est à dire pour estimer à différents pas de temps (annuel, saisonnier, ...) les volumes prélevés ou rejetés par les usages principaux.

III.1 Les usages

Les usages, et par conséquent les pressions varient dans le temps et dans l'espace ce qui implique de tenir compte de :

- la période de prélèvement/rejet,
- la localisation des prélèvements/rejets,
- le type de ressource prélevée.

Les territoires les plus impactés par les diverses pressions seront ainsi mis en évidence en fonction de la période de prélèvement et du type de ressource prélevée.

Le schéma suivant présente quelques pressions parmi les plus communes :

- Prélèvement pour l'Alimentation en Eau Potable (AEP),
- Prélèvement agricole (irrigation et abreuvement),
- Retenues collinaires : prélèvements indirects par évaporation et usage premier agricole,
- Prélèvement et transfert pour l'hydroélectricité,
- Autres prélèvements : industriels, neige de culture, gravières, piscicultures,
- Rejets des stations d'épuration (STEP),
- Transfert d'eau par les biefs (alimentation de moulin, irrigation, ...),
- Transferts d'eau entre deux bassins versants (eau potable et eau usée).

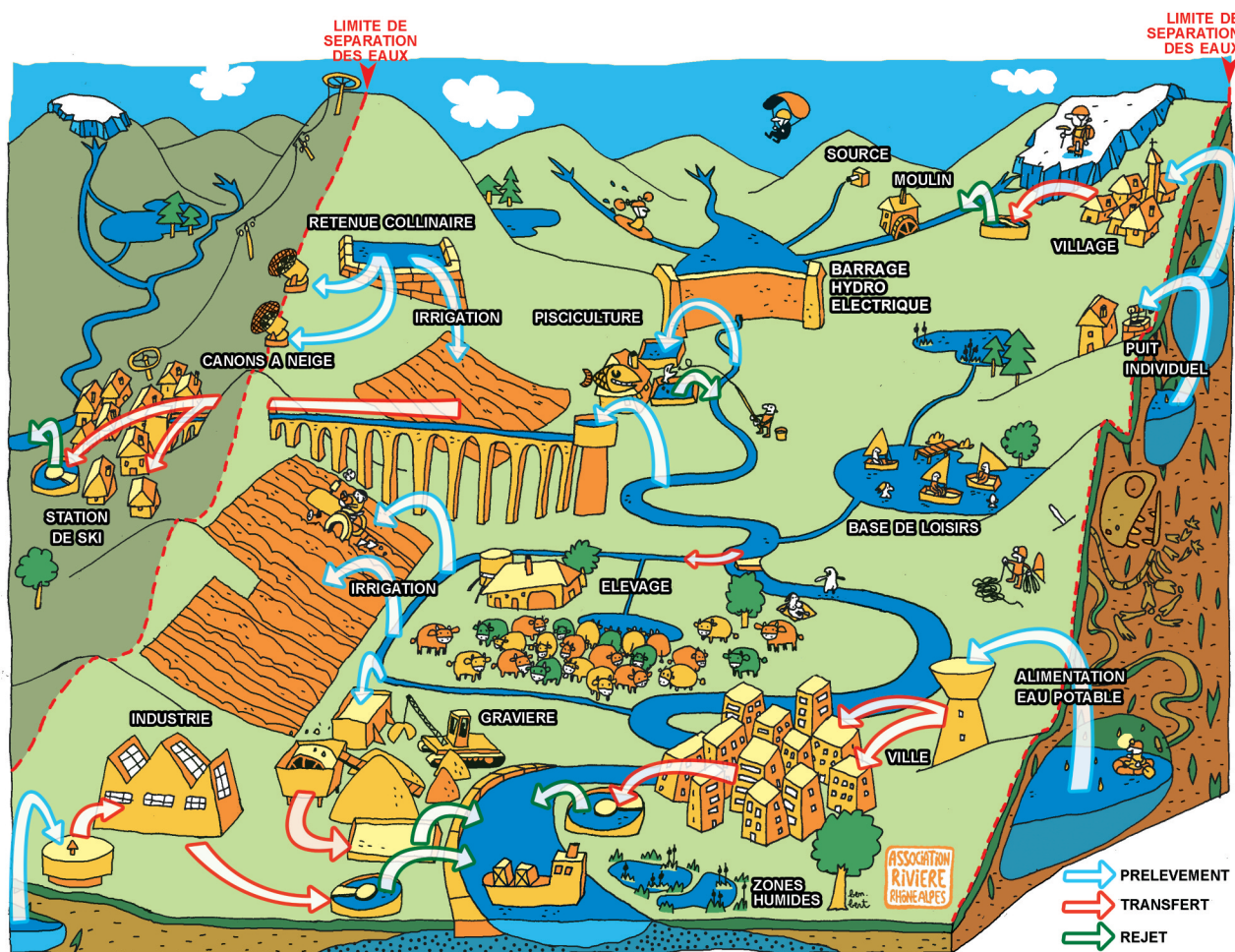


Figure 16 : Les usages de l'eau

Les volumes prélevés ou rejetés par les divers usages ne sont pas toujours directement disponibles, les bureaux d'études sont alors amenés à les estimer. Deux méthodes sont utilisées selon le contexte du bassin versant :

- une méthode directe : extrapolation liée aux données de **prélèvement observées (déclarations, compteurs)**,
- une méthode déterministe : extrapolation via des ratios de **consommation** moyens des usages (eau potable, cultures).

Ces deux méthodes se basent sur des données différentes. Il est ainsi indispensable de toujours évaluer leur pertinence et leur degré de précision et si possible, de comparer les résultats obtenus via les deux méthodes.

III.2 Où trouver les données ?

III.2.1 Sources de données communes à l'ensemble des usages

Agence de l'Eau

Elle met à disposition de nombreuses données qu'elle utilise pour le calcul des redevances et des prélèvements, définis par la réglementation. Il est possible de télécharger les catalogues des données techniques issues des processus redevances sur le site : <http://sierm.eaurmc.fr/telechargement/bibliotheque.php?categorie=prelevements>

Depuis la publication de la circulaire du 1^{er} juin 2008 relative au reversement des redevances perçues, le mode de calcul des redevances a été modifié. **Ainsi, depuis le 1^{er} janvier 2008, tous les prélèvements annuels supérieurs à 10 000 m³ (ou 7000 m³ pour les Zones de Répartition des Eaux²⁰) sont inventoriés dans la banque de données de l'agence.**

Intérêt : La banque de données de l'Agence de l'Eau fournit un historique de prélèvement important permettant de dégager des tendances de consommation et éventuellement d'extrapoler les futurs prélèvements. La consultation est gratuite.

Limites : Les données relatives aux volumes prélevés sont annuelles. Il convient donc de les compléter avec d'autres sources de données pour travailler à un pas de temps différent (mensuel, saisonnier,...). Tous les points de pompage ne sont pas géo-référencés. Ils sont alors rattachés à la commune où a lieu le prélèvement. Cela peut poser un problème pour les communes à cheval sur plusieurs bassins versants.

Certains usages sont exonérés. Il s'agit des exhaustes d'eaux de mines dont l'activité a cessé, des travaux souterrains, du drainage pour le maintien à sec des bâtiments et ouvrages, de l'aquaculture, de la géothermie, de la lutte antigel des cultures ou du prélèvement dans le cadre d'une prescription administrative (préservation d'écosystèmes aquatiques, réalimentation des milieux naturels, ...).

Enfin, il existe des seuils en deçà desquels les « petits » prélèvements effectués sur le bassin ne sont pas recensés. Les données ainsi disponibles dans la base sont plutôt sous-estimées par rapport aux volumes réellement prélevés. Dans un bassin versant rural par exemple, la somme des prélèvements agricoles inférieurs à 10 000 m³ peut néanmoins constituer un volume d'eau important.

Les Directions Départementales des Territoires (DDT)

Les DDT assurent le rôle de police de l'eau, à ce titre elles disposent d'une liste de l'ensemble des prélèvements (soumis à déclaration ou autorisation), qu'ils soient destinés à un usage agricole, industriel, ou pour l'alimentation en eau potable. Des informations sur l'équipement de pompage des préleveurs sont également référencés (type de pompe, capacité, ...).

Intérêts : Les données des DDT concernent l'ensemble des prélèvements départementaux **tous usages confondus**. Ces données sont au minimum mises à jour annuellement.

Limites : Les données ne représentent pas les débits réellement prélevés mais seulement les débits maximums déclarés ou autorisés. Par ailleurs, les données inférieures aux seuils de déclaration ne sont pas recensées.

Les données fournies par les DDT ont tendance en général à être **surestimées** puisque l'ensemble des prélèvements soumis à déclaration ou autorisation ne sont pas exploités à capacité maximale durant toute la période de prélèvement.

20. Zones où est constatée une insuffisance, autre qu'exceptionnelle des ressources par rapport aux besoins. Elles sont définies afin de faciliter la conciliation des intérêts des différents utilisateurs de l'eau. Les seuils d'autorisation et de déclaration du décret nomenclature y sont plus contraignants. Dans chaque département concerné, la liste de communes incluses dans une zone de répartition des eaux est constatée par arrêté préfectoral.

III.2.2 Sources de données pour l'Alimentation en Eau Potable (AEP)

Les données concernant les prélèvements pour l'alimentation en eau potable sont disponibles auprès des Agences de l'eau, des DDT mais aussi auprès des DDASS, et des Conseils Généraux (SATEP).

L'eau potable est une compétence communale qui peut être déléguée à une communauté de communes ou à un syndicat. Localement, ces gestionnaires disposent donc de données plus précises que celles des services déconcentrés de l'Etat (volumes consommés, localisation des prélèvements, sorties d'eau, pics de consommation, pas de temps, ...). Certaines collectivités (communes, EPCI ou Conseils Généraux) ont élaboré des Schéma Directeur d'Alimentation en Eau Potable. Ces documents contiennent de nombreuses informations. La compétence AEP peut être assurée en régie ou être confiée à une société fermière. Dans ce cas, ce sont elles qui détiennent les informations.

Astuce : Les syndicats d'alimentation en eau potable disposent de données de qualité. Il est conseillé de les associer lors des études de quantification de la ressource en eau. Leur rencontre avant même de s'adresser aux services de l'Etat permet d'affiner les recherches.

Astuce : La récolte des informations relatives à l'AEP s'effectue souvent par l'intermédiaire d'un questionnaire envoyé aux communes et à leurs délégataires. Un questionnaire pré-rempli améliore les taux de retours et diminue les délais.

Des **enquêtes de terrain** adaptées aux problématiques du bassin versant peuvent compléter l'enquête postale. Elles sont utiles dans certains bassins pour cerner la problématique des prélèvements individuels (puits, sources). Ce travail de recensement peut se révéler fastidieux, c'est pourquoi il doit s'inscrire dans un contexte où les prélèvements individuels sont pressentis comme importants.

Dans certains bassins touristiques, la question des populations temporaires (touristes) peut se poser. Il s'agit alors d'évaluer les besoins théoriques en eau potable en période de fréquentation touristique. La proportion de la population permanente et de la population temporaire est à rechercher auprès des communes et des **Comités Départementaux du Tourisme**.



Figure 17 : Données concernant l'alimentation en eau potable (AEP) - cf. annexe 4

III.2.3 Sources de données agricoles

Les données à rechercher concernent essentiellement l'occupation de l'espace agricole et les points de prélèvements d'eau. Les chambres d'agriculture et associations syndicales agricoles sont les principaux détenteurs de données.

Les **Chambres d'Agriculture** disposent de données complémentaires à celles de la DDT et plus régulièrement mises à jour.

Les **Associations Syndicales Autorisées** (ASA) ou les **Associations Syndicales Libres** (ASL) regroupent des agriculteurs pour l'irrigation. Elles possèdent des données précises sur les lieux de prélèvements, les volumes prélevés, la localisation, les types et l'importance des exploitations (en surface irriguée par exemple).

La gestion des prélèvements agricoles peut être collective ou individuelle (puits, captages). Les visites de terrain sont souvent nécessaires pour localiser précisément les prélèvements. Cela peut être néanmoins difficile car de nombreux prélèvements individuels ne sont pas déclarés à la DDT.

Il est possible de connaître les types de culture présents sur un bassin versant et les surfaces irriguées correspondantes via les données de la **Politique Agricole Commune (PAC)**. Les données de la PAC sont mises à jour annuellement mais restent très difficiles à obtenir en raison de questions de confidentialité.

Le **Recensement Général Agricole (RGA)** est en revanche plus facile d'accès. Cependant, il est actualisé tous les dix ans (la dernière mise à jour date de 2000). Attention, les informations sont collectées par siège d'exploitation, elles sont ensuite classées par commune.

Les **coopératives agricoles** peuvent également être des sources d'informations.



Figure 18 : Données concernant les prélèvements agricoles - cf. annexe 5

III.2.4 Sources de données pour la neige de culture

Dans les Alpes, 80 % des stations de sports d'hiver sont aujourd'hui équipées de canons à neige. L'eau prélevée est issue de cours d'eau, des nappes, de lacs artificiels ou du réseau d'eau potable.

Les surfaces enneigées représentent en moyenne 15 % des surfaces skiabiles, avec des variations de 5 à 60 % selon les stations. La tendance est à la hausse. L'enneigement artificiel correspond à un ratio de 4 000 m³ à l'hectare, soit une quantité très supérieure à l'irrigation de maïs (1 700 m³ à l'hectare en Isère).

Les données sur les prélèvements d'eau pour la neige de culture sont disponibles auprès des **services touristiques** et des **exploitants des remontées mécaniques**.

L'étude réalisée sur l'Isère en amont d'Albertville s'est intéressée de près à ce type de prélèvement, la neige de culture étant une problématique importante au sein de ce bassin de haute montagne. Pour l'aborder, les données ont été récoltées via les communes et les exploitants des remontées mécaniques : **surfaces de pistes enneigées, nombre de canons à neiges, localisation et volume des retenues collinaires**.

Des informations sont aussi disponibles dans les arrêtés préfectoraux d'autorisation ou de déclaration : **volumes utiles des ouvrages, modes d'approvisionnement, périodes d'exploitation**.

Enfin, les directeurs de domaines skiabiles peuvent renseigner sur les procédures et les motivations des enneigements : **périodes d'enneigement, localisation des pistes enneigées et volumes d'eau transformés en une journée**.

III.2.5 Source de données pour les autres prélèvements

Il est conseillé, dans un premier temps, de prendre contact avec les exploitants de ces installations / ouvrages. Ces derniers disposent bien souvent de données précises. Les administrations pourront également être sollicitées pour des informations complémentaires (Agence de l'eau, DREAL, DDT, Chambres consulaires...).

III.2.6 Sources de données pour les transferts et rejets d'eau

Les données relatives aux rejets des STEP et des industries ou des transferts d'eaux (potables ou usées) sont essentiellement disponibles auprès des collectivités du bassin versant ou des structures de gestion (collectivités ou sociétés privées) des ouvrages. Les études concernant la qualité des eaux des cours d'eau sur un bassin sont également des sources d'information intéressantes, les rejets industriels, d'assainissement collectif et autonome étant souvent analysés. Enfin, pour les communes rurales, les Services d'Assistance Technique des conseils généraux (SATESE, SATAA, SATEP) disposent également de données très précises.



Figure 19 : Données concernant les rejets d'eaux usées - cf. annexe 6

III.2.7 Sources de données pour les approches prospectives

L'évolution des paramètres démographiques, touristiques, agricoles et des ratios de consommation d'eau sont à rechercher auprès des principales structures suivantes :

- **L'INSEE** : Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques,
- **L'ATD** : Association Tourisme & Développement,
- **Collectivités** : Consultations des SCOT (Schémas de COhérence Territoriale), PLU (Plan Local d'Urbanisme), Schéma Directeur d'assainissement...,
- Services déconcentrés de l'Etat : **Chambre d'Agriculture, DDT, DRIRE,**
- **Agence de l'Eau,**
- **Structures gestionnaires des exploitations** (Syndicats d'eau potable, Syndicats de station d'épuration, Industries, Associations agricoles, ...).

III.3 Exploitation et interprétation des données

La logique est toujours la même. Deux méthodes sont couramment utilisées pour chaque usage :

- Une méthode directe qui consiste à recenser tous les prélèvements et à sommer les volumes prélevés.
- Une méthode indirecte qui consiste à extrapoler les volumes prélevés à partir des consommations.

Quelque soit la méthode utilisée, les volumes prélevés pourront être évalués pour des pas de temps et des lieux différents (bassin versant, sous bassin versant, points nodaux...).

III.3.1 Prélèvements pour l'eau potable

Sont traités ici les prélèvements pour l'usage domestique au sens large, intégrant toutes les activités utilisant l'eau du réseau d'eau potable.

a) Evaluation des volumes prélevés

Il est important d'obtenir **la répartition mensuelle des prélèvements** en particulier pour les bassins touristiques afin d'évaluer l'impact des prélèvements sur le débit d'étiage.

La méthode directe ne pose à priori pas de difficulté. La méthode indirecte, basée sur la consommation d'eau potable, est utilisée en particulier pour les bassins touristiques. Elle permet d'analyser la répartition dans le temps des besoins en eau potable. Elle consiste à estimer la population touristique à partir du taux d'occupation des hôtels et des logements secondaires en période de haute saison. Les données démographiques sont fournies par les recensements INSEE et les organismes touristiques. L'estimation des populations et des volumes consommés se fait en général à l'échelle communale.

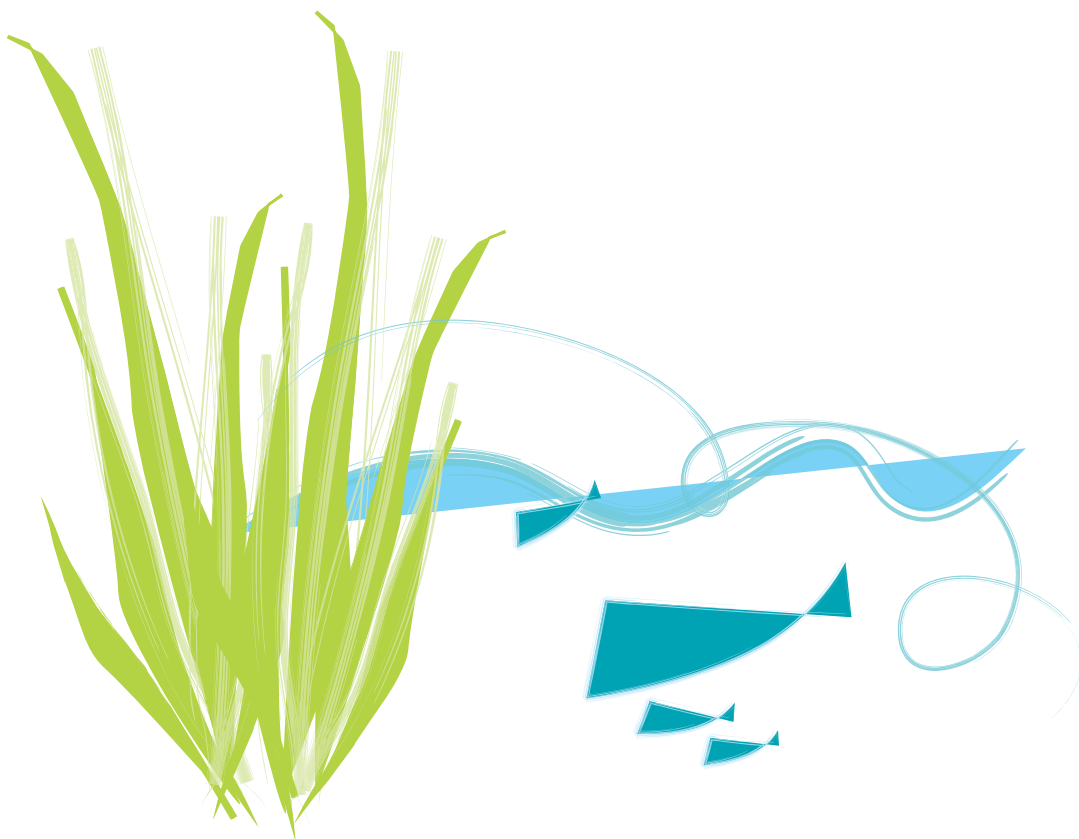
Remarque : Dans la mesure où la consommation en eau potable est faite sur la base de la méthode indirecte, pour les communes fortement touristiques il est conseillé d'organiser des campagnes de suivi de la consommation d'eau à un pas de temps mensuel voire journalier, pendant les périodes de forte fréquentation touristique.

b) Analyse des volumes des prélèvements et de leur répartition temporelle

Un profil de consommation du bassin peut être construit en prenant en compte :

- la consommation régulièrement distribuée dans le temps (bassins versants peu touristiques, assez urbanisés),
- la consommation estivale très marquée (bassins versants connaissant un tourisme estival fort),
- la consommation hivernale très marquée (bassins versants connaissant un tourisme hivernal lié à la présence de stations de ski),

Un même bassin versant peut avoir plusieurs profils de consommation. Il faut alors tenir compte de la répartition de la consommation dans le temps, mais aussi dans l'espace en détaillant les sous-bassins.



III.3.2 Prélèvements agricoles (sauf retenues collinaires)

Les prélèvements agricoles sont principalement destinés à l'irrigation ou à l'abreuvement du bétail.

a) Prélèvements pour l'irrigation

Pour la méthode directe il est intéressant de différencier les captages en nappe, des captages en cours d'eau et des captages en retenues. Les volumes sont ensuite analysés en fonction de leur localisation et de la période de prélèvement.

La méthode indirecte se décompose en trois étapes :

- Evaluation de la surface irriguée totale du bassin,
- Décomposition de la Surface Agricole Utile²¹ SAU) en fonction des types de cultures (maïs, fourrage, oléoprotéagineux,...),
- Calcul des volumes prélevés théoriques à l'aide des besoins mensuels théoriques de chaque type de culture, de la SAU et de la surface irriguée.

Répartition de la SAU dans le périmètre d'étude du Buëch

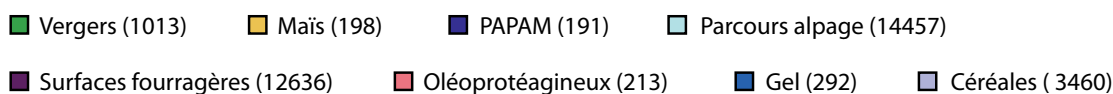
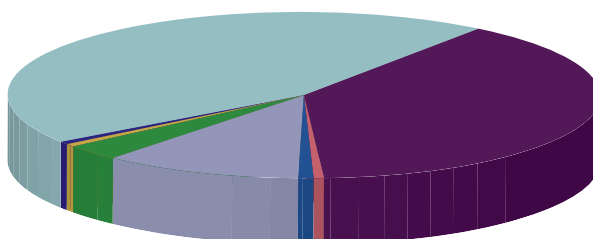


Figure 20 : Répartition de la SAU du bassin versant du Buëch

Le tableau ci-dessous est un exemple des besoins des cultures en volume d'eau par hectare (m³/ha) utilisé dans l'étude du Buëch.

Cultures	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembre	Total
Besoins des cultures de printemps (m³/ha)							
Blé		800	400				1200
Orge		800					800
Colza		500					500
Pois		800					800
Besoins des cultures d'été (m³/ha)							
Prairies naturelles			800	1000	800		2600
Prairies temporaires			600	1000	1000	600	3200
Maïs			800	1200	1200		3200
Tournesol			800	800	800		2400
Soja			800	1200	1200		2800
Sorgho			800	800	800		2400
Maraichage	250	500	750	1000	1000	500	4000
Jardins	180	310	500	650	650	310	2600
Arboriculture		500	1200	1500	1500	600	5300

Figure 21 : Besoins en eau des cultures en fonction des saisons, tiré de l'étude du Buëch

21. La SAU est un concept statistique destiné à évaluer le territoire consacré à la production agricole.

Il est possible d'affiner les résultats en tenant compte du mode d'irrigation (gravitaire²², mixte ou sous pression par aspersion²³). La quantité d'eau à prélever variera en fonction du mode d'irrigation. L'efficacité d'un réseau gravitaire est en théorie de 30 % alors que celle des réseaux sous pression est de l'ordre de 80 à 90 %.

Connaissant les types de cultures et leurs surfaces associées, les temps d'irrigation de chaque exploitant et les modes d'irrigation il est possible d'estimer les volumes d'eau prélevés.

b) Prélèvements pour l'abreuvement

Quelques études ont cherché à quantifier les prélèvements effectués pour l'abreuvement du bétail. La méthode indirecte consiste à recenser le cheptel du bassin en fonction du type animal (bovin, ovin, caprin, ...) Ce cheptel s'exprime en **Unité de Gros Bétail (UGB)**. Il existe des correspondances entre les espèces animales, les âges des individus et les UGB. Connaissant la consommation d'eau moyenne pour un UGB, il est possible de calculer la consommation d'eau pour l'abreuvement du cheptel. A titre d'exemple l'étude du Sornin a pris comme valeur 40 litres d'eau par jour et par UGB.

Les prélèvements d'eau pour l'abreuvement peuvent être considérables dans certains sous-bassins versants, d'où l'importance de prendre en compte cet usage lorsque la problématique agricole l'impose.

% besoins pour l'abreuvement / débits d'étiage

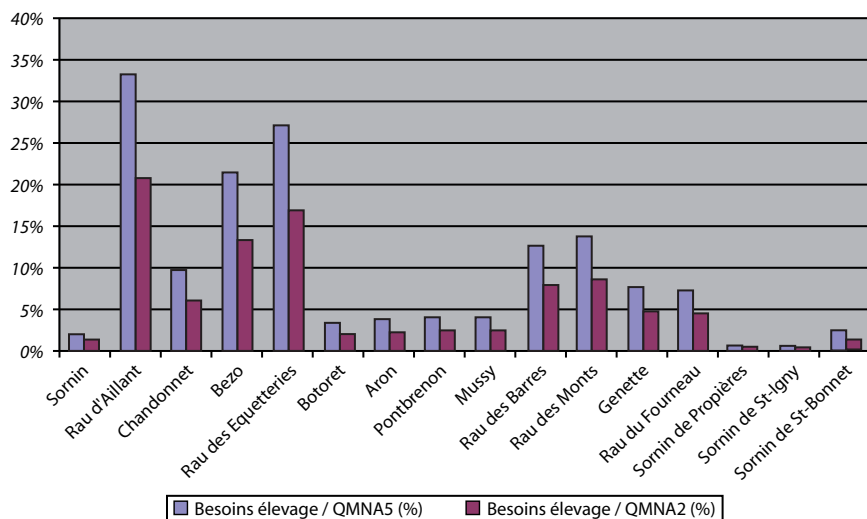


Figure 22 : Proportion des prélèvements pour l'abreuvement par rapport au débit d'étiage, tiré de l'étude du Sornin

Remarque : la méthode présentée ci-dessus tient compte de l'ensemble des UGB sur la totalité de l'année. En réalité, la présence des animaux sur le bassin est souvent discontinue (montée en alpages, transhumance, abattage saisonnier,...). Cette méthode ne précise pas la ressource sur laquelle se fait le prélèvement (cours d'eau en direct, réseau d'eau potable, retenues) qui peut être variable selon la période de l'année ou le type d'exploitation.

III.3.3 Prélèvements pour la neige de culture

La méthode directe consiste à recenser le nombre de retenues collinaires d'altitude, leur localisation et leurs modes d'approvisionnement, le nombre de canons et/ou la superficie des pistes équipées pour l'enneigement artificiel. Le volume total des prélèvements est estimé en additionnant tous les volumes individuels des retenues et des prélèvements dans le réseau.

Deux méthodes indirectes ont été recensées :

- **Evaluation des volumes prélevés à partir des données concernant la superficie des pistes enneigées (méthode déterministe) :** Le volume théorique d'eau prélevé est calculé à partir de la surface de piste enneigée artificiellement. Généralement il faut compter un rapport de 1 à 2 entre les volumes d'eau et de neige fabriquée. Le

22. Irrigation gravitaire : Il s'agit d'une technique traditionnelle consistant à utiliser un canal à ciel ouvert, qui apporte l'eau par gravité à un réseau de canaux de plus en plus petits, lesquels permettent de la distribuer à de nombreuses rigoles d'arrosage. L'eau en excédent est ensuite évacuée par un réseau de fossés collecteurs.

23. Irrigation par aspersion : Un réseau de canalisations sous pression à partir d'une station de pompage (et éventuellement de réservoirs) alimente des bornes sur lesquelles les agriculteurs raccordent leur matériel d'irrigation (enrouleurs, couverture intégrale etc.).

rendement dépend des conditions atmosphériques : plus la température et l'humidité sont faibles, et plus le rendement de production est important. L'efficacité maximale des enneigeurs est constatée à une température humide de -7°C.

- **Evaluation des volumes prélevés à partir du nombre de canons à neige** : La méthode demande le recensement des canons à neige. Sachant qu'un canon à neige consomme en moyenne 2,4 m³/h, il est possible d'estimer le volume d'eau prélevé.

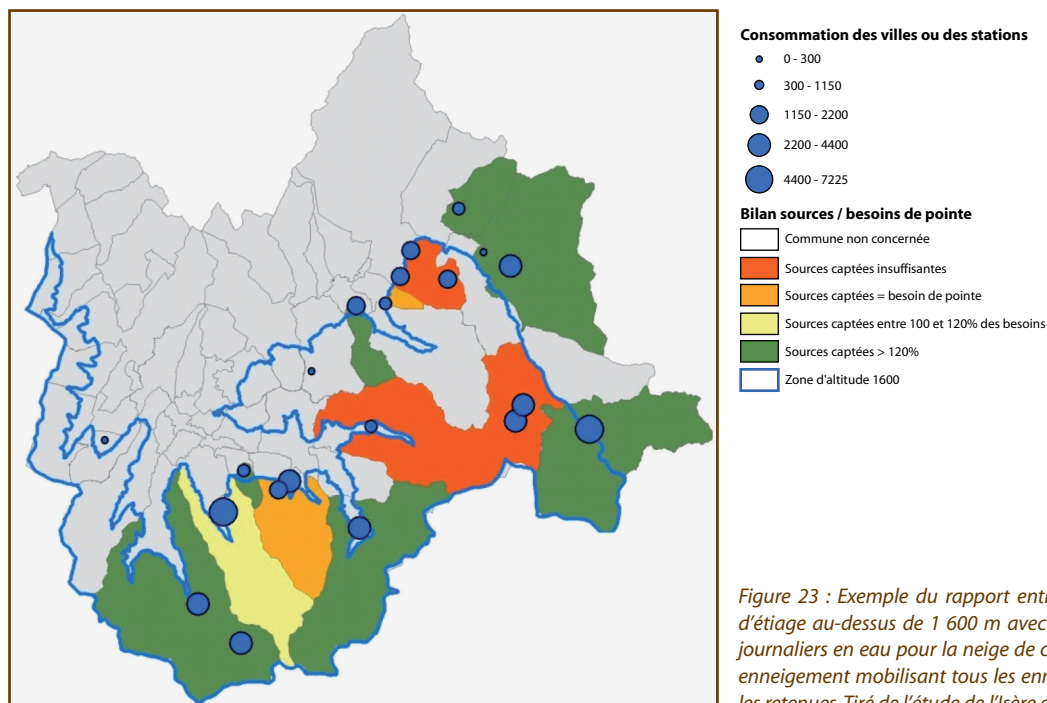


Figure 23 : Exemple du rapport entre la ressource un jour d'été au-dessus de 1 600 m avec les besoins théoriques journaliers en eau pour la neige de culture dans le cas d'un enneigement mobilisant tous les enneigeurs et sans utiliser les retenues. Tiré de l'étude de l'Isère en Amont d'Albertville.

Les périodes de prélèvements d'eau pour la neige de culture dépendent de la situation géographique des stations de ski. En haute montagne les canons sont utilisés pour préparer les pistes en début de saison, de fin novembre à mi-décembre. En moyenne montagne, l'utilisation commence plus tardivement mais s'étale sur une période plus longue.

Les volumes utilisés pour la fabrication de neige de culture dépendent de l'enneigement naturel du site. Ils varient donc d'une année à l'autre. Néanmoins, les stations de ski étant de plus en plus équipées de canons à neige et de retenues collinaires une tendance à l'augmentation des prélèvements est prévisible.

III.3.4 Les autres prélèvements

Le recensement exhaustif des prélèvements devra intégrer, pour chaque usage, les localisations et les caractéristiques des prises d'eau, leurs origines, la détermination de leur bassin intercepté, leurs points de rejets, ainsi que l'historique du prélèvement et la description de l'activité (date de mise en service, ...).

Les usages concernés par ce paragraphe peuvent utiliser deux sources d'approvisionnement en eau :

- Le réseau d'alimentation en eau potable, déjà comptabilisé dans le paragraphe prélèvement pour l'eau potable.
- Les prélèvements directs dans les eaux superficielles ou souterraines. Seuls ces derniers sont pris en compte dans ce paragraphe.

III.3.4.1 Les retenues collinaires

Les retenues collinaires sont généralement utilisées pour les usages agricoles, et de plus en plus, pour l'usage loisir (fabrication de neige de culture). Elles sont remplies artificiellement par pompage ou par interception de l'eau de ruissellement. Elles constituent un stock d'eau en période d'été. Ces retenues sont considérées comme des pressions anthropiques sur la ressource, dans la mesure où des prélèvements d'eau sont nécessaires à leur remplissage. L'estimation des volumes stockés dans les retenues nécessite de connaître leurs surfaces et leurs hauteurs.

Répartition des volumes par mode d'alimentation des retenues collinaires pour l'irrigation de la Brévenne Turdine

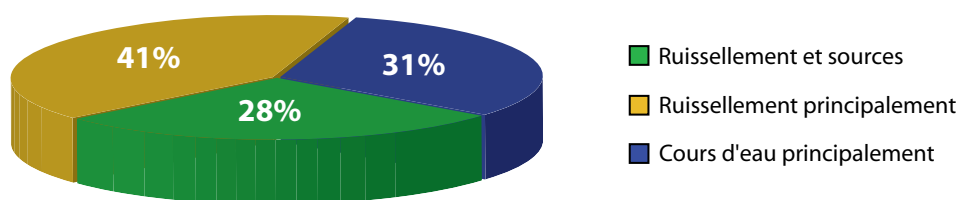


Figure 24 : Exemple de répartition des volumes par mode d'alimentation des retenues collinaires pour l'irrigation, tiré de l'étude de la Brévenne Turdine

Il faut ensuite analyser l'usage de la retenue. En effet la fréquence de vidange et de remplissage varie selon les usages : vidange irrégulière pour les loisirs ou l'abreuvement du bétail, vidange totale ou partielle régulière pour l'irrigation.

III.3.4.2 Les retenues hydroélectriques

L'évaluation des volumes prélevés se fait à partir des données transmises par l'exploitant de l'ouvrage hydroélectrique. Les **débits prélevés par les prises d'eau** ne sont pas toujours directement connus. En effet, la gestion des installations n'implique pas toujours le suivi en continu de ces débits. Il est néanmoins possible de les calculer en faisant **la différence entre le débit du cours d'eau à l'amont de la prise d'eau et des débits réservés s'ils sont mesurés**.

Attention : l'eau des retenues hydroélectriques peut être également utilisée pour d'autres usages (usage agricole).

Remarque : Les retenues hydroélectriques peuvent représenter une grande surface de plan d'eau au sein du bassin versant. Il est donc important de les intégrer dans le calcul des pertes d'eau par évaporation.

III.3.4.3 Les prélèvements industriels, les piscicultures et les gravières

Pour chaque type d'usage, les volumes prélevés peuvent être regroupés selon leur localisation, leur période de prélèvement et le type de ressource prélevée.

Concernant les piscicultures, les prélèvements peuvent être conséquents. Ainsi, l'étude du territoire Bièvre Valloire a montré que deux piscicultures du bassin versant prélèvent à elles seules plus de la moitié de tous les autres volumes prélevés réunis (AEP, Irrigation, ...).

Pour les gravières, l'eau est utilisée pour laver les graviers. Chacune possède un mode de fonctionnement spécifique, il est donc difficile d'établir une relation directe entre les tonnes de gravier extraites et les volumes d'eau prélevés.

L'étude du Buëch s'est intéressée aux prélèvements des gravières. L'une d'elle, par exemple, a investi dans un système de recyclage afin de recycler 80 % de l'eau utilisée. La gravière utilise environ **160 l d'eau par tonne de matériau lavé**. L'agence de l'eau utilise quant à elle un ratio théorique de 100 l par tonne pour le calcul des redevances. Les ratios réels varient d'une gravière à l'autre.

Astuce : Les périodes de fermeture des entreprises (en général en été pour l'industrie et en hiver pour les gravières) sont à intégrer. Les prélèvements d'eau varient au cours de l'année. Une vérification est néanmoins nécessaire auprès des exploitants.

III.3.5 Pertes naturelles par évaporation

Tout plan d'eau superficiel subit une évaporation qui peut être assimilée à une pression sur la ressource. En fonction de la surface totale des plans d'eau du bassin versant, le volume d'eau évaporé peut être conséquent et de fait impacter la ressource disponible. Pour les bassins présentant de nombreux plans d'eau, cette évaporation doit donc être prise en compte.

Quelques travaux de recherche universitaires donnent des informations sur les hauteurs d'eau moyenne évaporée par surface et unité de temps. Les méthodes de quantification de l'évaporation sont plus ou moins complexes.

Méthode 1 : Mesures directes de l'évaporation en certains sites avec des bacs d'évaporation et les évaporomètres.

Méthode 2 : Méthodes empiriques.

La majorité des relations empiriques quantifiant l'évaporation est établie à partir de l'équation de DALTON qui exprime le taux d'évaporation d'un plan d'eau en fonction du **déficit de saturation** (quantité d'eau $e_s - e_a$ que l'air peut stocker) et de la vitesse du vent u de l'air.

La loi de Dalton se formule ainsi : $E = f(u) \times (e_a - e_s)$

Avec : E : taux d'évaporation (ou flux d'évaporation ou vitesse d'évaporation) [mm/s],

e_a : pression effective ou actuelle de vapeur d'eau dans l'air [kPa],

e_s : pression de vapeur d'eau à saturation à la température de la surface évaporante [kPa],

$f(u)$: constante de proportionnalité (avec vitesse du vent u [m³/s]).

Méthode 3 : Méthodes analytiques

Les méthodes analytiques font appel au bilan hydrologique c'est-à-dire au calcul de la différence entre les entrées d'eau et les sorties d'eau et pertes par infiltration pour chaque plan d'eau. Cette méthode n'est pas conseillée car elle nécessite beaucoup de temps.

Méthode 4 : Evaluation des volumes évaporés moyens sur l'ensemble de la zone d'étude

C'est la méthode à privilégier en cas de nombreux plans d'eau. La moyenne des volumes évaporés en période estivale (de juin à août), dans les régions tempérées, est estimée entre **0,3 à 0,7 litres par seconde et par hectare de plan d'eau**.

La figure 24, tirée de l'étude Brévenne Turdine montre l'importance des volumes d'eau évaporés dans le bilan global des prélèvements. En période d'étiage, les pertes par évaporation représenteraient jusqu'à 25 % de l'ensemble des prélèvements.

Répartition globale des volumes prélevés durant l'étiage (total = 1,17 Mm³) de la Brévenne Turdine

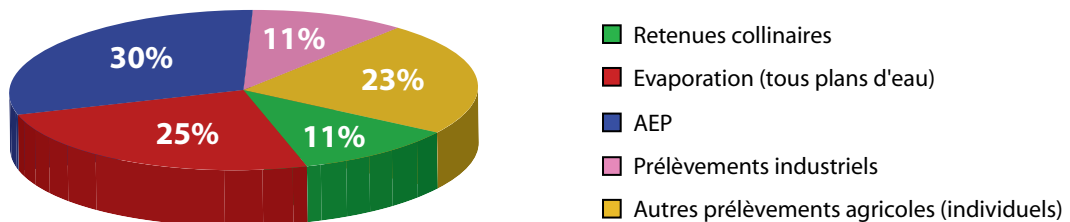


Figure 25 : Exemple de la part d'eau prélevée par évaporation dans le bassin versant de Brévenne Turdine

III.3.6 Prise en compte des rejets d'eau et des transferts

Tout comme les prélèvements, les rejets d'eau et les transferts sont à prendre en compte dans le bilan quantitatif final de la ressource. Les rejets, ponctuels (rejets de STEP, industriels, gravières ou piscicultures) ou diffus (assainissement autonome, irrigation gravitaire) représentent un apport quantitatif qui peut compenser les prélèvements réalisés en amont du rejet.

Avant d'étudier l'aspect quantitatif des rejets et des transferts, il est nécessaire de faire une **analyse qualitative de ces différentes pressions**. Cette première étape passe par le recensement des sources de rejets et de transferts d'eau : localisation, origine de l'eau, capacité maximale et filière de traitement (pour les STEP), ...

La deuxième étape consiste à quantifier les **volumes des rejets et des transferts**. Les méthodes de calculs dépendent du type de pressions réalisées. Ces méthodes sont détaillées dans les paragraphes ci-dessous pour chaque type de rejet et de transfert.

Rejets et transferts des STEP

Il existe plusieurs méthodes pour quantifier les rejets ponctuels et les transferts des STEP.

Une méthode directe qui recense les volumes ou les débits rejetés par les STEP :

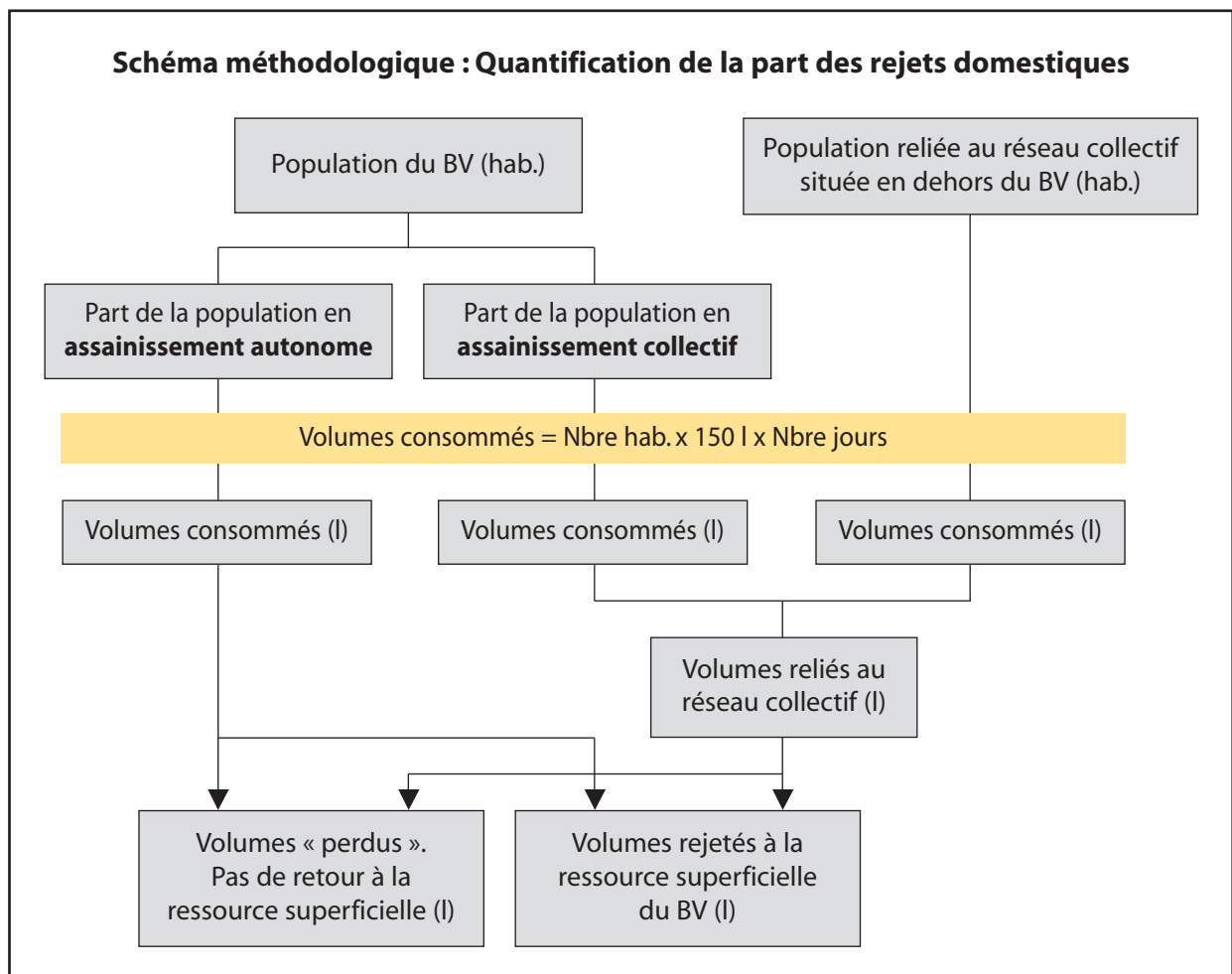
Cette méthode est basée sur la quantification des volumes rejetés station par station en fonction de leurs caractéristiques spatiotemporelles. S'il est nécessaire d'obtenir la répartition mensuelle ou journalière des rejets, et que seules les données annuelles sont disponibles, il faudra évaluer cette répartition à partir de la consommation d'eau des habitants du bassin au pas de temps souhaité.

Une 1^{re} méthode indirecte qui évalue les volumes annuels rejetés à partir de la capacité nominale des STEP, ou du débit nominal réel ou estimé. L'estimation se fait en multipliant la capacité nominale, en Equivalent Habitant (EH), par la consommation moyenne d'un habitant. Dans ce cas, il faut émettre l'hypothèse que les STEP du bassin fonctionnent tout au long de l'année au maximum de leur capacité (pas de variations saisonnières).

Remarque 1 : Les ratios sont à adapter en fonction de l'occupation du sol du bassin versant. En effet, ces ratios peuvent inclure les consommations des entreprises, des industries (sur le réseau collectif) et des communes (arrosage des espaces verts, etc.), voire des agriculteurs pour l'abreuvement des animaux. En fonction des consommations données sur les communes, les ratios peuvent donc être supérieurs à la consommation classique d'un habitant (en moyenne : 150 l/j/hab.). Il est ainsi possible d'établir différents ratios sur le même bassin, avec par exemple un ratio plus important dans les sous bassins versants urbanisés et plus faible dans ceux plus ruraux. Dans cette démarche, une analyse de l'usage des puits individuels pour l'arrosage ou l'abreuvement des bêtes peut être intéressante, pour adapter ce ratio.

Remarque 2 : Cette méthode, simple et rapide a néanmoins tendance à surestimer les rejets.

Une 2^e méthode indirecte qui évalue des volumes rejetés par les STEP, à partir de la distribution et du transfert d'eau consommé par les communes. Cette méthode est mise en œuvre en absence des données de débits des rejets des STEP, ce qui est le cas la plupart du temps. Elle repose sur un ensemble d'hypothèses (rendement des réseaux, taux d'assainissement collectif et non collectif, consommation journalière en eau ...) qui seront fixées par le bureau d'études.



Cette méthode se décline en six étapes :

- 1) Evaluation de la **population permanente et saisonnière**, répartition mensuelle ou journalière (de pointe).
- 2) Evaluation de la **part de la population en dehors du bassin versant** (communes limitrophes) **connectée au réseau** se situant sur la commune.

Certaines communes limitrophes peuvent faire l'objet de transferts d'eau entre deux bassins versants différents. En effet, il existe parfois des communes raccordées à une station d'épuration située hors bassin, ou raccordées à une STEP située sur le bassin versant mais dont une partie de la population est située hors bassin. Dans ces cas particuliers, il faut soustraire ou additionner une partie du volume consommé au prorata de la population en assainissement collectif raccordée.

- 3) Evaluation **de la part de l'assainissement collectif et autonome** (informations à collecter à partir des schémas directeur d'assainissement, ou des collectivités).

- 4) Calcul **des volumes d'eau consommés**, ramenés à la population permanente et touristique raccordée au réseau collectif, à partir d'une consommation moyenne par habitant.

Etablissement de ratios : en moyenne, le ratio classique est évalué à **150 l/j/hab** ou bien il est estimé à partir des données de consommations moyennes des collectivités.

- 5) Calcul **du volume « diffus » restitués au milieu par l'assainissement non collectif** : rejets individuels diffus associés à la commune, après un abattement lié aux pertes²⁴.

- 6) Calcul **du volume d'eaux usées qui arrive aux STEP** : Le volume impliqué est directement liés au nombre d'habitants reliés au réseau collectif de chacune des STEP et aux transferts via les collecteurs d'eaux usées d'une commune à l'autre. Il est nécessaire de prendre en compte le rendement du réseau.

Si la répartition mensuelle des rejets de STEP n'est pas connue, cette méthode nécessite un travail d'enquête plus long que la deuxième méthode. Elle permet cependant de donner une estimation de rejets au pas de temps souhaité.

Rejets et transferts industriels :

Les rejets industriels peuvent se faire dans le réseau d'assainissement collectif de la commune et sont donc, dans ce cas, intégrés dans les calculs précédents. Ils peuvent aussi être restitués directement au milieu à l'aval de l'entreprise (avec ou sans filière de traitement). Dans ce cas l'évaluation des débits rejetés nécessite une enquête approfondie auprès des industriels.

Rejets ponctuels des piscicultures :

En relation directe avec les prélèvements réalisés par les piscicultures, les rejets sont quasiment équivalents aux prises d'eau (diminués des pertes par fuites, infiltrations et évaporations). La restitution est effectuée à l'aval des bassins d'élevage, et est continue tout au long de l'année.

Rejets diffus agricoles :

La quantité d'eau prélevée pour l'irrigation gravitaire est en partie restituée au milieu, soit dans les nappes, soit en rivière. La restitution d'eau d'une irrigation par aspersion est négligeable.

Un travail de recherche réalisé par l'ENSAM²⁵ en 2003 a mis en évidence la part d'eau restituée au milieu. Les résultats confirment que seul 25 % des volumes prélevés par l'irrigation gravitaire sont effectivement consommés par les plantes, 76 % des volumes prélevés retournant (en moyenne) au milieu naturel, dont 40 % sont restitués à la nappe et **36 % aux eaux de surface**.

Il est néanmoins important de noter que ces rejets diffus sont en général assez difficiles à répartir dans le temps (difficulté d'estimation du temps écoulé entre le prélèvement et la restitution) et dans l'espace.

Transferts d'eau potable entre deux bassins versants : importation et/ou exportation :

La quantité d'eau transférée entre bassins peut jouer un rôle important dans le bilan quantitatif final. L'évaluation de la part d'eau importée ou exportée est un travail d'enquête important auprès des syndicats d'eau potable et des collectivités. Pour quantifier ces transferts, il faut faire le bilan des volumes ou débits importés et exportés en fonction du temps et de leur localisation. Cette estimation permet d'évaluer les sous bassins excédentaires et déficitaires en eau au pas de temps souhaité.

24. Les « pertes » désignent toute l'eau qui ne se retrouve pas, même après un plus ou moins long séjour souterrain, dans le réseau superficiel des cours d'eau du bassin. Pour les évaluer, il faut émettre une hypothèse de rendement pour les réseaux collectifs et non collectifs.

25. ENSAM : Ecole Nationale Supérieure Agronomique, Montpellier.

Rejets diffus dus aux fuites des réseaux d'alimentation en eau potable et d'eaux usées :

Les pertes des réseaux étant difficiles à mesurer précisément, le retour de ces pertes au cours d'eau l'est aussi. Certains réseaux d'alimentation en eau potable, qui ont un rendement très faible (jusqu'à 50 % de pertes), contribuent à un apport d'eau diffus au cours d'eau. Cependant aucune étude analysé n'a traité ce sujet.

Transfert par alimentation de biefs :

L'alimentation des biefs, pour l'alimentation des moulins ou des exploitations agricoles, peut entraîner des transferts d'eau intra ou inter-bassins. L'étude du Rhins, Rhodon et Trambouzan a développé le sujet.

Pour conclure, rejets et transferts d'eau sont souvent difficiles à quantifier. La recherche de données plus ou moins précises est à appréhender en fonction du contexte du bassin versant. La compilation de l'ensemble des données permettra de déterminer, pour chaque entité hydrographique, les débits ou volumes totaux rejetés et transférés au pas de temps souhaité.

III.4 Exemple de représentations graphiques des pressions

Une synthèse de l'ensemble des prélèvements, rejets et transferts effectués sur le bassin versant peut être réalisée selon différents angles d'approche : par usages, par sous-bassins ou par période de l'année. L'intérêt est de faire un bilan des flux effectués dans le bassin versant et de pouvoir les comparer avec la ressource disponible.

Il est possible de représenter le poids de chaque usage par sous bassin versant.

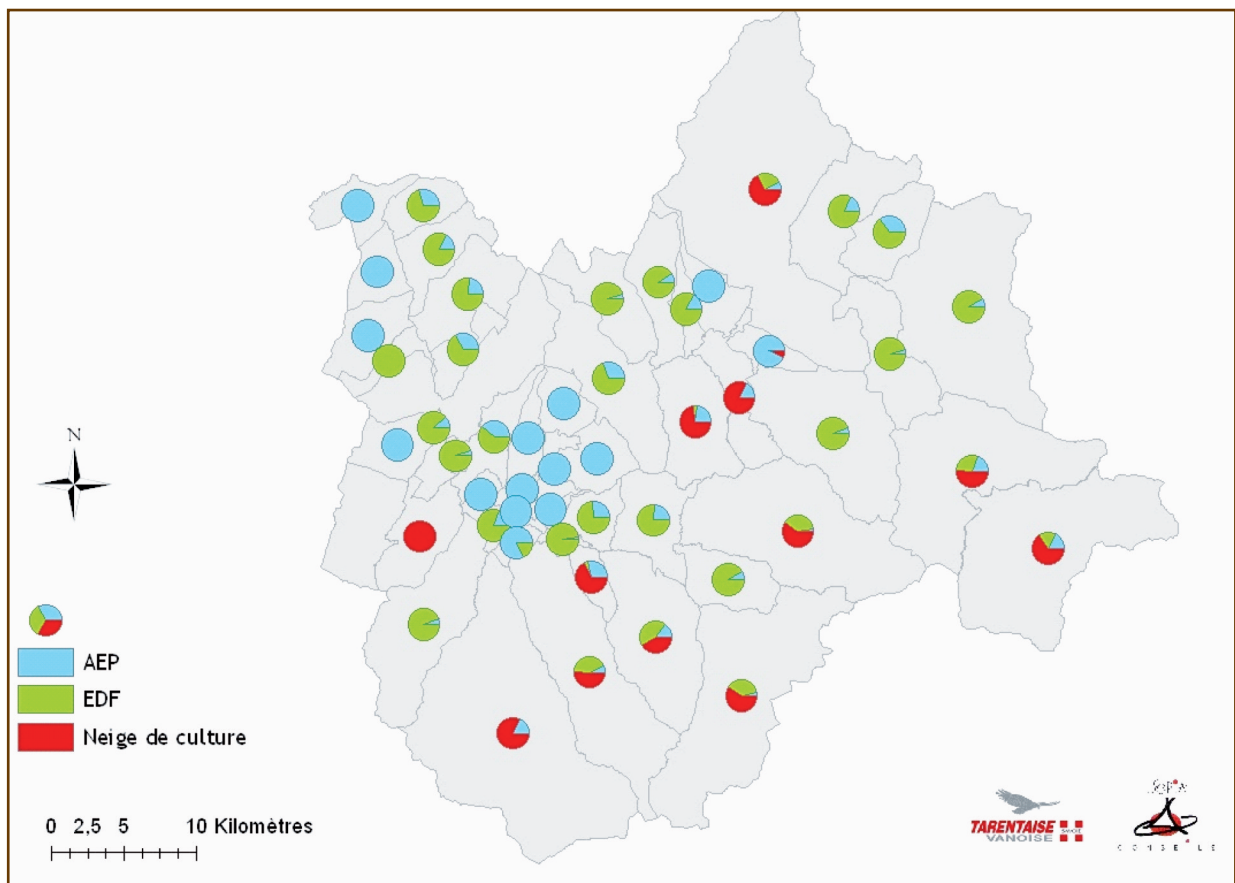


Figure 26 : Représentation de la part relative de chaque prélèvements effectués par sous bassins versant pendant la période d'été, tiré de l'étude de l'Isère en amont d'Albertville.

Il est également possible de cartographier les sous-bassins selon que les débits sont soutenus par les rejets ou à l'inverse réduits par les prélèvements, à l'échelle de chacune des unités individualisées.

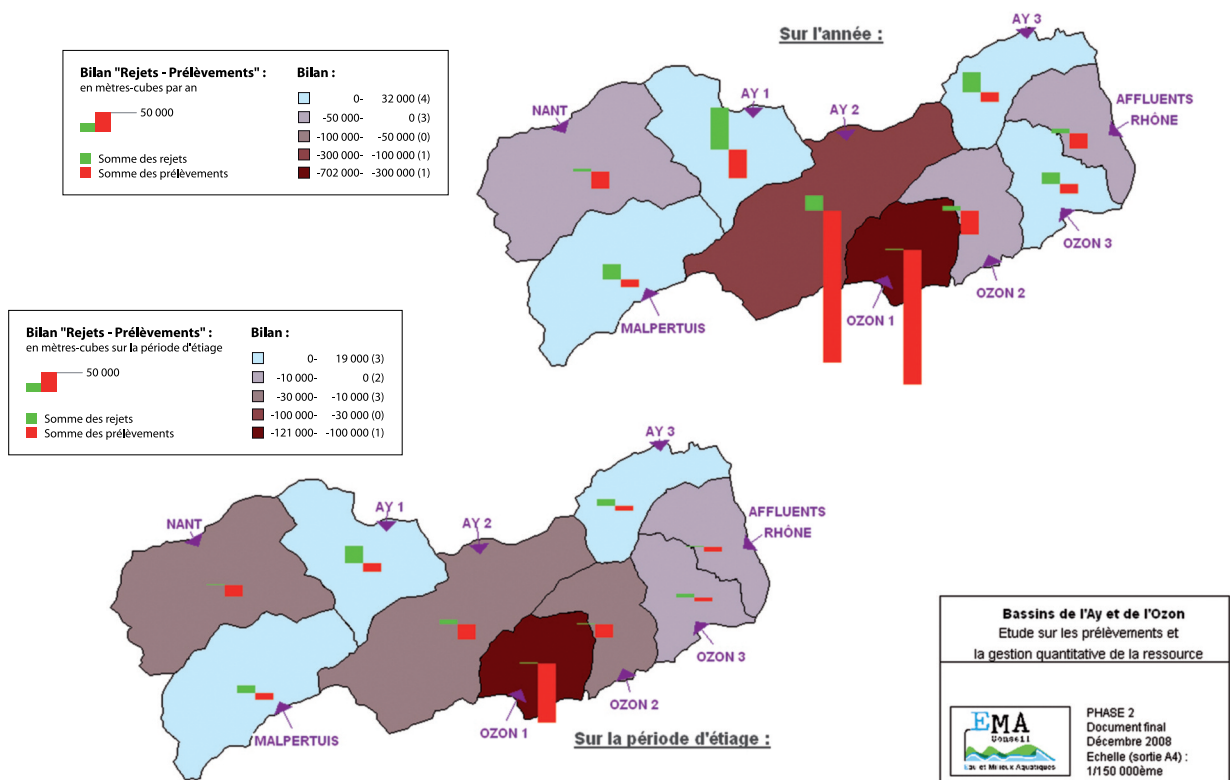


Figure 27 : Exemple de représentation des bilans rejets/prélèvements par an et sur la période d'étiage, par sous bassins versant, tiré de l'étude de l'Ay et de l'Ozon.

Autre possibilité : représenter l'ensemble des prélèvements effectués sur l'année en fonction du type de ressource prélevée.

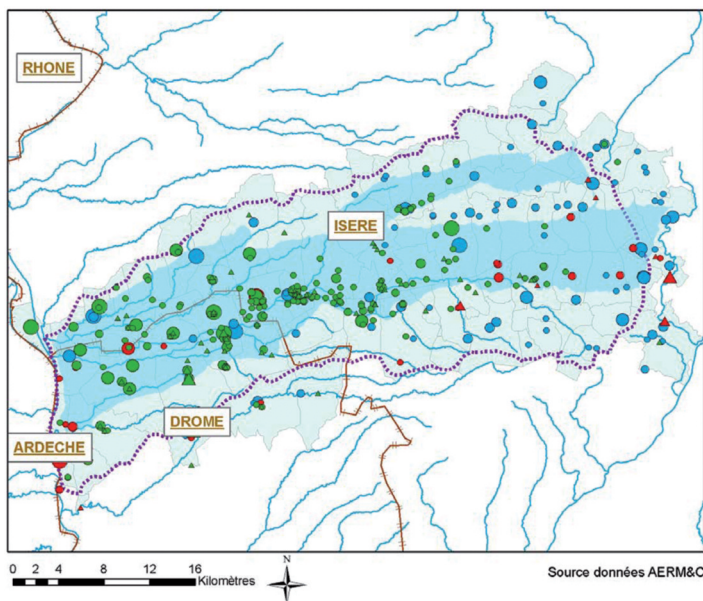


Figure 28 : Exemple de représentation ponctuelle des prélèvements recensés sur l'année, en fonction du type d'usage et de la source prélevée, tiré de l'étude de la nappe Bièvre Valloire.

Légende :

- | | |
|--|--|
| Eaux superficielles | Eaux souterraines |
| Prélèvements agricoles | Prélèvements agricoles |
| ▲ 0 - 50 milliers de m ³ /an | ● 0 - 50 milliers de m ³ /an |
| ▲ 50 - 100 milliers de m ³ /an | ● 50 - 100 milliers de m ³ /an |
| ▲ 100 - 250 milliers de m ³ /an | ● 100 - 250 milliers de m ³ /an |
| Prélèvements industriels | ● 250 - 500 milliers de m ³ /an |
| ▲ 0 - 50 milliers de m ³ /an | ● 500 - 2 300 milliers de m ³ /an |
| ▲ 50 - 100 milliers de m ³ /an | |
| ▲ 100 - 250 milliers de m ³ /an | |
| ▲ 250 - 1 500 milliers de m ³ /an | |
| Prélèvements AEP | Prélèvements industriels |
| ● 0 - 50 milliers de m ³ /an | ● 0 - 50 milliers de m ³ /an |
| ● 50 - 100 milliers de m ³ /an | ● 50 - 100 milliers de m ³ /an |
| ● 100 - 250 milliers de m ³ /an | ● 100 - 250 milliers de m ³ /an |
| ● 250 - 500 milliers de m ³ /an | ● 250 - 500 milliers de m ³ /an |
| ● 500 - 1 000 milliers de m ³ /an | ● 500 - 3 500 milliers de m ³ /an |

Comme il a été expliqué dans la démarche initiale, il est essentiel de définir précisément dans le cahier des charges l'ensemble des résultats que le maître d'ouvrage souhaite faire ressortir (le pas de temps et l'échelle spatiale souhaités). En effet, la méthode employée par le bureau d'études sera fonction du résultat attendu.

IV Comment estimer l'impact des pressions quantitatives ?

A ce jour, il n'existe pas de méthodes types, suffisamment calées et reproduites pour être prise comme exemple. C'est pour cette raison (et peut-être aussi parce que les cahiers des charges ne le demandaient pas tous explicitement) que cette dernière étape n'a été abordée que par quelques-unes des études analysées. Ceci met en exergue la difficulté de cet exercice. Cette partie présente néanmoins quelques exemples de démarches utilisées, qui relèvent plus d'une approche d'expert adaptée à un contexte particulier (approche souvent partielle) que d'une méthode rigoureusement calée.

Seule la première étape consistant à analyser l'impact des pressions quantitatives sur l'hydrologie d'étiage des cours d'eau ou des nappes est abordée ici ; l'étape suivante étudiant l'impact sur les biocénoses n'ayant pas été mise en œuvre dans les études analysées²⁶.

IV.1 Impact des prélèvements ou rejets sur l'hydrologie des cours d'eau

IV.1.1 Problématique générale²⁷

La difficulté de cette étape est de passer de volumes moyens ou maxima prélevés ou rejetés sur une période (étiage, le mois le plus sec, ...) au niveau d'une ressource qui n'est pas forcément directement le cours d'eau à des débits « ôtés » au cours d'eau. En clair, quand on prélève dans la nappe d'accompagnement du cours d'eau, dans une retenue collinaire ou dans une source, quelle part du prélèvement peut être considérée « manquer » au débit du cours d'eau de surface, pendant la période critique considérée ?

La plupart des études analysées s'en tiennent à évaluer l'influence des prélèvements **directs**²⁸ en sommant ces pressions au niveau de quelques points stratégiques du bassin et en les comparant le plus souvent au QMNA5. Certaines somment également les pressions indirectes (celles des retenues notamment) mais en utilisant des indicateurs ne permettant pas de les comparer à l'hydrologie du cours d'eau...

Evaluer l'impact hydrologique de l'ensemble des pressions (pressions indirectes comprises), sans mesures ou modélisation des phénomènes sur le bassin ni ratios bibliographiques adaptés au bassin étudié, oblige à poser des hypothèses plus ou moins « osées » quantifiant le niveau de relation hydrologique entre les ressources prélevées, les lieux de rejets et les cours d'eau étudiés. Ce que peu de chargés d'étude ose justement, d'autant moins si le cahier des charges ne les invite pas explicitement à le faire.

IV.1.2 Une manière de répondre à la problématique²⁹

Dans les études menées sur la Coise, Brévenne-Turdine et l'Ay-Ozon, une approche a été développée consistant à appliquer un « indice ou coefficient d'impact hydrologique » à chaque prélèvement (ou rejet) en fonction du milieu prélevé ou du lieu de rejet. Cette approche a été étendue aux retenues collinaires via un indice fonction de la localisation de la retenue par rapport au cours d'eau, de ses dimensions et du bassin intercepté.

Ainsi, de manière « grossière et simpliste », on a attribué un indice de 1 pour un prélèvement (ou rejet) direct en cours d'eau, un indice de l'ordre de 0,8 à 0,9 pour une ressource très proche du cours d'eau (source, sous-écoulement), un indice variant de 0,1 à 0,8 pour une ressource souterraine selon son lien estimé avec le cours d'eau superficiel (nappe proche ou nappe profonde, ...), un indice égal à 0 dans le cas d'une ressource supposée sans lien hydrologique avec le cours d'eau superficiel, en période d'étiage. Il est clair que cette approche comporte une haute dose de « pifométrie » ... mais elle a le mérite de permettre de considérer l'impact cumulé de tous les prélèvements et rejets (dans la mesure de leur prise en compte dans l'inventaire initial).

Une fois l'indice appliqué, on peut passer des volumes prélevés ou rejetés à des valeurs de débits, en introduisant la dimension temporelle de la pression. Là encore, avec une certaine précaution mais aussi la volonté d'aller au bout de l'exercice, il s'agit d'évaluer l'impact sur le débit :

- en terme de « débit moyen » ôté ou rejeté au cours d'eau, si l'on considère tous les prélèvements moyens « lissés » sur l'ensemble de la période d'étiage : hypothèse a priori la plus optimiste,
- en terme de « débit maximum » ôté ou rejeté au cours d'eau, si l'on considère les volumes maximums prélevés (ou prélevables), sur les temps d'usage les plus courts : hypothèse a priori la plus pessimiste.

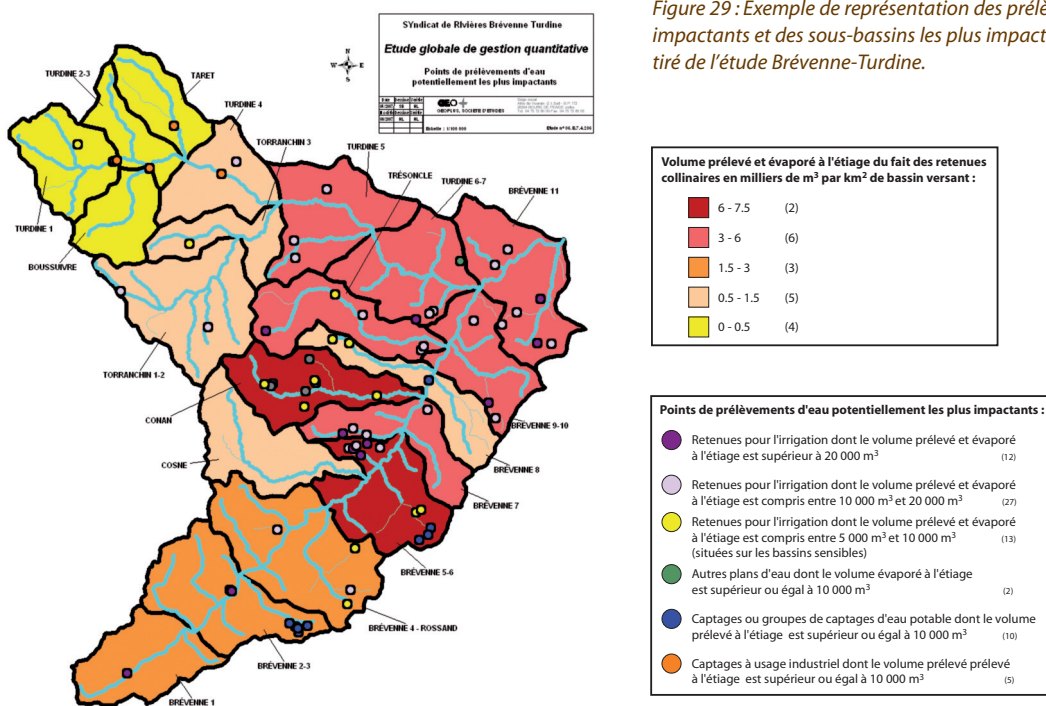
26. Rappelons que ce cahier technique s'est appuyé sur des études toutes antérieures à la rédaction du cahier des charges de l'Agence de l'Eau sur les études « volumes prélevables », qui demande l'estimation des « débits minimums biologiques ».

27. Rédaction H. Luczyszyn

28. Se faisant directement dans le cours d'eau et sans décalage dans le temps.

29. Rédaction H. Luczyszyn.

L'exercice permet la hiérarchisation des prélèvements (et des rejets) en fonction de leur impact (moyen observé ou maximal potentiel), de lister les pressions les plus impactantes, en situation « moyenne » ou « maximale » et d'identifier les sous-bassins les plus impactés.



On peut aussi ensuite cumuler impacts positifs (rejets) et négatifs (prélèvements) au niveau d'un certain nombre de points nodaux. L'impact cumulé s'exprime en débit (l/s), il peut être, dans l'absolu, positif (rejets > prélèvements) ou négatif (rejets < prélèvements). Pour faciliter la comparaison des résultats entre points, l'impact cumulé peut être exprimé en débit spécifique (l/s/km² de bassin versant).

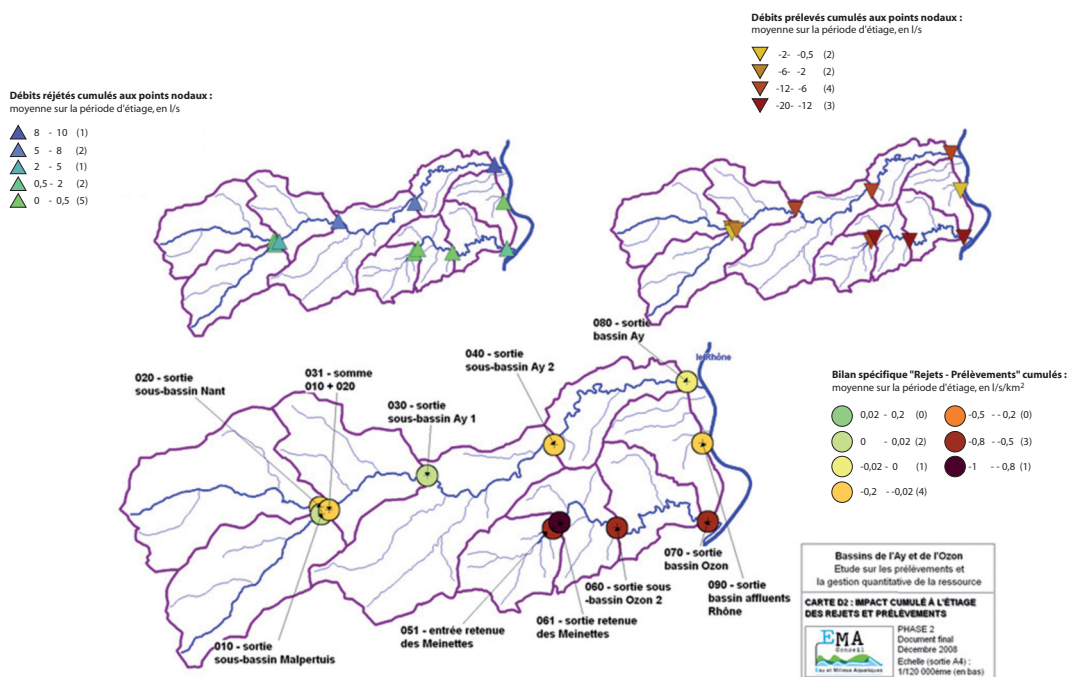


Figure 30 : Exemple de représentation des impacts cumulés en période d'étiage des rejets et des prélèvements aux points, tiré de l'étude de l'Ay et de l'Ozon.

Dans cette approche, l'étape finale consiste à **comparer les valeurs de pressions cumulées** (en l/s ou en l/s/km²) **aux valeurs de débits d'étiage naturel reconstitués** (QMNA5 par exemple) au niveau des points du bassin où la connaissance des débits caractéristiques d'étiage est bonne (mesure ou extrapolation).

Par exemple sur la Coise, on a pu estimer l'impact cumulé moyen de l'ensemble des prélèvements et rejets d'eau au niveau de la station hydrométrique du Nézel de l'ordre de - 0,2 l/s/km², reconstituer grossièrement le QMNA5 et en déduire que l'impact cumulé était de l'ordre de 25% du QMNA5.

IV.1.3 Autres exemples d'analyses

Impact des retenues hydro-électriques :

Dans l'étude de l'Isère en amont d'Albertville, l'influence des prélèvements des retenues hydroélectrique a été calculée à l'échelle des sous-bassins. La ressource théorique du sous bassin a été remplacée par les débits réservés donnés par les gestionnaires des ouvrages.

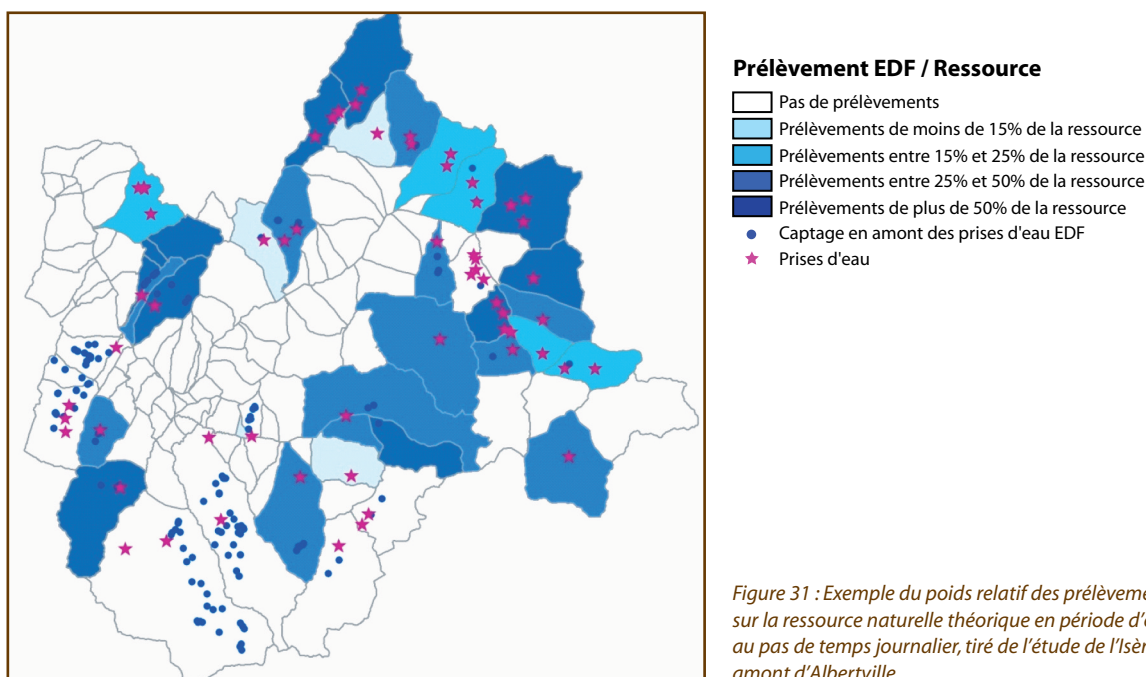
La démarche est la suivante :

- Estimation de la surface du bassin versant capté par la prise d'eau : $S_{BV\ EDF}$ (m²)
- Estimation de la surface du bassin versant capté par la prise d'eau au sein du sous bassin étudié S_{BV} (m²)
- Utilisation du débit spécifique non influencé du sous bassin versant calculé par un modèle : $Q_{(spé)\ BV}$ (m³/s/m²)
- Utilisation du débit réservé à l'aval de la prise d'eau : $Q_{Réservé}$ (m³/s)

Le débit influencé par une prise d'eau, soit la ressource théoriquement disponible à l'aval pour un pas de temps, est donné par la formule :

$$Q_{Influencé} = Q_{(spé)\ BV} * (S_{BV} - S_{BV\ EDF}) + Q_{Réservé}$$

Attention, cette méthode ne permet pas de mesurer le volume d'eau restitué au réseau hydrographique après la production d'hydroélectricité.



La fréquence de mesure de ces prélèvements peut-être journalière et doit être adaptée aux périodes de fonctionnement des turbines. Ces dernières peuvent être arrêtées en période d'étiage.

Impact (positif) des zones humides :

L'impact positif des zones humides sur le soutien du débit d'étiage est évalué par comparaison du débit théorique provenant des zones humides avec le débit d'étiage.

La figure ci-dessous illustre l'importance de l'apport des zones humides en période d'étiage dans le bassin versant du Sornin, en fonction d'une hypothèse haute et basse.

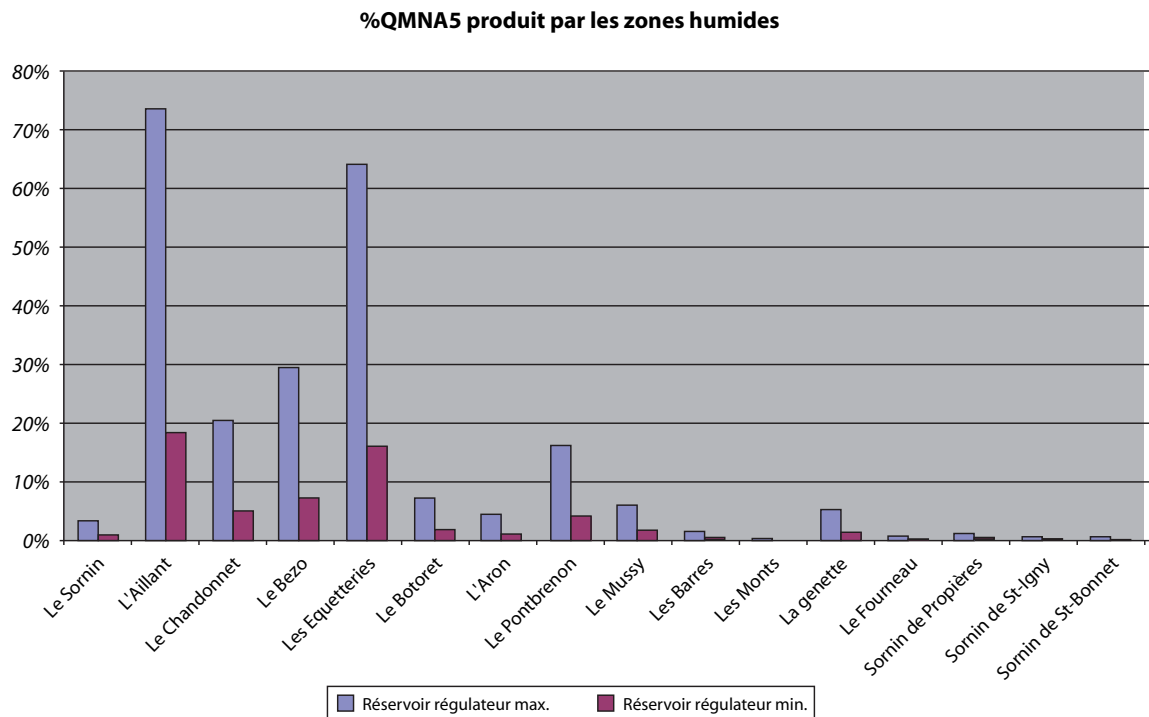


Figure 32 : Exemple de l'apport des zones humides par rapport au débit d'étiage, tiré de l'étude du Sornin.

IV.2 Impact des prélèvements sur les nappes d'eau souterraine

Très peu des études analysées se sont intéressées à l'impact des prélèvements sur le compartiment des eaux souterraines, notamment parce que les enjeux principaux ne se situaient pas sur ce type de ressource.

L'exemple proposé est celui de la nappe Bièvre Valloire : un bilan a été réalisé entre les prélèvements effectués au sein de la nappe et la recharge de cette dernière.

Recharge - Prélèvements > 0 = Bilan positif

Recharge - Prélèvements < 0 = Bilan négatif

La recharge en eau de la nappe se calcule de la façon suivante :

Pluie efficace - Eau ruisselée = Recharge (Eau infiltrée)

Si ce bilan est négatif, les prélèvements entament les réserves du stock d'eau souterraine. L'impact sur la ressource n'est pas nécessairement très important sur le court terme, mais il peut le devenir si ce phénomène devient chronique.

La figure ci-dessous schématise des flux d'eau sur le bassin versant Bièvre Valloire. Il met en évidence les prélèvements et rejets effectués au sein de la nappe.

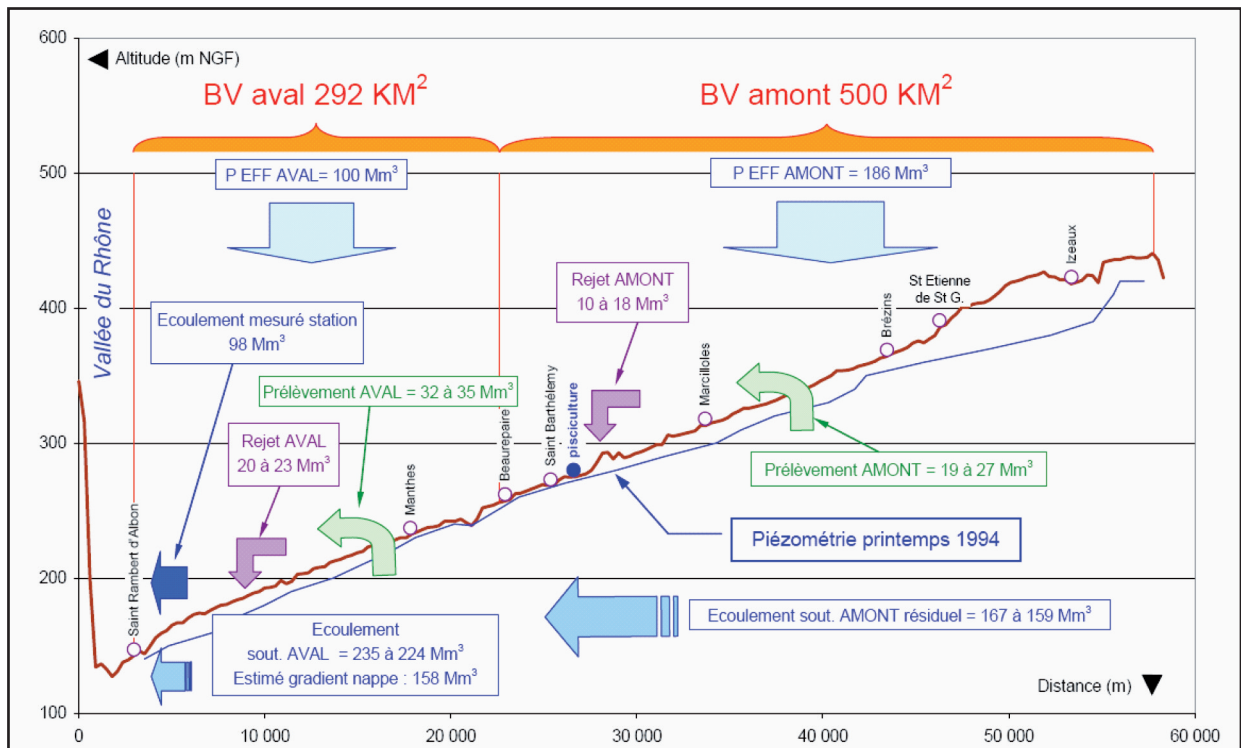


Figure 33 : Schéma récapitulatif des flux d'eau au sein de la nappe du bassin versant Bièvre Valloire

Cette méthode peut être adaptée à une échelle spatiale plus fine. Une modélisation peut également être envisagée pour un site et/ou un type de prélèvement particulier. Dans ce cas, il est nécessaire de disposer de données piézométriques importantes.

V Approches prospectives des ressources et des pressions

V.1 Évolution climatique des ressources

L'évaluation de la variation des ressources en eau en fonction des changements climatiques est un exercice difficile. Pour un bassin versant de taille réduite, les incertitudes et l'échelle de travail des modèles actuels ne permettent pas d'extrapoler les paramètres météorologiques avec une fiabilité suffisante.

L'étude conduite sur le bassin du Buëch s'est essayée à cet exercice. L'hypothèse a été de retenir la pluviométrie et les débits observés en 2003 comme une année « normale » en 2025. Il s'agit d'une démarche prospective indirecte. Il est en effet plus simple de faire une reconstitution ou une rétro analyse d'un étiage significatif et d'en extrapoler les conséquences sur la ressource disponible actuelle et future.

En modélisant des étiages sévères ou une succession de plusieurs années de sécheresse, il serait possible d'estimer la ressource disponible. Des seuils d'alerte et des pistes d'actions pourraient alors être proposés.

Ainsi, dans le cahier des charges pour les études d'évaluation des pressions quantitatives, il paraît intéressant de demander :

- une modélisation d'un étiage sévère significatif à partir de l'état de la ressource en eau actuelle ou future du bassin versant,
- une modélisation d'une succession d'étiages sévères significatifs sur plusieurs années à partir de l'état de la ressource en eau actuelle ou future du bassin versant.

Astuce : En fonction du contexte du bassin versant, il est important d'indiquer dans le cahier des charges l'année ou les années pour lesquelles des problèmes de sécheresse ont été significatifs. Ainsi, le bureau d'études s'intéressera particulièrement aux données météorologiques, hydrologiques et hydrogéologiques de cette période et pourra modéliser un futur étiage sévère.

V.2 Evolution future des différents prélèvements

De manière générale, les projections des besoins se font à échéance de 10 à 20 ans. Au delà, incertitudes et imprécisions ne rendent plus la prospection représentative. La prise en compte de l'ensemble des usages sur un bassin versant permet de considérer ceux qui risquent d'augmenter et ceux qui risquent de diminuer. Les études prospectives concernent généralement les consommations d'eau potable, agricole et industrielle, qui représentent les plus forts enjeux économiques. Les paragraphes suivants traiteront de ces trois pressions, l'analyse des données étant différente pour chacune d'entre elles.

Alimentation en Eau Potable (AEP) :

La projection des volumes et débits nécessaires pour l'AEP s'appuie sur l'évolution démographique du territoire, l'évolution des consommations moyennes, et sur l'amélioration des rendements des réseaux d'eau. L'analyse cherche à estimer l'évolution de la population résidente et touristique du bassin.

Pour la population permanente : les tendances futures de l'évolution sont précisées dans les PLU ou les SCOT, s'ils existent, sinon au travers des recensements réalisés par l'INSEE. L'hypothèse posée est celle du maintien des taux d'accroissements observés entre les derniers recensements. En prenant cette hypothèse, un scénario haut ou bas avec respectivement un taux supérieur ou inférieur d'accroissement peut être étudié.

Pour la population touristique, l'évolution est fonction des hausses de capacité d'hébergement et des aménagements prévus pour l'accueil de touristes.

En intégrant un facteur d'amélioration du rendement des réseaux d'alimentation en eau potable on peut estimer une baisse des pertes d'eau et des volumes disponibles.

Usage Agricole :

La projection des besoins agricoles est plus complexe. En effet, l'évolution des besoins en eau dépend de l'évolution des filières agricoles, des reprises d'exploitations et des techniques d'irrigation. L'évolution de ces filières est elle-même fonction de la politique agricole commune qui influence par le régime des primes les types de culture exploités.

Pour l'étude sur le bassin du Buëch, le cahier des charges a demandé une analyse précise de l'évolution des besoins en eau pour l'agriculture. La prospective a été réalisée en partenariat avec la Chambre d'agriculture. Les éléments suivants ont été cartographiés :

En termes de filières agricoles :

- Perspectives d'avenir des filières de polyculture-élevage,
- Perspectives d'avenir de la filière productions maraîchères,
- Perspectives d'évolution de la filière arboricole,
- L'agritourisme et la diversification.

En termes de reprise d'exploitation :

- Localisation des exploitations dont le gérant a plus de 55 ans,
- Localisation des exploitations sans repreneur dont le gérant a plus de 55 ans,
- Localisation des surfaces potentiellement libérables (SAU libérables),
- Etat du marché foncier local (rétrocession, échanges).

Remarque : Cette prospection ne tient pas compte des techniques d'irrigation qui influent sur les volumes prélevés. Il faut donc prévoir l'analyse de l'évolution des méthodes d'irrigation dans les études prospectives.

Usage industriel :

La projection des besoins en eau pour les usages industriels se fait généralement par enquête auprès des entreprises du territoire ou via les Chambres de Commerce et d'Industrie (prospectives d'agrandissement de la structure, d'augmentation ou diminution des prélèvements, etc.), mais également en cherchant à estimer l'évolution du tissu industriel futur.

PROLONGEMENT DE L'ETUDE DIAGNOSTIC

La problématique de la gestion quantitative des ressources en eau à l'échelle d'un bassin versant est récente, et offre **peu de références bibliographiques en Rhône-Alpes**. Les études réalisées récemment sur cette thématique ne se basent pas sur des méthodes éprouvées en différents contextes, mais sur des **approches expertes** adaptées aux enjeux locaux et très variables d'un chargé d'étude à l'autre.

Le travail de synthèse méthodologique (critique) envisagé au départ pour le présent cahier technique n'a, en conséquence, pas pu être mené aussi loin que prévu. Son ambition a été restreinte au fur et à mesure de l'avancée du travail. Son objet final peut être plutôt qualifié de « **synthèse illustrée de quelques études diagnostiques de la ressource en eau en Rhône-Alpes** ».

L'étude diagnostic de la ressource telle que présentée dans ce cahier s'inscrit comme **la première grande étape de la gestion des problématiques de prélèvements et de débits d'étiage à l'échelle globale d'un bassin versant**. Elle fournit un état des lieux de la ressource en eau et des pressions quantitatives et estime l'impact hydrologique de ces pressions.

La plupart des études analysées se sont basées sur ces éléments pour **proposer un plan d'actions** concret visant à limiter l'impact des prélèvements sur les milieux les plus sensibles ou, plus globalement, à optimiser le partage de la ressource en eau : recherche de ressources alternatives, programme visant à économiser l'eau (domestique, agricole, ...), amélioration de la gestion de certaines prises d'eau, aménagement d'ouvrages de restitution d'un débit minimal, ...

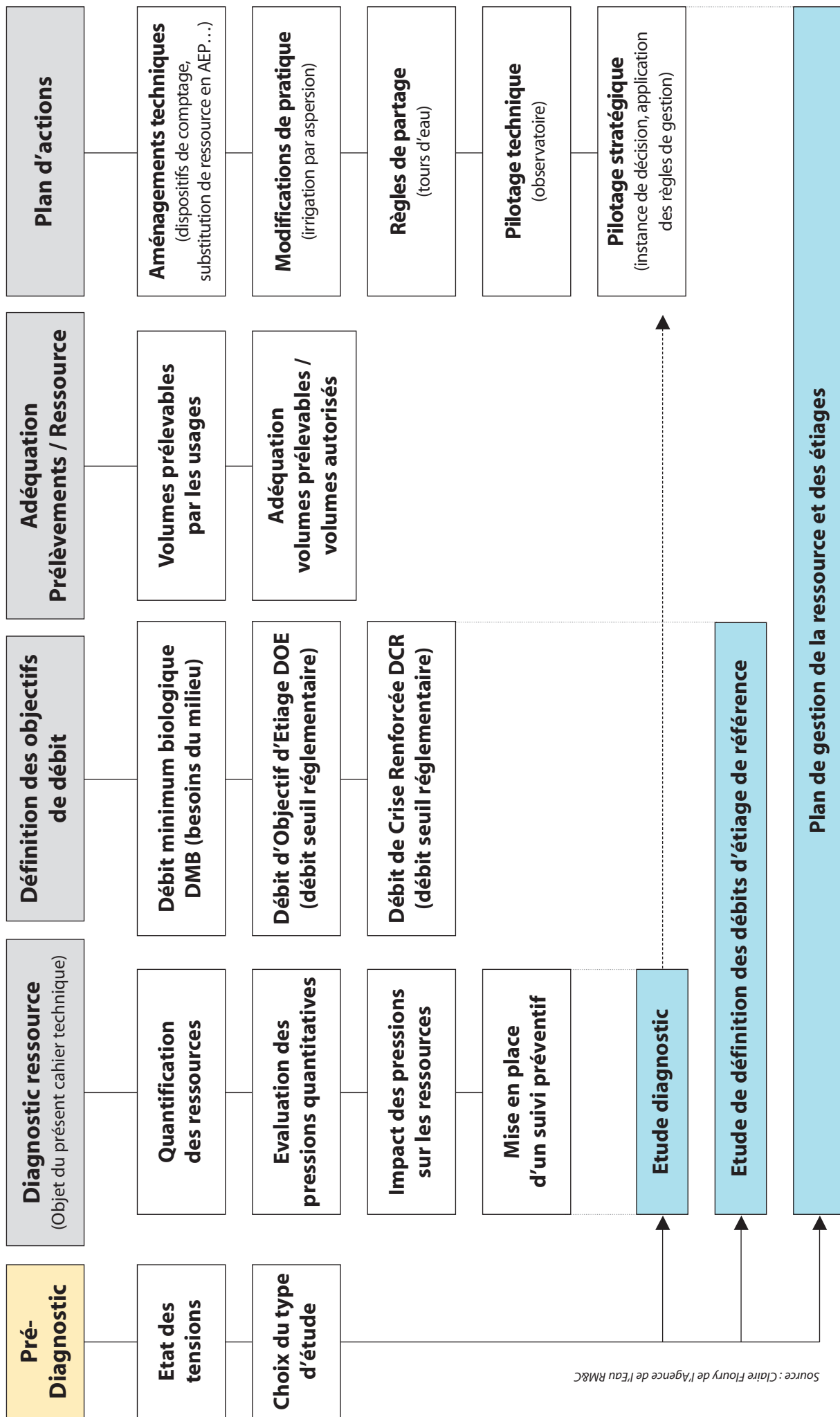
Aujourd'hui, notamment depuis la circulaire du 30 juin 2008 qui a introduit l'obligation de définir les « volumes prélevables » dans les bassins « déficitaires », l'ensemble des acteurs de la gestion quantitative (les Agences de l'Eau en tête) réfléchissent à **une démarche méthodologique générale nouvelle** intégrant la double contrainte de satisfaire au mieux les usages quantitatifs (priorité étant clairement donnée à l'alimentation en eau potable), tout en satisfaisant pleinement les « besoins en eau des milieux aquatiques ».

Le schéma de la page suivante présente une typologie des études portant sur la ressource en eau selon les **4 grandes étapes successives** réalisées :

- l'« **étude de définition des objectifs de débits d'étiage** » s'appuie sur la première grande étape réalisée dans l'étude diagnostic. Elle la complète d'une seconde étude correspondant à la proposition d'objectifs de débits d'étiage (DOE et DCR) en fonction d'une estimation des débits minimums biologiques (DMB) aidant à la définition des « besoins des milieux » ;
- le « **plan de gestion de la ressource et des étiages** » englobe toute la démarche en ajoutant les deux dernières grandes étapes :
- d'évaluation des volumes maximums prélevables par période de l'année et de proposition d'un éventuel ré-ajustement des autorisations selon les usages (3^e grande étape),
- d'élaboration d'un plan d'actions (4^e grande étape) combinant actions opérationnelles (aménagements divers), actions concertées et d'évolution des pratiques et actions réglementaires.

Les études lancées depuis le printemps 2009 (souvent nommées de manière raccourcie « études des volumes prélevables »), sous maîtrise d'ouvrage de l'Agence de l'Eau ou de structures de bassin versant, suivent ce schéma d'organisation.

LE PANEL DES ETUDES PORTANT SUR LA RESSOURCE EN EAU



Source : Claire Floury de l'Agence de l'Eau RM&C

Générale :

- Agence de l'Eau Loire Bretagne - État des lieux du Bassin Loire-Bretagne, Tome 1 - Caractérisation du bassin, Chapitre IV - Rejets, prélèvements et autres perturbations - Décembre 2004 (239 p)
- Agence de l'Eau Rhône Méditerranée & Corse - Catalogue des données techniques issues des processus redevances - Direction Données & Redevances (3p)
- ENGREF - Les outils de gestion quantitative des ressources en eau : bilan des évaluations existantes sur certains outils - Janvier 2006 (21p)
- A. MUSY – Cours d'Hydrologie Générale

Textes réglementaires :

- Code de l'environnement
- Loi sur l'eau et les milieux aquatiques de 2006
- Loi sur l'eau de 1992
- Loi pêche de 1984
- SDAGE Rhône Méditerranée
- Circulaire sur la gestion quantitative de l'eau du 30 juin 2008
- Nomenclature des opérations soumises à autorisation ou à déclaration en application des articles L. 214-1 à L. 214-3 du code de l'environnement
- Décret n°2007-1381 du 24 septembre 2007 relatif à l'organisme unique chargé de la gestion collective des prélèvements d'eau pour l'irrigation et modifiant le code de l'environnement
- Le Journal de l'Environnement ; article « UE : pour une utilisation plus efficace des ressources » du 12/09/2008

Etudes de quantification de la ressource et des prélèvements :

Etudes « Diagnostic de la ressource »	Date	Chargé(e) de mission	Bureau d'étude
« Etude sur les prélèvements et la gestion quantitative de la ressource » Syndicat Intercommunal à Vocation Unique de l'Ay-Ozon (07)	mars-2009	Jonathan MALINEAU	EMA Conseil (Hélène Luczyszyn)
« Bilan quantitatif de la ressource en eau sur le bassin versant de l'Isère en amont d'Albertville » Assemblée du Pays Tarentaise Vanoise (73)	juin-2008	Virginie CHIREZ	Sepia Conseil (Daniel Pierlot) EDACERE / ANTEA
« Etude de la ressource en eau sur le bassin versant du buëch : sécuriser les usages et préserver le milieu » Syndicat Mixte de Gestion Intercommunautaire du Buëch et de ses Affluents (05)	mars-2008	Eric BURLET	Société du Canal de Provence (Jérémy Dubee)
« Élaboration d'outils d'aide à la gestion volumique en eau de la nappe de Bièvre Valloire » Syndicat Intercommunal d'Aménagement du bassin Hydraulique Bièvre Liers Valloire (38)	janv-2008	Annabel GRAVIER	BRGM (Jean-Claude Martin)
« Etude globale de la gestion quantitative des ressources en eau du bassin versant Brévenne Turdine » Syndicat de Rivières Brévenne-Turdine (69)	oct-2007	Betty CACHOT	GEOPLUS (Hélène Luczyszyn)
« Etude des débits d'étiage et des prélèvements et mise en place d'un observatoire » Syndicat interdépartemental mixte à la carte pour l'aménagement de la Coise et du Furan (42)	août-2006	Yves PIOT	GEOPLUS (Hélène Luczyszyn)
« Etude des débits d'étiage, prélèvements et apports d'eau » Communauté de Communes du pays de Charlieu (42)	janv-2006	Céline DECHAVANNE	CESAME (Thierry Droin)
« Etude des débits et des prélèvements et mise en place d'un observatoire » Communauté de Communes du Pays d'Amplepuis Thizy (42)	juin-2005	Alexandre BACHER	BURGEAP (Guillaume Boudin)
« Etude du fonctionnement hydraulique de la Veyle et de ses affluents » Syndicat Mixte pour l'Aménagement et la mise en valeur du bassin versant de la Veyle et de ses affluents (01)	mars-2003	Cyril THEVENET	BCEOM (Gaiji Sylvain)
« Etude globale de la ressource en eau du Pamphiot à l'Hermance » Syndicat Mixte des Affluents du Sud-Ouest Lémanique (74)	juil-2002	Marie Pénélope GUILLET	CSD AZUR (Eric SAUBERLY)

Autres études :

- Chambre d'agriculture Ardèche - Gestion de l'Eau d'Irrigation sur le bassin versant du Doux - Déc. 1991 (57p)
- Chambre d'agriculture de l'Isère - Document d'incidence prélèvements d'eau à usage agricole en Isère - Fév. 2008 (236p)
- Comité de Bassin Adour-Garonne - Information et méthodologie pour l'examen des DOE - Avril 1997 (17p)
- DDAF 38 - Recherche et mise en place d'une gestion concertée des prélèvements d'eau à usage agricole - Bassin Versant du Bas-Rhône - Dossier d'autorisation groupé au titre de la loi sur l'eau - Avril 2001 (45p)
- Recherche et mise en place d'une gestion concertée des prélèvements à usage agricole dans le département de l'Isère – Bassin versant de la Montagne - Février 2002 (18p)
- P. ROUSSET - Société du Canal de Provence et d'Aménagement de la Région Provençale -La régulation des réseaux d'irrigation gravitaire - (13p.)
- Syndicat d'Aménagement et de Gestion de l'Yzeron, du Ratier et du Charbonnières - Utilisation de l'Eau sur le bassin versant de l'Yzeron en période d'étiage - Oct.1999 (54p)
- Syndicat Intercommunal d'Aménagement Hydraulique de Bièvre Liers Valloire - Recherche et mise en place d'une gestion concertée des prélèvements à usage agricole dans le département de l'Isère - Bassin Bievre-Liers-Valloire - Notice d'incidence - Juin 2001 (58p)
- Syndicat intercommunal Doux Clair - Aide à la détermination d'un débit de soutien de l'étiage estival- Rivière Doux - Application de la méthode des microhabitats - Oct. 2004 (28p)

Sites internet :

- Ministère de l'Écologie, de l'Energie, du Développement durable et de l'Aménagement du territoire : <http://www.environnement.gouv.fr>
- Le portail de l'eau : <http://www.eaufrance.fr/>
- Service d'Administration Nationale des Données et Référentiels sur l'Eau (Sandre) : <http://www.rnde.tm.fr>
- Agences de l'Eau : <http://www.lesagencesdeleau.fr/>
- Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse : <http://www.eaurmc.fr/>
- Direction régionale de l'environnement Rhône-Alpes : <http://www.rhone-alpes.ecologie.gouv.fr/>
- Office Nationale de l'Eau et des Milieux Aquatiques : <http://www.onema.fr/>
- Banque de données ADES : <http://www.ades.eaufrance.fr/>
- Système d'information géographique des données publiques : <http://infoterre.brgm.fr>
- Banque HYDRO : <http://www.hydro.eaufrance.fr/>
- Legifrance (Le service public de la diffusion du droit) : <http://www.legifrance.gouv.fr/>
- Institut français de l'environnement (IFEN) : <http://www.ifen.fr/>
- Météo France : <http://climatheque.meteo.fr>

LISTE DES ABRÉVIATIONS

ADES	Accès aux Données sur les Eaux Souterraines
AEP	Alimentation en Eau Potable
AMO	Assistance à Maitrise d'Ouvrage
ASA	Association Syndicale Autorisée
ASL	Association Syndicale Libre
BRGM	Bureau de Recherches Géologiques et Minières
CC	Communauté de Communes
CDT	Comité Départemental du Tourisme
Cenv	Code de l'environnement
CG	Code Général
CLE	Commission Locale de l'Eau
CSP	Conseil Supérieur de la Pêche
DCE	Directive Cadre sur l'Eau
DCR	Débit de Crise Renforcé
DDAF	Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt
DDASS	Direction Départementale des Affaires Sanitaires et Sociales
DDE	Direction Départementale de l'Equipement
DDT	Directions Départementales des Territoires
DMA	Débit Minimum Admissibles
DMB	Débit Minimum Biologique
DOE	Débit Objectif d'Etiage
DREAL	Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement
DRIRE	Direction Régionale de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement
DSA	Débit de Seuil d'Alerte
FDSIGE	Fédération Départementale des Structures d'Irrigation et de Gestion de l'Eau
IFEN	Institut Français de l'ENvironnement
IOTA	Installations, Ouvrages, Travaux et Activités
LEMA	Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques
MISE	Mission Interservices de l'Eau
ONEMA	Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques
PLU	Plan Local d'Urbanisme
PGE	Plan de Gestion des Etiages
QMNA5	Débit d'étiage mensuel quinquennal
RNDE	Réseau National des Données sur l'Eau
ROCA	Réseau d'Observation de Crise des Assecs
SoeS	Service de l'observation et des Statistiques du Commissariat général au développement durable
SAGE	Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux
SATEP	Service d'Assistance Technique pour l'Eau Potable
SATESE	Service d'Assistance Technique aux Exploitants de Stations d'Epuration
SAU	Surface Agricole Utile
SCOT	Schéma de COhérence Territoriale
SCPid	Société du Canal de Provence ingénierie et développement
SDAEP	Schéma Départemental d'Alimentation en Eau Potable
SDAGE	Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux
SIG	Système d'Information Géographique
SPC	Service de Prévision des Crues
STEP	STation d'EPuration
VCN	Débit moyen sur N jours consécutifs
ZRE	Zone de Répartition des Eaux



ANNEXES



ANNEXE 1 (figure 9 - p. 21)

Tableau recensant les différentes sources de données météorologiques

Type de données	Sources	Précisions sur les données récoltables	Données basés sur :	Année de calcul des données	Pas de temps (horaires, journalières, mensuelles, annuelles)	Localisation géographique des données	Limites	Prix	Liens d'obtention des données et d'informations supplémentaires sur la source
Température	Météo France	En fonction du type de station. Relevés horaires indisponibles sur les types 4&5	Relevés des stations météorologiques	Dépend de l'année d'implantation des stations	Dépend du type de stations : - horaires - journalières - mensuelles - annuelles - extrêmes		Les températures horaires dépendent de l'équipement des stations La disponibilité des données dépendra de la station de mesure. Si les relevés sont automatiques, les données seront disponibles dès le lendemain, par contre, si les relevés sont manuels, il faudra attendre la fin du mois suivant pour les acquérir.	Données payantes	Sur la climathèque : http://climatheque.meteo.fr/okapi , ou par l'intermédiaire du délégué départemental du territoire étudié : cdmXX@meteo.fr (avec XX le numéro du département).
Evapotranspiration (ETP)	Météo France	Carte de l'ETP sur une grille de maille plus ou moins fine pour une période donnée	La méthode de MONTEITH et de PENMAN	Dépend de l'année d'implantation des stations	Données quotidiennes : méthode MONTEITH Données décennales : méthode PENMAN	Des cartes départementales ou régionales, réactualisées tous les trimestres permettent de mieux visualiser la position et le type des stations du réseau météo.	La disponibilité des données dépendra de la station de mesure. Si les relevés sont automatiques, les données seront disponibles dès le lendemain, par contre, si les relevés sont manuels, il faudra attendre la fin du mois suivant pour les acquérir.	Données payantes	Sur la climathèque : http://climatheque.meteo.fr/okapi , ou par l'intermédiaire du délégué départemental du territoire étudié : cdmXX@meteo.fr (avec XX le numéro du département).
Précipitations : hauteur d'eau	Météo France	Hauteur d'eau pour différents pas de temps Dépassements de seuils de précipitation Durées de retour de référence Fréquence d'apparition de précipitations (pré-élaborées sur une durée de 6 minutes à 96 heures)	Relevés des stations météorologiques ; Radars météorologiques (dans un rayon de 200 km)	Dépend de l'année d'implantation des stations et du radar	Dépend du type de stations : Horaires, journalières, mensuelles et annuelles Pour le radar : image toutes les 5 à 15 min	Une liste des stations actuellement en service peut également être téléchargée. http://climatheque.meteo.fr/aide/climatheque/reseauportes	Pas de temps très variable La disponibilité des données dépendra de la station de mesure. Si les relevés sont automatiques, les données seront disponibles dès le lendemain, par contre, si les relevés sont manuels, il faudra attendre la fin du mois suivant pour les acquérir.	Données payantes	Sur la climathèque : http://climatheque.meteo.fr/okapi , ou par l'intermédiaire du délégué départemental du territoire étudié : cdmXX@meteo.fr (avec XX le numéro du département).
Répartition des pluies, taux d'infiltration	Agence de l'Eau Météo France	Couches SIG des précipitations normales mensuelles Carte des hauteurs d'eau sur une grille de maille plus ou moins fine pour une période donnée; isohyètes	Basées sur les relevés Météo France Méthode Aurelhy : radars météorologiques (rayon de 200km autour du radar)	1971 -2000	Mensuel Pour le radar : image toutes les 5 à 15 min		Données moins précises par rapport à celles fournies par Météo France La disponibilité des données dépendra de la station de mesure. Si les relevés sont automatiques, les données seront disponibles dès le lendemain, par contre, si les relevés sont manuels, il faudra attendre la fin du mois suivant pour les acquérir.	Données gratuites	Par l'intermédiaire du Gestionnaire de l'Unité des données techniques Sur la climathèque : http://climatheque.meteo.fr/okapi , ou par l'intermédiaire du délégué départemental du territoire étudié : cdmXX@meteo.fr (avec XX le numéro du département).

ANNEXE 2 (figure 10 - p. 22)

Tableau recensant les différentes sources de données hydrologiques

Type de données	Sources	Précisions sur les données récoltables	Données basés sur :	Période de calculs des données	Pas de temps
Module interannuel, annuel et mensuel	DREAL	NC	Loi de Galton	Dépend de l'année d'implantation des stations	Interannuel Annuel Mensuel
	EDF		Calculs réalisés par EDF	Dépend de l'année d'implantation des ouvrages EDF	
	CNR	Sur la base des débits instantanés à QMJ	Relevés automatiques (capteurs limnimétriques ou directement de débits) en temps réel sur stations fixes du Rhône et de ses affluents	Suivant année d'implantation de la station (certaines depuis 1920)	Sur demande
Débits mensuels minimaux, chronique et statistique	DREAL	Tableau et hydrogramme respectif	Moyenne des débits sur une période donnée	Dépend de l'année d'implantation de la station	Mensuel
	EDF		Relevés automatiques (capteurs limnimétriques ou directement de débits) en temps réel sur stations fixes du Rhône et de ses affluents	Dépend de l'année d'implantation des ouvrages EDF	
	CNR	Sur la base des débits instantanés à QMJ		Suivant année d'implantation de la station (plus d'un siècle sur certaines stations)	
Débits caractéristiques	DREAL	Pour les fréquences biennales et quinquennales sèches : VCN3, VCN10, QMNA	Pour les QMNA, les lois de GALTON (en général) ou de GAUSS (pour les bassins versants avec un aquifère très important).	Dépend de l'année d'implantation de la station	
	CNR	Sur la base des débits instantanés à QMJ	Corrélation avec les stations proches et à fonctionnements similaires	Ponctuels	
Jaugeages ponctuels	DREAL	QMNA5 et valeurs des jaugeages	Corrélation avec les stations proches et à fonctionnements similaires	Ponctuels	
	ONEMA		Mesures de débit au moyen d'un courantomètre dans le cadre du réseau européen d'hydromorphologie	débuté en 2009	
Débit classés	DREAL		Débits journaliers classés pour des fréquences données		
	CNR	Sur la base des débits instantanés à QMJ	Relevés automatiques (capteurs limnimétriques ou directement de débits) en temps réel sur stations fixes du Rhône et de ses affluents		
Débit moyen journalier	DREAL Banque HYDRO	QMJ, côtes instantanées, pluvio (graphiques et valeurs)	Service de prévision des crues		24h 3 jours 15 jours
	CNR Inforhone	QMJ et débit moyen horaire sous forme de graphique	Relevés automatiques (capteurs limnimétriques ou directement de débits) en temps réel sur stations fixes du Rhône et de ses affluents	Journalier	24h

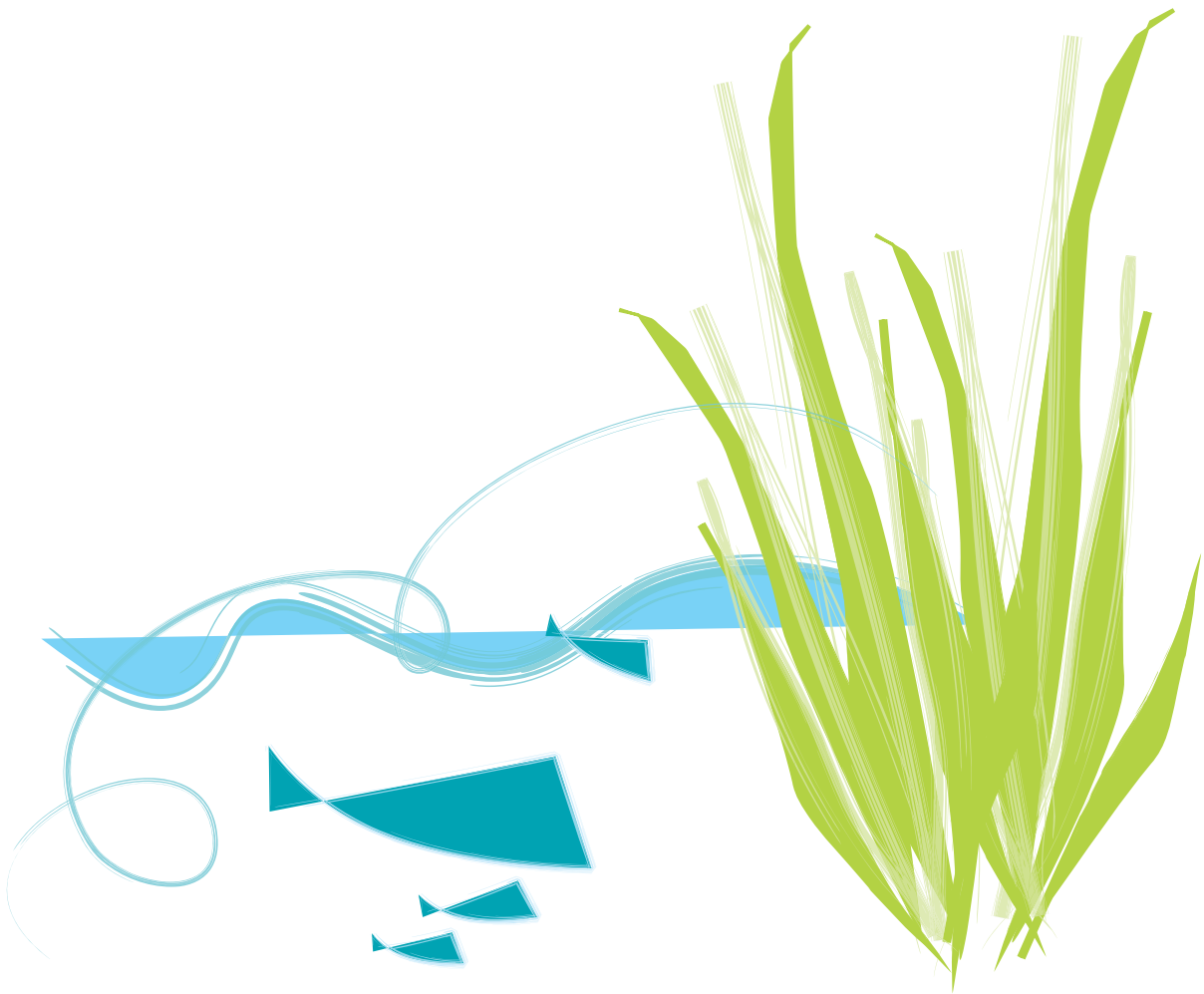
Tableau recensant les différentes sources de données hydrologiques

→	Localisation géographique des données	Limites	Prix	Liens d'obtention des données et d'informations supplémentaires sur la source
→	Localisation de la station en coordonnées Lambert. Altitude de la station, et commune de rattachement.	Une station peut avoir plusieurs localisations successives dans le temps (suite à des déplacements de faible amplitude).	Données gratuites	http://www.hydro.eaufrance.fr/ http://www.rdbrmc-travaux.com/spge/site_v2/sous_rubrique.php3?id_rubrique=21
→	Le système de rattachement Lambert II étendu, au nom du cours d'eau. Système de nivellement : NGF orthométrique pour les mesures de niveaux. Nom de la commune ou un lieu dit de commune dans le libellé de la station	Limite géographique 80 stations sur le Rhône et ses affluents	Données payantes (sur devis)	Pour tout traitement statistique, contact : supervision_reseau_hydrometrique@cnr.tm.fr
→	En coordonnées X, Y, Z	Localisation peu précise	Données gratuites	http://www.hydro.eaufrance.fr/
→	Le système de rattachement Lambert II étendu, au nom du cours d'eau. Système de nivellement : NGF orthométrique pour les mesures de niveaux. Nom de la commune ou un lieu dit de commune dans le libellé de la station	Limite géographique 80 stations sur le Rhône et ses affluents	Données payantes (sur devis)	Pour tout traitement statistique, contact : supervision_reseau_hydrometrique@cnr.tm.fr
→	Le système de rattachement Lambert II étendu, au nom du cours d'eau. Système de nivellement : NGF orthométrique pour les mesures de niveaux. Nom de la commune ou un lieu dit de commune dans le libellé de la station	Limite géographique 80 stations sur le Rhône et ses affluents	Données gratuites	http://www.hydro.eaufrance.fr/
→	Oui	25 stations du réseau RCS par an - mesure en période de basses eau pour modélisation crues	Données gratuites	http://www.hydro.eaufrance.fr/
→	Le système de rattachement Lambert II étendu, au nom du cours d'eau. Système de nivellement : NGF orthométrique pour les mesures de niveaux. Nom de la commune ou un lieu dit de commune dans le libellé de la station	Limite géographique 80 stations sur le Rhône et ses affluents	Données payantes (sur devis)	Pour tout traitement statistique, contact : supervision_reseau_hydrometrique@cnr.tm.fr
→	Stations du bassin RM&C Coordonnées Lambert II	Environ 80 stations.	Données gratuites	http://www.rdbrmc.com/hydroreel2/listestation.php
→	Nom de la station suivant commune de rattachement et nom du fleuve ou affluent concerné + PK	Données du jour et rapport journalier avec débit du jour et de la veille directement disponibles - non contrôlées	Données gratuites	http://www.inforhone.fr/inforhone/FR/Commun/index.htm

ANNEXE 3 (figure 11 - p. 23)

**Tableau recensant les différentes sources de données concernant les eaux stagnantes
(stocks d'eau, plans d'eau, retenues collinaires)**

Type de données	Sources	Données basés sur :	Année des données	Localisation géographique des données	Limites
Recensement des plans d'eau Indicateur recherchés : surface, volume, usage, gestion, nature et quantité du prélèvement	DDAF ou DDEA	Plan d'eau de plus de 1000m ² Données non contrôlées			
	Agence de l'Eau ou conservatoires départementaux	Suivi qualitatif des plans d'eau (et cours d'eau) dans le cadre de la DCE Inventaires zones humides	Depuis 1997	Données internes sur couches SIG Lambert II étendu Portail internet SIPE en construction = Système d'Information de Plans d'Eau Unité Données Techniques de l'Agence de l'Eau : 04 72 71 26 67	Recensement non exhaustif, comprend une centaine de plans d'eau sur le bassin RMC (plans d'eau > 50 ha)
	Collectivités	Etudes antérieures recensant les plans d'eau et retenues			
	Enquête de terrain	Reconnaissance sur le terrain, site par site ou échantillonnage		Sur carte IGN et orthoplans	Demander une autorisation à la commune. Ces demandes peuvent parfois prendre du temps.
	Enquête auprès de propriétaires	Enquête téléphonique et/ou courrier			
	Cartes IGN et orthoplans	Interprétation des cartes IGN au 1/250000 et des photos aériennes		Sur carte IGN et orthoplans	
	EDF	Retenues à destination hydroélectrique	Dépend de l'année d'implantation de l'ouvrage EDF		
Surface	Collectivités	Etudes antérieures recensant les plans d'eau et retenues			
	Enquête de terrain	Reconnaissance sur le terrain, site par site ou échantillonnage		Sur carte IGN et orthoplans	Demander une autorisation à la commune. Ces demandes peuvent parfois prendre du temps.
	Enquête auprès de propriétaires	Enquête téléphonique et/ou courrier			
Volume	DDASS (AEP) DDAF ou DDEA	Sur les dossier d'autorisation/déclaration de remplissage des retenues collinaires		Les couches de données IGN BDTOPO ou BDCARTHAGE font référence	Le service environnement enregistre les dossiers pour plans d'eau de plus de 1000m ² - bonne évaluation des volumes sur les dossiers récent réalisés par des géomètres, mais souvent déposé par propriétaires fonciers
	Collectivités	Etudes antérieures recensant les plans d'eau et retenues			
	Enquête de terrain	Sorties de terrain			
	Propriétaire	Déclarations des propriétaires			Prendre en compte le remplissage par les sédiments au fil du temps



ANNEXE 4 (figure 17 - p. 34)

Tableau recensant les différentes sources de données concernant l'AEP et les prélèvements Industriels

Type de données	Sources	Données basés sur	Année de calcul des données	Pas de temps	Localisation géographique des données
Organisation de la distribution d'eau potable	Collectivités (communes ou syndicats AEP)	Organisation en régie, contrat d'affermage, contrat de concession	/		/
Volumes achetés à d'autres "producteurs" d'eau voisins	Collectivités (communes ou syndicats AEP)	Compteurs communaux		Mensuelles et/ou annuelles	Par commune
Volumes prélevés sur des ressources du bassin versant	DDASS (AEP)	Recensement des points d'eau potable		Mises à jour au gré de l'avancement des dossiers	Sur fond de carte 1/25000 ^{ème} mais niveau d'informatisation très variable d'un département à l'autre
	DRIRE / DREAL (unités territoriales)	Arrêtés d'autorisation Données de surveillance des ICPE soumises à déclaration	2004-2007 sur internet pour les régimes autorisation	En flux annuels	Coordonnées Lambert II, commune et nom de l'établissement
	Agence de l'Eau	Consommation d'eau déclarée par les communes et collectivités ou les industriels	Depuis 1987	Données annuelles	Coordonnées Lambert 2 au point de prélèvement (précision dans un rayon de 50 m, 500 m ou quelque part dans la commune)
	Collectivités (communes ou syndicats AEP)	SDAEP (s'il existe)	Données mensuelles et/ou annuelles (dépend de chaque collectivité)	Données mensuelles et/ou annuelles	Dépend de chaque collectivité. Précision parcellaire possible. Pas toujours informatisé
	Industriels (interroger directement les plus gros préleveurs)	Compteurs		Données mensuelles et/ou annuelles	Dépend de chaque industriel
	DDAF ou DDEA	Dossier d'autorisation de prélèvements		Mises à jour au gré de l'avancement des dossiers	Variable
	Conseil Général	Service technique d'assistance aux collectivités sur l'eau potable, schéma départemental de l'AEP		Variable selon les départements	Variable selon les départements
Volumes prélevés (puits ou captages individuels)	Service de l'Etat : DDAF / ou DDT				
	Enquête de terrain	Enquête téléphonique et/ou courrier			
Volumes distribués	Collectivités	SDAEP (s'il existe)			Prélèvements géoréférencés ou rattachés au centroïde de la commune
Taux de rendement des réseaux	Collectivités	Estimations SDAEP (s'il existe)			
Population hébergée, permanente et touristique	Comités Départementaux du Tourisme (CDT)	Capacité d'accueil et données de fréquentation par commune connues par les CDT qui réalisent des enquêtes complémentaires	Dépend de la date de création du CDT et des données INSEE (RGP puis mises à jours)	Suivant données INSEE. Mises à jour annuelles pas toujours disponibles (des fois année n-2)	Données complètes parfois disponibles par commune
	Observatoire Régional du Tourisme en Rhône-Alpes (ORT)	Taux d'occupation des lits, nombre de personne par logement : données synthétiques au niveau régional, ou au niveau de zones touristiques. Basée sur des échantillons représentatifs de la région	Dépend de la date des données INSEE (RGP puis mises à jours)	Annuel	Par département ou zone touristique
	Préfecture	Unité Touristique Nouvelle (UTN) : Recensement du nombre de lits			
	INSEE Rhône-Alpes (service étude et diffusion)	RGP 99 : nombre de logements secondaires disponibles sur la commune = tableau de capacité des communes en hébergement touristique	De 1990 à 1999		Données par départements et communes

Tableau recensant les différentes sources de données concernant l'AEP et les prélèvements Industriels

→	Milieux prélevés	Limites	Prix	Où obtenir les données et les informations supplémentaires sur la source
→	/		Données gratuites	
→	Possiblement extérieur au bassin (importation d'eau)	Plus les collectivités sont nombreuses, plus le risque d'avoir une information incomplète et/ou non homogène est fort	Données gratuites	Service technique de la commune
→	Données sur l'origine des prélèvements et les périmètres de protection	Données essentiellement sur la qualité des prélèvements et non la quantité	Données gratuites	
	Origine de l'eau prélevée	Débit instantané et/ou volume annuel maximum prélevable Données ICPE soumises à autorisation : unités départementales de la DREAL Mise en ligne pour l'année n-2 sur site de l'iREP (Registre français des Emissions Polluantes)	Données gratuites sur internet ou à la DREAL	http://www.pollutionsindustrielles.ecologie.gouv.fr/IREP/index.php
	Origine des prélèvements d'eaux : souterraines / superficielles ; source / forage / retenue / etc.)	Données complètes et homogènes. Pas de distinction prélèvement annuel / prélèvement étiage. Quelques erreurs ponctuelles Données présentant un temps de retard d'environ 2 ans.	Données gratuites	http://sierm.eaurmc.fr/telechargement/bibliotheque.php?categorie=prelevements
	Origine des prélèvements d'eaux : souterraines / superficielles ; source / forage / retenue / etc.)	Plus les collectivités sont nombreuses, plus le risque d'avoir une information incomplète et/ou non homogène est fort	Données gratuites	S'adresser aux communes du bassin versant
	Origine des prélèvements d'eaux : souterraines / superficielles ; source / forage / retenue / etc.)	Coopération plus ou moins efficace	?	
		Débit instantané et/ou volume annuel maximum prélevable	Données gratuites	
	Variable selon les départements	Variable selon les départements	Données gratuites	
→		Données quantitatives très rarement collectées. Liste des points d'eau individuels		
		Très chronophage. Difficulté d'obtenir des quantitatives		
→	Origine des prélèvements (eaux souterraines / superficielles)		Données gratuites	S'adresser aux communes du bassin versant
→		Données parfois très difficiles à estimer	Données gratuites	
→		En règle générale, données brutes de l'INSEE complétées par les CDT (enquête pour les chambres d'hôtes et résidences secondaires + données "labels"). Données variables selon les départements.	Données gratuites	Services observatoires des CDT ou aux services traitement et gestion de l'information
		Données synthétiques concernant l'occupation permettent seulement une estimation	Données gratuites	ORT Rhône-Alpes / MITRA (Mission Ingénierie touristique Rhône-Alpes) http://pro.rhonealpes-tourisme.com/content/media/document.php?format=1&id_document=2886
		Recensement environ tous les 10 ans, mais enquête chaque année permettant de produire des estimations de population. Ne comprend pas tous les types d'hébergement (gîtes notamment)	Données gratuites téléchargeables en lignes (xls) + prestation payante sur demande	Pour Rhône-Alpes : http://www.insee.fr/fr/themes/theme.asp?theme=13&sous_theme=0&type=3&nivgeo=8&submit=Ok

ANNEXE 5 (figure 18 - p. 34)

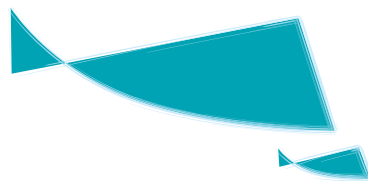
Tableau recensant les différentes sources de données concernant les prélèvements agricoles

Type de données	Sources	Données basés sur :	Année de calcul des données	Pas de temps	Localisation géographique des données	Milieux prélevés	Limites	Prix	Liste d'obtention des données
Volume	Agence de l'Eau	Redevances Prélèvements (m3) Volume annuel capté par usage par le point de prélèvement (millier de m3)	De 1987 à 2006	Données annuelles	Coordonnées Lambert 2 au point de prélèvement (précision dans un rayon de 50 m, 500 m ou quelque part dans la commune)	Distinction des prélèvement en eaux superfiteille / eaux souterraines	Sous estimation des prélèvements	Données gratuites	http://sierm.eaurmc.fr/telechargement/bibliotheque.php?categorie=prelevements
	DDAF	Déclarations des volumes prélevés par les irrigants Volumes annuels autorisés Déclarés ou autorisés (m3)	Données qui dépendent des départements			Pas toujours indiquée	Sur estimation des prélèvements	Données gratuites	
	Chambre d'Agriculture				Echelle départementale				http://agreste.maapar.lbn.fr/ReportFolders/ReportFolders.aspx
Surface irriguée	Agence de l'Eau				Echelle départementale				
	PAC						Difficulté d'obtention des données		
	RGA		Dernier recensement date de 2000	Saison estivale	La localisation des données dépend du lieu du siège de l'exploitation et non de la localisation réelle des parcelles		Réactualisation des données seulement tous les 10 ans		
Type de culture	PAC						Difficulté d'obtention des données		
	RGA	Enquête de terrain					Réactualisation des données seulement tous les 10 ans	Données payantes	
Productions animales et les cheptels	RGA	Nombre d'Unité Gros Bétail (UGB)	Dernier recensement date de 2000				Réactualisation des données seulement tous les 10 ans		http://www.agreste.agriculture.gouv.fr/spp.php?page=dc_research&id_rubrique=464&

ANNEXE 6 (figure 19 - p. 35)

Tableau recensant les différentes sources de données concernant les rejets d'eaux usées

Type de données	Sources	Données basés sur :	Année de calcul des données	Pas de temps	Localisation géographique des données	Milieux prélevés	Limites	Prix	Liens d'obtention des données et d'informations supplémentaires sur la source
Recensement des STEP	Collectivités								
	SATESE								http://sierm.eaurmc.fr/rejets-collectivites/
	Agence de l'Eau	Données redevances : recensement des communes raccordées et données diverses (capacité, population annuelle, saisonnière)	Annuel	Annuel depuis 1993	Commune	Données permettant de localiser les rejets. Pas de données quantitatives Mesures ou estimations		Gratuit	http://sierm.eaurmc.fr/telechargement/index.php#collectivites
Rejets eaux usées	Gestionnaires de STEP								
	SATESE								
	Agence de l'Eau	Données redevances : recensement des communes raccordées et données diverses	Annuel	Annuel depuis 1993	Lambert II étendu Nom de la commune		Données permettant de localiser les rejets. Pas de données quantitatives Mesures ou estimations	Gratuit	http://sierm.eaurmc.fr/telechargement/index.php#collectivites
Rejets industriels	Collectivités								
	Industriels								
	DREAL	Données déclarées chaque année par les exploitants des installations classées soumises à autorisation préfectorale (Directive IPPC)	Annuel	Depuis 2003	Lambert II étendu Nom de la commune	Variation d'un département à l'autre	Uniquement les industries en autosurveillance - recherche cartographique, par polluant...	Gratuit	http://www.pollutionsindustrielles.ecologie.gouv.fr/IREP/index.php
	ONEMA								
	Agence de l'Eau	Données redevances : recensement des industries polluantes	Annuel	Annuel depuis 1994	Lambert II étendu Nom de la commune		Données quantitatives concernant les différents types de pollutions Mesures ou estimations		http://sierm.eaurmc.fr/telechargement/index.php#industriels



Ce cahier technique a été réalisé par :
Rédaction : Association Rivière Rhône Alpes

Conception-réalisation : alteriade 04 78 64 97 74 - www.alteriade.fr



Association Rivière
Rhône Alpes

Association Rivière Rhône Alpes
7 rue Alphonse Terray
38000 GRENOBLE

arra@riviererrhonealpes.org
www.riviererrhonealpes.org

Prix : 30 € TTC

Avec le soutien de :



Rhône Alpes Région

Illustrations : Ben BERT / <http://benbert.over-blog.com/>
Maquettage : alteriade / www.alteriade.fr/