



SAGE
ALLIER AVAL

SCHÉMA D'AMÉNAGEMENT ET DE GESTION DES EAUX DU
BASSIN VERSANT DE L'ALLIER AVAL

ÉTUDE DES EAUX SOUTERRAINES DU BASSIN DE L'ALLIER AVAL

JANVIER 2007

Maître
d'ouvrage



Partenaire
financier



Réalisation



SOMMAIRE

PARTIE I : ÉTAT DES LIEUX DES EAUX SOUTERRAINES

I.1 CONTEXTE GÉOLOGIQUE	6
I.1.1 Le socle cristallin ancien.....	6
I.1.2 La faille bordière de la Limagne et les bassins cénozoïques de la Limagne.....	7
I.1.3 Les édifices volcaniques du Cézallier et des Monts Dore.....	7
I.1.4 La chaîne des Puys.....	8
I.1.5 Les formations alluviales de l'Allier.....	8
I.2 CONTEXTE HYDROGÉOLOGIQUE	9
I.2.1 Identification et délimitation des entités hydrogéologiques (Carte 2).....	9
I.2.2 Principales entités hydrogéologiques.....	11
I.2.2.1 Les aquifères sédimentaires.....	11
I.2.2.2 Les aquifères de socle.....	11
I.2.2.3 Les aquifères volcaniques	11
I.2.2.4 Les alluvions de l'Allier	13
I.3 DIRECTIVE CADRE EUROPÉENNE	16
I.3.1 Généralités.....	16
I.3.2 Bon état chimique.....	17
I.3.3 Bon état quantitatif.....	18
I.4 PRÉLÈVEMENTS DANS LES EAUX SOUTERRAINES	20
I.4.1 Localisation des points de prélèvements en eau souterraine (Carte 6) ...	20
I.4.1.1 Origines des données.....	20
I.4.1.2 Répartition des points de prélèvement.....	20
I.4.2 Volume prélevé dans la ressource souterraine (Carte 7 à 11)	24
I.4.2.1 Source des données	24
I.4.2.2 Traitement des données	24
I.4.2.3 Résultats par usage et par aquifère : exemple de l'année 2004	25
I.4.2.4 Evolution des prélèvements de 1998 à 2004	26
I.4.3 Synthèse des principaux résultats.....	31
I.4.3.1 La nappe alluviale de l'Allier.....	31
I.4.3.2 Les aquifères volcaniques	31
I.4.3.3 Les aquifères sédimentaires.....	31
I.4.3.4 Les aquifères de socle.....	32
I.4.3.5 Les ressources profondes en eaux minérales et hydrothermales.....	32
I.5 QUALITÉ DES EAUX SOUTERRAINES	35
I.5.1 Réseaux de mesures	35
I.5.1.1 Méta-Réseau ADES	35
↻ Le réseau patrimonial national de suivi qualitatif des eaux souterraines.....	35
↻ Le réseau national de surveillance du contrôle sanitaire sur les eaux brutes.	35
I.5.1.2 Réseaux locaux.....	35
I.5.2 Représentativité et répartition des stations d'analyses.....	36
I.5.2.1 Choix des stations représentatives.....	36

I.5.2.2 Répartition des stations qualité par entité hydrogéologique.....	37
I.5.3 Méthodologie : Utilisation de l’outil SEQ Eau souterraine.....	39
I.5.3.1 Principe.....	39
I.5.3.2 Règles de calcul.....	39
I.5.4 Résultats par altération.....	41
I.5.4.1 Altération Nitrates (cartes 12)	41
I.5.4.2 Altération Matières azotées hors nitrate (cartes 13)	44
I.5.4.3 Altération Pesticides (carte 14).....	46
I.5.4.4 Altération Micro-organismes (carte 15).....	52
I.5.4.5 Altération Micropolluants Minéraux (carte 16).....	53
I.5.4.6 Altération Minéralisation & salinité (carte 17).....	58
I.5.5 Synthèse des principaux résultats.....	62
I.5.5.1 La nappe alluviale de l’Allier.....	62
I.5.5.2 Les aquifères volcaniques	62
I.5.5.3 Les aquifères sédimentaires.....	63
I.5.5.4 Les aquifères de socle.....	63
II.1 BILAN PRÉLÈVEMENT / RESSOURCES DE LA NAPPE ALLUVIALE DE L’ALLIER ET DE LA CHAÎNE DES PUYs	64
II.1.1 Les alluvions de l’Allier (Carte 18)	65
II.1.1.1 Méthodologie	65
II.1.1.2 Résultats	66
II.1.2 La Chaîne des PuyS (Carte 18).....	68
II.1.2.1 Méthodologie	68
II.1.2.2 Résultats	68
II.2 VULNÉRABILITÉ DES AQUIFÈRES	70
II.2.1 Définition	70
II.2.2 Méthodologie adoptée.....	71
II.2.3 Méthodologie mise en place par l’agence de l’eau et le BRGM.....	72
II.2.3.1 Principe de construction de la ZNS	72
II.2.3.2 Principe de la construction de l’IDPR.....	72
II.2.3.3 Poids respectif entre l’IDPR et la ZNS dans le calcul de la vulnérabilité	74
II.2.3.4 Précision apportée dans le cadre de cette étude.....	74
II.2.4 Résultat (carte n° 19)	75
II.2.4.1 Vulnérabilité de la nappe alluviale	75
II.2.4.2 Vulnérabilité des aquifères volcaniques	75
II.2.4.3 Vulnérabilité des aquifères sédimentaires.....	75
II.2.4.4 Vulnérabilité des aquifères de socle	76

Annexes : Glossaire, bibliographie et données

INTRODUCTION

Le bassin versant Allier aval est inscrit au Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux du bassin Loire-Bretagne comme Unité Hydrographique Cohérente devant faire l'objet d'un SAGE prioritaire. Une étude préalable de faisabilité et de pré-identification des enjeux de l'eau a été menée en 2000 par les cabinets SOGREAH et SIBENSON.

La consultation des collectivités a été menée en 2001 et le projet de périmètre du SAGE a été présenté et adopté par le Comité de Bassin le 13 décembre 2001.

Les arrêtés inter préfectoraux définissant le périmètre de la procédure et la composition de la Commission Locale de l'Eau (CLE) ont été signés respectivement les 10 janvier 2003 et le 28 octobre 2004. La Commission Locale de l'Eau, qui compte 76 membres, a été installée le 10 juin 2005. Son Président est M. SAUVADE, Conseiller Général du Puy de Dôme.

Cette date marque le début de la phase d'élaboration du SAGE, dont la maîtrise d'ouvrage est assurée par l'Etablissement Public Loire.

Le périmètre s'étend de Vieille Brioude au Bec d'Allier, dessinant un bassin versant de 6 750 km² environ. Il couvre 3 régions administratives, 5 départements et 463 communes.

Trois enjeux principaux avaient été identifiés dans l'étude préalable.

- Gestion concertée de la plaine alluviale,
- Gestion qualitative de la ressource en eau,
- Gestion de la ressource en eau de la Chaîne des Puys.

Ils ont motivé une organisation des études en phase Etat de lieux - diagnostic en trois lots.

- Etat des lieux et diagnostic de la ressource en eau, des milieux aquatiques et des usages,
- Etude des eaux souterraines du bassin de l'Allier aval,
- Compléments et mise à jour des connaissances sur la dynamique fluviale de l'Allier.

Ce dossier traite des eaux souterraines du bassin Allier aval. Il présente de manière détaillée les caractéristiques des entités hydrogéologiques et des usages de l'eau associés. Deux points sont particulièrement développés.

- Description qualitative et quantitative,
- Détermination des vulnérabilités et des potentialités

PARTIE I : ETAT DES LIEUX DES EAUX SOUTERRAINES

I.1 CONTEXTE GÉOLOGIQUE

La géologie sur le périmètre du SAGE est complexe. Différentes entités peuvent être distinguées (Carte 1).

La partie nord est marquée par la terminaison sud du Bassin de Paris. Elle est formée par des terrains sédimentaires mésozoïques issus de la dégradation des formations du massif Central. Cette formation occupe moins d'un quart de la surface du SAGE.

La partie sud, la plus étendue, recoupe le cœur du Massif central. Elle est constituée par :

- un socle cristallin ancien (fini protérozoïque et paléozoïque),
- des bassins cénozoïques à dominance marno-calcaires de la Limagne recouverts par les formations alluviales de l'Allier et de ses affluents,
- des édifices volcaniques des Monts Dorés et du Cézallier au Sud-Ouest et de la chaîne des Puys à l'Ouest.

I.1.1 LE SOCLE CRISTALLIN ANCIEN

Le socle cristallin est présent en différents points (massif de Montmarault au nord-ouest, plateau auvergnat au sud-ouest, Livradois et la Madeleine à l'est). Témoin de la chaîne hercynienne, il se compose principalement de roches magmatiques (intrusions granitiques) et de roches métamorphiques (gneiss et micaschistes). Ces roches sont plus ou moins fracturées et altérées.

A l'ère secondaire, la chaîne hercynienne va subir une émergence ainsi qu'une forte érosion. Son relief va disparaître au profit d'une immense pénéplaine. Au début du tertiaire, le Massif Central est soumis à un climat tropical, provoquant la formation d'altérites. Ces altérites, d'épaisseur généralement supérieure à une dizaine de mètres, seront remobilisées et épandues sous forme de sédiments détritiques.

I.1.2 LA FAILLE BORDIÈRE DE LA LIMAGNE ET LES BASSINS CÉNOZOÏQUES DE LA LIMAGNE

Au tertiaire, le socle ancien du Massif Central va subir des distensions en réaction à la compression alpine. Ces distensions vont provoquer la formation de failles de direction nord-sud. Ces failles vont délimiter des zones d'effondrement et de surrection dans le socle ancien (horst et graben, rift oligocène).

La faille bordière de la Limagne est un accident majeur nord-sud. Située à l'Ouest de Clermont-Ferrand, elle constitue un abrupt caractérisé par une dénivellation de plus de cent mètres entre le plateau auvergnat à l'Ouest et la plaine de la Limagne à l'Est.

Les bassins d'effondrement de la Limagne occupent la majorité du territoire du SAGE. Ils ont été comblés par des matériaux détritiques fins et très épais déposés dans des milieux lacustres ou lagunaires (jusqu'à 1 500 mètres d'épaisseur). On peut distinguer :

- les petite et grande Limagne au sud à dominance marno-calcaire (Limagne de Brioude, Issoire et Clermont-Ferrand),
- la Limagne bourbonnaise au nord de composition sablo-argileuse.

Au Tertiaire et au Quaternaire, le Massif Central est soumis à des épisodes volcaniques importants. Les premières manifestations volcaniques se produisent par la remontée de roches intrusives dans les sédiments marno-calcaires de la Limagne.

I.1.3 LES ÉDIFICES VOLCANIQUES DU CÉZALLIER ET DES MONTS DORE

Situé au sud-ouest du SAGE, le Cézallier est composé principalement de coulées basaltiques épaisses empilées les unes sur les autres. Ces empilements forment un plateau reposant directement sur le socle ancien métamorphique. Sur ce plateau du Cézallier se retrouvent des cônes de scories et des maars.

Les Monts Dore sont constitués de trois strato-volcans, dont l'édification s'est étalée depuis la fin du Tertiaire jusqu'au Quaternaire. Une partie des roches des massifs du Mont Dore, de l'Aiguillier et du Sancy affleurent dans la partie Sud-Ouest du périmètre du SAGE. Les roches constitutives de ces massifs sont en majorité des pyroclastites sous forme de brèches - coulées et ponces - alternant avec des coulées basaltiques ou trachyandésitiques. Ces empilements sont traversés par des trachytes, phonolites et rhyolites.

I.1.4 LA CHAÎNE DES PUYs

La Chaîne des Puys est située à l'ouest, reposant sur le socle ancien du plateau auvergnat. Elle est constituée d'environ 80 édifices volcaniques alignés nord-sud, parallèlement à la faille bordière de la Limagne. Elle marque la dernière manifestation volcanique du Massif Central. Trois édifices volcaniques peuvent être distingués :

- **édifice de type strombolien** : il s'agit de cônes de scories composés par des matériaux allant des cendres jusqu'aux bombes volcaniques (composition basaltique à trachy-andésitique). A la base de ces cônes, des coulées de laves peuvent s'échapper. La forme de ces coulées est liée à la topographie. Elles s'étalent à l'ouest sur le plateau des dômes et sont plus étroites à l'est, canalisées par les vallées,
- **édifice de type dôme** : de forme arrondie, ces édifices sont composés de roches trachytiques et de projections volcaniques formées lors d'épisodes de nuées ardentes,
- **édifice de type maar** : un maar correspond à un cratère d'explosion formé à la suite d'éruptions phréatomagmatiques. Ce cratère est bordé d'anneaux de projections d'origine magmatique et de blocs d'origine diverse.

I.1.5 LES FORMATIONS ALLUVIALES DE L'ALLIER

Les alluvions anciennes se distinguent des alluvions récentes.

Les alluvions anciennes (Quaternaire ancien) sont peu épaisses (de l'ordre de quelques mètres). Elles sont constituées de sables quartzeux peu argileux. Dans la région clermontoise, elles présentent des projections de cendres liées aux activités volcaniques de la chaîne des Puys.

Les alluvions récentes sont formées de sables, graviers et cailloux recouverts d'une couche de limons. Ces alluvions reposent essentiellement sur les formations marno-calcaires de la Limagne ou directement sur le socle ancien. Leur épaisseur peut atteindre une vingtaine de mètres. Leur étendue va de quelques mètres à plusieurs kilomètres de part et d'autre de la rivière.

I.2 CONTEXTE HYDROGÉOLOGIQUE

I.2.1 IDENTIFICATION ET DÉLIMITATION DES ENTITÉS HYDROGÉOLOGIQUES (CARTE 2)

Les entités hydrogéologiques¹ ont été identifiées et délimitées à partir de la Base de Données du Référentiel Hydrogéologique Français (BD RHF version 1).

Elles ont été individualisées sur la base d'arguments lithologiques et hydrogéologiques. Ainsi, les formations géologiques ayant un fonctionnement hydrogéologique sensiblement identique ont été regroupées sous la même appellation.

A l'exception des aquifères où une continuité hydrogéologique est connue ou supposée, les entités hydrogéologiques ont été délimitées aux limites du SAGE (bassin versant hydrographique de l'Allier aval).

Quatre grands types d'entités hydrogéologiques ont été individualisés (Carte 2, Fig.I.2.1):

- une entité composée d'aquifères sédimentaires² (3 522 km²) qui représente à l'affleurement plus de la moitié de la surface du SAGE,
- une entité composée d'aquifères de socle (1 904 km²) répartie en bordure Est et Ouest du SAGE sur 28% de sa superficie,
- une entité composée d'aquifères volcaniques (936 km²) localisée dans le quart sud-ouest du SAGE et qui représente 14% de la superficie du SAGE,
- une entité composée de l'aquifère des alluvions de l'allier² (394 km²) qui ne représente que 6% de la surface du SAGE.

Ces délimitations sont cohérentes avec le découpage des Masses d'Eau réalisé dans le cadre de la Directive Cadre Européenne sur l'eau (Carte 3).

¹ Ces entités hydrogéologiques ne correspondent pas à des unités de gestion de la ressource souterraine. Ces unités de gestion devront être délimitées à l'échelle de l'aquifère sur les secteurs où la ressource en eau souterraine apparaît importante.

² Pour des raisons descriptives, nous avons différencié les formations sédimentaires et les alluvions de l'Allier en deux parties, une partie sud (amont) et une partie nord (aval). Cette distinction est purement arbitraire et sa limite correspond à la frontière entre les départements du Puy-de-Dôme et de l'Allier.

I.2.2 PRINCIPALES ENTITÉS HYDROGÉOLOGIQUES

I.2.2.1 Les aquifères sédimentaires

Principalement représentée par le bassin de la Limagne, l'entité hydrogéologique sédimentaire intègre également les premières formations sédimentaires du bassin de Paris (extrémité Nord du SAGE rive gauche de l'Allier).

L'essentiel de ces formations est de nature marno-calcaire d'origine lacustre et ne favorise pas l'existence de ressources significatives à l'échelle du SAGE.

Toutefois, des aquifères de capacités limitées peuvent être exploités localement par les irrigants et les particuliers. C'est le cas en bordure du grand accident de Limagne (bordure ouest) où la fracturation a permis d'individualiser de petits bassins détritiques un peu aquifères.

Localement, des débits non négligeables ont été mis en évidence (D'Arcy et Livet, 2006).

I.2.2.2 Les aquifères de socle

Constitué essentiellement de formation granito-gneissiques le socle ne renferme que des aquifères de type arène granitique (altération superficielle des granites). La quasi-totalité de ces ressources captées l'est par gravité.

Dispersées et sensibles aux sécheresses ces formations aquifères ne constituent pas des ressources significatives à l'échelle du SAGE. Cependant, dans la partie est du SAGE dans le secteur des Monts granitiques du Livradois et de la Madeleine, les aquifères de socle sont exploités et constituent une ressource importante pour les différents usages. Compte tenu de leur caractère superficiel, les déficits en eau sont importants en période de sécheresse sur ce type d'aquifère.

I.2.2.3 Les aquifères volcaniques

Ces aquifères sont constitués essentiellement par les projections de scories associées aux coulées volcaniques. A l'échelle du SAGE deux systèmes aquifères peuvent être individualisés.

➔ Le système de la Chaîne des Puys

L'épaisseur importante des scories constitue un énorme réservoir aquifère. Dans ces formations, le temps d'infiltration peut être long et la recharge de la nappe est de l'ordre de 2 à 3 ans. Le socle sous-jacent joue le rôle d'une barrière imperméable sur laquelle l'eau s'écoule en empruntant préférentiellement l'axe de paléo-vallées. Les émergences sont situées à l'extrémité des coulées volcaniques.

Au gré des études, 10 bassins hydrographiques sous volcaniques ont pu être individualisés. 6 ont été délimités sur la façade est et 4 moins bien connus sont situés sur la façade ouest (Fig. I.2.2).

Pour le versant est, du nord vers le sud, on rencontre les bassins de Volvic, d'Argnat, de Nohanent Durtol, de la Tiretaine, de l'Auzon, d'Aydat, et pour le versant ouest les bassins de Louchadière, de la Cheire de Côme, de Mazaye, de Chez Pierre.

Autrefois captée aux émergences situées en fin de coulée, l'eau destinée à l'Alimentation en eau potable (AEP) est aujourd'hui essentiellement prélevée par le biais de galeries souterraines (galerie du Goulet de Volvic, de la Louchadière...). L'eau minérale naturelle de Volvic est captée à partir de quatre forages profonds, exploitant en moyenne 40 l/s.

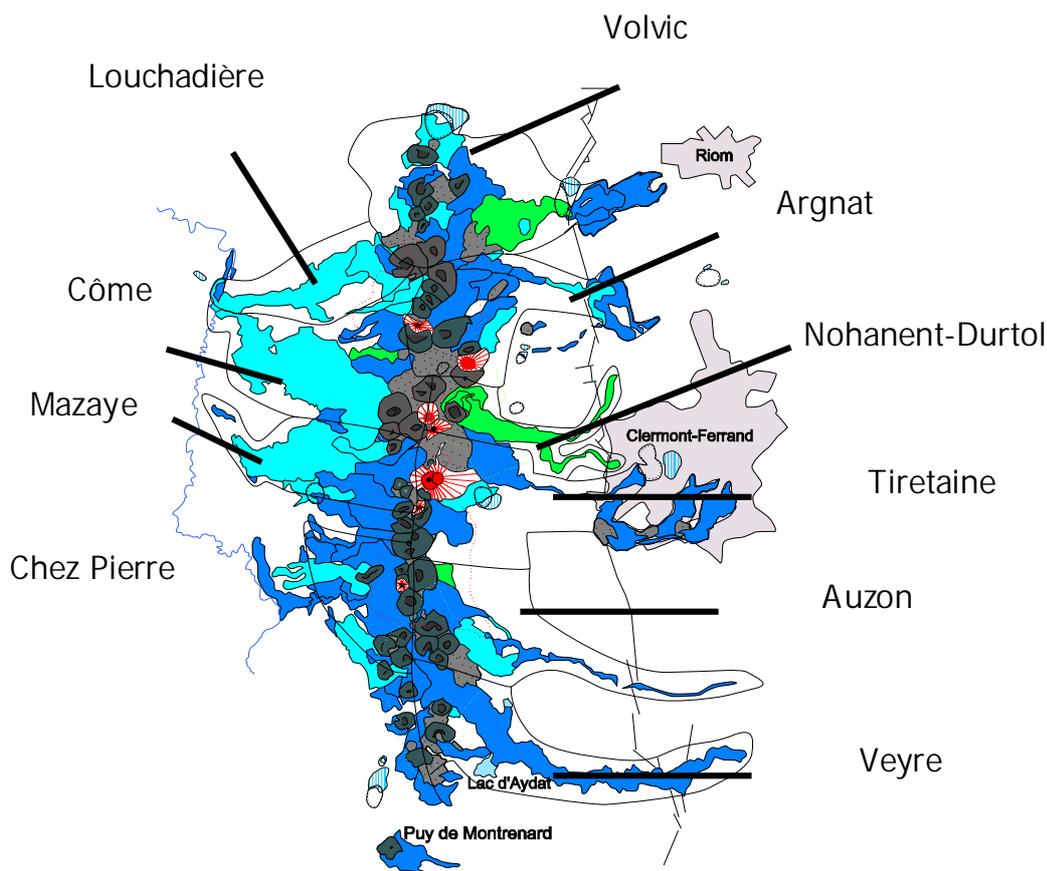


Fig. I.2.2 : Limite schématique des bassins versants de la Chaîne des Puys (Livet, dans Aquifères & eaux souterraines, édition BRGM, 2006)

➤ Le système Mont-Dore Cézallier inscrit dans le périmètre du SAGE

Les formations aquifères de scories sont moins épaisses et sont souvent intercalées entre les coulées basaltiques. Dans ce système complexe, les émergences sont nombreuses et les débits sont généralement faibles. Certaines peuvent offrir des débits intéressants et sont exploitées pour l'AEP (commune de Compains). Ces ressources sont en général de très bonne qualité mais leur caractère dispersé et leur éloignement les rend difficilement exploitables par les grosses agglomérations. De plus, la connaissance hydrogéologique de ce système n'est pas suffisante pour déterminer s'il est d'un intérêt aquifère à l'échelle du SAGE.

1.2.2.4 Les alluvions de l'Allier

La nappe des alluvions de l'Allier est essentiellement contenue dans les alluvions récentes. Ces formations alluviales se répartissent de part et d'autre de la rivière sur des épaisseurs et des largeurs variables :

- A l'extrémité sud de la nappe, de Brioude à Beaulieu, les vallées sont encaissées, les alluvions forment des poches pouvant atteindre des profondeurs supérieures à 10 m. La nappe alluviale est interrompue par le dôme du granite d'Issoire.
- Au delà du granite d'Issoire, les dépôts alluvionnaires s'étendent et leur épaisseur peut être localement supérieure à 10 m.
- Au delà de la confluence avec la Dore, la vallée s'ouvre et l'épaisseur moyenne des dépôts diminue.

D'un point de vue hydrodynamique, le fonctionnement de la nappe découle d'un système complexe d'échange entre les eaux de la rivière et les eaux issues du bassin versant de la nappe (impluvium et coteaux). Les points essentiels suivants sont à retenir :

- Hors période de crue, la rivière draine la nappe (écoulement de la nappe vers la rivière). Par conséquent, la nappe alluviale joue un rôle dans la régulation du débit de l'Allier, en particulier durant les périodes d'étiages (soutien d'étiage).
- Quelque soit le sens des échanges nappe-rivière, l'Allier joue un rôle prépondérant dans le maintien du niveau de la nappe (Fig.1.2.4). Le niveau de l'Allier correspond au niveau de base de la surface piézométrique de la nappe.
- Le taux de renouvellement des eaux de la nappe est généralement compris entre 1 et 1,5 ans,
- La relation directe entre les eaux de la rivière et les eaux issues de l'impluvium de l'aquifère alluvionnaire se cantonne exclusivement de part et d'autre de l'Allier sur une bande de quelques centaines de mètres (nappe d'accompagnement, Fig. 1.2.3). On peut considérer que tout ouvrage qui pompe dans cette bande alluviale appelle l'eau de la rivière et par conséquent, consommera avant tout l'eau de l'Allier.

Comme l'essentiel des captages pour l'AEP et l'irrigation est généralement implanté à proximité de la rivière, il apparaît que l'essentiel des eaux prélevées dans la nappe alluviale provient en réalité directement des eaux de l'Allier.

La délimitation précise de cette bande d'influence fait l'objet d'une étude en cours de réalisation sous la maîtrise d'ouvrage des services de l'état (DIREN Auvergne).

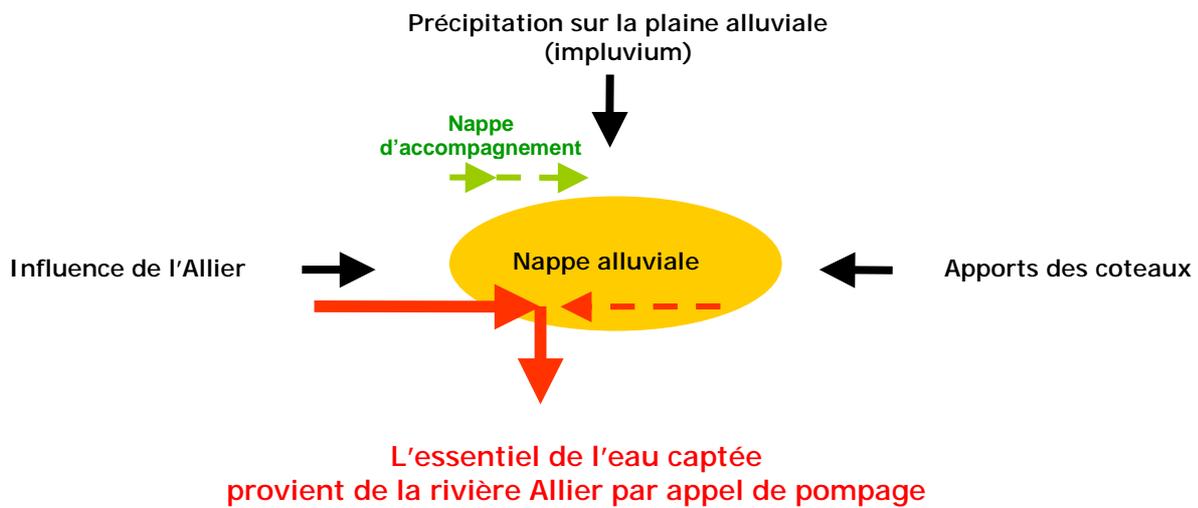
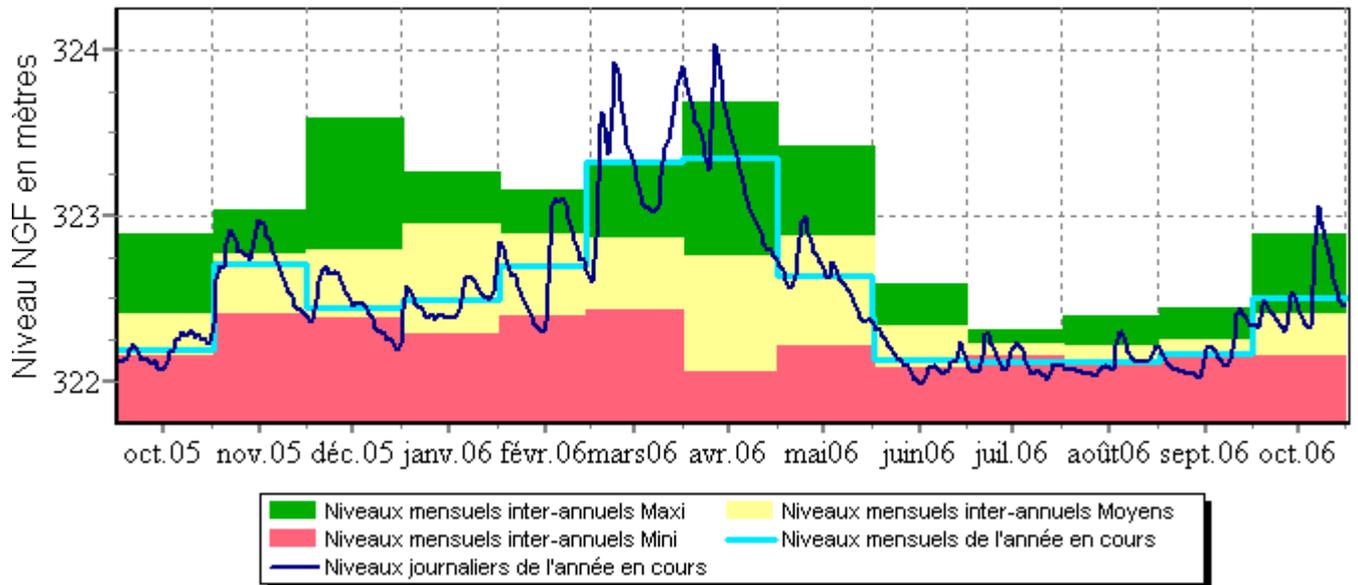


Fig. I .2.3 Schéma simplifié du fonctionnement de la nappe alluviale

Nappe alluviale de l'Allier à LES MARTRES-DE-V. (P2)



Allier à VIC-LE-COMTE

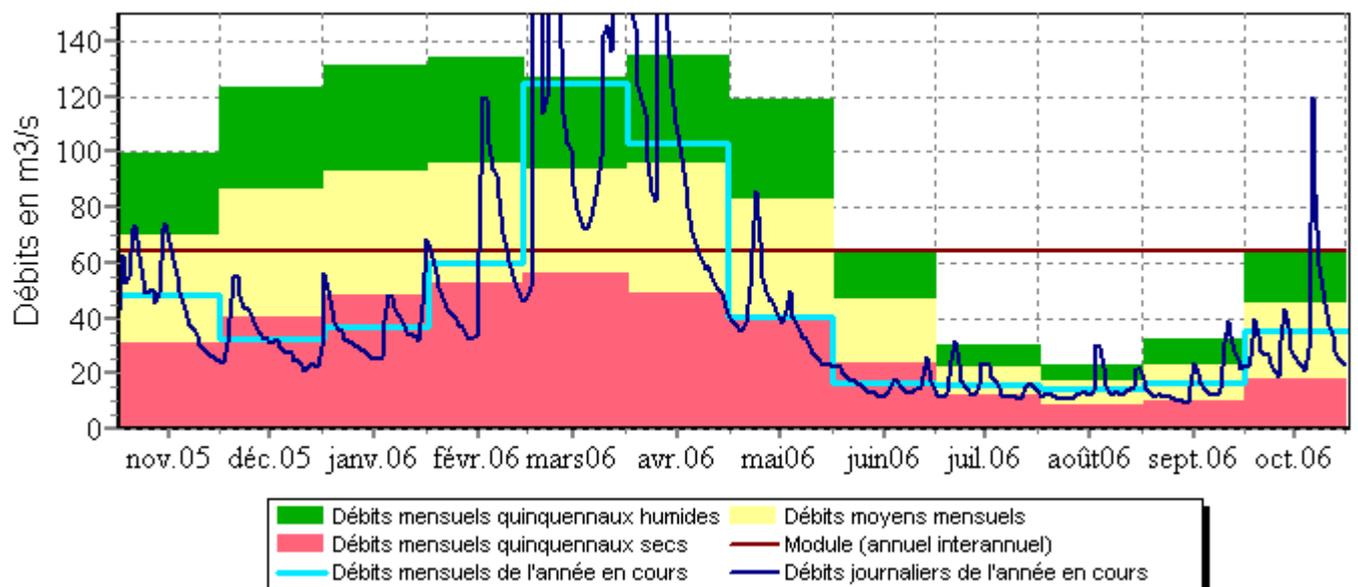


Fig. I.2.4 Relation entre les variations du niveau de la nappe alluviale de l'Allier et les débits de l'Allier (source DIREN Auvergne)

I.3 DIRECTIVE CADRE EUROPÉENNE

I.3.1 GÉNÉRALITÉS

L'élaboration du SAGE s'inscrit dans un calendrier particulier en matière de planification dans le domaine de l'eau. Elle s'effectue en parallèle à la mise en œuvre de la Directive 2000/60/CE établissant un cadre nouveau pour la politique communautaire dans le domaine de l'eau. Cette directive européenne harmonise l'application d'un certain nombre de textes existants. Elle fixe plusieurs objectifs pour les eaux souterraines dont notamment d'assurer la réduction progressive de la pollution des eaux et de ne pas constituer un obstacle à l'amélioration de l'état des eaux et écosystèmes de surface. Pour ce faire elle demande aux états membres de :

- prévenir ou limiter le rejet de polluants,
- détecter et inverser toute tendance à la hausse de concentration de polluants,
- assurer le bon état quantitatif et chimique des masses d'eau en 2015 (Fig. I.3.1)

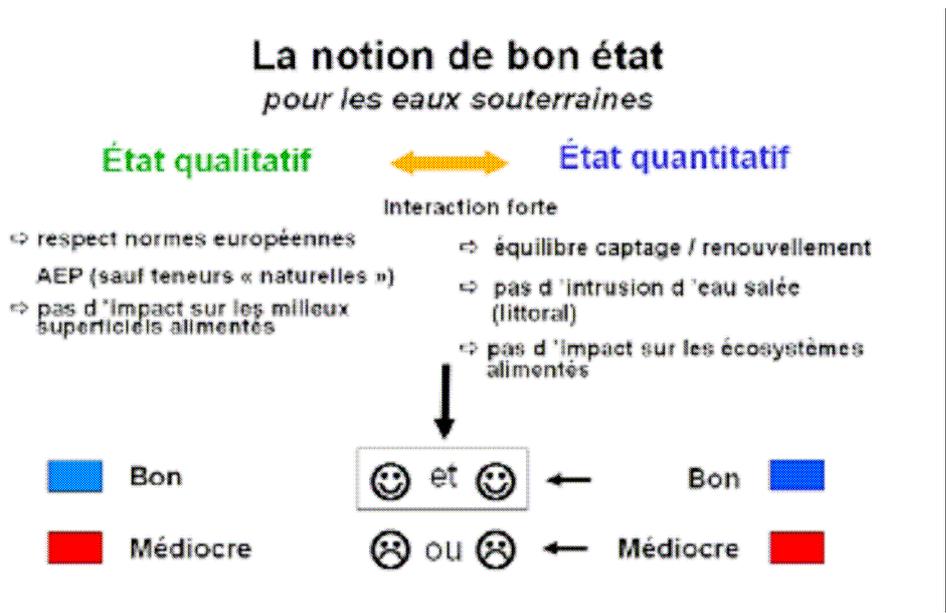


Fig. I.3.1 : La notion de bon état pour les eaux souterraines (MEDD)

A travers cette notion d'atteinte du bon état chimique et quantitatif, ce texte n'appelle plus une obligation de moyens mais une réelle obligation de réussite à l'horizon 2015.

Pour appliquer cette politique, les aquifères ont été constitués en masses d'eau : échelle de travail et d'évaluation. Ces masses d'eau sont des unités ou portions d'unités hydrogéologiques constituées d'un même type de milieu (sédimentaire, alluvial, ...). Il est néanmoins important de noter qu'une masse d'eau peut présenter une

certaine hétérogénéité spatiale tant au niveau de ses caractéristiques hydrogéologiques que de son état qualitatif.

La mise en œuvre de ce texte passe par différentes étapes coordonnées par l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne et la DIREN de bassin (état des lieux, consultation du public, programme de surveillance, programme de mesures, ...). L'état des lieux du bassin Loire-Bretagne a ainsi été approuvé par le Comité de Bassin le 3 décembre 2004. Ce document présente notamment la délimitation des masses d'eau et leur probabilité de respect des objectifs à l'horizon 2015.

Le SAGE Allier aval compte 14 masses d'eaux souterraines incluses en totalité ou pour partie sur le périmètre (carte n° 3).

I.3.2 BON ÉTAT CHIMIQUE

Le bon état chimique est atteint lorsque (*annexe V.2.3.2 de la DCE*) « la composition chimique de la masse d'eau souterraine est telle que les concentrations de polluants :

- *ne montrent pas d'effets d'une invasion salée,*
- *ne dépassent pas les normes de qualité applicables au titre d'autres dispositions législatives communautaires pertinentes conformément à l'article 17,*
- *ne sont pas telles qu'elles empêcheraient d'atteindre les objectifs environnementaux spécifiés au titre de l'article 4 pour les eaux de surface associées, entraîneraient une diminution importante de la qualité écologique ou chimique des ces masses ou occasionneraient des dommages importants aux écosystèmes terrestres qui dépendent directement de la masse d'eau souterraine.»*

Les normes de qualité applicables seront définies dans le cadre de la future Directive fille sur les eaux souterraines dont l'objectif principal sera de définir les critères d'évaluation du bon état chimique. Cette directive est toujours en cours de discussion au niveau européen.

Dans l'attente de ce texte, la caractérisation des masses d'eau a été menée à partir de conformité à des seuils de concentration en nitrates et pesticides pour un réseau représentatif de points. Les valeurs seuils sont celles utilisées pour la production d'eau potable. Les pressions humaines ont également été prises en compte.

Une masse d'eau est classée « respect des objectifs » pour le volet qualitatif si les résultats d'analyses respectent 50 mg/l pour les nitrates et 0.1 µg/l par molécule individualisée (ou 0.5 µg/l pour le total des molécules) de substances actives des pesticides ainsi que les métabolites et les produits de dégradation.

Une masse d'eau est classée « délai / actions supplémentaires » si au regard des données disponibles et compte tenu des politiques de gestion en cours, la masse d'eau ne satisfera pas les objectifs communautaires en 2015.

La masse d'eau est classée « doute » lorsque les données sont insuffisantes pour faire l'évaluation et la projection à l'horizon 2015. Ce classement est temporaire. Les

masses d'eau devront faire l'objet d'une surveillance et d'une caractérisation plus fine afin de pouvoir être reclassées dans l'une des catégories précédentes.

Neuf masses d'eau souterraines du SAGE devraient atteindre le bon état chimique à l'horizon 2015 (Tab. I.3.1, Carte 5).

Des délais / actions supplémentaires sont cependant à prévoir pour les aquifères :

- « Alluvions Loire du Massif Central » (emprise très marginale sur le territoire du SAGE),
- « Sables, argiles et calcaires du Tertiaire de la Plaine de la Limagne »,
- « Alluvions Allier aval ».

Des doutes ont été émis concernant les masses d'eau « Calcaires, argiles et marnes du Trias et Lias du Bec d'Allier » et « Calcaires et marnes du Jurassique supérieur Berry Est » situées dans la partie aval du périmètre du SAGE. Ils pourront être levés après l'acquisition de données complémentaires.

I.3.3 BON ÉTAT QUANTITATIF

Le bon état quantitatif est atteint si (*annexe V.2.1.2 de la DCE*) « le niveau de la masse d'eau souterraine est tel que le taux annuel moyen de captage à long terme ne dépasse pas la ressource disponible de la masse d'eau souterraine ».

L'évaluation a été menée à partir des éléments suivants :

- caractéristiques intrinsèques (capacités, niveaux, recharge, débits aux sources, ...),
- pressions (prélèvements, usages, évolution des prélèvements en 2015, ...),
- réglementation spécifique ou mesures traduisant un déséquilibre entre la ressource et les usages (arrêté sécheresse, zone de répartition des eaux, gestion volumétrique opérationnelle, commission locale de l'eau, ...).

Le bilan est bon (Carte 4) sur le territoire du SAGE. L'état des lieux du bassin Loire-Bretagne indique que l'ensemble des masses d'eau du périmètre Allier aval respectera à l'horizon 2015 l'objectif de bon état quantitatif. Des doutes sont cependant émis concernant les calcaires et marnes du Jurassique supérieur Berry Est, masse d'eau située à l'extrême aval du périmètre.

Tab. I.3.1 : Caractéristiques et probabilités de respect des objectifs DCE des masses d'eaux souterraines du SAGE Allier aval

Code	Désignation	Type	Etat hydraulique	Vulnérabilité	Qualité	Nitrates	Pesticides	Quantité
4047	Alluvion Loire du Massif Central	Alluvionnaire	Libre seul	Vulnérable	Délai	Délai	Délai	Respect
4049	Margeride BV Allier	Socle	Libre seul	Vulnérable	Respect			Respect
4050	Massif Central BV Sioule	Socle	Libre seul	Vulnérable	Respect			Respect
4051	Sables, argiles et calcaires du Tertiaire de la Plaine de la Limagne	Système imperméable localement aquifère	Libre et captif associées majoritairement captif	Variable	Délai	Délai	Délai	Respect
4052	Alluvion Allier amont	Alluvionnaire	Libre seul	Vulnérable	Respect			Respect
4059	Calcaires, argiles et marnes du Trias et Lias du Bec d'Allier	Système imperméable localement aquifère	Libre et captif associées majoritairement captif	Variable	Doute	Doute	Doute	Respect
4070	Grès et arkoses du Trias de la Marche nord du Bourbonnais	Dominante sédimentaire	Libre et captif dissociés (libre)	Peu vulnérable	Respect			Respect
4071	Calcaires et marnes libres du Dogger au Sud du Berry	Dominante sédimentaire	Libre et captif dissociés (libre)	Vulnérable	Respect			Respect
4078	Calcaires et marnes du Jurassique supérieur Berry Est	Dominante sédimentaire	Libre et captif associées majoritairement captif	Vulnérable	Doute	Doute	Doute	Doute
4096	Massif du Cantal BV Loire	Edifice volcanique	Libre seul	Vulnérable	Respect			Respect
4097	Massif du Cézallier BV Loire	Edifice volcanique	Libre et captif associées majoritairement captif	Vulnérable	Respect			Respect
4098	Massif du Mont Dore BV Loire	Edifice volcanique	Libre et captif associées majoritairement captif	Vulnérable	Respect			Respect
4099	Chaîne des Puys	Edifice volcanique	Libre et captif associées majoritairement captif	Vulnérable	Respect			Respect
4128	Alluvion Allier aval	Alluvionnaire	Libre seul	Vulnérable	Délai		Délai	Respect

Source : état des lieux du bassin Loire-Bretagne (volume 2 : cartes et annuaires)

I.4 PRÉLÈVEMENTS DANS LES EAUX SOUTERRAINES

I.4.1 LOCALISATION DES POINTS DE PRÉLÈVEMENTS EN EAU SOUTERRAINE (CARTE 6)

I.4.1.1 Origines des données

Les captages destinés à l'Alimentation en Eau Potable (AEP), l'irrigation, l'industrie ont été répertoriés sur l'ensemble du périmètre du SAGE.

La localisation des captages destinés à l'AEP et à l'irrigation provient des bases de données mises en place par les services de l'état (DDASS et DDAF)³. L'ensemble de ces données est géo-référencé. (Lambert II étendu).

Sur la nappe alluviale de l'Allier, les données issues des DDASS ne localisent pas la totalité des ouvrages qui constituent les grands champs captants pour l'AEP. L'ensemble de ces captages a été référencé dans le cadre de l'étude EPTeau, pilotée par la DIREN. C'est pourquoi, sur la nappe alluviale de l'Allier, nous avons préféré faire figurer les captages recensés dans le cadre de cette étude.

La localisation des points de prélèvement des eaux minérales et hydrothermales est extraite de la base de données publique du BRGM InfoTerre (<http://infoterre.brgm.fr>). Ces données sont également géo-référencées (Lambert II étendu).

Les points de prélèvements des industriels sont localisés dans les dossiers réglementaires d'autorisation et de déclaration mais ne font pas l'objet d'un géo-référencement en base de données. Dans le cadre de cette étude, il n'a pas été possible de géo-référencer ces points (hors eaux minérales). Faute de mieux, nous avons choisi de faire figurer sur la Carte 6, les communes où sont implantés les industriels prélevant directement dans la ressource souterraine. Le recensement de ces communes a été réalisé sur la base du fichier prélèvements de l'Agence de l'Eau Loire Bretagne (AELB).

I.4.1.2 Répartition des points de prélèvement

➔ Répartition par usage

959 points de prélèvement des eaux souterraines ont été recensés sur le territoire du SAGE.

Plus de la moitié des ouvrages sont dédiés à l'AEP (55%), 34% sont des points de prélèvement pour l'irrigation et 11% sont utilisés pour le captage des ressources en eaux profondes du SAGE (eaux minérales et hydrothermales).

³ A ce jour, les points de captage destinés à l'irrigation dans le département de la Haute-Loire n'ont pas pu être intégrés.

L'essentiel des captages AEP se répartit entre les aquifères volcaniques (Mont Dore – Cézallier et Chaîne des Puys) et les alluvions de l'Allier (Tab. I.4.1).

La quasi totalité des ouvrages de prélèvement destinés à l'irrigation est localisée dans la partie nord (aval) de la nappe alluviale de l'Allier et dans les aquifères sédimentaires de la Limagne.

L'essentiel des captages d'eaux minérales et hydrothermales est situé le long des accidents tectoniques majeurs de la région (Carte 1). Plus de la moitié est localisée sur la bordure occidentale du bassin de la Limagne (Carte 6).

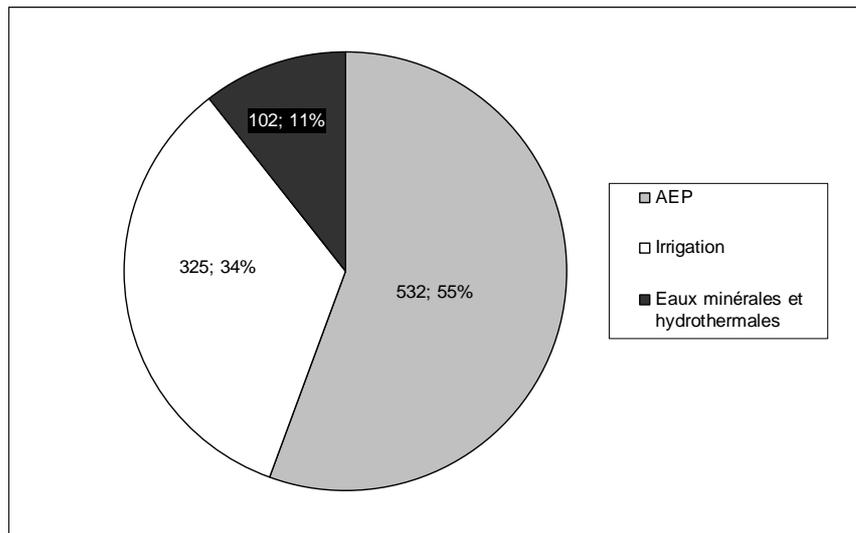


Fig. I.4.1 : Répartition des ouvrages de captage entre les différents usages hors industrie (Nombre d'ouvrages ; Pourcentage du total)

	Nombre d'ouvrage de prélèvement		
	Irrigation	AEP	Eaux minérales et hydrothermales
Alluvions	196 60%	207 39%	24 24%
Socle	6 2%	70 13%	31 30%
Sédimentaire	121 37%	3 1%	36 35%
Volcanique	2 1%	252 47%	11 11%
Total	325	532	102
	100%	100%	100%

Tab. I.4.1 : Répartition des ouvrages par usage et par entité hydrogéologique

➔ Densité de captage par entité hydrogéologique

Le tableau I.4.2 répertorie le nombre total de points de prélèvement par entité hydrogéologique. La « densité » (dernière colonne) est le nombre de stations rapporté à la surface de chaque entité hydrogéologique.

Cette densité peut avoir une influence sur la vulnérabilité des nappes vis à vis des pollutions superficielles. En effet, les forages mettent en relation les eaux souterraines avec le milieu superficiel susceptible d'être pollué. Ainsi, plus la densité de forages est importante sur un territoire donné, plus le risque de pollution des eaux souterraines par transfert de polluant provenant du milieu superficiel est important.

Avec plus de 1 captage au km² en moyenne, la nappe alluviale de l'Allier supporte près de la moitié des forages du SAGE (44,5%). Cette densité, s'accroît dans la partie aval où l'essentiel des captages est destiné à l'irrigation (Carte 6). Contrairement aux ouvrages pour l'AEP, la protection de ces captages n'est pas réglementée. Par conséquent, la forte densité de captage d'irrigant observée dans la partie nord de la nappe alluviale, accroît le risque de pollution des eaux souterraines par le milieu superficiel sus-jacent.

Le nombre d'ouvrages de prélèvement répertoriés sur les aquifères volcaniques est moins important que dans la nappe alluviale. La densité de captage est relativement élevée (0,3 pour 1 km² en moyenne), mais la quasi totalité correspond à des ouvrages de prélèvement pour l'AEP. La protection des captages AEP étant réglementée (mise en place de périmètre de protection), le risque de pollution des eaux souterraines *via* ces ouvrages apparaît moins important.

Sur les autres aquifères, les densités de captages sont faibles (entre 0,3 et 9,4 pour 100 km²). Cependant, dans la partie sud de la Limagne (amont), l'essentiel des captages destinés à l'irrigation est concentré dans le même secteur géographique, le long de la rivière Le Buron. Dans cette zone située entre Aigueperse et Randan, la forte concentration des captages d'irrigants, accroît le risque de transfert des polluants vers la ressource souterraine.

Type d'aquifère	Nom	Nb de points de prélèvement				Densité (captage / 100 km ²)	
		unitaire		%			
Alluvionnaire	Alluvions de l'Allier aval	307	427	32,0	44,5	115,0	103,9
	Alluvions de l'Allier amont	120		12,5		83,3	
Sédimentaire	Formations secondaires	2	160	0,2	16,7	0,3	4,6
	Limagne aval	78		8,1		6,3	
	Limagne amont	80		8,3		4,8	
De socle	Socle Chaîne des Puys	25	107	2,6	11,2	4,4	5,6
	Massif granitique d'Issoire	0		0,0			
	Monts granitiques du Livradois	46		4,8		8,1	
	Montagne Bourbonnaise	26		2,7		9,4	
	Massif de Montmarault	10		1,0		2,1	
Volcanique	Mont Dore - Cézallier	135	265	14,1	27,6	26,4	28,3
	Basalte dominant	46		4,8		23,4	
	Chaîne des Puys	84		8,8		37,0	

Tab. I.4.2 : Nombre total et densité de captage par entité hydrogéologique

I.4.2 VOLUME PRÉLEVÉ DANS LA RESSOURCE SOUTERRAINE (CARTE 7 À 11)

I.4.2.1 Source des données

Les prélèvements pour l'AEP, l'irrigation et l'industrie ont été traités sur la base des fichiers « redevance » de l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne (AELB). Ces fichiers indiquent les volumes d'eau annuels et d'étiage⁴ prélevés directement par les personnes publiques ou privées dans le milieu naturel. Même si cette source de données permet de disposer d'une information homogène à l'échelle du territoire, elle comporte deux inconvénients principaux :

- Les prélèvements sont localisés à la commune, d'où la difficulté d'identifier avec précision la ressource souterraine exploitée,
- Ces données n'apportent pas une information exhaustive, dans le sens où ne sont recensés que les utilisateurs prélevant plus de 6 000 m³ entre mai et octobre (période d'étiage). Les petits préleveurs échappent donc à cette analyse.

Par ailleurs, des erreurs dans ces données ont pu être identifiées ponctuellement par les acteurs locaux (exemple d'affectation d'un prélèvement pour l'irrigation à une commune où il est connu qu'il n'existe pas de tel prélèvement...).

I.4.2.2 Traitement des données

Les volumes prélevés, positionnés à la commune, ont été attribués à l'aquifère sous-jacent par recouplement géographique. Cette attribution a été précisée à l'aide de la carte géologique au 1/1 000 000 du BRGM et de la position des points de captages pour l'AEP et l'irrigation (Carte 6). De plus, la cohérence des volumes prélevés pour l'AEP a été vérifiée par les acteurs locaux dans les départements du Puy de Dôme et de l'Allier.

Ainsi, les prélèvements en eau souterraine ont été attribués au trois types d'aquifères présents dans le périmètre du SAGE. Leur évolution a été prise en compte de 1998 à 2004 (Tab. I.4.3 à I.4.6).

Les volumes prélevés⁵ ont été traités pour les usages que sont : l'alimentation en eau potable, l'irrigation et l'industrie. Les eaux minérales et hydrothermales ayant une origine souterraine profonde, leurs aquifères ne sont pas individualisés⁶. Par conséquent ces volumes ont été localisés par secteur géographique et non par entité hydrogéologique (Carte 11).

⁴ La période de référence de l'étiage va du 1^{er} mai au 30 novembre pour les volumes prélevés dans les eaux superficielles et les nappes alluviales. Elle va du 1^{er} avril au 31 octobre pour les nappes autres qu'alluviales.

⁵ Les volumes sont exprimés en Mm³ (Fig.I.4.3 à I.4.6). Ils ont également été exprimés en m³/s (ANNEXE 5).

⁶ Ce n'est pas le cas de l'aquifère de Volvic dont le fonctionnement et la délimitation sont relativement bien connus. C'est pourquoi les volumes prélevés destinés à l'embouteillage des eaux de Volvic ont été intégrés aux volumes prélevés dans la Chaîne des Puys pour l'usage industrie.

I.4.2.3 Résultats par usage et par aquifère : exemple de l'année 2004

Au total 75,4 Mm³ ont été prélevés dans les ressources souterraines du SAGE en 2004 (Fig.I.4.2). A ces volumes totaux, il faut ajouter les prélèvements d'eau minérale et hydrothermale qui sont de 0,7 Mm³ en 2004 (Tab.I.4.6).

Plus de 80% des prélèvements sont destinés à l'AEP, 11% sont dédiés à l'irrigation alors que seulement 7% sont utilisés par l'industrie. L'eau destinée à l'irrigation est prélevée en quasi totalité en période d'été. Par conséquent la part relative des prélèvements agricoles augmente à 17% si l'on considère les volumes d'été (prélèvement total de 47,7 Mm³ en période d'été, Fig.I.4.3).

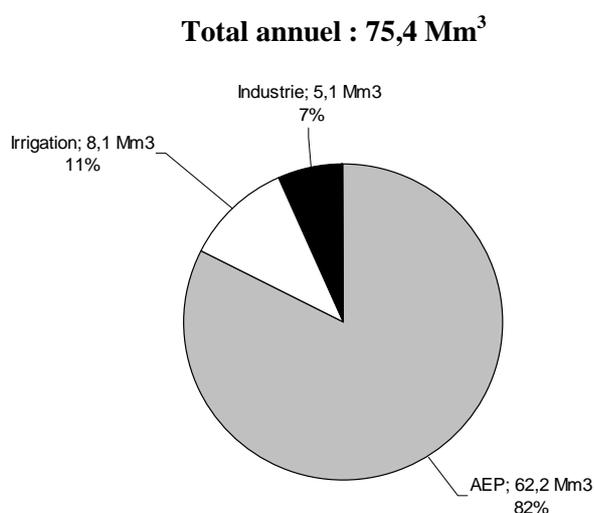


Fig. I.4.2 : Prélèvement annuel en 2004

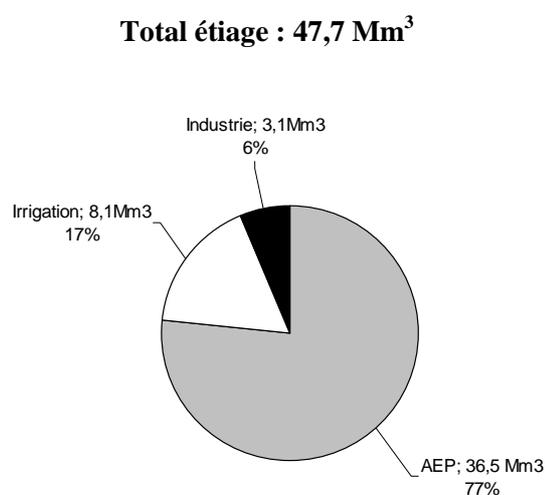


Fig. I.4.3 : Prélèvement été en 2004

L'essentiel des volumes totaux est prélevé dans la nappe alluviale de l'Allier (44,5 Mm³) et dans l'aquifère de la Chaîne des Puys (23,4 Mm³). La répartition des volumes prélevés par usage diffère d'un aquifère à l'autre. Cette répartition est représentée sur la Carte 7. Elle illustre les points suivants :

- Les prélèvements destinés à l'usage AEP sont répartis globalement à parts égales entre les aquifères de la Chaîne des Puys (20,8 Mm³), les alluvions de l'Allier sud (19,8 Mm³) et les alluvions de l'Allier nord (16,2 Mm³).
- Les trois quarts des prélèvements destinés à l'irrigation sont réalisés dans la partie nord (aval) de la nappe alluviale de l'Allier (6 Mm³). En période d'été, ils représentent près de 40% des volumes prélevés dans ce secteur de la nappe.
- Plus de la moitié des volumes d'eau destinés à l'usage industriel est prélevée dans la Chaîne des Puys, dans le bassin de Volvic (2,5 Mm³). La totalité de ces prélèvements est destinée à l'embouteillage de l'eau minérale de Volvic. L'essentiel des prélèvements destinés au *process* industriel est réalisé dans la nappe alluviale de l'Allier (~ 2 Mm³) en particulier dans sa partie aval (nord).

En dehors de la Chaîne des Puys et de la nappe alluviale, les autres aquifères du SAGE ne supportent que 7,5 Mm³ des prélèvements, soit ~10% des prélèvements totaux.

Les ¾ de ces prélèvements sont réalisés dans les aquifères du Mont Dore-Cézallier (3,1 Mm³) et les aquifères sédimentaires de la Limagne (2,7 Mm³). Cependant, l'eau prélevée dans le Mont Dore-Cézallier est destinée à l'AEP alors que l'essentiel des prélèvements réalisés en Limagne est utilisé pour l'irrigation.

Les aquifères de socle sont peu sollicités (< 1Mm³), malgré une demande importante dans le secteur est du Massif du Livradois et de la montagne Bourbonnaise (Massif de la Madeleine).

1.4.2.4 Evolution des prélèvements de 1998 à 2004

➤ Evolution des volumes à l'échelle du SAGE

Les volumes prélevés entre 1998 et 2004 sur l'ensemble des ressources souterraines du SAGE sont compris entre 75 et 84 Mm³ (volume annuel). Aucune tendance à l'augmentation ou à la diminution n'est observée à l'échelle du SAGE (Fig. I.4.4).

2003, année de sécheresse est l'année où les prélèvements ont été les plus importants. Cette sollicitation plus importante en 2003, est liée à une augmentation des prélèvements pour l'irrigation sur la quasi totalité des aquifères (Carte 9).

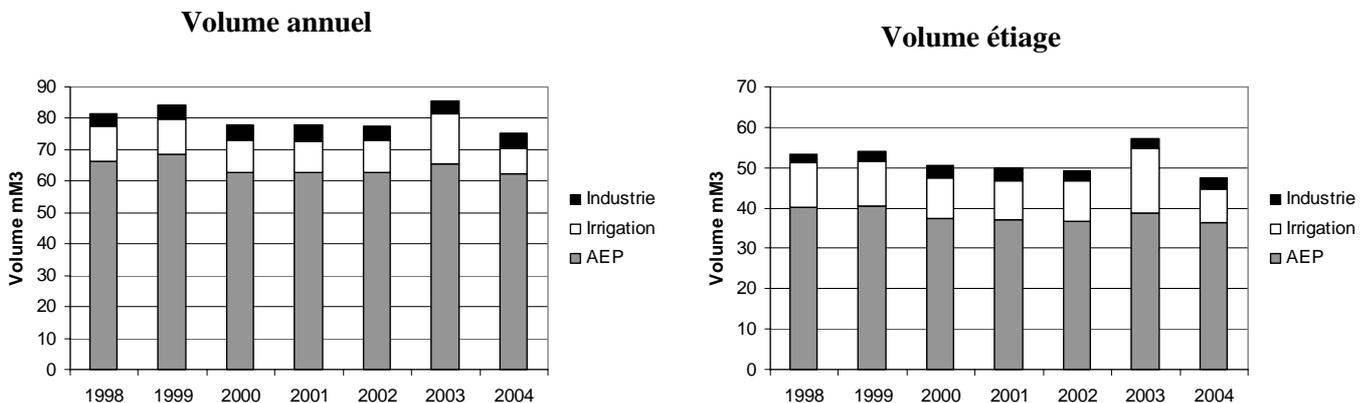


Fig. I.4.4 : Evolution des volumes globaux prélevés de 1998 à 2004

⇒ Evolution des volumes par usage et par entité hydrogéologique

La nappe alluviale de l'Allier

- La nappe alluviale sud (amont)

Globalement stable pour les prélèvements en AEP (Carte 8), on observe une légère diminution des prélèvements industriels qui passent de 1,6 Mm³ en 1998 à 0,8 Mm³ en 2004 (Carte 10). Les volumes prélevés pour l'irrigation en 2003 sont plus élevés que les autres années et participent à l'augmentation globale observée à l'échelle du SAGE (Carte 9, Fig.I.4.5).

- La nappe alluviale nord (aval)

Avec des prélèvements annuels proches de 25 Mm³ en moyenne, la nappe alluviale nord est l'aquifère le plus sollicité du SAGE (Carte 7). Les volumes prélevés pour l'AEP sont constants sur l'ensemble de la période considérée et tournent autour de 16 Mm³ (Fig.I.4.5).

La sollicitation des irrigants est également constante depuis 1998, à l'exception de l'année 2003 où les prélèvements augmentent de 3 à 4 Mm³ (Carte 9). C'est cette augmentation importante des prélèvements agricoles qui est principalement responsable de l'augmentation globale observée à l'échelle du SAGE.

On notera également, une augmentation des prélèvements industriels qui passent d'environ 0,4 Mm³ entre 1998 et 2003 à près de 1,2 Mm³ en 2004 (Carte 10). On notera que cette observation n'est pas validée par les services de l'état. Au contraire les documents fournis par la DRIRE Auvergne montre que les prélèvements industriels ont tendance à être moins importants au cours des dernières années.

Les aquifères volcaniques

- La Chaîne des Puys

Deuxième aquifère le plus prélevé du SAGE, les volumes prélevés sont de 23Mm³ annuels en moyenne (Fig. I.4.5). Relativement constante durant les 6 dernières années, l'augmentation observée en 2004 est lié à une sollicitation plus importante pour l'AEP (Carte n° 8).

Les prélèvements industriels sont destinés exclusivement à l'embouteillage des eaux de Volvic (Carte 10). Ils ont augmenté ces dernières années et ont atteint leur niveau maximum en 2001 avec 3,2 Mm³ d'eau prélevés (2,5 Mm³ en 2004).

- Le système Mont Dore-Cézallier

Essentiellement sollicité pour l'AEP, les volumes prélevés sont constants entre 2000 et 2001 et compris entre 2 et 3 Mm³ (Fig. I.4.5). En 1998 et 1999 les prélèvements étaient plus importants et dépassaient les 5 Mm³.

Les aquifères sédimentaires

- La Limagne sud (amont)

Prélevé à hauteur de 2 Mm³ en moyenne entre 1999 et 2000, les prélèvements ont chuté aux alentours de 1,5 Mm³ ces quatre dernières années (Fig. I.4.6). Cette diminution est due à une baisse des prélèvements industriels (Carte 10).

- La Limagne nord (aval)

Plus sollicité que le secteur amont de la Limagne, les prélèvements sont destinés à l'AEP et à l'irrigation (Fig. I.4.6). On n'observe pas d'évolution marquante des prélèvements à l'exception de l'année 2003 où les besoins pour l'irrigation font augmenter les volumes prélevés à plus de 2,5 Mm³ (Carte 9).

Les aquifères de socle

Les volumes prélevés sur ce type d'aquifère restent inférieurs à 2 Mm³ annuels tout au long de la période concernée (Fig. I.4.6). Seules quelques ressources pour l'AEP sont exploitées et sont essentiellement localisées sur le massif du Livradois (carte n°10).

Les ressources profondes : Les eaux minérales et hydrothermales

Les ressources en eaux souterraines d'origine profonde sont essentiellement utilisées pour l'embouteillage et le thermalisme. Les eaux les plus prélevées (>0,10 Mm³) sont celles de Saint-Yorre, Vichy-Celestins, Bourbon-l'Archambault, Royat et d'Arvie (Carte 11). L'exploitation de ces eaux peut être variable d'une année sur l'autre, mais globalement les volumes prélevés ces dernières années sont constants et sont de 0,75 Mm³ en moyenne (Carte 10 et 11).

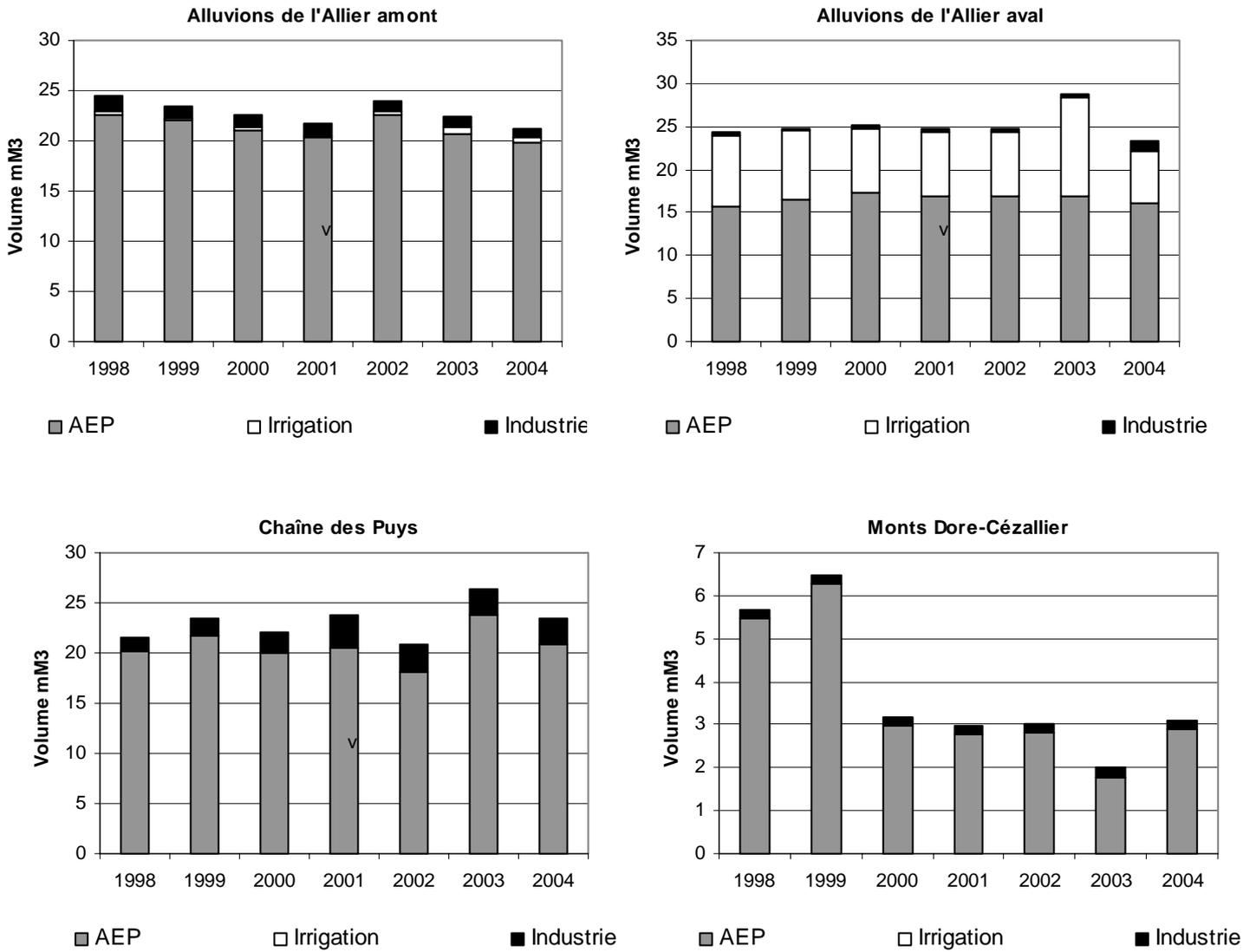


Fig. I.4.5 : Evolution des volumes annuels prélevés de 1998 à 2004 sur les principaux aquifères sollicités du SAGE

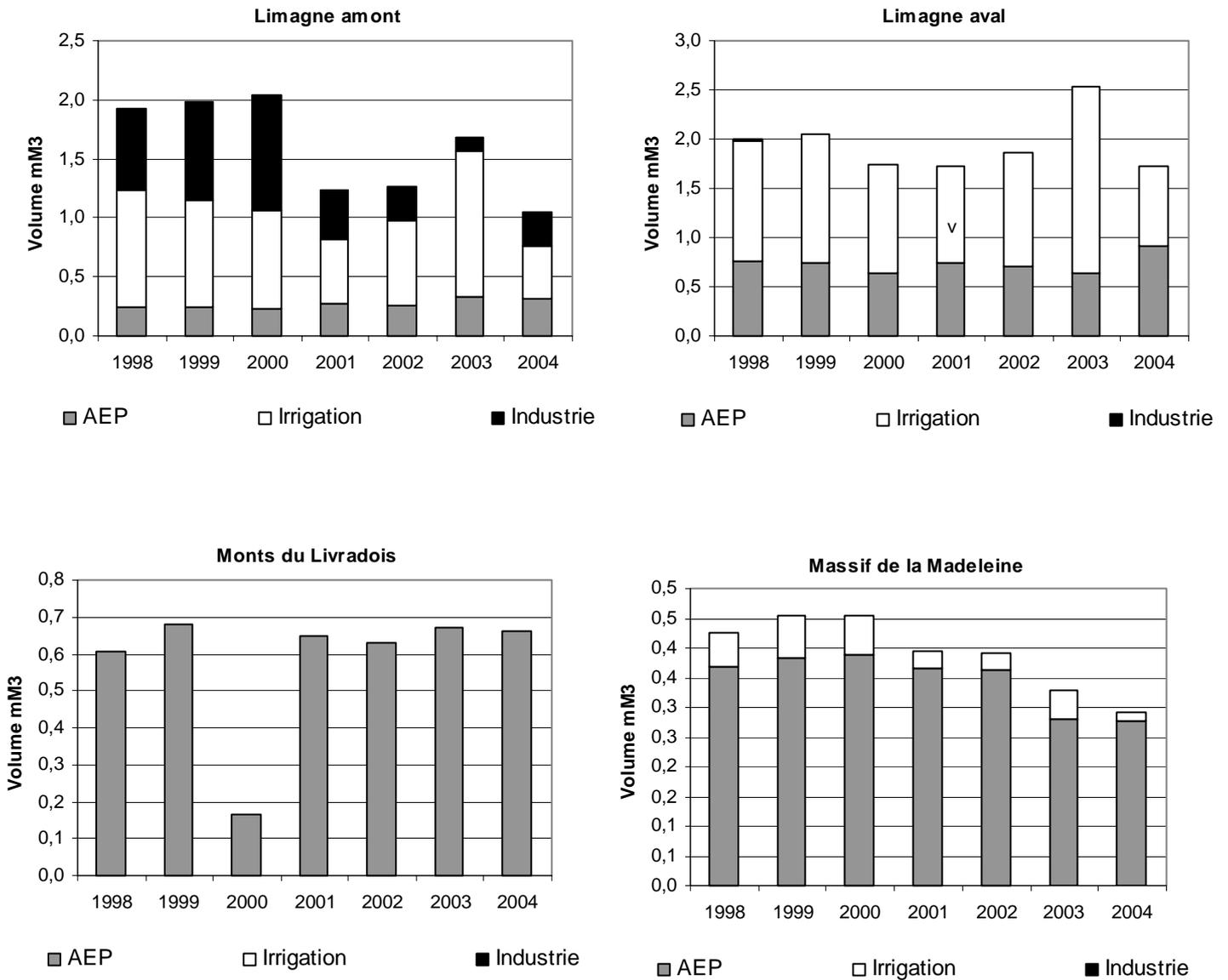


Fig. I.4.6 : Evolution des volumes annuels prélevés de 1998 à 2004 sur les aquifères les moins sollicités du SAGE

I.4.3 SYNTHÈSE DES PRINCIPAUX RÉSULTATS

Les volumes totaux d'eau souterraine prélevés sur le périmètre du SAGE sont de 75,4 Mm³ en 2004. La plus grande partie est prélevée pour l'AEP (82% soit 62,2 Mm³), vient ensuite l'irrigation (11% soit 8,1 Mm³) et enfin l'industrie (7% soit 5,1 Mm³).

Les prélèvements, par entités hydrogéologiques et par usages, exprimés en m³/s sont présentés en ANNEXE 5.

I.4.3.1 La nappe alluviale de l'Allier

Près de la moitié des ouvrages de prélèvement est implantée dans la nappe alluviale en particulier dans sa partie aval (nord). Les fortes densités de captages accentuent le risque de pollution de la nappe par le milieu superficiel. Ce risque est plus important dans la partie nord de la nappe où sont principalement implantés des forages agricoles dont la protection n'est pas règlementée.

La nappe alluviale est l'aquifère le plus sollicité du SAGE (44,5 Mm³ en 2004).

Principalement prélevé pour l'AEP sur l'ensemble de la nappe, la part relative des prélèvements agricoles est plus importante dans le secteur nord de la nappe. C'est dans ce secteur que l'essentiel des volumes d'eau du SAGE destinés à l'irrigation et au *process* industriel est prélevé.

A l'exception de l'année 2003, les volumes prélevés sont relativement constants durant ces dernières années. En 2003, année de sécheresse, on observe une augmentation sensible des prélèvements agricoles, aussi bien dans le département de l'Allier que dans celui du Puy de Dôme, d'environ 4 Mm³.

I.4.3.2 Les aquifères volcaniques

La formation volcanique de la Chaîne des Puys est le deuxième aquifère le plus prélevé du SAGE (23,4 Mm³ en 2004). Ces prélèvements sont en majorité destinés à l'AEP et restent relativement constants de 1998 à 2004. Les volumes prélevés pour l'embouteillage de l'eau minérale de Volvic augmentent à partir de 1999 et se situent entre 2,5 et 3,2 Mm³ ces dernières années.

Les volumes prélevés dans les aquifères du Mont Dore-Cézallier sont presque exclusivement dédiés à l'AEP. Ils diminuent fortement à partir de 1999 et restent relativement constants par la suite, autour de 3 Mm³.

I.4.3.3 Les aquifères sédimentaires

Bien que les volumes prélevés dans cet aquifère soient peu importants à l'échelle du SAGE (2,7 Mm³ en 2004), cette ressource peut être importante localement pour les habitations isolées et les activités agricoles (abreuvement des bêtes et irrigation). Ces aquifères, en particulier dans le secteur aval de la Limagne (nord) sont majoritairement sollicités pour l'irrigation.

1.4.3.4 Les aquifères de socle

Les volumes prélevés dans les aquifères de socle sont peu importants à l'échelle du SAGE : < 1Mm³ en 2004.

Exploités presque exclusivement pour la production d'AEP, l'essentiel des captages est situé sur la façade est du SAGE, dans les Massifs du Livradois et de la Madeleine.

1.4.3.5 Les ressources profondes en eaux minérales et hydrothermales

Localisées au droit des principaux accidents tectoniques de la région, les eaux minérales (hors Volvic) et hydrothermales représentent une part minime des prélèvements globaux (0,75 Mm³ en 2004). Les principales sources exploitées, sont celles de Saint-Yorre, Vichy-Celestins, Bourbon-l'Archambault, Royat et Arvie.

Tab. I.4.3 Volume prélevé en Mm³ dans la ressource souterraine du SAGE pour l'Alimentation en Eau Potable : de 1998 à 2004

Entité	Nom	1 998	1 998	1 999	1 999	2 000	2 000	2 001	2 001	2 002	2 002	2 003	2 003	2 004	2 004	Moyenne	
		Etiage	Annuel	Etiage	Annuel												
Volcanique	Chaîne des Puys	12,4	20,1	13,2	21,7	11,9	20,0	12,7	20,5	10,5	18,2	13,8	23,8	12,7	20,8	12,4	20,7
Volcanique	Mont Dore - Cézallier	3,3	5,5	3,1	6,3	1,8	3,0	1,6	2,8	1,6	2,8	1,0	1,8	1,7	2,9	2,0	3,6
Volcanique	Basalte dominant	0,1	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3
Granitoïdes	Monts granitiques du Livradois	0,4	0,6	0,4	0,7	0,1	0,2	0,4	0,6	0,4	0,6	0,4	0,7	0,4	0,7	0,3	0,6
Granitoïdes	Montagne Bourbonnaise	0,2	0,4	0,2	0,4	0,2	0,4	0,2	0,4	0,2	0,4	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3
Alluvions	Alluvions de l'Allier amont	13,4	22,6	12,8	22,0	12,4	21,1	11,5	20,3	13,5	22,6	12,9	20,7	11,5	19,8	12,5	21,3
Alluvions	Alluvions de l'Allier aval	9,8	15,8	10,1	16,4	10,4	17,2	10,1	16,9	9,8	16,9	9,8	16,9	9,3	16,2	9,9	16,6
Sédimentaire	Limagne amont	0,2	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3
Sédimentaire	Limagne aval	0,5	0,8	0,5	0,7	0,4	0,6	0,4	0,7	0,4	0,7	0,4	0,6	0,5	0,9	0,4	0,7
Total		40,1	66,2	40,5	68,7	37,4	63,0	37,2	62,8	36,8	62,7	38,9	65,4	36,5	62,2	38,2	64,4

Tab. I.4.4 Volume prélevé en Mm³ dans la ressource souterraine du SAGE pour l'Irrigation : de 1998 à 2004

Entité	Nom	1 998	1 998	1 999	1 999	2 000	2 000	2 001	2 001	2 002	2 002	2 003	2 003	2 004	2 004	Moyenne	
		Etiage	Annuel	Etiage	Annuel												
Granitoïdes	Montagne Bourbonnaise	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Granitoïdes	Massif de Montmarault	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2
Sédimentaire	Limagne amont	1,0	1,0	0,9	0,9	0,8	0,8	0,5	0,5	0,7	0,7	1,2	1,2	0,4	0,4	0,8	0,8
Sédimentaire	Limagne aval	1,2	1,2	1,3	1,3	1,1	1,1	1,0	1,0	1,1	1,2	1,9	1,9	0,8	0,8	1,2	1,2
Sédimentaire	Formations secondaires	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2
Alluvions	Alluvions de l'Allier amont	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,7	0,7	0,5	0,5	0,4	0,4
Alluvions	Alluvions de l'Allier aval	8,2	8,2	8,0	8,0	7,5	7,5	7,5	7,5	7,4	7,6	11,4	11,5	6,0	6,0	8,0	8,1
Total		11,1	11,2	11,0	11,0	10,1	10,1	9,6	9,6	9,9	10,2	15,8	16,0	8,1	8,1	10,8	10,9

Tab. I.4.5 Volume prélevé en Mm³ dans la ressource souterraine du SAGE pour l'Industrie : de 1998 à 2004

Entité	Nom	1 998	1 998	1 999	1 999	2 000	2 000	2 001	2 001	2 002	2 002	2 003	2 003	2 004	2 004	Moyenne	
		Etiage	Annuel	Etiage	Annuel												
Volcanique	Chaîne des Puys	0,9	1,5	1,1	1,7	1,3	2,1	1,9	3,2	1,5	2,7	1,6	2,5	1,6	2,6	1,4	2,4
Volcanique	Mont Dore - Cézallier	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2
Sédimentaire	Limagne amont	0,4	0,7	0,5	0,8	0,6	1,0	0,2	0,4	0,2	0,3	0,1	0,1	0,2	0,3	0,3	0,5
Sédimentaire	Limagne aval	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Alluvions	Alluvions de l'Allier amont	0,5	1,6	0,7	1,2	0,8	1,3	0,7	1,2	0,5	0,9	0,6	1,1	0,5	0,9	0,6	1,2
Alluvions	Alluvions de l'Allier aval	0,2	0,4	0,2	0,3	0,2	0,4	0,2	0,4	0,2	0,3	0,2	0,3	0,7	1,1	0,3	0,4
Total		2,1	4,4	2,6	4,3	3,0	5,0	3,2	5,4	2,4	4,5	2,5	4,2	3,1	5,1	2,7	4,7

Tab. I.4.6 Volume prélevé en Mm³ dans la ressource souterraine du SAGE pour l'eau minérale et hydrothermale : de 1998 à 2004

Nom et/ou Commune	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	Moyenne
Bourbon-l'Archambault	0,11	0,12	0,14	0,05	0,05	0,18	0,05	0,10
Saint-Yorre	0,11	0,13	0,12	0,10	0,09	0,10	0,08	0,10
Vichy-Celestins	0,19	0,18	0,19	0,18	0,17	0,18	0,15	0,18
Source d'Arvie	0,11	0,11	0,11	0,10	0,10	0,11	0,18	0,12
Rozana	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00
Chatelguyon	0,08	0,07	0,07	0,06	0,05	0,05	0,05	0,06
Royat	0,17	0,15	0,17	0,13	0,13	0,13	0,11	0,14
Saint-Diery	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02
Sainte-Marguerite	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Saint-Nectaire	0,03	0,03	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	0,01
Total	0,81	0,82	0,83	0,67	0,64	0,79	0,67	0,75

I.5 QUALITÉ DES EAUX SOUTERRAINES

I.5.1 RÉSEAUX DE MESURES

I.5.1.1 Méta-Réseau ADES

ADES est la banque nationale d'Accès aux Données sur les Eaux Souterraines. Elle rassemble, sur un site Internet public, des données quantitatives et qualitatives (<http://www.ades.eaufrance.fr>). Les données qualité ont deux origines.

➤ Le réseau patrimonial national de suivi qualitatif des eaux souterraines

L'Agence de l'Eau Loire Bretagne (AELB) assure la maîtrise d'ouvrage du réseau patrimonial du suivi qualitatif des eaux souterraines. Les analyses sont réalisées depuis 2001 à une fréquence de deux fois par an en moyenne (une fois en basses eaux et une fois en hautes eaux). 10 points d'analyses sont renseignés sur le périmètre (Tab. I.5.1).

➤ Le réseau national de surveillance du contrôle sanitaire sur les eaux brutes.

Le contrôle des DDASS sur la qualité des eaux souterraines captées pour la production d'eau potable s'effectue au travers du réseau de surveillance du contrôle sanitaire des eaux brutes. Il alimente la base de données SISE-EAUX du Ministère de la Santé.

Les données disponibles dans la banque ADES couvrent la période 1995-2005. La fréquence de prélèvement varie de 0,2 à 12 fois par an et est définie dans un programme annuel de contrôle lié au débit des ouvrages. Dans les faits, sur le SAGE la fréquence de prélèvements est en générale de une à trois fois par an.

196 points d'analyses sont renseignés sur le périmètre (un des points est également utilisé par l'Agence de l'Eau pour le réseau patrimonial de suivi qualitatif des eaux souterraines) (Tab.I.5.1).

I.5.1.2 Réseaux locaux

➤ DIREN Auvergne

Dans le cadre de la mise en œuvre de la directive européenne du 12 décembre 1991 (directive « nitrates »), qui concerne la lutte contre la pollution des eaux par les nitrates d'origine agricole, la DIREN Auvergne a acquis des données qualité sur les eaux souterraines de la nappe alluviale de l'Allier à travers 6 stations. Elles sont situées en dehors de la zone d'influence des points de captages pour l'eau potable (Tab.I.5.1).

Les résultats d'analyses ne concernent que le paramètre nitrate. Ils couvrent la période hydrologique 2004-2005 (une analyse par trimestre).

➔ Groupe phyt'eauvergne

Le groupe Régional d'Action contre les Pollutions des eaux naturelles par les Produits Phytosanitaires (PHYT'EAUVERGNE) a mis en place le réseau de suivi des substances actives phytosanitaires dans les eaux superficielles et souterraines de la Région Auvergne.

En constante évolution depuis sa création en 1997, le réseau du groupe PHYT'EAUVERGNE comporte aujourd'hui 19 stations d'analyses des eaux souterraines. Tous les prélèvements sont réalisés sur des captages d'eau potable. Sur ces 19 stations, 11 sont situées sur le périmètre du SAGE : 9 dans la nappe alluviale de l'Allier et 2 dans le bassin de la Limagne.

Seules les données 2004 sont exploitables par le SEQ-Eaux souterraines (les données sont présentées dans l'étude).

I.5.2 REPRÉSENTATIVITÉ ET RÉPARTITION DES STATIONS D'ANALYSES

I.5.2.1 Choix des stations représentatives

La collecte des résultats d'analyses a porté initialement sur les 223 points de surveillance. Afin de clarifier l'exposé, seuls les résultats aux points de surveillance les plus représentatifs sont exposés.

Toutes les stations des réseaux à maîtrise d'ouvrage de l'Agence de l'Eau, de la DIREN et du Groupe Phyt'Eauvergne ont été retenues. Concernant les stations du réseau de surveillance du contrôle sanitaire sur les eaux brutes gérées par les DDASS et extraites de la banque ADES, une sélection a été faite.

Les stations possédant les chroniques les plus longues sur la période 1995-2005 ont été conservées. 63 stations DDASS sur 196 ont été choisies, portant à 90 le nombre des stations qualité représentatives sur le périmètre du SAGE (Tab.I.5.1 et ANNEXE 4).

Méta Rése au	Réseaux	Maîtrise d'ouvrage	Nb total de stations	Nb de stations représentatives	Chroniques prise en compte
ADES	Réseau patrimonial national de suivi qualitatif des eaux souterraines	AELB	10	10	2001-2005
	Réseau national de surveillance du contrôle sanitaire sur les eaux brutes	DDASS 03-63-18-58-43	196	63	1995-2005
	Points d'analyses pris dans le cadre de la « Directive Nitrate »	DIREN	6	6	Année hydrologique 2004-2005
	Réseau de suivi des substances actives phytosanitaires dans les eaux souterraines de la Région Auvergne	Phyt'Eauvergne	11	11	2004
			223	90	

Tab. I.5.1 Réseaux et nombre de stations de qualité des eaux représentatives utilisés

1.5.2.2 Répartition des stations qualité par entité hydrogéologique.

Le tableau I.5.2 répertorie le nombre de stations qualité par entité hydrogéologique. La « densité » (dernière colonne) est le nombre de stations rapporté à la surface de chaque entité hydrogéologique. Elle est l'expression de la plus ou moins bonne couverture des différentes entités hydrogéologiques par les réseaux de surveillance⁷.

➤ Les aquifères volcaniques et alluvionnaires

Compte tenu du nombre important de stations gérées par la DDASS, la couverture du réseau qualité est relativement bonne sur les entités les plus sollicitées pour l'alimentation en eau potable. C'est le cas des alluvions de l'Allier (40 stations) et des aquifères volcaniques (26 stations).

Avertissement concernant l'implantation des stations qualité de la nappe alluviale

L'essentiel des stations de la nappe alluviale de l'Allier correspond à des points de captage pour l'AEP. On rappelle, que ces captages sont alimentés (partiellement ou parfois en quasi totalité) par les eaux de la rivière qui traversent les alluvions sous l'influence de l'appel du pompage. Par conséquent, la qualité de l'eau mesurée sur ces stations AEP n'est pas uniquement représentative des eaux de la nappe mais dépend également des apports par les eaux de l'Allier.

⁷ Le calcul de la densité n'est donné qu'à titre indicatif. En effet, toutes les stations qualité n'ont pas été prises en compte dans cette étude. Seuls les résultats des stations les plus représentatives sont discutés (90).

Au contraire, les points qualité gérés par la DIREN Auvergne ont été choisis en dehors de toute influence des stations de pompages pour l'AEP. Seules les mesures réalisées sur ces stations peuvent être considérées comme représentatives de la qualité des eaux de la nappe.

➤ Autres aquifères : aquifères sédimentaires et aquifères de socles

Avec 17 stations de mesures, la couverture du réseau qualité des aquifères sédimentaires reste faible, en particulier dans la Limagne amont (0,3 stations pour 100 km²). Peu de stations sont implantées sur les aquifères de socles (7 au total), où seuls le Massif du Livradois et la Montagne Bourbonnaise possèdent des ressources en eaux souterraines exploitées. A l'échelle du SAGE, les volumes d'eau prélevés dans ces ressources, sédimentaires et granitiques, sont limités. Localement, elles peuvent néanmoins être indispensables pour les habitations isolées, l'abreuvement des bêtes ou encore le soutien d'étiage des petits cours d'eau. Le suivi qualitatif de ces eaux souterraines pourrait être renforcé à l'avenir.

Type d'aquifère	Nom	Nb de stations qualité				Densité (station / 100 km ²)	
		unitaire		% du nb total			
Alluvionnaire	Alluvions de l'Allier aval	26	40	28,9	44,4	9,7	9,7
	Alluvions de l'Allier amont	14		15,6		9,7	
Sédimentaire (Autre)	Formations secondaires	0	17	0	18,9	0	0,5
	Limagne aval	12		13,3		0,97	
	Limagne amont	5		5,6		0,30	
De socle	Socle Chaîne des Puys	0	7	0	7,8	0	0,4
	Massif granitique d'Issoire	0		0		0	
	Monts granitiques du Livradois	6		6,7		1,1	
	Montagne Bourbonnaise	1		1,1		0,4	
	Massif de Montmarault	0		0		0	
Volcanique	Mont Dore - Cézallier	12	26	13,3	28,9	2,3	2,8
	Basalte dominant	4		4,4		2,0	
	Chaîne des Puys	10		11,1		5,1	

Tab. I.5.2 Distribution des stations qualité par entité hydrogéologique

I.5.3 MÉTHODOLOGIE : UTILISATION DE L'OUTIL SEQ EAU SOUTERRAINE

I.5.3.1 Principe

La loi sur l'eau du 3 janvier 1992 et plus particulièrement les Schémas Directeurs d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) ont amené le Ministère de l'Environnement et les Agences de l'Eau à reconsidérer les grilles de qualité utilisées ces trente dernières années. Cette réflexion a abouti à la mise en place de la méthodologie SEQ Eau pour les eaux superficielles. Le Ministère de l'Environnement et les Agences de l'Eau ont souhaité prendre en compte les spécificités des eaux souterraines en créant un SEQ Eaux souterraines. **Bien qu'il soit toujours en cours de validation, le SEQ Eaux souterraines est utilisé par l'Agence de l'Eau Loire Bretagne dans le cadre de son réseau qualité et de la mise en place de la Directive Cadre Européenne sur l'eau.**

Selon cette méthodologie, la qualité de l'eau est évaluée au moyen d'altérations, qui sont des regroupements de paramètres de même nature et/ou ayant les mêmes effets. On décline alors ces altérations en classes d'aptitudes de l'eau aux usages et à la fonction patrimoniale (alimentation en eau potable, industrie, énergie, abreuvement, irrigation, état patrimonial, biologie dans les cours d'eau).

Un indice d'évaluation de la qualité a été bâti en s'appuyant sur les deux fonctions jugées importantes que sont, l'usage production d'eau potable et l'état patrimonial.

Cette méthode d'évaluation de la qualité des eaux souterraines a été adoptée dans cette étude.

Cinq classes de qualité par altération sont définies, de très bon à très mauvais (Fig. I.5.1). Elles caractérisent les altérations suivantes :

- Nitrates,
- Matières azotées hors nitrates,
- Micro-organismes,
- Pesticides,
- Micropolluants minéraux,
- Minéralisation et salinité.

I.5.3.2 Règles de calcul

La méthodologie complète est décrite dans le « Rapport de présentation du SEQ Eaux Souterraines, version 0,1 de 2003 ». Les principales règles de calcul sont les suivantes :

➤ Période d'intégration et fréquence des mesures

La période considérée est celle de l'année. La classe et l'indice de qualité sont déterminés par le prélèvement le plus déclassant de l'année. Pour ne pas pénaliser les stations possédant peu de mesure, il n'a pas été requis de nombre minimum de prélèvements pendant l'année considérée pour évaluer la qualité des eaux souterraines.

➔ Qualification des points d'analyse

Chaque altération prend en compte des paramètres dit « impératifs » et d'autres dits « optionnels ». Pour chaque altération, un certain nombre de paramètres « impératifs » doit être mesuré. Les paramètres optionnels participent, lorsqu'ils sont mesurés, à la qualification de l'altération.

➔ Classes et indices de qualité

Les seuils de concentration des classes et indices de qualité sont déterminés à partir des seuils utilisés dans l'usage production d'eau potable et l'état patrimonial (Fig.I.5.1). Le principe général est le suivant :

- Les valeurs seuils entre le jaune et le rouge (qualité Moyenne à Mauvaise) correspondent aux valeurs guides indiquées dans la réglementation sur les eaux destinées à la consommation humaine (par exemple 100 mg/l et 50 mg/l pour les nitrates),
- Les valeurs seuils entre le bleu et le jaune (qualité Très bonne à Moyenne) correspondent aux valeurs seuils retenues pour la qualification de l'état patrimonial des eaux souterraines. L'eau est considérée de très bonne qualité quand les concentrations chimiques des différents paramètres couvrent la gamme des teneurs naturelles pouvant être rencontrées dans les eaux souterraines.

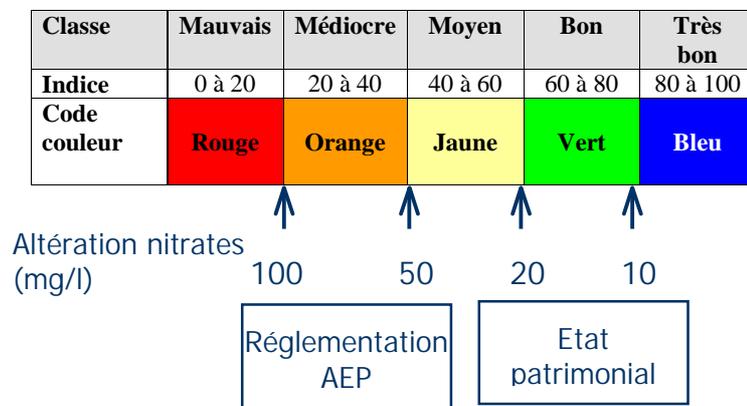


Fig.I.5.1: Classes et indices de qualité du SEQ Eaux souterraines (exemple du Nitrate)

I.5.4 RÉSULTATS PAR ALTÉRATION

I.5.4.1 Altération Nitrates (cartes 12)

Les nitrates (NO₃⁻) sont le stade ultime de l'oxydation de l'azote (N). Sur certains bassins versants, les variations du paramètre nitrates se corrèlent bien avec d'autres paramètres altérant le milieu (produits phytosanitaires notamment). Ainsi, les nitrates sont souvent un bon indicateur de l'état du milieu naturel.

➔ Origines possibles

Les nitrates proviennent du milieu superficiel. Plusieurs origines sont possibles :

- les fertilisants agricoles minéraux,
- la décomposition ou l'oxydation de substances organiques ou minérales pouvant être d'origine agricole (effluents d'élevage), urbaine (eaux usées), industrielle (effluents, déchets...) ou naturelle.

➔ Impacts

En excès, les nitrates ont un impact sur la production d'eau potable (seuil de potabilité : 50 mg/l) et peuvent participer à l'eutrophisation du milieu.

➔ Seuils du SEQ Eaux souterraines

Paramètres	Unités	Bleu	Vert	Jaune	Orange	Rouge
Indice de qualité		80	60	40	20	
Nitrates	mg/l NO ₃	10	20	50	100	

Fig. I.5.2 Classes et indices de qualité pour l'altération nitrates (Agences de l'Eau, 2003)

La nappe alluviale de l'Allier

Les résultats de 18 stations qualité sont figurés sur la carte 12. 6 sont localisées dans la partie sud de l'Allier et 12 dans la partie nord. Nous avons séparé les stations susceptibles d'être influencées par les captages d'AEP (stations DDASS et AELB) de celles supposées non influencées (stations DIREN⁸).

Selon que l'on considère les points influencés ou non influencés par les captages d'AEP, les résultats sont très différents.

⁸ Les résultats proviennent de la DIREN Auvergne sur l'année hydrologique 2004-2005. Pour des raisons de lisibilité, les résultats ont été attribués à l'année 2004 sur la carte n°3.

- **Stations influencées par les captages d'AEP**

On observe une dégradation de la qualité de l'amont vers l'aval. La qualité mesurée est durablement très bonne (nitrate < 10 mg/l) dans la partie sud de la nappe alluviale (partie amont) entre Brioude (point 36) et Limons (point 31). Dans la partie nord de la nappe alluviale (partie aval), la qualité est globalement moins bonne et fluctue entre médiocre et très bonne.

Il est difficile d'observer une évolution générale de la qualité au cours de ces dix dernières années. Elle peut :

- ✓ être stable sur les stations 6 à Moulins (qualité durablement très bonne) et 26 à Paray sous Brailles (qualité durablement moyenne),
- ✓ s'améliorer sur la station 25 à la Ferté-Hauterive où la qualité passe de médiocre à très bonne au cours des 5 dernières années,
- ✓ se détériorer sur la station 22 à Bessay-sur-Allier où les concentrations en nitrates relevées en 2003 et 2005 ont dépassé le seuil de potabilité (>50 mg/l, qualité médiocre).

- **Stations non influencées par les captages d'AEP**

Les concentrations en nitrate relevées sur les stations non influencées par les captages AEP sont plus élevées que celles mesurées sur les stations influencées.

Dans la partie sud de la nappe (station D4, D5, D6), les teneurs en nitrate sont comprises entre 20 mg/l à plus de 100 mg/l (qualité moyenne à mauvaise). Les teneurs observées ces dernières années sur les stations influencées par les captages d'AEP sont inférieures à 10 mg/l (qualité très bonne).

Dans la partie nord de la nappe (station D1, D2, D3), les teneurs mesurées en 2004-2005 sur les trois stations DIREN sont comprises entre 50 et 100 mg/l (qualité médiocre). A l'exception du point n°22, les concentrations mesurées entre 2004 et 2005 sur les stations DDASS et AELB (influencées par les captages d'AEP) sont systématiquement inférieures.

En fonction de ces résultats deux conclusions peuvent être avancées :

- ✓ Les apports en eau de l'Allier induits par les pompages d'AEP tendent à diluer les concentrations en nitrate des eaux de la nappe. Par conséquent, les teneurs en nitrates mesurées sur les eaux de nappe captées pour l'AEP, ne sont pas représentatives des eaux de la nappe alluviale.
- ✓ La qualité de l'eau de la nappe alluviale de l'Allier ne peut être qualifiée qu'à partir de stations d'analyses situées en dehors de la zone d'influence des captages d'AEP (station DIREN par exemple). Les concentrations observées sur ces stations révèlent une qualité médiocre à mauvaise (5 stations sur 6).

Les aquifères volcaniques

Les résultats de 13 stations qualité sont figurés sur la carte 12. 5 stations couvrent la Chaîne des Puys et 8 sont situées dans le système aquifère Mont Dore – Cézallier.

➔ Système aquifère Mont Dore - Cézallier

La totalité des stations implantées dans le système aquifère Mont Dore – Cézallier indique une qualité durablement très bonne (nitrates < 10 mg/l).

➔ Aquifère de la Chaîne des Puys

Dans l'ensemble, la qualité est durablement bonne ou très bonne (nitrate entre 0 et 20 mg/l). Toutefois, la qualité des eaux de la station 42, située sur le bassin de Volvic, a subi une légère dégradation au fil du temps. Les concentrations sont en moyenne de 8 mg/l avant 2002 et fluctuent par la suite autour de 10 mg/l (Fig. I.5.3).

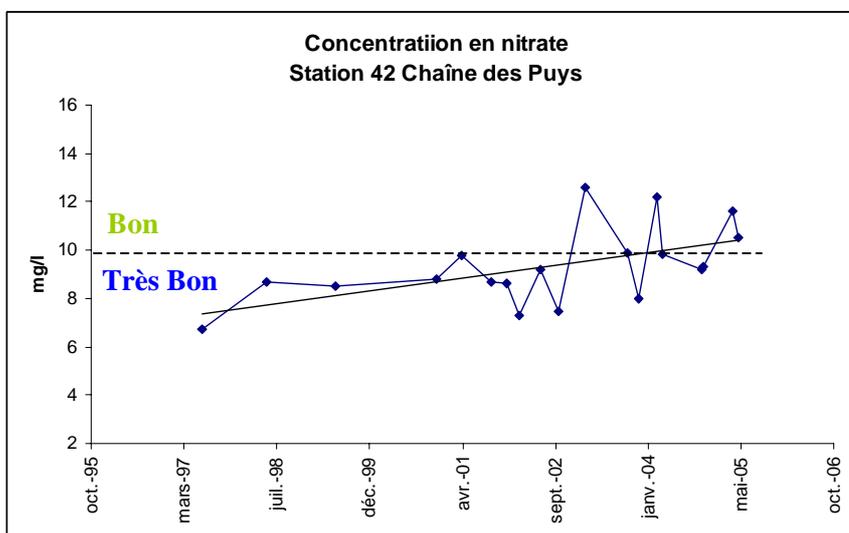


Fig.I.5.3 Evolution des teneurs en nitrates au nord-est de la Chaîne des Puys dans le bassin versant de Volvic (station 42. source DDASS et AELB)

Les aquifères sédimentaires

Les résultats de 11 stations qualité sont figurés sur la carte 12. 5 couvrent les aquifères de la Limagne sud et 6 sont situées en Limagne nord.

La qualité des eaux souterraines de la Limagne varie de moyenne à très bonne. Peu de différence est observée entre l'amont et l'aval (Limagne sud et Limagne nord). Seule, la station n°4 située dans les sables du Bourbonnais à Aurouer (station AELB) présente une qualité médiocre à très mauvaise (nitrate >50 mg/l). Pour chaque point d'analyse pris individuellement, la qualité quelle soit bonne ou mauvaise, ne semble pas évoluée au cours du temps.

Les aquifères de socle

Les stations de surveillance, au nombre de 5, sont peu nombreuses. Quatre sont situées dans le Massif du Livradois. La dernière station est implantée dans le Massif de la Madeleine, mais celle-ci n'est plus suivie depuis 2001. Bien que nous ayons peu de

stations renseignées, les concentrations en nitrates sur les massifs granitiques du Livradois et de la Madeleine apparaissent durablement faibles (qualité moyenne à très bonne).

1.5.4.2 Altération Matières azotées hors nitrate (cartes 13)

Cette altération est bâtie sur les concentrations en ammonium (NH₄⁺), l'azote Kjeldahl (cumul de l'azote organique et de l'azote ammoniacal) et les nitrites (NO₂⁻).

➔ Origines possibles

Les matières azotées hors nitrate proviennent du milieu superficiel et ont pour origine possible :

- des rejets urbains et industriels,
- des effluents d'élevage et des organismes vivants.

➔ Impacts

Les nitrites et l'ammonium lorsqu'ils sont couplés avec des pH basiques (>7) peuvent être toxiques pour la faune ou l'homme.

Paramètres	Unités	Bleu	Vert	Jaune	Orange	Rouge
Indice de qualité		80	60	40	20	
Ammonium	mg/l NH ₄	0.05	0.3	0.5	4	
Nitrites	mg/l NO ₂	0.05	0.07	0.1	0.7	

Fig.I.5.4 Classes et indices de qualité pour l'altération Matières azotées hors nitrate. Les deux paramètres sont « impératifs » (Agences de l'Eau, 2003)

La nappe alluviale de l'Allier

Les résultats de 16 stations sont figurés sur la carte 13. 4 sont localisées dans la partie sud de la nappe et 12 dans la partie nord. L'ensemble de ces stations est influencé par les apports des eaux de l'Allier induits par les pompages pour l'AEP. On n'observe aucune évolution amont aval de la qualité des eaux de la nappe alluviale. A l'exception des stations 1 et 25, la qualité est durablement bonne à très bonne sur l'ensemble de la nappe alluviale.

Sur la station 1, située à l'extrême nord du périmètre (commune de Saincaize-Mauce), la qualité tend à s'améliorer ces dernières années (passage d'une qualité moyenne à bonne).

Sur la station 25 située sur la commune de la Ferté-Hauterive, la qualité se dégrade brutalement à partir de 2001 (passage du très bon à médiocre). Le paramètre déclassant est l'Ammonium (NH₄) qui passe d'une concentration inférieure à 0,3 mg/l avant 2002 à des valeurs autour de 1 mg/l à partir de 2003 (Fig.I.5.5).

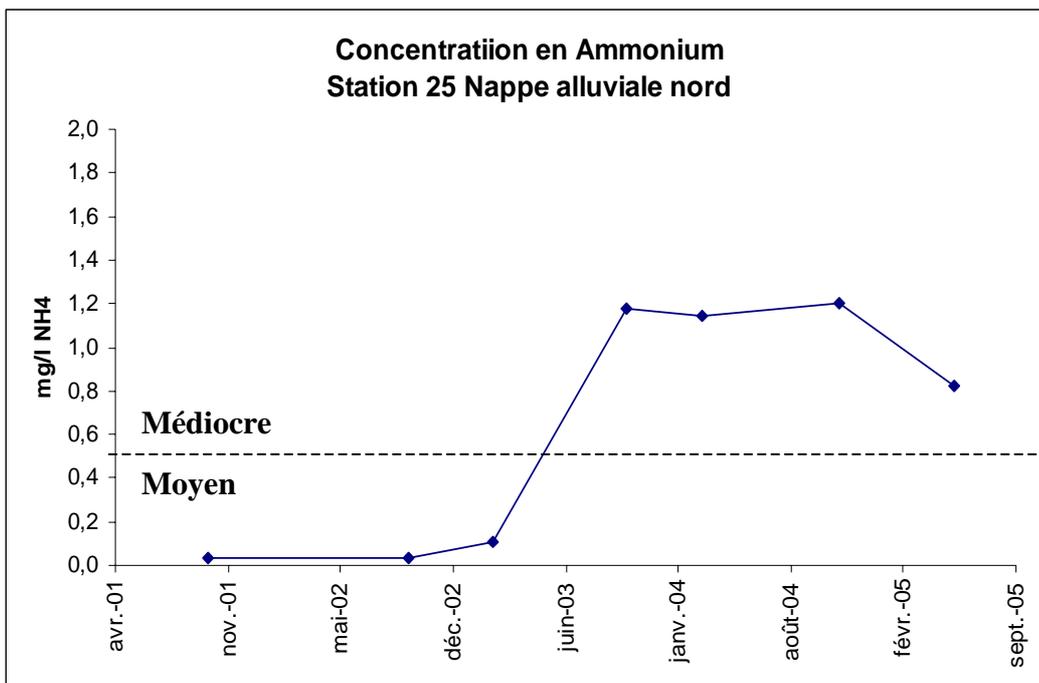


Fig. I.5.5 Evolution des teneurs en Ammonium dans la nappe alluviale de l'Allier en aval de la confluence avec la Sioule (station 25, source AELB)

Les aquifères volcaniques

Les résultats de 10 stations figurent sur la carte 13. 4 concernent la Chaîne des Puys et 6 concernent le système aquifère Monts Dore – Cézallier. Que ce soit sur la Chaîne des Puys ou le système Monts Dore – Cézallier, la qualité apparaît durablement bonne à très bonne. Aucune tendance évolutive n'est à souligner.

Les aquifères sédimentaires

Les résultats de 6 stations figurent sur la carte 13. 4 couvrent les aquifères de la Limagne sud et 3 sont situées dans la Limagne nord. La qualité relevée sur l'ensemble de ces stations est durablement bonne à très bonne.

Les aquifères de socle

Les stations d'analyse sont au nombre de 2 (Massif du Livradois et Massif de la Madeleine). Sur le peu d'années renseignées, les résultats d'analyses sont bons à très bons.

1.5.4.3 Altération Pesticides (carte 14)

Les pesticides regroupent diverses familles de produits d'origine synthétique et naturelle. Certaines molécules rentrant dans ce cadre sont identifiées comme substances dangereuses prioritaires par Décision n° 2455/2001/CE du Parlement Européen et du Conseil établissant la liste des substances dangereuses prioritaires dans le domaine de l'eau : Annexe 10 de la Directive Cadre sur l'Eau (2000/60/CE).

➤ Origine

Ces produits sont utilisés dans de nombreux secteurs : agriculture, collectivités (espaces verts, voirie...), infrastructures de transport (routière et ferroviaire) et particuliers. Les pesticides proviennent du milieu superficiel qui peut être contaminé soit par pollution ponctuelle (débordement de cuve, mauvaise gestion des fonds de cuves,...) soit de manière diffuse (ruissellement, persistance dans le milieu...).

➤ Impacts

La présence de pesticides dans les cours d'eau est de nature à compromettre la potentialité de l'eau à héberger des populations animales ou végétales diversifiées, et peut se traduire par des pertes d'usages en matière de production d'eau potable.

Nom	Famille	Usage dominant et/ou remarques
Glyphosate	Amino-phosphonates	Dés herbant total utilisé par les particuliers, les collectivités, pour l'entretien des infrastructures de transports et ponctuellement en agriculture. Le 8 octobre 2004, un avis portant sur la rationalisation de l'utilisation du glyphosate (dans le domaine agricole) a été publié au J.O. (restrictions d'utilisation, révision de certaines doses d'épandages).
AMPA		L'acide Aminométhylphosphonique (AMPA) est un des produits de dégradation (métabolite) du Glyphosate. Sa persistance dans le milieu est plus importante que celle de la molécule mère.
Diuron*	Urées substituées	Dés herbant total à usage agricole et non agricole. Des restrictions d'utilisation existent depuis juillet 1997 et depuis le 30 juin 2003, son utilisation est interdite en préparation seul .
Isoproturon*		Dés herbant des céréales.
Atrazine*	Triazines	Dés herbant du maïs. Grande persistance dans le milieu. Utilisation interdite depuis le 30 septembre 2003.
Atrazine DE		Le Désethyl Atrazine (Atrazine DE) est un des produits de dégradation (métabolite) de l'Atrazine.

Tab.I.5.3 Principales molécules détectées

*Ces molécules ont été identifiées comme substances dangereuses prioritaires (Annexe 10 de la Directive Cadre sur l'Eau (2000/60/CE)).

Paramètres	Unités	Bleu	Vert	Jaune	Orange	Rouge
Indice de qualité		80	60	40	20	
Atrazine	µg/l	0.01	0.05	0.1	2	
Atrazine--déséthyl	µg/l	0.01	0.05	0.1	2	
Diuron	µg/l	0.01	0.05	0.1	2	
Isoproturon	µg/l	0.01	0.05	0.1	2	
Lindane	µg/l	0.01	0.05	0.1	2	
Simazine	µg/l	0.01	0.05	0.1	2	
Terbutylazine	µg/l	0.01	0.05	0.1	2	
Aldrine	µg/l	0.001	0.005	0.03	2	
Déséthyl simazine	µg/l	0.01	0.05	0.1	2	
Dieldrine	µg/l	0.001	0.005	0.03	2	
Heptachlore	µg/l	0.001	0.005	0.03	2	
Heptachlore-époxyde	µg/l	0.001	0.005	0.03	2	
Total Parathion (1)	µg/l	0.01	0.05	0.1	2	
Pesticide (autre) par substance identifiée (2)	µg/l	0.01	0.05	0.1	2	
Pesticides (somme) (3)	µg/l	0.01	0.05	0.5	5	

(1) Total Parathion = somme des concentrations en parathion éthyl et parathion méthyl.

(2) A titre de référence : liste des pesticides à rechercher préférentiellement dans les eaux souterraines d'après le protocole pour la mise en place du réseau national de connaissance des eaux souterraines :

Pesticides		Environnement	
		Rural	Urbain
Organochlorés	lindane, métolachlore, métazachlore.	x	
Triazines	atrazine, simazine, déséthylatrazine, déséthylsimazine, terbutylazine.	x	x
Urées substituées	diuron, isoproturon, chlortoluron.	x	x

(3) Pesticides (somme) = somme de tous les pesticides individualisés, détectés et quantifiés.

Fig.I.5.6 Classes et indices de qualité pour l'altération Pesticide (Agences de l'Eau, 2003).

Avertissement concernant le traitement SEQ Eaux Souterraines

Les molécules de la famille des Amino-phosphonates tels que le **Glyphosate** et son principal métabolite l'**AMPA** ne sont pas prises en compte dans les paramètres du traitement SEQ Eaux souterraines.

Les seuils de concentration au passage de la qualité bonne à moyenne (indice 60 à 40) sont souvent inférieurs ou égal au seuil de détection des molécules par les appareils de mesures. Dans ce cas de figure, la qualité est par défaut classée « bonne ». Par exemple, si une molécule comme l'Atrazine n'est pas détectée par un appareil possédant un seuil de détection à 0,05 µg/l, la concentration de la molécule est comprise entre 0 et 0,05 µg/l. Par défaut le classement qualité de SEQ Eaux souterraines sera « bon » et non « très bon ».

Avertissement concernant le nombre de molécules recherchées par réseau

La DDASS recherche de 8 à 70 molécules par analyse (le nombre diffère suivant les stations),

L'AELB recherche 121 molécules par analyse depuis 2005 (28 en 2004), Phyt'Eauvergne recherche 298 molécules par station.

Les molécules comme le Glyphosate et l'AMPA, ne sont recherchées que depuis 2005 par l'AELB et depuis 2004 par les DDASS.

La nappe alluviale de l'Allier⁹

Les résultats de 14 stations sont présentés sur la carte 14. 4 sont localisées dans la partie sud de la nappe et 10 sont situées dans la partie nord.

Entre 1998 et 2005, 57 molécules ont été détectées sur l'ensemble de la nappe alluviale. 42 molécules ont été détectées dans la moitié nord de la nappe (Fig.I.5.7) et 15 dans la moitié sud (Fig.I.5.8). La famille de molécules la plus détectée est celle des triazines. Les molécules telles que le Glyphosate ou son métabolite l'AMPA n'ont été détectées qu'une seule fois en 2003 sur la commune de Marcenat (station P7, Alluvions de l'Allier nord).

Les concentrations en pesticides sont faibles dans la moitié sud des alluvions de l'Allier (station P1, P3 et P4). Dans ce secteur de la nappe, situé autour de Pont-du-Château, l'eau est qualifiée de très bonne pour l'année 2004 (traitement SEQ Eaux souterraines, Phyt'Eauvergne).

Dans la moitié nord de la nappe, les concentrations en résidus phytosanitaires peuvent être importantes et sont responsables de la qualification médiocre attribuée certaines années sur les stations P8, P9 et 25. Cette mauvaise qualité est systématiquement liée aux teneurs élevées en Atrazine et son produit de dégradation (Atrazine-DE). Bien que l'on observe une diminution probante de ces produits sur la station 25 (Fig.I.5.10), ce n'est pas le cas sur les stations P8 et P9 où les concentrations en Atrazine-DE restent importantes en 2005 ($\approx 0,10 \mu\text{g/l}$, Fig.I.5.9 et I.5.11).

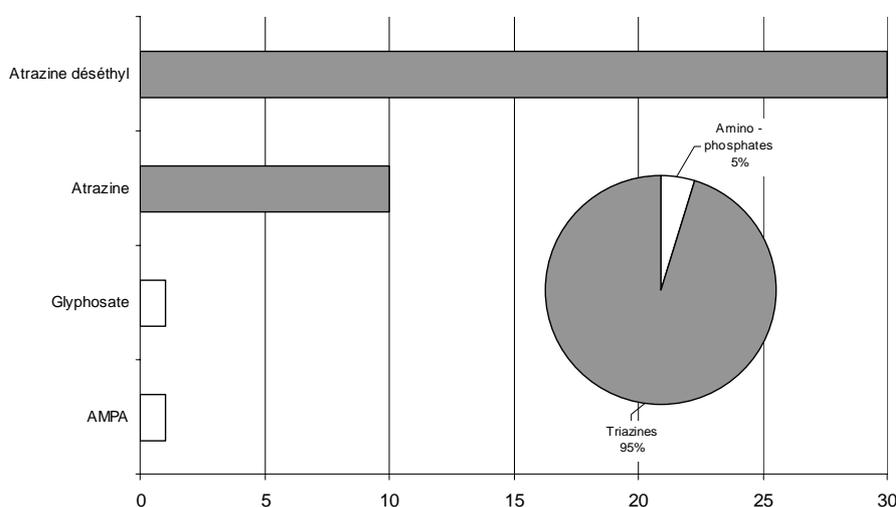


Fig.I.5.7 Alluvions de l'Allier nord : nombre de détection par molécule entre 1998 et 2005 sur 870 recherches

⁹ Nous rappelons que l'ensemble de ces stations est influencé par les apports des eaux de l'Allier induits par les pompes pour l'AEP.

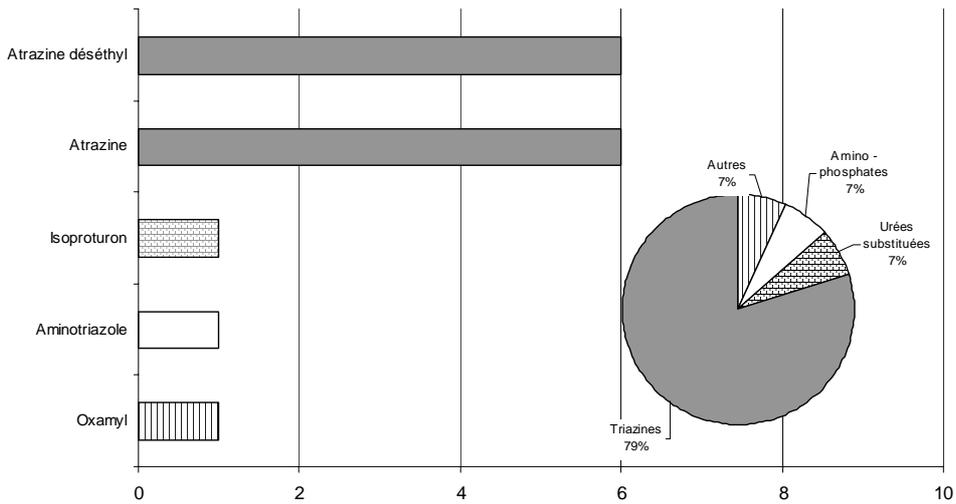


Fig.I.5.8 Alluvions de l'Allier sud : nombre de détection par molécule entre 1998 et 2005 sur 191 recherches

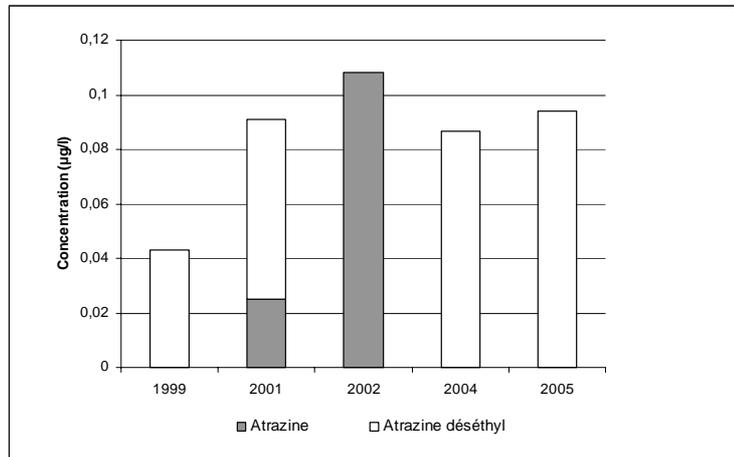


Fig.I.5.9 Concentration des molécules détectées sur la station P8 à St Rémy-en-Rollat (secteur nord des alluvions de l'Allier)

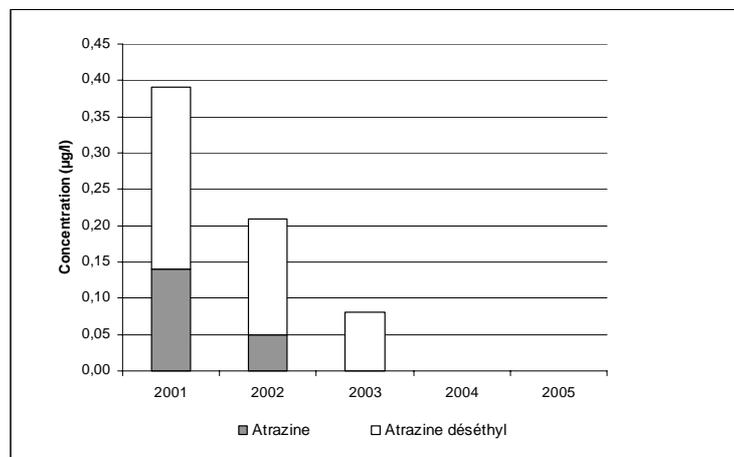


Fig.I.5.10 Concentration des molécules détectées sur la station 25 à la Ferté-Hauterive (secteur nord des alluvions de l'Allier)

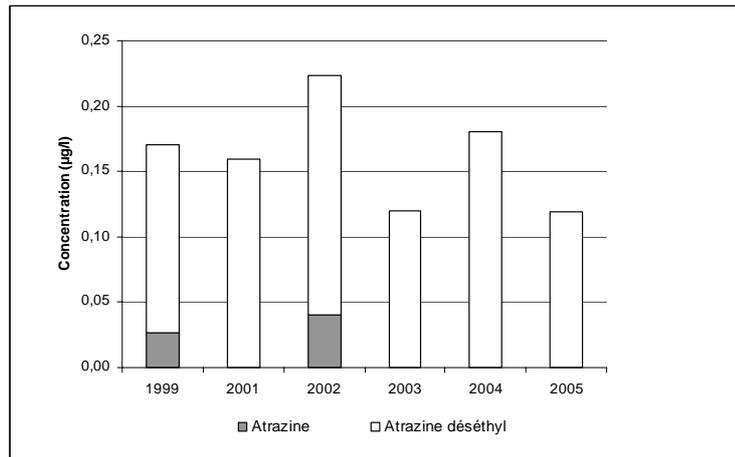


Fig.I.5.11 Concentration des molécules détectées sur la station P9 à Toulon-sur-Allier (secteur nord des alluvions de

Les aquifères volcaniques

Seule une station est renseignée au niveau de la commune de Saint-Ours. Les concentrations des molécules recherchées se situent en dessous des seuils de détection. Par conséquent, la qualité de l'eau peut être qualifiée de bonne à très bonne.

Les aquifères sédimentaires

Les résultats de 10 stations figurent sur la carte 14. 8 couvrent les aquifères de la Limagne nord et 2 sont situées la Limagne sud. Près de 90% des molécules détectées appartiennent à la famille des triazines (Fig.I.5.12). Aucune molécule de la famille des amino-phosphonates n'est détectée. La quasi totalité des molécules a été détectée sur les deux stations de la Limagne nord, dans les sables et argiles du Bourbonnais (point 4 et 7).

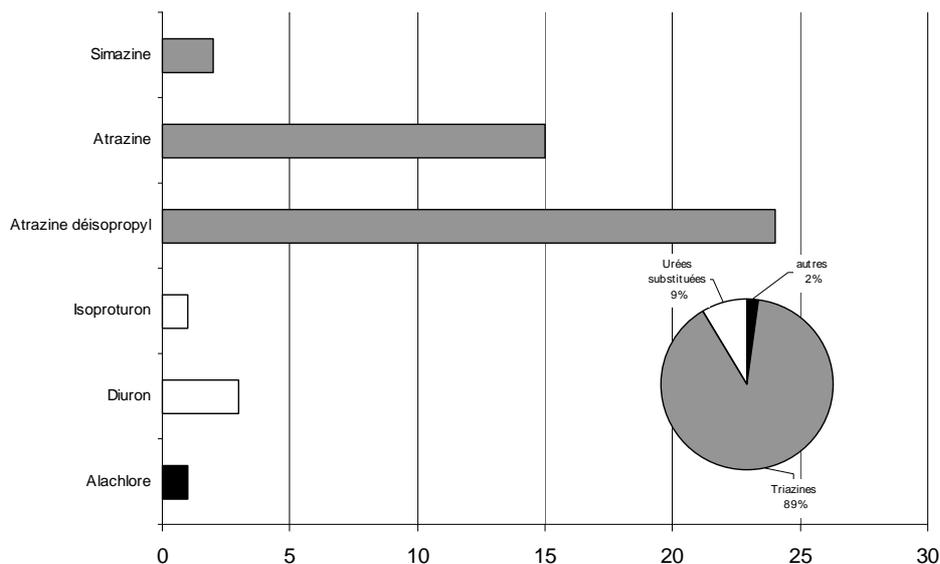


Fig.I.5.12 Nombre de molécules détectées entre 1998 et 2005 sur les aquifères sédimentaires sur 1457 recherches

Les concentrations de produits phytosanitaires des stations 37 et 39 de la Limagne sud sont inférieures au seuil de détection. Par conséquent, la qualité de l'eau à ces deux stations peut être considérée de bonne à très bonne selon la classification SEQ Eaux souterraines.

Sur les stations 4 et 7 situées dans les sables et argiles du Bourbonnais, on observe de fortes concentrations des molécules de la famille des triazines.

- Sur la station 4 implantée sur la commune d'Aurouer, le traitement SEQ Eaux souterraines qualifie la qualité de l'eau durablement médiocre depuis 2001. Le paramètre déclassant est l'Atrazine dont les concentrations sont supérieures à 0,1 µg/l de 2001 à 2005. Cependant, l'évolution des concentrations montre une décroissance constante depuis 2001 (Fig.I.5.13).

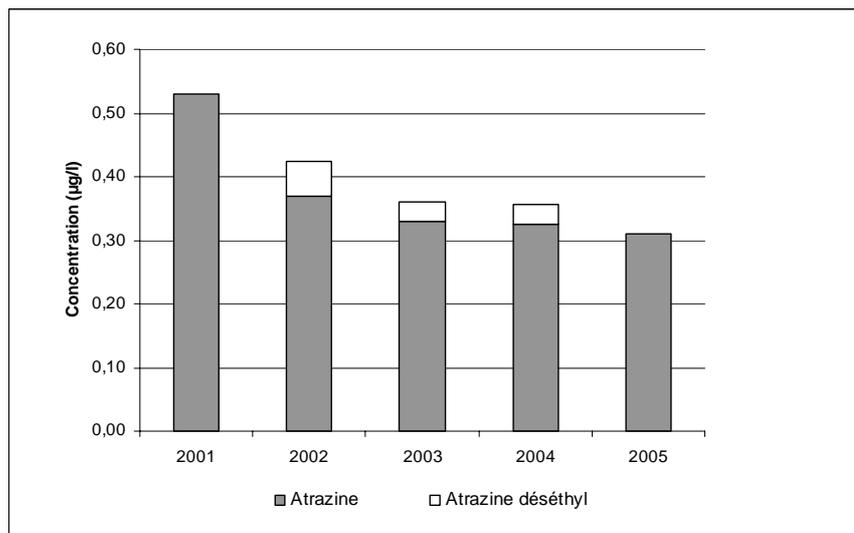


Fig.I.5.13 Evolution des concentrations des molécules détectées sur la station 4 à Aurouer (secteur nord des aquifères sédimentaires)

- Sur la station 7 située sur la commune de Neuilly-le-Real, ce sont les molécules d'Atrazine et d'Atrazine DE qui sont responsable de la qualité médiocre qualifiée par le SEQ Eaux souterraines. La figure I.5.14 indique que leurs concentrations tendent à augmenter depuis 2003.

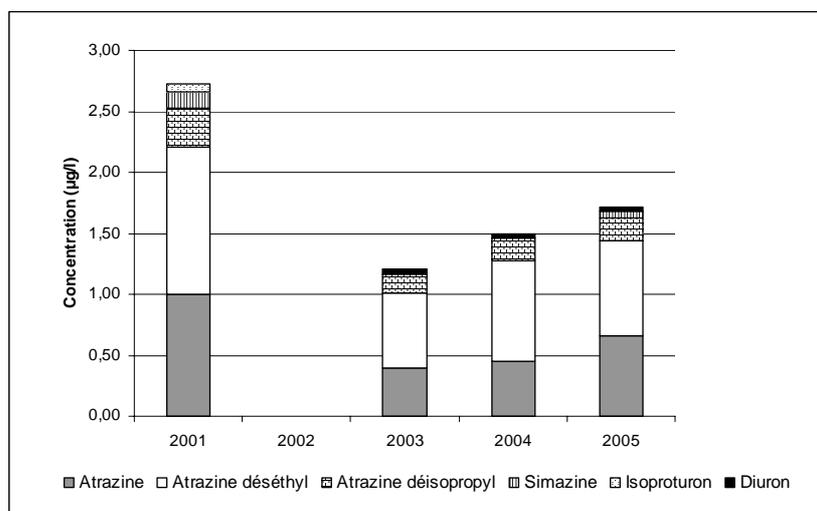


Fig.I.5.14 Evolution des concentrations des molécules détectées sur la station 7 à Neuilly-le-Real (secteur nord des aquifères sédimentaires)

Les aquifères de socle

Seule une station est renseignée au niveau de la commune de Saint-Eloy-la-Glacière. Les concentrations des molécules recherchées se situent en dessous des seuils de détection. Par conséquent, la qualité de l'eau peut être qualifiée de bonne à très bonne.

1.5.4.4 Altération Micro-organismes (carte 15)

Cette altération prend en compte les coliformes thermotolérants, les coliformes fécaux, les streptocoques fécaux ou entérocoques.

➤ Origines

Ces micro-organismes ont pour origine les effluents domestiques, agricoles et industriels. Ils peuvent également provenir de l'infiltration des eaux de ruissellement des terres agricoles.

➤ Impacts

De part le surcoût (traitements nécessaires en cas de production d'eau potable, restrictions sur les usages de loisirs) que leur présence engendre, les micro-organismes gênent directement la production d'eau potable mais également d'autres usages tel que l'irrigation, les loisirs et sports aquatiques.

En effet, en cas d'ingestion directe, l'homme peut développer des pathologies allant du trouble digestif à l'intoxication. Cette altération ne concerne pas directement les potentialités biologiques du milieu.

Paramètres	Unités	Bleu	Vert	Jaune	Orange	Rouge
Indice de qualité		80	60	40	20	
<i>Escherichia Coli</i>	N/100 ml	0	10	20	20000	
Entérocoques ou Streptocoques fécaux	N/100 ml	0	10	20	10000	
Coliformes totaux	N/100 ml	0	25	50	50000	

La classe bleu traduit l'absence de micro-organismes par 100 ml d'eau.

Fig.I.5.15 Classes et indices de qualité pour l'altération Micro-organismes (Agences de l'Eau, 2003).

La nappe alluviale de l'Allier¹⁰

Les résultats de 13 stations de surveillance sont présentés sur la carte 15. 4 sont localisées dans la partie sud de la nappe et 9 dans la partie nord. Globalement, l'eau est jugée bonne à très bonne sur ces deux dernières années.

¹⁰ Nous rappelons que l'ensemble de ces stations est influencé par les apports des eaux de l'Allier induits par les pompages pour l'AEP.

La qualité médiocre observée en 2005 sur la **station 2** située sur la commune de Le Veudre est liée à de fortes concentrations en Escherichia Coli et Streptocoques fécaux.

Les aquifères volcaniques

Les résultats de 12 stations sont présentés sur la carte 15. 5 couvrent la Chaîne des Puys et 6 sont situées dans le système aquifère Mont Dore – Cézallier. L'eau est qualifiée de bonne à très bonne ces dernières années vis à vis de cette altération.

Les aquifères sédimentaires

Les résultats de 3 stations figurent sur la carte 15. 1 couvre les aquifères de la Limagne nord et 2 sont situées en Limagne sud. La qualité de l'eau est jugée de bonne à très bonne ces dernières années.

Les aquifères de socle

Les stations de surveillance sont au nombre de 4. 3 sont implantées dans le massif du Livradois et 1 se situe dans le massif de la Madeleine. Le peu d'années renseignées sur ces deux stations, montre des résultats bons à très bons pour cette altération.

1.5.4.5 Altération Micropolluants Minéraux (carte 16)

Les micropolluants minéraux pris en compte sont aussi bien des métaux que des métalloïdes. On retrouve dans cette catégorie de polluants l'arsenic, le cadmium, le mercure, le chrome total, le plomb, le zinc, le cuivre, le nickel, le sélénium, le baryum et les cyanures.

➔ Origines possibles

Les micropolluants minéraux peuvent provenir du milieu superficiel (pollution anthropique) mais également des formations géologiques (origine naturel). C'est le cas par exemple de l'arsenic qui est présent dans la composition chimique des roches granitiques.

➔ Impacts

Cette altération induit des impacts sur les potentialités biologiques et les usages tels que la production d'eau potable, l'irrigation et l'abreuvement.

Paramètres	Unités	Bleu	Vert	Jaune	Orange	Rouge
Indice de qualité		80	60	40	20	
Arsenic	µg/l	5	7.5	10	100	
Baryum	µg/l	100	300	500	700	
Bore	µg/l	50	350	700	1000	
Cadmium	µg/l	1	2.5	3.5	5	
Chrome total	µg/l	25	30	40	50	
Cuivre	µg/l	100	150	200	4000	
Cyanures	µg/l	5	25	40	50	
Mercure	µg/l	0.5	0.65	0.8	1	
Nickel	µg/l	10	15	20	40	
Plomb	µg/l	5	7.5	10	50	
Sélénium	µg/l	5	6.5	8.5	10	
Zinc	µg/l	100	1700	3400	5000	
Aluminium	µg/l	50	125	200	(1)	
Antimoine	µg/l	2	3.5	5	10	
Argent	µg/l	5	7.5	10	200	

Fig.I.5.16 : Classes et indices de qualité pour l'altération Micropolluants Minéraux. Au moins quatre paramètres « impératif » (en gras) doivent être pris en compte pour qualifier l'altération (Agences de l'Eau, 2003)

(1) le plus mauvais indice de qualité pour ce paramètre est 20

Chacun des paramètres « impératifs » et « optionnels » indiqués dans la figure I.5.16 a été détecté au moins une fois sur les 90 stations de surveillance étudiées sur le périmètre.

Complément au traitement SEQ Eaux souterraines : les concentrations en Arsenic

La présence de fortes teneurs en arsenic dans les eaux brutes destinées à l'AEP engendre des coûts de traitements importants. Cet élément chimique peut être naturellement présent en forte concentration dans les aquifères de type granitique. Sur le périmètre du SAGE, les aquifères de socle sont constitués de granite et granitoïdes. De plus, une partie des eaux des aquifères volcaniques peut être en contact avec le socle de type granitoïde.

Le traitement SEQ Eaux souterraine prend en compte un grand nombre de paramètres pour qualifier l'altération Micropolluants Minéraux. Si l'on désire étudier l'élément arsenic seul, cette méthode se révèle inadaptée. C'est pourquoi, une partie dédiée à l'analyse des concentrations en arsenic a été réalisée sur les aquifères de socle et les aquifères volcaniques. Pour cette analyse, nous avons pris en compte toutes les mesures de concentrations en arsenic réalisées depuis 1996 sur l'ensemble des stations de la banque ADES.

En considérant l'arsenic comme un composant naturel des aquifères volcaniques et granitiques, la moyenne des concentrations mesurées exprime le degré de « pollution naturelle » lié à l'arsenic.

La nappe alluviale de l'Allier

Les résultats de 13 stations figurent sur la carte 16. 11 sont localisées dans la partie nord de la nappe et 2 sont situées dans la partie sud¹¹. Globalement, la qualité des eaux est durablement bonne à très bonne. Il n'y a cependant pas assez de stations dans la partie sud (2) pour mettre en évidence une évolution de la qualité de l'amont vers l'aval.

Ponctuellement, la qualité est médiocre ou mauvaise :

- ✓ En 2000, la qualité est mauvaise aux alentours de Moulins (station 20). Le paramètre déclassant est le plomb, dont la concentration mesurée est de 150 µg/l. Cette pollution semble ponctuelle puisque les teneurs en plomb ne sont plus que de 5 µg/l en 2002 (qualité très bonne). Sur les stations 6 et 21 qui sont situées à proximité les teneurs en plomb sont normales sur l'ensemble des années pris en compte,
- ✓ Les qualités médiocres mesurées sur la station 6 aux alentours de Moulins, sont liées à des concentrations élevées en arsenic (≈20 µg/l). Les bons résultats obtenus au cours des années 1996, 2000 et 2002 ne sont pas représentatifs puisque l'arsenic n'a pas été analysé. Bien que l'année 2005 ne soit pas qualifiée (nombre de paramètres impératifs insuffisants), la concentration en arsenic a été mesurée et reste élevée, autour de 20 µg/l. Cette pollution à l'arsenic apparaît durable sur ces 10 dernières années.

Les aquifères volcaniques

- Traitement SEQ Eaux souterraines

Les résultats de 8 stations sont présentés sur la carte 16. 5 couvrent la Chaîne des Puys et 3 sont situées dans le système aquifère Mont Dore – Cézallier.

La qualité du Mont Dore - Cézallier est globalement bonne sur ces dix dernières années. Les qualifications de bonne et médiocre, observées sur la station 52 (commune de Chambon-sur-Lac) sont liées à des teneurs élevées en plomb (respectivement 6 et 15 µg/l). Cette pollution n'est pas durable dans le temps. Cependant le plomb n'a pas été dosé les années 2004 et 2005.

Concernant la Chaîne des Puys, la qualité des eaux est variable et l'on peut faire une distinction entre la partie sud et la partie nord de la chaîne.

- ✓ La moitié sud de la Chaîne des Puys (station 48, 46, 58) : sur les stations 46 (commune de Ceysnat) et 58 (commune d'Orcines), la qualité est très bonne au cours des 10 dernières années. La qualification médiocre observée en 1996 sur la station 48 (commune d'Aydat) est liée à de fortes concentrations en plomb (>10 µg/l). Cette pollution est ponctuelle puisque les teneurs en plomb redeviennent normales par la suite.

¹¹ Nous rappelons que l'ensemble de ces stations est influencé par les apports des eaux de l'Allier induits par les pompages pour l'AEP.

- ✓ La moitié nord de la Chaîne des Puys (station 42 et 43) : sur ces deux stations implantées sur les communes de Volvic (point 43) et Saint-Ours (point 42), la qualité est médiocre au cours des dernières années.

A Saint-Ours, les concentrations en arsenic sont trop élevées depuis 2001, année à partir de laquelle ce paramètre est mesuré. En 1997, c'est le cuivre, en excès, (215 µg/l) qui est responsable de la dégradation de la qualité.

A Volvic, les concentrations en arsenic sont également responsables de la qualification médiocre des années 2004 et 2005. Les années précédentes, où l'eau est qualifiée de bonne à très bonne, n'ont pas donné lieu à des analyses d'arsenic. Ainsi, l'évolution des teneurs en arsenic durant les dix dernières années nous échappe totalement.

- Etude spécifique des concentrations en arsenic

Chaîne des Puys

Entre 2001 et 2005, 39 analyses ont donné lieu à un dosage de l'arsenic. Sur 23 d'entre elles les teneurs en arsenic sont inférieures au seuil de quantification (<5 µg/l). Elles ont été considérées comme égales à 0 µg/l dans le calcul de la moyenne (Tab.I.5.4).

La concentration moyenne en arsenic calculée à partir des mesures réalisées dans les eaux souterraines de la Chaîne des Puys est de 8,7 µg/l (qualité moyenne en équivalent SEQ Eaux souterraine).

Monts Dore - Cézallier

Tous les dosages d'arsenic réalisés en 2004 et 2005 sont inférieurs aux seuils de détection de 5 µg/l. Par conséquent, la teneur moyenne en arsenic des eaux souterraines du système Monts Dore – Cézallier est inférieure à 5 µg/l (qualité très bonne en équivalent SEQ Eaux souterraines).

Aquifère	Année	Nombre d'analyse	Moyenne
Chaîne des Puys	2001 à 2005	39 dont 23 en dessous du seuil de détection (<5 µg/l)	8,7 µg/l
Mont Dore - Cézallier	2004 à 2005	20 toutes en dessous du seuil de détection (<5 µg/l)	< 5 µg/l

Tab.I.5.4 Valeurs moyennes des teneurs en arsenic mesurées sur les aquifères volcaniques (source Banque ADES)

Les aquifères sédimentaires

Les résultats de 7 stations qualité sont figurés sur la carte 16. 3 couvrent les aquifères de la Limagne sud et 4 sont situées la Limagne nord.

Les années renseignées sont peu nombreuses et les paramètres déclassant ne sont pas toujours identiques. Nous ne soulignerons ici que les « points noirs » détectés sur certaines stations.

Sur les 3 stations qualité situées en Limagne sud (37, 38 et 39), la dégradation de la qualité est liée à des teneurs élevées en arsenic.

Dans la moitié nord de la Limagne la station 13 située sur la commune d'Isserpent présente des qualités mauvaises et médiocres pour les années 2001 et 2005. En 2001, ce sont les teneurs élevées en mercure (>1 µg/l) qui sont responsables de la mauvaise qualité de l'eau. Cette pollution perdure en 2002, mais disparaît par la suite. En 2005, la qualité médiocre observée sur cette station est liée à une forte teneur en arsenic (50 µg/l). En 2004, bien que le point ne soit pas qualifié pour le SEQ Eaux, les concentrations en arsenic étaient déjà élevées (31 µg/l).

Les aquifères de socle

- Traitement SEQ Eaux souterraines

Les stations de surveillance sont au nombre de 3. 2 sont implantées dans le massif du Livradois et l'autre se situe dans le massif de la Madeleine. Le peu d'années renseignées sur ces deux stations, montre des résultats bons à très bons pour cette altération.

La qualité relevée dans le massif de la Madeleine est durablement très bonne de 1997 à 2001. Cependant, il est important de signaler l'absence de mesure de l'arsenic sur les trois années considérées.

Sur les deux stations implantées dans le massif du Livradois (68 et 69), la qualité est médiocre et mauvaise pour l'année 2005. Dans les deux cas, l'arsenic est le paramètre déclassant (>20 µg/l).

- Etude spécifique des concentrations en arsenic

Entre 1996 et 2005, les concentrations en arsenic des eaux souterraines des aquifères de socle ont été réalisées exclusivement dans le massif granitique du Livradois. 36 analyses ont donné lieu à un dosage de l'arsenic. Sur seulement 3 d'entre elles, les teneurs en arsenic sont inférieures au seuil de quantification (<5 µg/l). Elles ont été considérées comme égales à 0 µg/l dans le calcul de la moyenne (Tab.I.5.5).

La concentration moyenne en arsenic calculée à partir des mesures réalisées dans les eaux souterraines du massif granitique du Livradois est de 27,2 µg/l. Cette concentration moyenne témoigne d'une qualité médiocre au regard du SEQ Eaux souterraines.

Aquifère	Année	Nombre d'analyses	Moyenne
Granite du massif du Livradois	2001 à 2005	36 dont 3 en dessous du seuil de détection (<5 µg/l)	27,2 µg/l

Tab.I.5.5 Valeur moyenne des teneurs en arsenic mesurées sur les aquifères de socle (source Banque ADES)

1.5.4.6 Altération Minéralisation & salinité (carte 17)

Cette altération prend en compte différents paramètres : conductivité, pH, dureté, conductivité, ...

- La **dureté** exprime le caractère corrosif des eaux. Celui-ci dépend essentiellement des teneurs en carbonate de calcium,
- Le **pH** exprime l'acidité des eaux. Un pH est dit basique s'il est supérieur à 7 et acide s'il est inférieur à 7,
- La **conductivité** dépend de la minéralisation des eaux. Plus la conductivité est faible plus l'eau est dite corrosive.

➔ Origines possibles

La minéralisation des nappes peut être d'origine naturelle et dépend de la nature de l'aquifère. Dans les aquifères de type granitique, les transferts ioniques induisent une augmentation de l'acidité des eaux.

➔ Impacts

Cette altération a des impacts sur les usages production d'eau potable, irrigation et abreuvement.

Paramètres			Unités	Bleu	Vert	Jaune	Orange	Rouge
Indice de qualité				80	60	40	20	
Conductivité (1)	μS/cm à 20°C	min	180	120	60	0	(3)	
		max	2500	3000	3500	4000		
Dureté	d°F	min	8	6	4	0	(3)	
		max	40	70	90	125		
pH	unité pH	min	6.5	6.2	5.8	5.5		
		max	8.5	8.8	9.2	9.5		
Résidu sec (1)	mg/l à 180 °C	min	140	90	45	0	(3)	
		max	2000	2300	2700	3000		
Chlorures (2)	mg/l		25	75	125	200		
Sulfates (2)	mg/l		25	100	175	250		
Calcium	mg/l	min	32	22	12	0	(3)	
		max	160	230	300	500		
Fluorures	mg/l		>=0.7 et <=1.5	<0.7 ou >1.5 et <=4.5	>4.5 et <=7 (4)	>7 et <=10	>10	
Magnésium	mg/l		30	40	50	400		
Potassium	mg/l		10	11	12	70		
Sodium	mg/l		20	80	140	200		
TAC	d°F	min	8	5	3	0	(3)	
		max	40	58	75	100		

(1) au moins l'un des deux paramètres doit être pris en compte pour qualifier l'altération

(2) au moins l'un des deux paramètres doit être pris en compte pour qualifier l'altération

(3) le plus mauvais indice de qualité pour ce paramètre et pour les valeurs basses est 20

(4) le plus mauvais indice de qualité pour ce paramètre et pour les valeurs basses est 60

min : lecture des seuils par valeurs décroissantes

max : lecture des seuils par valeurs croissantes

Fig.I.5.18 Classes et indices de qualité pour l'altération Minéralisation & salinité (Agences de l'Eau, 2003).

La nappe alluviale de l'Allier¹²

Les résultats de 13 stations de surveillance sont présentés sur la carte 17. 6 sont localisées dans la partie sud de la nappe et 7 dans la partie nord. Globalement, les eaux de la nappe alluviale de l'Allier amont apparaissent de moins bonne qualité qu'à l'aval.

Dans la partie amont de la nappe (sud), les eaux apparaissent très corrosives et présentent une dureté souvent inférieure à 6 °F (eau douce). Les pH sont généralement acides (~6,8) mais restent dans des gammes de qualité bonne à très bonne pour la qualification SEQ.

Les eaux de la nappe alluviale aval (nord) sont généralement bonnes sur les dernières années.

Une station se caractérise par une mauvaise qualité en 2005, la station 25 située sur la commune de la Ferté-Hauterive (Fig.I.5.18). Cette caractérisation est liée à une forte concentration en sodium. Bien que les années précédentes ne soient pas qualifiées par le SEQ, ces fortes concentrations sont observées depuis la fin de l'année 2003.

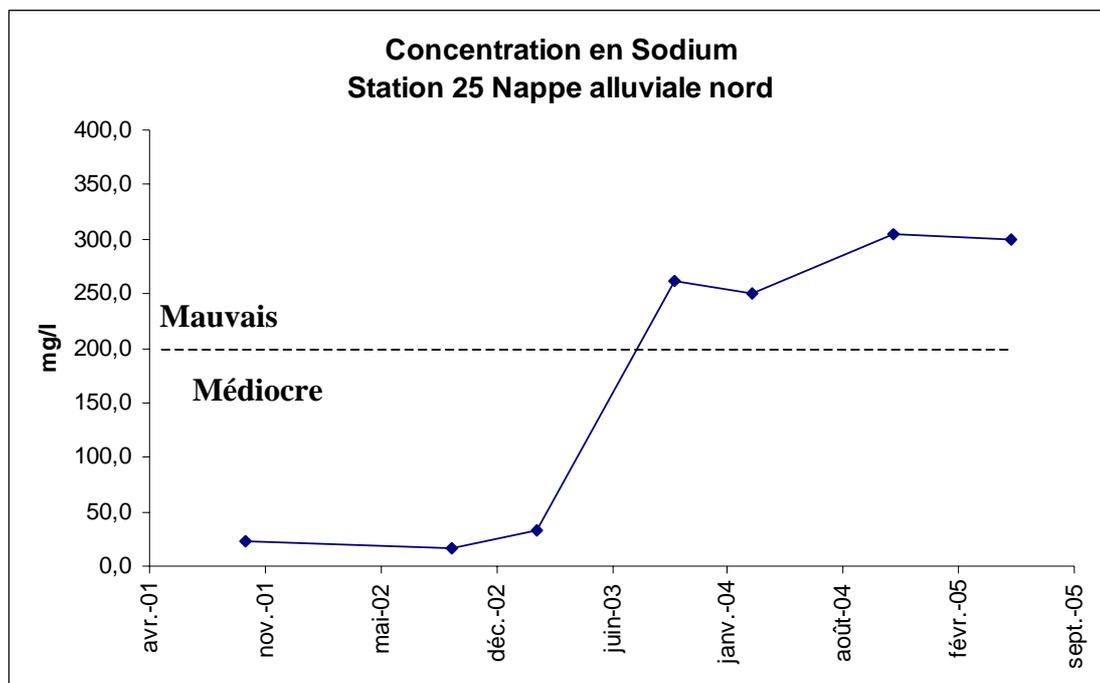


Fig.I.5.18 Evolution des teneurs en Sodium dans la nappe alluviale de l'Allier en aval de la confluence avec la Sioule (station 25, source AELB)

Les aquifères volcaniques

Les résultats de 11 stations qualité sont figurés sur la carte 17. 4 couvrent la Chaîne des Puys et 7 sont situées dans le système aquifère Mont Dore - cézallier.

¹² Nous rappelons que l'ensemble de ces stations est influencé par les apports des eaux de l'Allier induits par les pompages pour l'AEP.

La quasi-totalité des analyses montre une qualité moyenne à mauvaise pour cette altération.

Dans la Chaîne des Puys, le paramètre déclassant est systématiquement le Calcium dont les concentrations sont en moyenne supérieures à 22 mg/l. L'eau est relativement douce (dureté < 9 °F) et légèrement acide (6,7 en moyenne).

Plus au sud dans le système aquifère Mont Dore - Cézallier, les concentrations en Calcium restent élevées et on observe également une diminution de la dureté (<5,3 °F) et de la minéralisation (conductivité < 120 µS/cm).

Au regard des valeurs de dureté, de conductivité et de pH, les eaux des aquifères volcaniques apparaissent agressives et corrosives vis à vis des canalisations métalliques.

Les aquifères sédimentaires

Les résultats de 4 stations qualité sont figurés sur la carte 17. 2 couvrent les aquifères de la Limagne nord et 2 sont situées en Limagne sud.

La qualité des eaux des aquifères sédimentaires apparaît globalement bonne. La qualité médiocre observée en 2005, au niveau de Isserpent est liée à de faibles concentrations en Calcium (< 12 mg/l).

Les aquifères de socle

Seuls les résultats d'une station sont figurés sur la carte 17. Cette station, située dans le massif du Livradois (commune d'Echandelys), présente une qualité médiocre en 2005. La faible minéralisation (conductivité < 60 µS/cm) est responsable de cette qualification.

Le tableau I.5.6 indique les valeurs moyennes de pH, dureté et conductivité de l'ensemble des analyses réalisées sur les eaux des aquifères de socle depuis 2005.

Ces valeurs moyennes témoignent d'une acidité importante des eaux issues des aquifères de socle du massif du Livradois et de la Madeleine. Associées à de faibles valeurs de conductivité et de dureté, les eaux des aquifères volcaniques apparaissent agressives et corrosives vis à vis des canalisations métalliques.

	Aquifère	Année	Nombre d'analyses	Moyenne
pH	Granite du massif du Livradois	1996 à 2005	15	5,8
	Granite du massif de la Madeleine	1997 à 2001	3	6,1
Dureté	Granite du massif du Livradois	1996 à 2005	16	1,4 °F
	Granite du massif de la Madeleine	1996 à 2005	Aucune analyse	Aucune analyse
Conductivité	Granite du massif du Livradois	1998 à 2005	17	57,1 µS/cm
	Granite du massif de la Madeleine	1999 et 2001	2	46,0 µS/cm

Tab.I.5.6 Valeurs moyennes de pH, dureté et conductivités mesurées sur les aquifères de socle (source Banque ADES)

I.5.5 SYNTHÈSE DES PRINCIPAUX RÉSULTATS

I.5.5.1 La nappe alluviale de l'Allier

L'essentiel des stations de la nappe alluviale de l'Allier correspond à des points de captage pour l'AEP. Ces captages sont alimentés (partiellement ou parfois en quasi totalité) par les eaux de la rivière qui traversent les alluvions sous l'influence de l'appel du pompage.

Par conséquent, la qualité de l'eau mesurée sur ces stations AEP n'est pas uniquement représentative des eaux de la nappe mais dépend également des apports par les eaux de l'Allier.

La comparaison de la qualité des eaux entre des stations « influencées » et « non influencées » par les prélèvements AEP a pu être réalisée pour le paramètre nitrate. Les résultats sont très différents selon que l'on considère l'une ou l'autre des stations. C'est en particulier vrai dans la partie sud de la nappe (amont), où la qualité est jugée médiocre sur les stations « non influencées » tandis qu'elle est durablement très bonne sur les stations « influencées ».

Par conséquent, il apparaît que la qualité de l'eau de la nappe alluviale de l'Allier ne peut être qualifiée qu'à partir de stations d'analyses situées en dehors de la zone d'influence des captages d'AEP (station DIREN par exemple).

Ces stations ne sont qu'au nombre de 6, et seul le paramètre nitrate est suivi par la DIREN Auvergne dans le cadre de la mise en place de la « directive nitrate ».

Bien que l'ensemble des autres paramètres ait été analysé sur des stations qualité « influencées » par les captages AEP, les points suivants peuvent être soulignés :

- Ponctuellement, des pollutions au plomb et au mercure ont été observées certaines années (Carte 16). Ces pollutions semblent d'origine anthropique,
- La quasi totalité des pesticides détectés appartient à la famille des triazines, désherbant du maïs interdit depuis 2003 (Carte 14). Les concentrations en pesticides observées dans la partie nord de la nappe (aval) sont plus importantes que celle mesurées dans la partie sud de la nappe (amont),
- Les eaux de la nappe alluviale de l'Allier sud (amont) sont plus agressives, plus corrosives, que celles de la nappe alluviale nord (aval, Carte 17).

I.5.5.2 Les aquifères volcaniques

Globalement, la qualité des eaux des aquifères volcaniques, en particulier celles du système Mont Dore – Cézallier apparaît très bonne. Cependant, on remarque une augmentation sensible des teneurs en nitrate dans la partie nord de la Chaîne des Puys (bassin de Volvic). Ce secteur d'étude devra être particulièrement surveillé à l'avenir.

Les teneurs en arsenic, relativement élevées dans la partie nord de la Chaîne des Puys, sont probablement liées à la nature granitique du socle avec laquelle l'eau peut être en contact. La nature des aquifères volcaniques est responsable également du caractère agressif et corrosif des eaux vis à vis des canalisations métalliques.

1.5.5.3 Les aquifères sédimentaires

De part l'importance locale pour les habitations isolées et l'abreuvement des bêtes des aquifères sédimentaires, le suivi qualitatif de l'eau de ceux-ci apparaît insuffisant (1 station pour 200 km²) et pourrait être renforcé à l'avenir.

Les aquifères étant de petites tailles, la qualité de l'eau est très variable d'un endroit à un autre. En règle générale, qu'elle soit bonne ou mauvaise, la qualité de l'eau ne semble pas évoluer au cours du temps.

La qualité des eaux des sables et graviers du Bourbonnais (est de la Limagne nord) est souvent jugée médiocre sur l'ensemble des altérations prises en compte dans cette étude. Les principaux points noirs sont les suivants :

- Les concentrations en nitrates sont élevées et supérieures à 50 mg/l (seuil de potabilité),
- Les concentrations en pesticides totaux sont souvent supérieures à 0,50 µg/l (seuil de potabilité),
- La quasi-totalité des molécules détectées appartient à la famille des triazines (herbicides agricoles).

1.5.5.4 Les aquifères de socle

Il existe peu de stations renseignées et elles sont situées presque en totalité dans le massif granitique du Livradois.

Aucune pollution d'origine anthropique n'a pu être mise en évidence sur le massif du Livradois. Cependant la nature granitique des aquifères induit une « pollution naturelle » des eaux en arsenic ou les concentrations moyennes sont de 27,2 µg/l, ce qui est largement au dessus du seuil de potabilité (10 µg/l). Cette nature granitique des aquifères est responsable également du caractère acide et corrosif de l'eau (pH de 5,8 en moyenne).

PARTIE II : PRÉ DIAGNOSTIC DES EAUX SOUTERRAINES

II.1 BILAN PRÉLÈVEMENT / RESSOURCES DE LA NAPPE ALLUVIALE DE L'ALLIER ET DE LA CHAÎNE DES PUY

L'objectif est d'estimer les potentialités des entités hydrogéologiques par rapport aux besoins actuels et futurs, pour les différents usages ou pour le maintien de la richesse biologique. Pour cela, il est nécessaire de répondre aux questions suivantes :

- quelles sont les ressources exploitables dans le futur ?,
- quelles sont les ressources exploitées au maximum de leurs potentialités, voire surexploitées ?,
- quelles sont les ressources mal connues d'un point de vue quantitatif et nécessitant des études complémentaires ?

Un préalable à ces réponses est de pouvoir réaliser un bilan des volumes prélevés par rapport aux volumes disponibles dans chaque aquifère. Si les données prélèvements sont accessibles relativement facilement, la connaissance des volumes disponibles par aquifère dépend des études déjà réalisées par le passé.

Sur le périmètre du SAGE, les deux ressources essentielles que sont les aquifères volcaniques de la Chaîne des Puys et la nappe alluviale de l'Allier ont donné lieu à de nombreuses études.

A l'inverse, peu d'études ont été réalisées sur les aquifères sédimentaires et les aquifères de socle. Sur ces aquifères, la ressource même si elle peut être localement importante pour les exploitants agricoles ou les particuliers, n'apparaît pas constituer une réserve importante à l'échelle du SAGE.

Le choix a donc été d'orienter le bilan quantitatif sur l'aquifère de la Chaîne des Puys et de la nappe alluviale de l'Allier. Cette expertise a pour but de déterminer si ces ressources sont totalement ou partiellement exploitées, auquel cas dans quelle mesure l'exploitation peut être optimisée.

Avertissement :

- Le résultat du bilan Prélèvement / Ressource est exprimé en pourcentage de la « Ressource exploitée ». Ce bilan ne donne qu'une première vision approximative du taux de sollicitation des nappes. En aucun cas ces résultats ne peuvent être utilisés pour la gestion opérationnelle des nappes. Pour cela, il convient de prendre en compte également des paramètres tels que la recharge de la nappe (propre à chaque année hydrologique) ou encore les caractéristiques hydrodynamiques locales.
- les volumes d'eau nécessaires à l'équilibre naturel des rivières alimentées par les aquifères ne sont pas pris en compte dans la somme des prélèvements (débit minimum à définir en particulier pour le soutien d'étiage des rivières).

II.1.1 LES ALLUVIONS DE L'ALLIER (CARTE 18)

II.1.1.1 Méthodologie

Les volumes d'eau présents dans la nappe découlent d'un système complexe d'échange entre les eaux de la rivière et les eaux issues du bassin versant de la nappe (impluvium et coteaux). De plus, les captages situés à proximité de la rivière induisent par appel de pompage des apports directs de l'eau de l'Allier. Par conséquent, on peut considérer que l'essentiel des eaux prélevées dans la nappe alluviale provient en réalité de la rivière.

Pour estimer la potentialité de la nappe alluviale seule, nous avons calculé quelle serait la sollicitation annuelle de la nappe (Ressource exploitée) si les apports de la rivière induis par les pompages n'existaient pas. Pour cela nous avons comparé les volumes prélevés par usage au volume d'eau moyen contenu par la nappe. La méthodologie a consisté à :

- Calculer le volume d'eau de la nappe par tronçon (Tab.II.1.1),
- Confronter les volumes d'eau de la nappe avec les volumes prélevés dans la nappe, en prenant les données de l'année où ces prélèvements ont été les plus importants entre 1998 et 2004 soit l'année 2003.

Les volumes d'eau de la nappe ont été calculés à partir de la cartographie des épaisseurs moyennes de la nappe réalisée dans le cadre de deux études du Centre d'Etudes Techniques de l'Equipement de Lyon (CETE) en 1977 et 1985.

L'intégration des volumes de la nappe a été réalisée sur 8 tronçons. Ces tronçons ont été choisis en fonction de critères morphologiques (rétrécissement de la nappe, augmentation de la profondeur...) mais également administratif (limite de département).

Par la suite, les volumes d'eau moyens par tronçon ont été calculés en multipliant le volume de la nappe par un coefficient d'emmagasinement (équivalent à la porosité efficace).¹³

Les volumes prélevés sont ceux de l'année 2003, année où les prélèvements ont été les plus importants entre 1998 et 2004.

II.1.1.2 Résultats

Les volumes exploités apparaissent très disparates en fonction des tronçons. Globalement, de l'amont vers l'aval, on peut distinguer trois grands secteurs. Une zone centrale où les prélèvements sont importants par rapport au volume d'eau disponible (tronçons 4 et 5) et de part et d'autre, 2 secteurs où les prélèvements sont minoritaires par rapport à la ressource disponible (tronçon 1 à 3 au sud et de 6 à 8 au nord).

- L'extrémité sud de la nappe, de Brioude à Issoire (tronçon 1 à 3)

Sur le tronçon 2, où les volumes disponibles sont les plus faibles, la ressource bien que peu prélevée (0,4 Mm³) est exploitée à près de 20%. Cela apparaît important au regard des tronçons 1 et 3 qui l'entourent et où les prélèvements ne représentent respectivement que 1 et 9% de la ressource. Dans ce secteur, la réserve de la nappe face au besoin des différents usages apparaît importante.

- La zone centrale de Vic-le-Comte à La Ferté-Hauterive (tronçon 4 et 5)

Dans ce secteur où est prélevée près du tiers des besoins en eau du SAGE, la sollicitation de la ressource est importante par rapport aux volumes d'eau disponibles dans la nappe. De Vic-le-Comte à Saint-Yorre (tronçon 4), les prélèvements sont destinés pour moitié à l'alimentation en eau potable de Clermont-Ferrand. Le rapport volume prélevé / ressource disponible fait apparaître une ressource exploitée à 47%.

Entre Saint-Yorre et La Ferté-Hauterive, le rapport entre les prélèvements et la ressource disponible reste élevé (28%).

- L'extrémité nord de la nappe, de La Ferté-Hauterive à Cuffy (tronçon 6 à 8)

Entre La Ferté-Hauterive et Moulins la ressource exploitée reste relativement faible (15%) malgré une pression prélèvement importante (12 Mm³).

C'est au delà de Moulins que la potentialité de la nappe semble être la plus intéressante. En effet, le volume disponible dans la nappe est supérieur à 70 Mm³, alors que les volumes prélevés ne sont que de 2,7 Mm³.

¹³ La valeur des coefficients d'emmagasinement a été validée par les différents acteurs composant le groupe technique du volet eau souterraine du SAGE. Cependant, il a également été décidé de préciser ces coefficients ultérieurement en fonction des résultats obtenus dans le cadre de « l'étude de la nappe d'accompagnement de la rivière Allier » en cours de réalisation sous la maîtrise d'ouvrage des services de l'état (DIREN Auvergne, fin de l'étude courant 2007)

Tronçon	Localisation	Surface (km ²)	Epaisseur moyenne (m)	Coefficient d'emmagasinement (%)	Volume de la nappe (Mm ³)	Volume d'eau de la nappe (Mm ³ - m ³ /s)	Volume d'eau prélevé (Mm ³ - m ³ /s)	Ressource exploitée (%)
1	Brioude à Auzon (~limite 43-63)	24,4	5,0	12	123,4	14,8 Mm ³	0,15 Mm ³	1
						0,47 m ³ /s	0,004 m ³ /s	
2	Auzon à Beaulieu	6,8	3,6	8*	24,2	1,9 Mm ³	0,4 Mm ³	19
						0,06 m ³ /s	0,01 m ³ /s	
3	Beaulieu à Issoire	27,4	4,6	8*	125,3	10 Mm ³	0,9 Mm ³	9
						0,32 m ³ /s	0,03 m ³ /s	
4	Vic-le-comte à Saint-Yorre (limite 63-03)	127,9	4,1	8	521,7	42 Mm ³	20 Mm ³	47
						1,33 m ³ /s	0,63 m ³ /s	
5	Saint-Yorre à La Ferté-Hauterive	86,8	4,2	10	361,8	36 Mm ³	10 Mm ³	28
						1,14 m ³ /s	0,32 m ³ /s	
6	La Ferté-Hauterive à Moulins (limite 03-58)	126,2	4,1	15	520,0	78 Mm ³	12 Mm ³	15
						2,47 m ³ /s	0,38 m ³ /s	
7	Moulins à Livry (limite 03-58)	50,3	9,4	8	475,0	38 Mm ³	2 Mm ³	5
						1,20 m ³ /s	0,06 m ³ /s	
8	Livry à Cuffy (limite 58-18)	46,8	10,1	7	470,8	33 Mm ³	0,7 Mm ³	2
						1,05 m ³ /s	0,02 m ³ /s	

* valeur prise par défaut

Tab.II.1.1 Prélèvement / Ressource sur la nappe alluviale de l'Allier

II.1.2 LA CHAÎNE DES PUY (CARTE 18)

II.1.2.1 Méthodologie

Le bilan de la Chaîne des Puys a été estimé en réalisant le rapport entre les volumes prélevés pour les différents usages (AEP et eau de Volvic) et les volumes disponibles calculés à partir du débit des principales émergences référencées dans la littérature.

Tout d'abord envisagé à l'échelle des différents bassins versants, le manque de précision des données prélèvement (localisées à la commune) ainsi que le manque d'information sur les débits de la façade ouest de la Chaîne, nous ont contraint à traiter les données à une échelle plus lâche.

Ainsi, nous n'avons pu réaliser le bilan quantité de la Chaîne des Puys qu'à l'échelle :

- du bassin de Volvic qui est relativement bien connu,
- de la façade est (hors Volvic),
- de l'ensemble de la façade ouest.

Sur la façade est, nous avons pris en compte les valeurs de débits d'étiage déterminés en 1990 par le CETE de Lyon et le BRGM. Pour le bassin de Volvic, la valeur du débit utilisé est de $0,55 \text{ m}^3/\text{s}$ (Livet, 2006). Le débit moyen de la façade ouest a été estimé en faisant la différence entre le débit total de la Chaîne des Puys ($2,5 \text{ m}^3/\text{s}$, Livet 2006) avec les débits cumulés de la façade est et du bassin de Volvic.

Les volumes prélevés que nous avons utilisés sont ceux de l'année 2003, année où ils ont été les plus importants sur la période 1998-2004.

Ainsi en comparant les valeurs de débits les plus faibles (mesurés en période d'étiage) avec les volumes prélevés les plus forts, nous nous plaçons dans une situation critique vis à vis de la capacité de la ressource.

II.1.2.2 Résultats

Sur l'ensemble de la Chaîne des Puys, la ressource est exploitée à 34%. Sur les trois secteurs étudiés, le bassin de Volvic, avec 45% de la ressource exploitée est le plus sollicité. Les ressources de la façade ouest et est sont toutes deux sollicitées à 30%.

Au regard de ces résultats, les potentialités de la Chaîne des Puys apparaissent encore importantes.

Toutefois nous ferons deux remarques :

- Nous n'avons pris en compte que les prélèvements liés aux usages. L'aspect patrimonial, avec le maintien de l'écoulement des nombreux cours d'eau prenant leurs sources dans la Chaîne des Puys n'a pas été intégré à ce bilan,

- Nous avons pris en compte la totalité des deux façades est et ouest sans pouvoir descendre à l'échelle des sous bassins. Or, il est connu que les niveaux d'exploitation des différents bassins sont très hétérogènes. En 1990, le CETE de Lyon et le BRGM indiquaient que sur la façade est, seuls les bassins sud de la Chaîne pouvaient fournir des ressources complémentaires.

Que se soit pour la prise en compte du caractère patrimonial des cours d'eau ou pour réaliser un bilan à l'échelle des différents sous bassins de la Chaîne, il apparaît nécessaire d'acquérir des connaissances plus précises pour juger des potentialités réelles de la Chaîne des Puys.

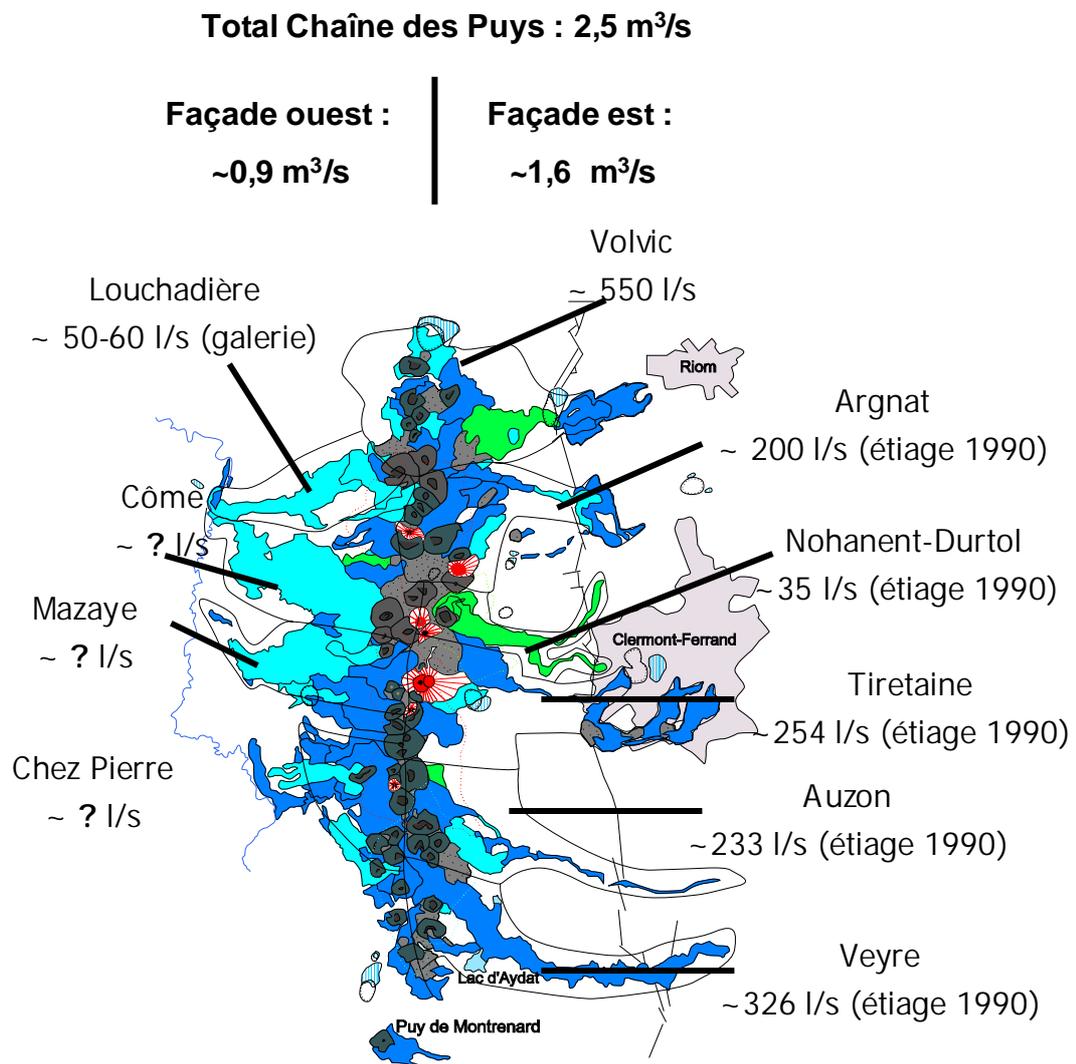


Fig.II.1.1 Les principaux débits pris en compte dans la Chaîne des Puys (sources : Livet M. dans *Aquifères & eaux souterraines*, édition BRGM, 2006, CETE et BRGM 1990)

II.2 VULNÉRABILITÉ DES AQUIFÈRES

II.2.1 DÉFINITION

La vulnérabilité est la capacité donnée aux polluants présents en surface de rejoindre l'eau des nappes souterraines. Elle repose donc sur la capacité du milieu physique en relation avec les nappes de procurer une protection plus ou moins efficace vis à vis des polluants émis dans le milieu superficiel.

Classiquement, on distingue deux grands types de vulnérabilité (Schnebelen et al., 2002):

- la **vulnérabilité intrinsèque** est le terme utilisé pour représenter les caractéristiques du milieu naturel qui déterminent la sensibilité des eaux souterraines à la pollution par les activités humaines,
- la **vulnérabilité spécifique** est le terme utilisé pour définir la vulnérabilité d'une eau souterraine à un polluant particulier ou à un groupe de polluants. Elle prend en compte les propriétés des polluants et leurs relations avec les divers composants de la vulnérabilité intrinsèque.

La vulnérabilité intrinsèque dépend des caractéristiques naturelles du milieu physique et est généralement considérée comme invariant dans le temps (à notre échelle de travail). Cependant, l'action de l'Homme peut modifier ces caractéristiques naturelles. C'est le cas par exemple, en multipliant les forages de captages sur un territoire donné. Ces captages sont susceptibles de favoriser le transfert des polluants de la surface vers les nappes. Cette action concourt à augmenter la vulnérabilité intrinsèque des nappes.

La vulnérabilité spécifique dépend uniquement de la présence ou non de sources de pollutions en surface (sites industriels, produits d'origine agricole, eaux usées...). Elle dépend donc essentiellement de l'activité humaine.

Le croisement entre vulnérabilité intrinsèque et vulnérabilité spécifique permet d'obtenir la vulnérabilité globale du milieu.

Seule, la vulnérabilité intrinsèque sera traitée dans cette étude, la détermination de la vulnérabilité globale sera réalisée dans le cadre du diagnostic du SAGE.

II.2.2 MÉTHODOLOGIE ADOPTÉE

La vulnérabilité intrinsèque est évaluée en prenant en compte les caractéristiques du sol (surface), de la Zone Non Saturée (ZNS, espace entre la surface et le toit de la nappe), et la zone saturée (la nappe). Un certain nombre de ces critères est reporté sur la figure II.2.1

A partir de ces caractéristiques, de nombreuses méthodes de détermination de la vulnérabilité ont été développées. Parmi celles-ci, les méthodes dites de « cartographie à index », consistent à combiner les cartes de différents paramètres ayant un poids plus ou moins important sur la vulnérabilité du milieu. Ces croisements de données, se faisant à partir d'un Système d'Information Géographique, permettent d'obtenir un rendu cartographique de la vulnérabilité relative d'un secteur donné.

Particulièrement bien adapté à l'échelle du SAGE, ce type d'approche a été choisi dans cette étude. La méthode que nous avons utilisée s'appuie sur un travail réalisé en 2000 par l'Agence de l'Eau Loire Bretagne et le BRGM. Elle consistait à établir la « carte de vulnérabilité simplifiée des eaux souterraines du bassin Loire-Bretagne » (2000).

VULNERABILITE INTRINSEQUE		
Sol	Zone non saturée (ZNS)	Zone saturée
Topographie (pente)	Profondeur de la nappe libre ou épaisseur de la ZNS	Type de nappe (libre ou captive)
Pédologie (perméabilité verticale des sols, nature et texture des sols)	Temps de transfert (perméabilité verticale)	Temps de résidence (dépend de l'hydrodynamisme des formations aquifères)
Bilan hydrique (ruissellement et infiltration efficace)		Relation eaux souterraines/eaux superficielles
	Structure de la ZNS (variation de faciès, épaisseur des discontinuités de faciès, position dans le profil vertical, texture, teneur en matière organique et argile)	Piézométrie (sens et direction d'écoulement et évolutions selon la période du cycle hydrologique)
	Présence ou non d'un horizon moins perméable et position de celui-ci	Epaisseur de l'aquifère (quantité de réserve)
		La recharge (recharge annuelle nette).
		Type de système hydrogéologique (caractères plus ou moins capacitif et transmissif)
	Battement de nappe	
	Fracturation (directions et densité)	

Fig.II.2.1 Les principaux critères d'évaluation de la vulnérabilité (BRGM, 2000)

II.2.3 MÉTHODOLOGIE MISE EN PLACE PAR L'AGENCE DE L'EAU ET LE BRGM

La méthodologie complète est décrite dans le document BRGM (2000) intitulé « Carte de vulnérabilité simplifiée des eaux souterraines du bassin Loire Bretagne ». Ne sont décrits ici que les principes fondamentaux.

La vulnérabilité simplifiée des eaux souterraines du bassin Loire Bretagne a été déterminée à partir de deux critères.

- L'épaisseur de la Zone Non Saturée (ZNS),

L'épaisseur de la ZNS est la distance à parcourir par un polluant entre la surface et la nappe. Plus cette épaisseur est importante et plus la vulnérabilité des eaux est faible.

- L'Indice de Développement et de Persistance des Réseaux (IDPR).

L'IDPR est assimilable à un indice d'infiltration. Plus cette indice est faible et plus la vulnérabilité est forte (migration rapide vers la nappe).

La combinaison pondérée de ces deux critères permet d'évaluer la vulnérabilité des eaux souterraines.

II.2.3.1 Principe de construction de la ZNS

L'épaisseur de la ZNS a été calculée à partir de tous les points d'eau décrits dans la Banque de données du Sous-Sol (BSS) pour lesquels ont été définis des niveaux d'eau statiques lors de la réalisation des ouvrages.

La distribution spatiale de ces points étant trop hétérogène pour être extrapolée, un travail de densification du semis de points a été nécessaire. Cette densification est basée sur un comportement hydrogéologique homogène au sein d'unités fonctionnelles. Ces unités fonctionnelles résultent de l'intersection de couches d'informations géographiques relatives aux masses d'eau souterraines, aux entités hydrogéologiques, aux formations sédimentaires issues de la carte géologique et aux bassins versants hydrologiques issus de la BD CarThage.

L'interpolation du semis de points ainsi obtenue a permis d'obtenir la discrétisation à l'échelle du bassin des valeurs moyennes du premier niveau d'eau rencontré.

Le croisement entre le niveau d'eau moyen et la topographie (MNT IGN au pas de 50m) a permis d'obtenir l'épaisseur moyenne de la ZNS par unité fonctionnelle.

II.2.3.2 Principe de la construction de l'IDPR

Dans un milieu homogène, seules la pente et la morphologie des reliefs guident la mise en place des cours d'eau. Le milieu naturel n'est pas homogène et la lithologie, la pédologie et la couverture végétale sont autant de facteurs qui influencent la

perméabilité de la surface. Ces facteurs conditionnent la vitesse de ruissellement et le rapport entre l'écoulement et l'infiltration.

L'IDPR permet de rendre compte indirectement de la capacité intrinsèque du sol à laisser infiltrer ou ruisseler les eaux de surface. Il est bâti en comparant un réseau hydrographique théorique établi selon l'hypothèse d'un milieu parfaitement homogène (indice de développement, ID), avec le réseau hydrographique naturel réel.

Le réseau théorique est construit à partir du traitement d'un Modèle Numérique de Terrain (MNT). Le réseau hydrographique naturel, utilisé dans le calcul de l'IDPR provient des données de la BD CarThage de l'IGN.

L'IDPR résulte du rapport, pour tout point de l'espace étudié, entre :

- la distance au plus proche cours d'eau réel,
- la distance au plus proche cours d'eau calculée.

Quand il n'y pas de cours d'eau réel alors que le modèle théorique indique le contraire, l'infiltration peut être jugée majoritaire par rapport au ruissellement et la valeur de l'IDPR est <1000 (Tab. 5.2).

IDPR	Interprétation	
<1000	Infiltration majoritaire Par rapport au Ruissellement superficiel	Il y a non-conformité entre la disponibilité des axes de drainage liés aux talwegs et les axes hydrologiques observés. L'eau ruisselant sur les terrains naturels rejoint un axe de drainage défini par l'analyse des talwegs sans que celui-ci ne se concrétise par l'apparition d'un axe hydrologique naturel. Développement d'un réseau de talweg de densité supérieure à l'expression du réseau de drainage naturel.
=1000	I Infiltration et Ruissellement superficiel de même importance	Il y a conformité entre la disponibilité des axes de drainage liés au talweg et les axes hydrologiques en place
>1000	Ruissellement superficiel Par rapport à l'infiltration vers le milieu souterrain	L'eau ruisselant sur les terrains naturels rejoint très rapidement un axe hydrologique naturel sans que la présence de celui-ci soit directement justifiée par un talweg. Le réseau de drainage naturel est de densité supérieure à celui du réseau des talwegs.
> 2000	Majoritairement assimilable à des milieux humides	Un IDPR supérieur ou égal à 2000 traduit une stagnation permanente ou transitoire des eaux, menant à deux interprétations différentes. Quand la ZNS est faible, par exemple au niveau des cours d'eau et des zones humides, l'eau ne s'infiltré pas car le terrain est saturé. Dans le cas d'une ZNS plus importante, le refus d'infiltration semble montrer une imperméabilité des terrains naturels. On pose l'hypothèse que des valeurs d'IDPR supérieures à 2000 sont majoritairement assimilables à des milieux humides ¹¹ induisant la possibilité d'inondation par effet de barrière hydraulique.

Fig.II.2.2 Valeurs et interprétation de l'IDPR (BRGM, 2000)

II.2.3.3 Poids respectif entre l'IDPR et la ZNS dans le calcul de la vulnérabilité

La formule de calcul de la vulnérabilité intrinsèque des eaux souterraines est la suivante :

$$Vi = (\text{Poids IDPR} * [\text{Critère IDPR}^{14}]) + (\text{Poids ZNS} * [\text{Critère ZNS}])$$

(avec Poids IDPR + Poids ZNS = 1 ET Vi compris entre 0 et 100)

A l'échelle du bassin Loire Bretagne, le poids relatif retenu comme le plus représentatifs et celui de 50% IDPR / 50% ZNS. A l'échelle régionale, ce poids relatif peut varier en fonction de l'aquifère concerné. Le choix pondéral le plus représentatif entre l'IDPR et la ZNS a été validé par des experts régionaux.

II.2.3.4 Précision apportée dans le cadre de cette étude

La profondeur moyenne de la ZNS est déterminée à partir de l'ensemble des niveaux d'eau statiques renseignés dans la BSS toutes années confondues. Cette estimation des niveaux d'eau moyens prend en compte des relevés réalisés sur des années et des périodes hydrologiques différentes. La dispersion temporelle de ces relevés, ainsi que l'hétérogénéité spatiale entre les points d'observations peut être une source d'imprécision importante pour le calcul de la ZNS.

Sur le périmètre du SAGE nous avons à notre disposition les contours cartographiques des relevés piézométriques moyens réalisés en 1977 de Brioude à Moulins (CETE de Lyon, 1977) et en 1985 de Moulins au Bec d'Allier (CETE de Lyon, 1985). Compte tenu de la plus grande précision de ces données, nous avons choisi de les utiliser combinées à l'IDPR pour déterminer la vulnérabilité intrinsèque de la nappe alluviale de l'Allier.

La méthodologie suivante a été adoptée : les courbes piézométriques ont tout d'abord été vectorisées sous logiciel SIG. Ces courbes ont servi de base à l'interpolation par la méthode TIN (Triangular Irregular Network) de la surface piézométrique (grille à maille régulière). Cette grille a été soustraite à la grille de la surface topographique (MNT IGN au pas de 50 mètres) afin d'obtenir la grille de la Zone Non Saturée au pas de 50 mètres.

¹⁴ Les valeurs d'IDPR et de ZNS ont été pondérées à 100. Cette pondération n'est pas linéaire et prend en compte la nature des réservoirs aquifères auxquels elle se rattache (BRGM, 2000).

II.2.4 RÉSULTAT (CARTE N° 19)

Le tableau II.2.1 synthétise l'ensemble des résultats obtenus par entité hydrogéologique.

- L'IDPR moyen est représentatif du degré d'infiltration, les valeurs faibles < 1000 témoignent d'une infiltration importante tandis que pour les valeurs >1000 c'est le ruissellement qui domine,
- L'épaisseur moyenne de la ZNS est exprimée en mètre,
- Le poids relatif appliqué entre l'IDPR et la ZNS correspond à celui estimé le plus représentatif par les experts régionaux,
- La vulnérabilité moyenne varie par tranche de 20, de 0 à 100. La vulnérabilité est ainsi qualifiée de très faible (0 à 20) à très forte (80 à 100).

II.2.4.1 Vulnérabilité de la nappe alluviale

La vulnérabilité apparaît moyenne à forte sur l'ensemble de la nappe alluviale. Elle est liée à la faible profondeur de la nappe (faible épaisseur de la ZNS). Cette vulnérabilité intrinsèque est accentuée par la forte densité de captages agricoles implantés dans la nappe, en particulier dans sa partie nord. Par conséquent, la nappe alluviale de l'Allier apparaît être l'aquifère le plus vulnérable du SAGE.

II.2.4.2 Vulnérabilité des aquifères volcaniques

Sur l'aquifère de la Chaîne des Puys, l'importance du degré d'infiltration est compensée par la grande épaisseur de la ZNS (profondeur importante de la nappe). De ce fait la vulnérabilité apparaît faible à moyenne.

La très faible vulnérabilité observée sur le système aquifère Monts Dore Cézallier est liée d'une part, à la domination du ruissellement sur l'infiltration, mais également à la grande épaisseur de la ZNS. Cette épaisseur nous semble sur-évaluée. En effet, si dans ces formations les aquifères sont difficilement individualisables, l'eau exploitée dans ce secteur pour l'AEP n'est pas d'origine profonde. Dans ce cas précis la méthode employée n'apparaît pas adaptée.

II.2.4.3 Vulnérabilité des aquifères sédimentaires

Compte tenu de la nature marno-calcaire de ces formations, l'indice d'infiltration apparaît faible sur le bassin de la Limagne. Cependant, les faibles profondeurs de ces nappes, les rendent vulnérables aux pollutions superficielles. La vulnérabilité est qualifiée de moyenne à forte sur l'ensemble des formations sédimentaires. C'est dans la partie centrale de la Limagne, en rive gauche de l'Allier, entre Clermont-Ferrand et la confluence avec la Sioule, que la vulnérabilité est la plus importante.

II.2.4.4 Vulnérabilité des aquifères de socle

Caractérisées par un sol peu perméable, les formations granitiques du massif du Livradois et du massif de la Madeleine sont peu vulnérables. La vulnérabilité plus importante, observée sur le massif de Montmarault est liée à une épaisseur plus faible de la ZNS.

Entité	Nom	IDPR moyen	Épaisseur moyenne de la ZNS (m)	Poids IDPR / ZNS	Vulnérabilité moyenne
Alluvions de l'Allier	Alluvions de l'Allier sud	1220	8	50/50	52
	Alluvions de l'Allier nord	1263	5	49/50	54
Volcanique	Chaîne des Puys	796	78	46/52	38
	Mont Dore-Cézallier	1326	223	42/57	18
	Basalte dominant	1193	278	36/63	25
Sédimentaire	Limagne sud	1110	45	47/52	44
	Limagne nord	1223	15	49/51	48
	Formations secondaires	1267	14	49/50	46
Socle	Massif du Livradois	1253	32	29/69	29
	Massif de la Madeleine	1334	29	22/76	28
	Massif de Montmarault	1343	15	24/74	45
	Socle de la Chaîne des Puys	1161	99	26/74	23

Tab.II.2.1 : Vulnérabilité moyenne par entité hydrogéologique

ANNEXES

ANNEXE 1 : Glossaire

Alluvion fluviale : Sédiment des cours d'eau composé, selon les régions traversées et la force du courant, de galets, de graviers et de sable en dépôts souvent lenticulaires, la fraction fine correspondant à des argiles et des limons (2).

On distingue les alluvions récentes des alluvions anciennes. Bien qu'il n'y ait pas de règle imposée pour qualifier les alluvions de récentes ou d'anciennes, les observations suivantes sont généralement respectées (4):

- Les alluvions récentes et/ou modernes correspondent aux sédiments fluviaux déposés récemment dans le lit majeur actuel des cours d'eau (habituellement notés Fy, Fz,...sur les cartes géologiques).

- Les alluvions anciennes, ont été déposées au cours du Tertiaire et du Quaternaire et peuvent former aujourd'hui des terrasses alluviales (habituellement notées Fx, Fw, ...sur les cartes géologiques). Ces terrasses situées à une altitude supérieure à celle du cours d'eau actuel, représentent le reste d'anciens lits dans lesquels la rivière s'est enfoncée.

Aquifère : Terrain perméable contenant une nappe d'eau souterraine (2).

Arène : Sable grossier, résultant de l'altération sur place de roches magnétiques ou métamorphiques, riches en quartz et feldspath (en particulier granite ou gneiss) (2).

Bassin hydrogéologique : Domaine aquifère, simple ou complexe, dans lequel les eaux souterraines s'écoulent vers un même exutoire ou groupe d'exutoires ; il est délimité par une ligne de partage des eaux souterraines. C'est l'homologue souterrain d'un bassin versant pour les eaux de surfaces (1).

Bassin sédimentaire : Dépression ovale ou circulaire, à fond plat ou concave, et largement évasée, à flanc en pente douce, de dimension très variable (du kilomètre à plusieurs milliers de kilomètres), qui est ou a été un lieu de sédimentation (2).

Coefficient d'emmagasinement : Rapport du volume d'eau libéré ou emmagasiné par unité de surface d'un aquifère, à la variation de charge hydraulique correspondante, sans référence au temps (ou en un temps délimité). Dans un aquifère captif ce paramètre est lié à la compressibilité et à l'expansibilité de l'eau et du milieu aquifère, ainsi qu'à la puissance de la couche aquifère. Dans un aquifère libre, il équivaut en pratique à la porosité efficace et sa signification n'est pas indépendante du temps (1).

Emergence : Toute émission d'eau souterraine à la surface du sol, localisée (source) ou diffuse (effluence, suintement, exfiltration) (1).

Impluvium de la nappe alluviale : Plaine située au dessus de la nappe alluviale (plaine alluviale). Elle reçoit une certaine quantité d'eau (précipitation). L'eau qui s'infiltré rejoint la nappe alluviale sous-jacente (4).

Nappe alluviale : Ensemble des eaux comprises dans la zone saturée d'un aquifère alluvionnaire (4).

Nappe captive : Nappe, ou partie d'une nappe, sans surface libre, donc soumise en tous points à une pression supérieure à la pression atmosphérique, et dont la surface

piézométrique est supérieure au toit de l'aquifère, à couverture moins perméable, qui la contient (1).

Nappe d'accompagnement : Le terme nappe d'accompagnement ne possède pas de définition en hydrogéologie. On peut la décrire comme suit :

Nappe ou partie de nappe souterraine qui est en forte liaison hydraulique avec un cours d'eau permanent et dont l'exploitation peut avoir un effet préjudiciable (supérieur à un seuil à définir) sur le débit d'étiage superficiel. Ce préjudice consiste soit en une réduction de l'apport de la nappe souterraine au cours d'eau, soit en une réalimentation induite de la nappe par le cours d'eau (concept réglementaire issu de la loi sur l'eau de 1992) (3).

Nappe d'eau souterraine : Ensemble des eaux comprises dans la zone saturée d'un aquifère, dont toutes les parties sont en liaison hydraulique (1).

Nappe libre : Nappe à surface libre, comprise dans un aquifère qui comporte une zone non saturée de caractéristique semblable à celle de la zone saturée, et une zone de fluctuation (1).

Niveau de base : Niveau et charge hydraulique correspondant au potentiel imposé à la limite aval d'une ligne de courant déterminée dans un aquifère (1).

Niveau piézométrique : Niveau auquel peut monter l'eau d'une nappe souterraine dans un tube (piézométrique) qui y est enfoncé. Pour une nappe libre, ce niveau se confond avec celui de la surface libre de la nappe. Pour une nappe captive, le niveau piézométrique est plus élevé que la surface de la nappe qui est limitée vers le haut par une formation imperméable ; l'eau est alors sous pression (2).

Piézomètre : Dispositif servant à mesurer la hauteur piézométrique en un point donné d'un aquifère, qui indique la pression en ce point, en permettant l'observation ou l'enregistrement d'un niveau d'eau libre ou d'une pression (1).

Porosité efficace : Rapport du volume d'eau gravitaire qu'un milieu poreux peut contenir en état de saturation puis libérer sous l'effet d'un drainage complet (égouttage en laboratoire), à son volume total. Terme complémentaire de la capacité de rétention. Sans dimension. Equivaut en pratique au coefficient d'emménagement pour un aquifère à nappe libre (1).

Réalimentation induite : Réaction provoquée par un captage sur une limite d'alimentation de l'aquifère exploité, déterminant un afflux d'eau supplémentaire qui compense, en régime permanent, le débit prélevé. Elle est le plus souvent l'effet de captages dans des nappes en liaison hydraulique avec les cours d'eau (1).

Recharge d'une nappe : Processus par lequel la zone saturée d'un aquifère reçoit un apport d'eau extérieur, soit directement dans la formation elle-même, soit indirectement par l'intermédiaire d'une autre formation.

Résurgence : Retour au jour d'une rivière souterraine provenant de l'engouffrement, de pertes d'un ou de plusieurs cours d'eau de surface dans un aquifère karstique (1).

Source : Lieu et phénomène d'apparition et d'écoulement naturel d'eau souterraine à la surface du sol, assez bien individualisés et à l'origine en général d'un cours d'eau de surface. Vasque d'eau formée par l'émergence (1).

Zone non saturée : Zone du sous-sol comprise entre la surface du sol et la surface d'une nappe libre (surface de la zone saturée, proche de la surface libre) (1).

Zone saturée : Zone du sous-sol dans laquelle l'eau occupe complètement les interstices des roches, formant, dans un aquifère, une nappe d'eau souterraine (1).

Sources :

(1) Castany G., J. Margat, 1987. Dictionnaire français d'hydrogéologie. Edition BRGM.

(2) Foucault A., J. F. Raoult, 1988. Dictionnaire de géologie. Edition Masson.

(3) Roux J-C, 2006. Aquifères & eaux souterraines en France. Edition BRGM.

(4) Autres sources

ANNEXE 2 : Principales références bibliographiques

Année	Titre	Auteur
2006	Aquifères & eaux souterraines	BRGM
2006	Carte de vulnérabilité simplifiée des eaux souterraines du bassin Loire Bretagne	BRGM/RP
2005	Diagnostic des risques de contamination des eaux par les produits phytosanitaires en Auvergne	Phyt'eauvergne
2004	Etat des lieux des connaissances sur les ressources en eaux souterraines du Puy de Dôme	BRGM
2004	Faisabilité d'une exploitation des ressources en eau profonde du socle granitique de la montagne bourbonnaise pour l'alimentation en eau potable	BRGM - DDAF 03
2004	Eau minérale carbo-gazeuse (perspective de développement en région Auvergne)	BRGM - Région Auvergne
2003	Etude isotopique de la nappe alluviale du champ captant de l'île de Chambon	BRGM - SIAEP Charmeil Vendat
2003	Inventaire du potentiel géothermique de la Limagne (synthèse bibliographique de la géochimie des eaux thermales)	BRGM - ADEME
2003	Schéma départemental d'alimentation en eau potable du Puy de Dôme	CG 63 - BRL - SOMIVAL
2003	Bilan de la qualité des eaux d'alimentation (synthèse 2003)	DDASS 63
2003	La situation de l'eau dans le département de l'Allier (diagnostic partagé)	DDAF 03 - MISE Allier
2000	Carte de vulnérabilité simplifiée des eaux souterraines du bassin Loire Bretagne	BRGM - AELB
1999	Contrat départemental - Politique de l'eau (volet alimentation en eau potable)	CG 03 - AELB
1997	Mise en œuvre du schéma général d'interconnexion des réseaux d'eau potable	CG 03 - Beture Cerec
1996	Etude Hydrogéologique générale de la nappe alluviale de l'Allier - Phase2 : suivi quantitatif et qualitatif de la ressource de la nappe alluviale de l'Allier au droit de toulon et Bessay sur Allier	CG 03 - DDAF 03 - ANTEA CETE LYON
1994	Etude Hydrogéologique générale de la nappe alluviale de l'Allier	ANTEA - CETE Lyon - JACQUEMAIN
1994	Etude Hydrogéologique générale de la nappe alluviale de l'Allier (PSAD - phase 1)	ANTEA - CETE Lyon
1994	Etude Hydrogéologique générale de la nappe alluviale de l'Allier (PSAD - résumé)	ANTEA - CETE Lyon
1990	Bilan hydrologique de la façade est de la Chaîne des Puys en période de sécheresse exceptionnelle (étiage 1990)	BRGM - CETE de Lyon
1990	Etude générale de l'interconnexion des réseaux d'alimentation en eau potable du département de l'Allier	DDAF 03 - Beture Cerec

1985	Interaction des ressources en granulats et en eaux souterraines entre Moulins et le confluent avec la Loire (Bec d'Allier) : Définition des zones d'exploitabilité des granulats et de la nappe alluviale	CETE de Lyon et BRGM
1977	Synthèse des ressources en eau et en granulats dans les départements du Puy-de-Dôme et de l'Allier	CETE de Lyon et BRGM

ANNEXE 3 : Principales données numériques

Origine	Détail
AELB	BD CarThAgE Etat des lieux DCE Etat des prélèvements souterrains 1998 – 2004 (fichier redevance)
BRGM	BSS BD RHF v1 Résultats d'analyse de la qualité des eaux 1996 - 2005 Chroniques piézométriques
DIREN Auvergne	Chroniques piézométriques Etude EPTEAU (localisation des captages) Caractéristiques des champs captants
DRIRE Auvergne	Caractéristiques des prélèvements industriels
DDASS 18	Caractéristiques des captages pour l'alimentation en eau potable
DDASS 43	Caractéristiques des captages pour l'alimentation en eau potable
DDASS 58	Caractéristiques des captages pour l'alimentation en eau potable
DDASS 63	Caractéristiques des captages pour l'alimentation en eau potable
DDAF 03	Caractéristiques des captages irrigation
DDAF 18	Caractéristiques des captages irrigation
DDAF 58	Caractéristiques des captages pour l'alimentation en eau potable Caractéristiques des captages irrigation
DDAF 63	Caractéristiques des captages pour l'alimentation en eau potable du Val d'Allier Caractéristiques des captages pour l'alimentation en eau potable du bassin de l'Allier Caractéristiques des captages irrigation
Phyt'Eauvergne	Réseau de mesures Résultats d'analyses de la qualité des eaux 1999 - 2005

ANNEXE 4 : Localisation des stations qualités

NUMERO	CODE_BSS	X	Y	RESEAU	COMMUNE	Entité/nom
1	05483X0029/P	655050	2212050	DDASS Nièvre	SAINCAIZE-MEAUCE	Alluvions de l'Allier aval
2	05742X0020/P1	654190	2195500	DDASS Allier	LE VEURDRE	Alluvions de l'Allier aval
3	05743X0002/P	661700	2192100	DDASS Nièvre	CHANTENAY-SAINT-IMBERT	Alluvions de l'Allier aval
4	05755X0079/F	673000	2188100	Agence de l'Eau Loire-Bretagne	AUROUER	Limagne aval
5	05755X0087/S	675037	2182930	DDASS Allier	TREVOL	Limagne aval
6	05982X0136/238	677120	2174350	DDASS Allier	YZEURE	Alluvions de l'Allier aval
7	05986X0077/S1	682050	2165800	Agence de l'Eau Loire-Bretagne	NEUILLY-LE-REAL	Limagne aval
8	06461X0017/S	674650	2132170	Agence de l'Eau Loire-Bretagne	BROUT-VERNET	Limagne aval
9	06465X0004/F	670550	2121220	Agence de l'Eau Loire-Bretagne	CHARMES	Limagne aval
10	06466X0123/S	677580	2129610	DDASS Allier	VENDAT	Limagne aval
11	06466X0124/S	677300	2129700	DDASS Allier	VENDAT	Limagne aval
12	06467X0217/67	685240	2128640	DDASS Allier	CREUZIER-LE-VIEUX	Alluvions de l'Allier aval
13	06475X0007/F	699225	2129630	Agence de l'Eau Loire-Bretagne	ISSERPENT	Limagne aval
14	05486X1001/P	654660	2201750	DDASS Nièvre	LANGERON	Alluvions de l'Allier aval
15	05487X0014/P	655500	2204500	DDASS Nièvre	MARS-SUR-ALLIER	Alluvions de l'Allier aval
16	05487X1002/P1AEP	655480	2206750	DDASS Cher	NEUVY-LE-BARROIS	Alluvions de l'Allier aval
17	05748X0032/P1	668051	2184585	DDASS Allier	BAGNEUX	Alluvions de l'Allier aval
18	05748X0033/P2	667991	2184640	DDASS Allier	BAGNEUX	Alluvions de l'Allier aval
19	05748X0038/P7	667871	2184990	DDASS Allier	BAGNEUX	Alluvions de l'Allier aval
20	05981X0150/P5	675520	2172953	DDASS Allier	BRESSOLLES	Alluvions de l'Allier aval
21	05981X0151/P3	675520	2172858	DDASS Allier	BRESSOLLES	Alluvions de l'Allier aval
22	05986X0081/P1	676311	2165119	DDASS Allier	BESSAY-SUR-ALLIER	Alluvions de l'Allier aval
23	06211X0033/P	675873	2156220	DDASS Allier	LA FERTE-HAUTERIVE	Alluvions de l'Allier aval
24	06211X0038/P5	675036	2154443	DDASS Allier	LA FERTE-HAUTERIVE	Alluvions de l'Allier aval
25	06212X0058/LFN804	676776	2159371	Agence de l'Eau Loire-Bretagne	LA FERTE-HAUTERIVE	Alluvions de l'Allier aval
26	06216X0170/P1	680300	2146104	DDASS Allier	PARAY-SOUS-BRIAILLES	Alluvions de l'Allier aval
27	06463X0100/D2	683816	2138498	DDASS Allier	BILLY	Alluvions de l'Allier aval
28	06467X0211/D	684792	2123887	DDASS Allier	ABREST	Alluvions de l'Allier aval
29	06711X0009/S	701349	2113948	DDASS Allier	FERRIERES-SUR-SICHON	Montagne Bourbonnaise
30	06703X0308/P	688270	2112570	DDASS Puy de Dôme	RIS	Alluvions de l'Allier amont
31	06707X0332/P	686130	2107610	DDASS Puy de Dôme	LIMONS	Alluvions de l'Allier amont
32	06942X0136/P	677900	2099470	DDASS Puy de Dôme	CREVANT-LAVEINE	Alluvions de l'Allier amont
33	07421X0075/P1	673320	2055180	DDASS Puy de Dôme	LE BROC	Alluvions de l'Allier amont
34	07662X0231/C	682857	2037457	DDASS Haute loire	AZERAT	Alluvions de l'Allier amont
35	07662X0237/C	684011	2032157	DDASS Haute loire	BRIOUDE	Alluvions de l'Allier amont
36	07662X0238/C	684011	2032507	DDASS Haute loire	BRIOUDE	Alluvions de l'Allier amont
37	06933X0306/B97	660840	2090670	Agence de l'Eau Loire-Bretagne	CLERMONT-FERRAND	Limagne amont
38	06945X0297/S	675950	2088650	DDASS Puy de Dôme	BOUZEL	Limagne amont

39	07181X0010/S	673020	2070740	Agence de l'Eau Loire-Bretagne	VIC-LE-COMTE	Limagne amont
40	07181X0011/S	672850	2075530	DDASS Puy de Dôme	LAPS	Limagne amont
41	07417X0014/722	662400	2047230	DDASS Puy de Dôme	RENTIERES	Limagne amont
42	06931X0050/HY	644880	2094060	DDASS Puy de Dôme + AELB	SAINT-OURS	Chaîne des Puys
43	06932X0166/S	653700	2096980	DDASS Puy de Dôme	VOLVIC	Chaîne des Puys
44	06932X0168/G	653240	2093990	DDASS Puy de Dôme	SAYAT	Chaîne des Puys
45	06933X0308/S	656470	2097830	DDASS Puy de Dôme	MALAUZAT	Chaîne des Puys
46	06935X0059/176	644250	2083570	DDASS Puy de Dôme	CEYSSAT	Chaîne des Puys
47	06936X0214/742	655520	2085220	DDASS Puy de Dôme	ROYAT	Chaîne des Puys
48	07172X0040/G	651830	2074820	DDASS Puy de Dôme	AYDAT	Chaîne des Puys
49	07172X0092/F	652220	2074420	DDASS Puy de Dôme	AYDAT	Chaîne des Puys
50	07164X0036/3892	639680	2076150	DDASS Puy de Dôme	ORCIVAL	Monts Dore - Cézallier
51	07168X0043/S1	639910	2061680	DDASS Puy de Dôme	CHAMBON-SUR-LAC	Monts Dore - Cézallier
52	07168X0050/S1	640200	2066210	DDASS Puy de Dôme	CHAMBON-SUR-LAC	Monts Dore - Cézallier
53	07415X0008/S	643830	2048260	DDASS Puy de Dôme	COMPAINS	Monts Dore - Cézallier
54	07415X0013/S	648120	2045920	DDASS Puy de Dôme	COMPAINS	Monts Dore - Cézallier
55	07415X0017/3825	642420	2042630	DDASS Puy de Dôme	ESPINCHAL	Monts Dore - Cézallier
56	07415X0018/419	643980	2044230	DDASS Puy de Dôme	ESPINCHAL	Monts Dore - Cézallier
57	07652X0001/S	650114	2039471	DDASS Puy de Dôme	SAINT-ALYRE-ES-MONTAGN	Monts Dore - Cézallier
58	06936X0211/623	654110	2087640	DDASS Puy de Dôme	ORCINES	CHAINE DES PUYS
59	07412X0009/S	649600	2053250	DDASS Puy de Dôme	BESSE-ET-SAINT-ANASTAI	Monts Dore - Cézallier
60	07412X0014/S	654750	2051300	DDASS Puy de Dôme	ROCHE-CHARLES-LA-	Monts Dore - Cézallier
61	07416X0023/S	650940	2043620	DDASS Puy de Dôme	SAINT-ALYRE-ES-MONTAGN	Monts Dore - Cézallier
62	07652X0020/S	652224	2039892	DDASS Puy de Dôme	ANZAT-LE-LUGUET	Monts Dore - Cézallier
63	07413X0005/S	657300	2054200	DDASS Puy de Dôme	CHASSAGNE	Monts Dore - Cézallier
64	07413X0007/2645	657710	2053360	DDASS Puy de Dôme	DAUZAT-SUR-VODABLE	Monts Dore - Cézallier
65	07416X0007/S	650921	2045922	DDASS Puy de Dôme	SAINT-ALYRE-ES-MONTAGN	Monts Dore - Cézallier
66	07416X0025/532	654940	2041610	DDASS Puy de Dôme	MAZOIRES	Monts Dore - Cézallier
67	07188X0054/307	692038	2063082	DDASS Puy de Dôme	ECHANDELYS	Monts granitiques du
68	07188X0057/346	694370	2062820	DDASS Puy de Dôme	ECHANDELYS	Monts granitiques du
69	07424X0041/S	691560	2055420	DDASS Puy de Dôme	SAINT-GENES-LA-TOURETT	Monts granitiques du
70	07424X0053/000003	693370	2055640	DDASS Puy de Dôme	AIX-LA-FAYETTE	Monts granitiques du
71	07426X0054/455	678270	2047830	DDASS Puy de Dôme	JUMEAUX	Alluvions de l'Allier amont
72	07427X0010/C	690952	2047113	DDASS Haute loire	CHASSIGNOLLES	Monts granitiques du
73	07188X0001/HY	694160	2063250	Agence de l'Eau Loire-Bretagne	SAINT-ELOY-LA-GLACIERE	Monts granitiques du
D1	06212X0087/P3	675850	2156450	DIREN Auvergne	LA FERTE HAUTERIVE	Alluvions de l'Allier aval
D2	06216X0188	676830	2149690	DIREN Auvergne	CONTIGNY	Alluvions de l'Allier aval
D3	06212X0085/P4	676650	2156650	DIREN Auvergne	CHATEL DE NEUVRE	Alluvions de l'Allier aval
D4		673320	2057240	DIREN Auvergne	LE BROC	Alluvions de l'Allier amont
D5	06941X0242	674790	2093390	DIREN Auvergne	BEAUREGARD L'EVEQUE	Alluvions de l'Allier amont
D6	06938X0398	669110	2080790	DIREN Auvergne	PERIGNAT SUR ALLIER	Alluvions de l'Allier amont
P1	SO6322601	669163	2082493	Phyt'Eauvergne	MEZEL	Alluvions de l'Allier amont

P10	SO0329001	675015	2182905	Phyt'Eauvergne	TREVOL	Limagne aval
P11	SO0330401	677615	2129450	Phyt'Eauvergne	VENDAT	Limagne aval
P2	SO6305401	673304	2055240	Phyt'Eauvergne	LE BROC	Alluvions de l'Allier amont
P3	SO6328401	673064	2088292	Phyt'Eauvergne	PONT DU CHATEAU	Alluvions de l'Allier amont
P4	SO6330601	668585	2079629	Phyt'Eauvergne	LA ROCHE NOIRE	Alluvions de l'Allier amont
P5	SO0308301	677508	2150059	Phyt'Eauvergne	CONTIGNY	Alluvions de l'Allier aval
P6	SO0311401	675582	2156242	Phyt'Eauvergne	LA FERTE HAUTERIVE	Alluvions de l'Allier aval
P7	SO0316001	683448	2137715	Phyt'Eauvergne	MARCENAT	Alluvions de l'Allier aval
P8	SO0325801	683224	2133455	Phyt'Eauvergne	ST REMY EN ROLLAT	Alluvions de l'Allier aval
P9	SO0328601	676470	2165768	Phyt'Eauvergne	TOULON SUR ALLIER	Alluvions de l'Allier aval

ANNEXE 5 : Prélèvements par usage exprimés en m³/s de 1998 à 2004Volume prélevé en m³/s dans la ressource souterraine du SAGE pour l'Alimentation en Eau Potable : de 1998 à 2004

Entité	Nom	1 998	1 998	1 999	1 999	2 000	2 000	2 001	2 001	2 002	2 002	2 003	2 003	2 004	2 004	Moyenne	
		Etiage	Annuel	Etiage	Annuel												
Volcanique	Chaîne des Puys	0,67	0,64	0,71	0,69	0,64	0,63	0,69	0,65	0,57	0,58	0,75	0,75	0,69	0,66	0,67	0,66
Volcanique	Mont Dore - Cézallier	0,18	0,17	0,17	0,20	0,10	0,10	0,09	0,09	0,09	0,09	0,05	0,06	0,09	0,09	0,11	0,11
Volcanique	Basalte dominant	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Granitoïdes	Monts granitiques du Livradois	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Granitoïdes	Montagne Bourbonnaise	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Alluvions	Alluvions de l'Allier amont	0,72	0,72	0,69	0,70	0,67	0,67	0,62	0,64	0,73	0,72	0,70	0,66	0,62	0,63	0,68	0,68
Alluvions	Alluvions de l'Allier aval	0,53	0,50	0,55	0,52	0,56	0,55	0,55	0,54	0,53	0,54	0,53	0,54	0,50	0,51	0,54	0,53
Sédimentaire	Limagne amont	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Sédimentaire	Limagne aval	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02
Total		2,17	2,17	2,10	2,19	2,18	2,02	2,00	2,01	1,99	1,99	1,99	2,10	2,07	1,97	1,97	2,07

Volume prélevé en m³/s dans la ressource souterraine du SAGE pour l'Irrigation : de 1998 à 2004

Entité	Nom	1 998	1 998	1 999	1 999	2 000	2 000	2 001	2 001	2 002	2 002	2 003	2 003	2 004	2 004	Moyenne	
		Etiage	Annuel	Etiage	Annuel												
Granitoïdes	Montagne Bourbonnaise	0,005	0,003	0,005	0,003	0,005	0,003	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Granitoïdes	Massif de Montmarault	0,011	0,006	0,005	0,003	0,005	0,003	0,005	0,003	0,011	0,006	0,016	0,010	0,011	0,006	0,011	0,006
Sédimentaire	Limagne amont	0,054	0,032	0,049	0,029	0,043	0,025	0,027	0,016	0,038	0,022	0,065	0,038	0,022	0,013	0,043	0,025
Sédimentaire	Limagne aval	0,065	0,038	0,070	0,041	0,059	0,035	0,054	0,032	0,059	0,038	0,103	0,060	0,043	0,025	0,065	0,038
Sédimentaire	Formations secondaires	0,011	0,006	0,011	0,006	0,011	0,006	0,005	0,003	0,011	0,006	0,011	0,006	0,005	0,003	0,011	0,006
Alluvions	Alluvions de l'Allier amont	0,016	0,010	0,016	0,010	0,016	0,010	0,016	0,010	0,016	0,010	0,038	0,022	0,027	0,016	0,022	0,013
Alluvions	Alluvions de l'Allier aval	0,443	0,260	0,433	0,254	0,406	0,238	0,406	0,238	0,400	0,241	0,617	0,365	0,325	0,190	0,433	0,257
Total		11,1	0,60	0,600	0,355	0,595	0,349	0,546	0,320	0,519	0,304	0,535	0,323	0,855	0,507	0,438	0,257

Volume prélevé en m³/s dans la ressource souterraine du SAGE pour l'Industrie : de 1998 à 2004

Entité	Nom	1 998	1 998	1 999	1 999	2 000	2 000	2 001	2 001	2 002	2 002	2 003	2 003	2 004	2 004	Moyenne	
		Etiage	Annuel	Etiage	Annuel												
Volcanique	Chaîne des Puys	0,049	0,048	0,059	0,054	0,070	0,067	0,103	0,101	0,081	0,086	0,087	0,079	0,087	0,082	0,076	0,076
Volcanique	Mont Dore - Cézallier	0,005	0,006	0,005	0,006	0,005	0,006	0,005	0,006	0,005	0,006	0,005	0,006	0,005	0,006	0,005	0,006
Sédimentaire	Limagne amont	0,022	0,022	0,027	0,025	0,032	0,032	0,011	0,013	0,011	0,010	0,005	0,003	0,011	0,010	0,016	0,016
Sédimentaire	Limagne aval	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Alluvions	Alluvions de l'Allier amont	0,027	0,051	0,038	0,038	0,043	0,041	0,038	0,038	0,027	0,029	0,032	0,035	0,027	0,029	0,032	0,038
Alluvions	Alluvions de l'Allier aval	0,011	0,013	0,011	0,010	0,011	0,013	0,011	0,013	0,011	0,010	0,011	0,010	0,038	0,035	0,016	0,013
Total		2,1	0,11	0,114	0,140	0,141	0,136	0,162	0,159	0,173	0,171	0,130	0,143	0,135	0,133	0,168	0,162

Volume prélevé en m³/s dans la ressource souterraine du SAGE pour l'eau minérale et hydrothermale : de 1998 à 2004

Nom et/ou Commune	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	Moyenne
Bourbon-l'Archambault	0,0035	0,0038	0,0044	0,0016	0,0016	0,0057	0,0016	0,0032
Saint-Yorre	0,0035	0,0041	0,0038	0,0032	0,0029	0,0032	0,0025	0,0032
Vichy-Celestins	0,0060	0,0057	0,0060	0,0057	0,0054	0,0057	0,0048	0,0057
Source d'Arvie	0,0035	0,0035	0,0035	0,0032	0,0032	0,0035	0,0057	0,0038
Rozana	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0006	0,0000
Chatelguyon	0,0025	0,0022	0,0022	0,0019	0,0016	0,0016	0,0016	0,0019
Royat	0,0054	0,0048	0,0054	0,0041	0,0041	0,0041	0,0035	0,0044
Saint-Diery	0,0003	0,0003	0,0006	0,0006	0,0006	0,0003	0,0006	0,0006
Sainte-Marguerite	0,0006	0,0006	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
Saint-Nectaire	0,0010	0,0010	0,0003	0,0000	0,0000	0,0006	0,0000	0,0003
Total	0,0257	0,0260	0,0263	0,0212	0,0203	0,0251	0,0212	0,0238