



Les débits d'étiage en Rhône-Alpes

DIREN RHONE-ALPES



Novembre 2001

Synthèse des débits d'étiage en Rhône-Alpes

La synthèse sur la connaissance des débits d'étiage en Rhône-Alpes présentée ici a pour but d'aider les services de l'Etat, les maîtres d'ouvrage et les bureaux d'étude pour l'établissement ou l'instruction des projets susceptibles d'avoir un impact sur les ressources en eau superficielles, particulièrement pendant la période des basses eaux, appelée aussi « étiage ».

Elle s'appuie sur les observations recueillies sur les stations hydrométriques, complétées par les jaugeages ponctuels.

Les données issues des stations hydrométriques sont relativement abondantes : dans la région Rhône-Alpes, on dispose de 327 stations ayant produit de longues chroniques d'observation (au moins cinq ans) qui se prêtent à l'analyse statistique et fournissent une bonne connaissance des régimes hydrologiques, dont on peut dresser la carte des principaux paramètres : on s'intéresse ici aux principaux d'entre eux, le module inter-annuel et le débit de référence d'étiage.

Les débits d'étiage sont moins homogènes que les modules et peuvent présenter dans un même bassin versant une grande diversité due à des facteurs naturels nombreux : la pluviométrie, l'altitude, le relief, la géologie et l'hydrogéologie, l'exposition, la couverture végétale, sans compter les facteurs anthropiques. Afin d'approcher cette diversité, il a paru utile de compléter les informations aux stations hydrométriques par la valorisation des nombreuses mesures ponctuelles (les "jaugeages volants"), accumulées au fil des années : 4317 jaugeages effectués sur 1190 points (hors stations hydrométriques) ont ainsi été archivés dans une base de données.

Leur analyse requiert quelques conditions : il faut notamment disposer de campagnes de mesures concomitantes et répétées, effectuées en situation d'étiage significative ; en comparant le débit des points jaugés avec celui d'une station hydrométrique de référence, et en vérifiant si cette comparaison présente une certaine permanence d'une campagne à l'autre, on peut dessiner le comportement d'un bassin versant en étiage et proposer une valeur du débit de référence d'étiage sur les points jaugés.

Ce rapport propose une synthèse des résultats présentés sous forme de cartographie régionale, accompagnée de quelques commentaires sur la répartition géographique des valeurs proposées.

L'examen des cartes incite à poursuivre les campagnes de jaugeages ponctuels afin de parfaire la connaissance des étiages ; en effet, sur certains bassins on ne dispose d'aucune mesure, ou bien les jaugeages sont encore en nombre insuffisant pour permettre une bonne interprétation.

Présentation générale

La gestion de la ressource en eau doit s'appuyer sur la connaissance précise du régime des fleuves et des rivières : débits moyens, variations saisonnières, variations inter-annuelles...

Les stations hydrométriques permanentes, exploitées sur des périodes longues (cinq ans minimum) produisent des chroniques de débits dont l'exploitation statistique fournit les paramètres descriptifs du régime hydrologique observé.

Le module inter-annuel, couramment appelé **module**, est le débit moyen, calculé sur la plus longue durée connue ; il s'exprime en valeur absolue (m³/s) ou en valeur spécifique, ramenée au km² de bassin versant (l/s/km²).

L'étiage est la période de basses eaux ; comme son nom l'indique, il se passe généralement en été, et peut se poursuivre en automne en cas de sécheresse prolongée ; mais sur certains cours d'eau de montagne de Rhône-Alpes, les basses eaux ont lieu aussi en hiver lorsque la rétention nivale réduit les écoulements.

L'indicateur statistique le plus classique est le **débit de référence d'étiage** (en abrégé : **QMNA5**), ou débit mensuel sec de récurrence 5 ans : débit moyen mensuel le plus faible de l'année, quel que soit le mois d'occurrence, estimé à la fréquence quinquennale sèche.

D'autres paramètres statistiques sont utilisés pour décrire l'étiage, par exemple les 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). L'analyse montre qu'ils sont étroitement corrélés entre eux : ainsi, le coefficient de corrélation entre QMNA5 et VCN30 quinquennal, ou entre QMNA5 et VCN10 quinquennal dépasse 99 % sur les 251 stations où ces paramètres sont disponibles.

Débits des cours d'eau et références réglementaires

Le module.

La loi du 29 juin 1984, relative à la pêche en eau douce et à la gestion des ressources piscicoles indique : *"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"*.

Pour les ouvrages existants, "*.. dans un délai de trois ans à compter de la publication de la loi, leur débit minimal devra dans un délai de trois ans... être augmenté de manière à atteindre le quart des valeurs fixées...*" (pour les ouvrages nouveaux).

La comparaison du débit de référence d'étiage avec le 1/10 (ou le 1/40) du module constitue un bon indicateur du risque de défaillance d'un ouvrage projeté (ou existant) vis à vis des seuils fixés par la loi "Pêche".

Par ailleurs, le décret "nomenclature" du 29 mars 1993 pris en application de la Loi sur l'Eau du 3 janvier 1992 fait référence au module sous sa rubrique 2.4.0. (ouvrages et installations entraînant, pour le débit moyen annuel, une différence de 35 cm de la ligne d'eau entre l'amont et l'aval...).

Le débit de référence d'étiage.

Le décret "nomenclature" du 29 mars 1993 mentionne plusieurs fois le débit de référence d'étiage (appelé "débit") :

Rubrique 2.1.0. : prélèvements dans les cours d'eau, y compris dans leur nappe d'accompagnement : régime d'autorisation ou de déclaration selon que le débit prélevé est supérieur à 5 % du "débit" ou compris entre 2.5 et 5 % du "débit".

Rubrique 2.2.0. : rejets dans les eaux superficielles susceptibles de modifier le régime des eaux : régime d'autorisation ou de déclaration selon que le débit rejeté est supérieur à 25 % ou 5 % du "débit", et à certaines quantités journalières.

Rubrique 2.3.0. et 2.3.1. : rejet de flux polluants : régime d'autorisation ou de déclaration selon que le "débit" est supérieur ou inférieur à 500 l/s et selon les quantités de flux polluants.

Les observations utilisées : origine, traitement.

Les stations hydrométriques.

On a utilisé les données synthétiques du logiciel ARDEQEAU, établi par la DIREN Rhône-Alpes à partir des informations de la banque HYDRO et de données d'archives publiées avant 1970 dans un certain nombre d'annuaires ; on a donc ici l'ensemble des données publiques disponibles, produites par divers services : la DIREN (et ses prédécesseurs : service régional de l'aménagement des eaux, circonscriptions électriques, service hydrologique centralisateur...), la Compagnie Nationale du Rhône (CNR), Electricité de France (EDF)...

Le nombre de stations ayant fourni au moins cinq années de données permettant d'établir une valeur du module et du débit de référence d'étiage est de 327, représentant au total 7578 années stations.

Sauf exception (concernant notamment les grands cours d'eau), les débits sont naturels, ou naturels reconstitués lorsque la rivière est influencée par des aménagements hydroélectriques.

Les jaugeages ponctuels.

Les informations ont été récupérées dans les archives de l'unité "Hydrométrie" du Service de l'Eau et des Milieux Aquatiques (SEMA) de la DIREN, dans les études de bilan de qualité des cours d'eau conduites ou supervisées par l'unité "Qualité des eaux" du SEMA, ainsi que dans des études diverses. Elles ont été saisies sur une base de données (format Access) ; les points jaugés ont été géoréférencés et les bassins versants calculés.

A ce jour la base contient 1190 points jaugés, avec 4317 jaugeages saisis. Sauf exception il s'agit de mesures effectuées en condition d'étiage significatif.

La répartition des points jaugés que l'on peut observer sur les cartes de ce rapport est relativement irrégulière, avec une forte densité dans les départements de l'Ain, de l'Ardèche, de la Drôme et du Rhône. Par contre, les autres départements (Loire et départements alpins) sont relativement mal couverts.

En effet, dans l'Ardèche et la Drôme, les conflits entre les forts besoins pour l'irrigation et une ressource souvent faible a conduit à multiplier les observations pour répondre aux interrogations des services de police des eaux ; dans certains cas, des campagnes de mesures très complètes ont été organisées pour décrire des situations complexes, comme dans la basse vallée de la Drôme, très perturbée lors des grandes sécheresses de 1989, 1990 et 1991, ou sur le bas-Chassezac avant la mise en œuvre du soutien d'étiage, afin d'ajuster celui-ci à une configuration hydro-géologique particulière.

Dans les départements où des bilans de qualité des eaux ont été engagés par bassin versant, les jaugeages réalisés en même temps que les prélèvements pour analyse sont très utiles, car ils répondent bien aux critères de notre démarche, avec des passages en situation d'étiage significative et une couverture concomitante de tout le bassin versant.

Pour les secteurs peu ou pas du tout couverts, des campagnes de mesures sont à prévoir, en privilégiant les secteurs où des conflits d'usage sont constatés ou attendus. A cet égard, apparaissent prioritaires le bas Dauphiné dans l'Isère, ainsi que plusieurs bassins dans le département de la Loire. Le secteur alpin est également assez mal couvert, cependant les résultats sur les stations hydrométriques y sont assez nombreux, issus d'annuaires anciens.

Le service hydrométrique de la DIREN, dont la tâche principale est la gestion des stations hydrométriques permanentes, peut intervenir pour réaliser ces mesures dans une organisation à planifier à l'avance avec les services départementaux de police des eaux.

Le traitement des données

A chaque point jaugé, on a attribué une station hydrométrique de référence. A chaque jaugeage, on a associé le débit observé à la même date sur la station hydrométrique de référence.

On a vérifié si une comparaison des débits concomitants au point jaugé et à la station hydrométrique de référence était possible : on a ainsi écarté les cas où des perturbations naturelles (pertes souterraines, résurgences...) ou anthropiques (prélèvements, rejets) empêchent cette comparaison.

Pour les points retenus, on a établi, jaugeage par jaugeage, le rapport entre le débit au point jaugé et le débit à la station de référence : si en période d'étiage significatif ce rapport est stable, on en conclut qu'il peut s'appliquer pour calculer le débit de référence d'étiage au point jaugé à partir du débit de référence d'étiage à la station hydrométrique.

Ainsi, une valeur du QMNA5 a été proposée pour 910 points jaugés ; les autres points pour lesquels aucune proposition n'est faite correspondent à des points écartés d'emblée en raison d'un fonctionnement hydrologique perturbé ou à des points pour lesquels la corrélation avec la station hydrométrique de référence ne paraît pas suffisamment établie.

La méthode cependant été appliquée sur des bassins où des influences modérées (prélèvements agricoles) s'exercent sur les débits d'étiage ; on s'est efforcé de vérifier le caractère modéré des impacts en comparant des observations faites en été et d'autres faites en automne. Les erreurs découlant de ces approximations sont de nature à altérer les estimations sans en changer les ordres de grandeur. Ici encore, la meilleure vérification consistera dans la multiplication des observations.

Les résultats

Les modules.

Bien que ce ne soit pas l'objet de ce document, il a paru utile de fournir la cartographie du module calculé sur les stations hydrométriques : en effet, concernant les prélèvements, le texte réglementaire de base (la loi "Pêche" citée plus haut) fait appel à la connaissance du module.

La **carte 1** (page 7) donne donc la répartition régionale des modules spécifiques, exprimée en l/s/km², pour 316 stations hydrométriques. Cette valeur spécifique ne peut être calculée pour 11 stations dont le bassin versant est inconnu (résurgences).

Les débits de référence d'étiage.

Ils sont établis pour 327 stations hydrométriques et 910 points jaugés. La cartographie des valeurs spécifiques est proposée pour 316 stations hydrométriques et 867 points jaugés.

La **carte 2** (page 9) donne la répartition régionale du débit de référence d'étiage sur les stations hydrométriques et les points jaugés.

La **carte 3** (page 11) donne la répartition régionale du rapport du débit du référence d'étiage au module, établie sur les stations hydrométriques et les points jaugés.

La **carte 4** (page 13) indique les cours d'eau où le QMNA5 est supérieur à 0.5 m³/s.

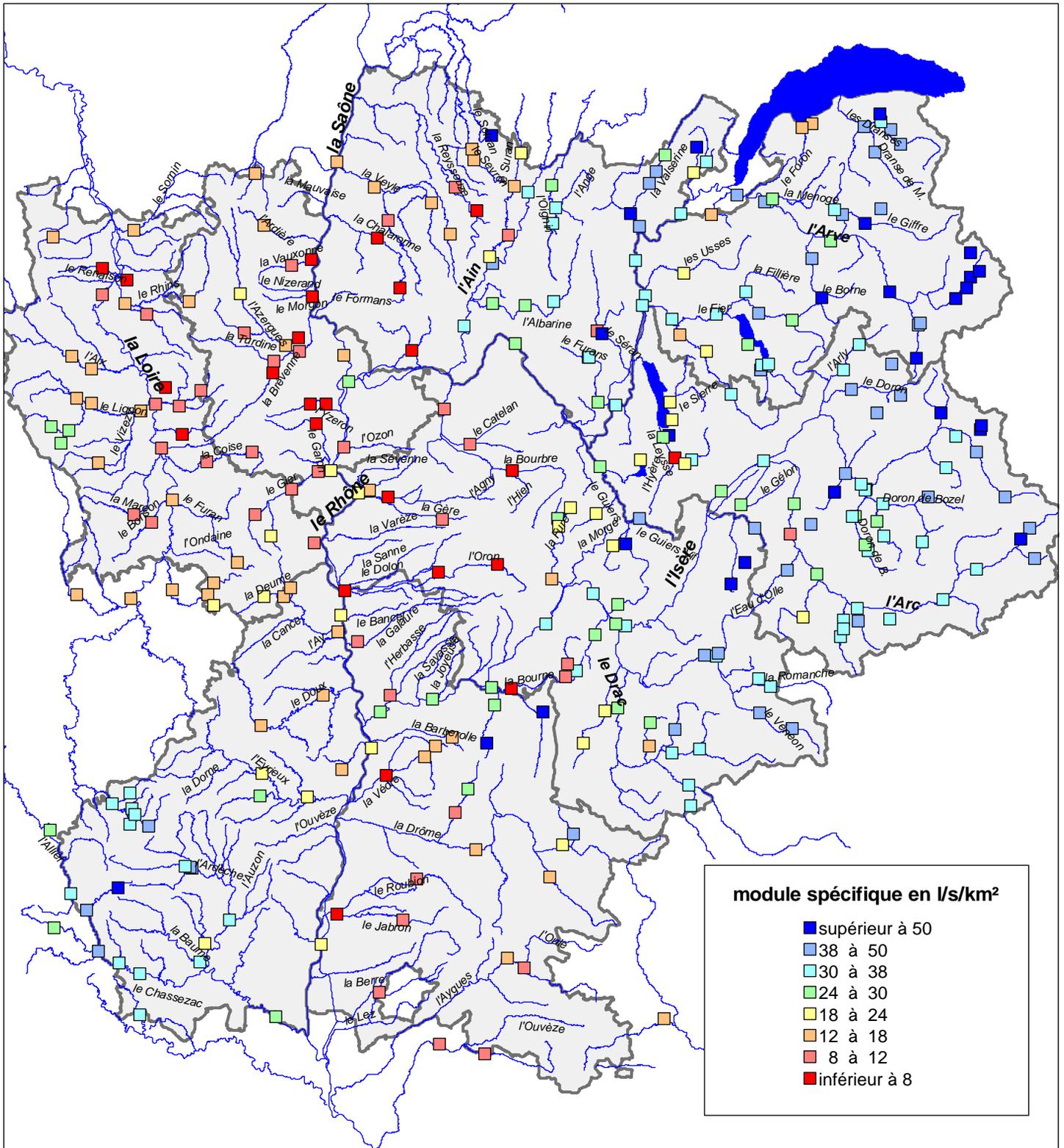
En Rhône-Alpes, les modules spécifiques, rapportés à la surface du bassin versant et exprimés en l/s/km², présentent une grande variété : ils vont de moins de 8 l/s/km² à plus de 50 l/s/km², ou bien exprimés en lame d'eau écoulée annuellement, de moins de 250 mm à plus de 1500 mm.

Cette diversité est logique si l'on rapproche ces dernières valeurs de celles de la pluviométrie moyenne annuelle qui va de moins de 700 mm dans la plaine du Forez à plus de 1800 mm dans certains secteurs de montagne (Cévennes, Chartreuse, Belledonne, Bauges, Aravis...). Si l'on déduit de la pluviométrie annuelle l'évapotranspiration, c'est à dire la fraction de pluie non écoulée (environ 500 ou 600 mm en plaine), on aboutit bien aux gammes de valeurs observées pour le module.

Après la pluviométrie, le deuxième facteur explicatif est l'altitude qui, précisément, joue de façon inversement proportionnelle sur l'importance de l'évapotranspiration,.

Echappent à ce genre de bilan les cours d'eau influencés par un troisième facteur : les échanges entre rivières et eaux souterraines, par exemple dans les plaines du bas Dauphiné ou dans les massifs karstiques : dans le Vercors, les modules de la Vernaizon et de la Bourne sont très dissemblables, malgré une pluviométrie et une altitude voisines, en raison des transferts souterrains importants de l'une à l'autre par le système Luire-Bournillon.

Le module aux stations hydrométriques



Les débits de référence d'été

Comme celle des modules, la carte des débits de référence d'été présente une grande diversité : sur les bassins alpins, les valeurs spécifiques dépassent généralement 4 l/s/km² et même parfois 10 l/s/km² ; sur le reste de la région, elles sont presque toujours inférieures à 2 l/s/km², sauf sur quelques bassins d'altitude (hautes Cévennes, Forez) ou de plaine.

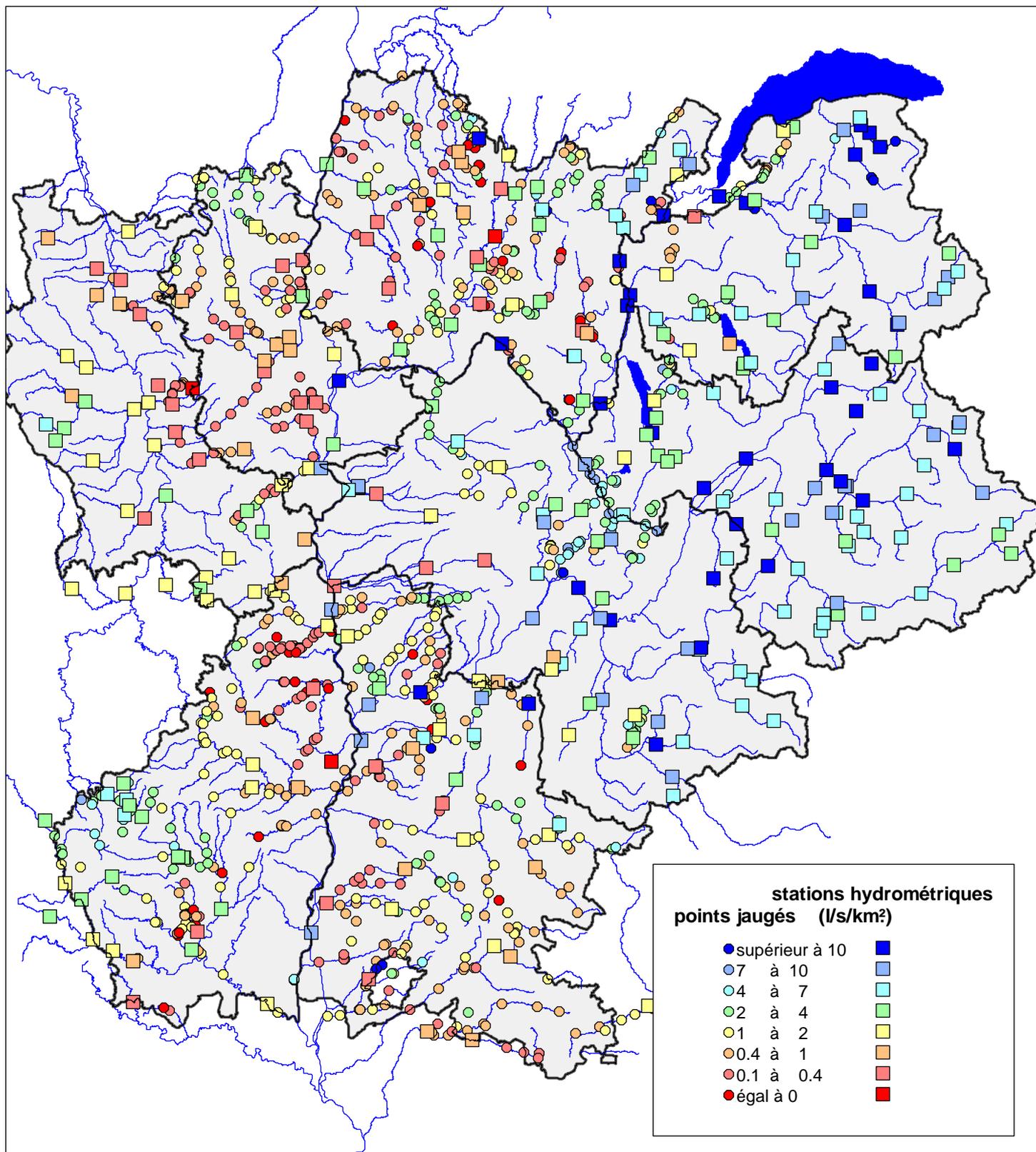
A l'intérieur d'un même bassin, les valeurs peuvent être assez homogènes, mais on observe souvent des disparités significatives ; de nombreux facteurs explicatifs peuvent intervenir : la pluviométrie estivale, le relief, la géologie, la couverture végétale... ; l'altitude qui diminue l'évapotranspiration est favorable aux écoulements estivaux, sauf en montagne où en favorisant la rétention nivale et glaciaire elle aggrave l'été hivernal ; les relations entre nappe et rivière, peu importantes pour les débits moyens, peuvent devenir significatives pour les faibles débits : il arrive que le débit de référence d'été diminue à l'aval des bassins sans qu'on puisse vraiment faire la part des infiltrations dans la nappe alluviale et des prélèvements agricoles diffus.

Les cours d'eau bénéficiant d'apports mixtes, de régime pluvial et nival, sont ceux qui ont les étés les plus abondants, car en été la pénurie des bassins aval y est compensée par la fonte des neiges et en hiver la pénurie de haute montagne y est compensée par les ruissellements pluvieux du reste du bassin. Les grands fleuves et cours d'eau comme le Rhône et l'Isère sont ceux qui profitent le mieux de cette mixité avec un régime très régularisé et des débits spécifiques dépassant 8 l/s/km².

Des commentaires plus détaillés seront fournis plus loin dans la présentation des cartes départementales.

Le débit de référence d'étéage aux stations hydrométriques et aux points jaugés

(327 stations hydrométriques et 910 points jaugés)



Le rapport du débit de référence d'étiage au module

Ce rapport nous renseigne sur la probabilité que le débit d'étiage devienne inférieur aux seuils réglementaires du 1/10 et du 1/40 du module.

Le débit de référence d'étiage (Q_{mna5}) se rapportant à une fréquence quinquennale, un rapport Q_{mna5} / Module inférieur à 10 % signifie que le débit d'étiage passe sous le seuil du 1/10 du module à une fréquence plus courante que la fréquence quinquennale.

Le QMNA5 correspond à un débit moyen mensuel ; on peut affiner les calculs en faisant intervenir des paramètres plus précis comme le nombre de jours de défaillance ou bien les dates de la défaillance. Mais la carte ci-contre constitue un bon indicateur général.

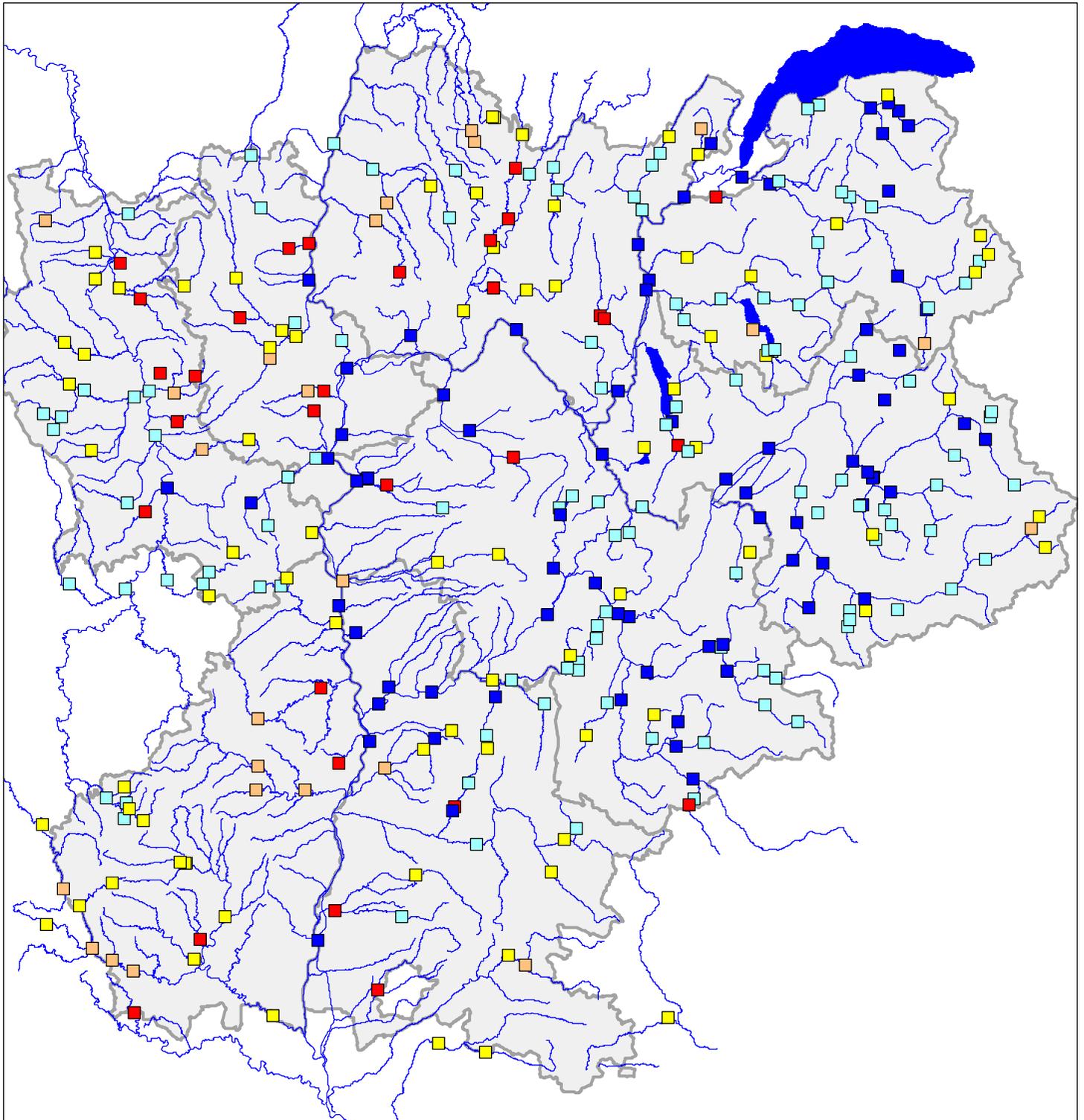
Ici encore, le secteur alpin est celui où les risques de défaillance sont les plus faibles, grâce à des étiages abondants ; cependant, il convient de noter que les modules y étant aussi très élevés, le rapport peut devenir faible dans les secteurs de haute altitude où l'étiage est limité par la rétention nivale (voir la haute vallée de l'Arc).

Ailleurs, les risques de défaillance sont fréquents ; à l'inverse de la remarque qui vient d'être faite, certains secteurs échappent à la défaillance car les modules sont faibles et les étiages suffisants pour aboutir à un rapport satisfaisant : l'Herbasse, la Galaure, le Gier...

Bien entendu, le rapport n'a pu être calculé que sur les stations hydrométriques, puisque sur les points jaugés, on n'a pas établi d'estimation du module.

Le rapport du débit de référence d'étiage au module

Résultats aux stations hydrométriques



Rapport du débit de référence d'étiage au module
10 % = 1/10 du module - 2.5 % = 1/40 du module

- supérieur à 20 %
- compris entre 10 et 20 %
- compris entre 5 et 10 %
- compris entre 2.5 et 5 %
- inférieur à 2.5 %

Les débits de référence d'étéage supérieurs à 500 l/s

La carte ci-contre indique les tronçons de cours d'eau relevant des rubriques 2.3.0 et 2.3.1. de la nomenclature instituée par le décret du 29 mars 1993 en application de la loi sur l'eau, rubriques qui font référence à une valeur-seuil de 500 l/s pour le débit de référence d'étéage.

Les tronçons de cours d'eau où le débit de référence d'étiage est supérieur à 500 l/s

(référence : décret "nomenclature" du 29 mars 1993, rubriques 2.3.0 et 2.3.1.)

