

# **Agence de l'Eau Rhin-Meuse**

## **Etude inter-agences**

Diagnostic des systèmes  
d'alimentation en eau potable

Synthèse et recommandations

Phase A

Synthèse des études existantes

RSt 574./A.9609/C.802 519	
LD - FM	
10/05/03	Page : 1

Etude inter-agences

**Intitulé du rapport :**

**Diagnostic des systèmes d'alimentation en eau potable  
Synthèse et recommandations**

Phase A. Synthèse des études existantes

Objet de l'indice	Date	Indice	Rédaction		Validation	
			Nom	Signature	Nom	Signature
Rapport phase A	15/05/03		L . Dufond		F. Merheb	
		a				
		b				
		c				
		d				

<b>Numéro de rapport :</b>	<b>RSt.574</b>
<b>Numéro d'affaire :</b>	<b>A 9609</b>
<b>N° de contrat :</b>	<b>C802519</b>
<b>Domaine technique :</b>	<b>T51</b>

BURGÉAP  
13 rue du Parc - OBERHAUSBERGEN  
F-67088 STRASBOURG CEDEX 02  
Téléphone : 03.88.56.85.30      Télécopie : 03.88.56.85.31  
e-mail : agence.de.strasbourg@burgeap.fr

RSt 574./A.9609/C.802 519	
LD - FM	
10/05/03	Page : 2

# SOMMAIRE

<b><u>1</u></b>	<b><u>Introduction</u></b>	<b>5</b>
<b><u>2</u></b>	<b><u>Méthode de travail</u></b>	<b>5</b>
<b><u>3</u></b>	<b><u>Le contexte des études</u></b>	<b>6</b>
3.1	<u>Objectifs</u>	6
3.2	<u>Suivi des études</u>	7
3.3	<u>Aspect financier</u>	8
3.4	<u>Délais</u>	10
<b><u>4</u></b>	<b><u>Le contenu technique des études</u></b>	<b>10</b>
4.1	<u>La ressource et le contexte naturel</u>	10
4.1.1	<u>Position dans un réseau AEP et importance</u>	10
4.1.2	<u>Informations nécessaires</u>	11
4.1.3	<u>Ce qui est effectivement étudié</u>	11
4.1.4	<u>Moyens mis en œuvre dans les études</u>	15
4.1.5	<u>Synthèse de la ressource</u>	15
4.2	<u>La production et la consommation</u>	18
4.2.1	<u>Position dans un réseau AEP et importance</u>	18
4.2.2	<u>Informations nécessaires</u>	18
4.2.3	<u>Ce qui est effectivement étudié</u>	18
4.2.4	<u>Moyens mis en œuvre dans les études</u>	33
4.2.5	<u>Synthèse de l'analyse production/consommation</u>	34
4.3	<u>Le réseau d'adduction</u>	37
4.3.1	<u>Position dans un réseau AEP et importance</u>	37
4.3.2	<u>Informations nécessaires</u>	37
4.3.3	<u>Ce qui est effectivement étudié</u>	37
4.3.4	<u>Moyens mis en œuvre dans les études</u>	46
4.3.5	<u>Synthèse de l'analyse du réseau</u>	46
4.4	<u>Les solutions proposées</u>	49
<b><u>5</u></b>	<b><u>Synthèse</u></b>	<b>50</b>
	<b><u>ANNEXES</u></b>	<b>52</b>

# ANNEXES

-	Annexe 1 - Liste des études consultées	53
-	Annexe 2 - Exemple de fiche de lecture	54

# 1 Introduction

Le diagnostic des systèmes d'alimentation en eau potable est une étude fréquemment demandée aux communes et aux syndicats de gestion des eaux, comme préalable à la définition d'un programme d'action visant à optimiser l'alimentation en eau ou à résoudre certains problèmes spécifiques y afférant.

Les résultats obtenus à la suite de ces études doivent permettre aux responsables de faire un choix justifié quant aux orientations futures de la gestion de l'alimentation en eau. C'est pourquoi il paraît utile de préciser le contenu de ces études et la méthodologie à employer pour aboutir aux résultats escomptés.

L'Agence de l'Eau Rhin-Meuse a confié à Burgeap la réalisation d'une étude inter-agences ayant pour but d'une part de faire la synthèse des études de type diagnostic de réseaux d'alimentation en eau actuellement réalisées sur l'ensemble du territoire métropolitain (et corse) et d'autre part d'établir un guide méthodologique de ce type d'études.

Ce document constitue le rapport de phase 1, qui correspond à la synthèse des rapports d'études qui ont été mis à disposition de Burgeap par les 6 agences de l'eau.

# 2 Méthode de travail

L'analyse des études existantes a été réalisée sur un échantillon considéré comme représentatif de 30 dossiers fournis par les différentes Agences de l'Eau et récapitulés dans le tableau 1. La liste exhaustive des études analysées est donnée en Annexe 1.

Tableau 1 : nombre d'études analysées par Agence

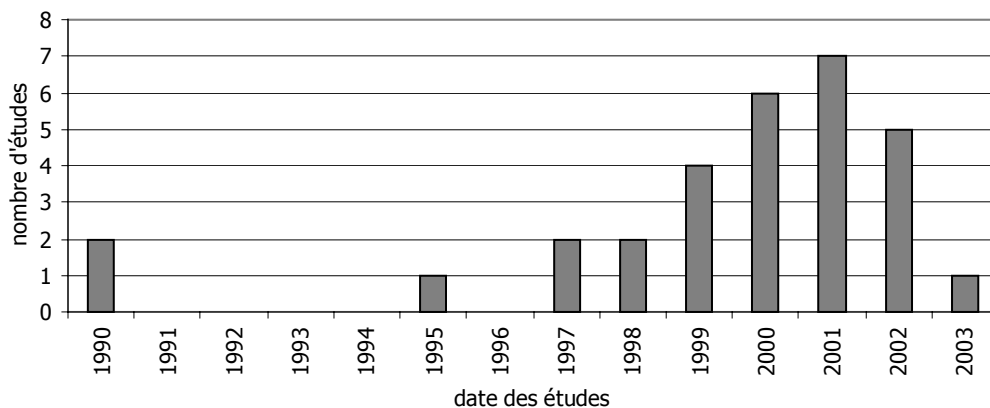
Agence	Nombre de dossiers
Adour-Garonne	7
Artois-Picardie	0
Loire-Bretagne	5
Rhin-Meuse	5
Rhône-Méditerranée-Corse	7
Seine-Normandie	6
TOTAL	30

Une fiche de synthèse a été conçue pour l'analyse de chaque étude. Elle permet de rappeler sur 2 pages le contenu des dossiers et de vérifier la manière dont ont été abordés les thèmes principaux recherchés. Cette fiche a été renseignée au cours de la lecture des 30 études, après avoir été validée par le comité de pilotage. Un exemple de fiche est consigné en Annexe, l'ensemble étant disponible à BURGEAP. Par ailleurs, les Cahiers des Charges correspondants ont été consultés lorsqu'ils étaient disponibles.

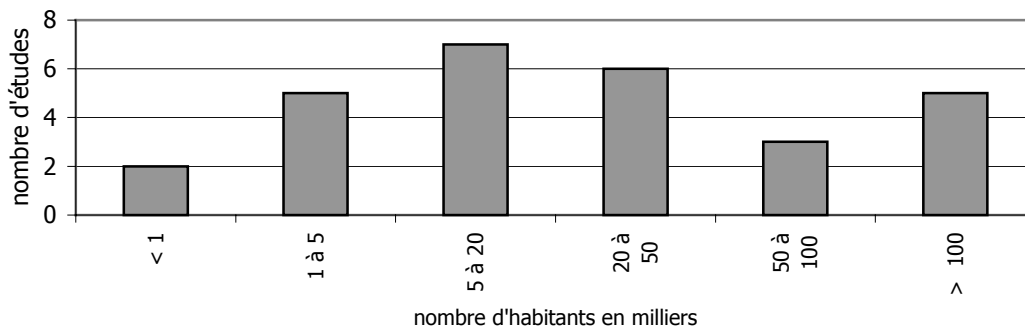
A partir de ces renseignements acquis, un inventaire des sujets abordés dans ce type d'étude a été réalisé, avec une comparaison de leur contenu.

### 3 Le contexte des études

Les 30 études analysées ont été réalisées entre 1990 et 2003. La majorité des dossiers date cependant de moins de 5 ans (23 études), comme l'illustre le diagramme suivant.



Les dossiers concernés intéressent aussi bien des zones rurales que des zones urbaines. Le nombre d'habitants est donc variable avec une fourchette allant de 597 habitants (étude de Manois de l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse) à 256 000 habitants (étude de Caen de l'Agence de l'Eau Seine-Normandie). Ce large panel permet de couvrir des problèmes ou des approches qui peuvent être sensiblement différents selon l'importance de la population à desservir. Le diagramme ci-après illustre les variations du nombre d'habitants des études analysées.



#### 3.1 Objectifs

Les études regroupées sous l'appellation « diagnostic de réseau » ont toutes un objectif général commun, à savoir préciser l'état du réseau d'adduction en eau potable d'une collectivité, partiellement ou dans sa totalité. La problématique qui a généré le besoin d'étude est par contre variable et conditionnera le contenu final du document. Dans le détail, les problématiques d'origine peuvent être aussi nombreuses que les études réalisées. Elles peuvent toutefois être regroupées en plusieurs grands ensembles, avec pour certains dossiers une appartenance multiple.

1. Etudes réalisées dans le cadre de la gestion globale d'un réseau afin de mettre en évidence des faiblesses éventuelles et de définir les axes de priorité pour sa gestion future sur 10 à 20 ans. A ce groupe peuvent être rattachées les études liées à un point particulier de la gestion du réseau, tel qu'un changement de gestionnaire ou l'intégration d'une interconnexion. Ce type d'étude débouche logiquement sur l'établissement d'un schéma directeur de gestion de l'eau, avec échéancier des travaux et des investissements.

C'est le cas de 14 études : Pau, Oloron Sainte-Marie, Agen, Tarbes, Limoges, Monceaux, Pont Saint Vincent, Ouvèze, La Boisse, Saint-Marcel, Est Seine et Marne. Les études de Manois, Saint-Jean de Maurienne et Plateau Briard sont, elles, plus liées à un point spécifique de gestion.

2. Etudes réalisées à la suite de problèmes rencontrés à la ressource en eau : ressources trop nombreuses nécessitant une optimisation, ou au contraire ressource unique nécessitant une diversification, mise en conformité des ressources, ressources trop vulnérables...

C'est le cas de 9 études : La Châtaigneraie, Saint-Sauveur, Mancelles, Saint-Dié, Pulligny, Haute-Loue, Caen, vallée de l'Andelle, Est Seine et Marnais.

3. Etudes réalisées à la suite de problèmes rencontrés sur le réseau d'adduction lui-même (conduites, stockages, reprises) : état défectueux nécessitant une recherche des anomalies, recherche des faiblesses pour un entretien général...

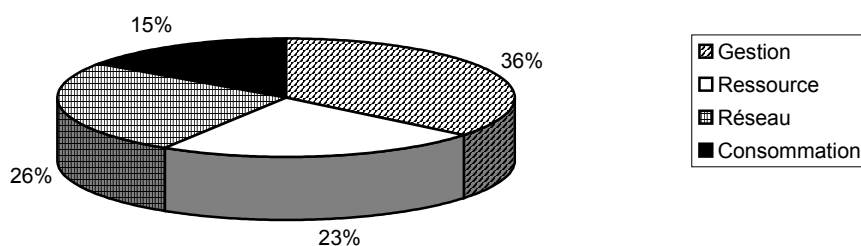
C'est le cas de 6 études : Oloron Sainte-Marie, Ussel, Charost, Bléré, Fium-Orbu, Ouvèze.

4. Etudes réalisées à la suite de problèmes rencontrés au niveau de la consommation : augmentation de la consommation, nécessitant une sécurisation de l'approvisionnement, problèmes de qualité sanitaire de l'eau distribuée...

C'est le cas de 10 études : Ussel, Saint-Dié, Pulligny, Chambéry, Fium-Orbu, Barcarès, Diemeringen, Caen, Reims, Est Seine et Marnais.

La répartition de ces types d'études est illustrée sur le schéma ci-après. Les études les plus fréquentes correspondent au type 1, lié à la gestion du réseau.

Répartition des études selon leur origine



### 3.2 Suivi des études

Ces études globales intéressent tous les acteurs locaux de la gestion de l'eau. De ce fait, elles sont suivies tout au long de leur déroulement par un comité de pilotage constitué des différents organismes concernés. Ce comité, ou au moins certains de ses membres, intervient dès la conception même du projet, lors de la rédaction du Cahier des Charges (également appelé Cahier des Clauses techniques Particulières ou CCTP).

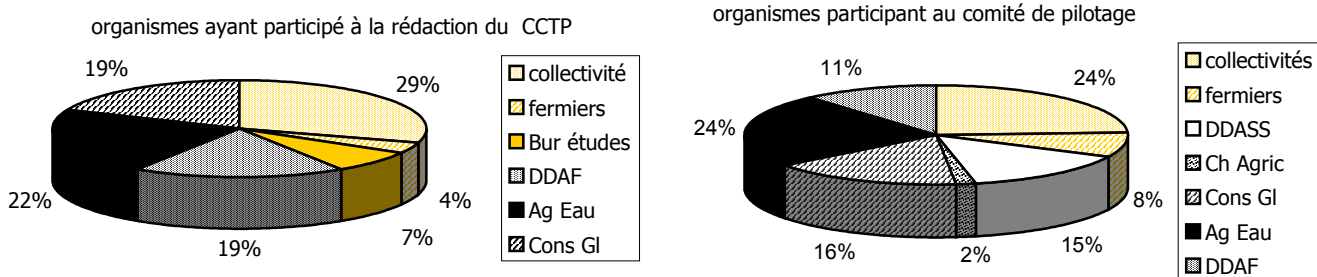
Le Cahier des Charges est le document de base indispensable à la réalisation d'une étude qui corresponde aux besoins réels de la collectivité. Sa rédaction est primordiale pour obtenir des réponses cohérentes aux questions posées et une estimation convenable du coût des études de la part des bureaux susceptibles d'être

retenus. La satisfaction de l'ensemble des intervenants et le bon déroulement d'une étude seront souvent étroitement liés à la qualité de ce document. Cette importance est généralement bien comprise et la rédaction des Cahiers des Charges est confiée à des techniciens, sensibilisés par leur fonction aux besoins exprimés et aux moyens d'y répondre.

Les organismes retrouvés régulièrement dans le cadre du suivi des dossiers sont les suivants :

- les collectivités représentant les usagers de l'eau,
- les sociétés fermières,
- les Directions Départementales de l'Agriculture et de la Forêt (DDAF),
- les Directions Départementales de l'Action Sanitaire et Sociale (DDASS) par l'intermédiaire de la Mission Interservices de l'Eau (MISE),
- les Agences de l'Eau,
- les Conseils Généraux,
- les Chambres d'Agriculture,
- les bureaux d'études intervenant comme Maître d'oeuvre.

Les graphiques ci-après illustrent leur participation dans la rédaction des Cahiers des Charges et dans le suivi des études.



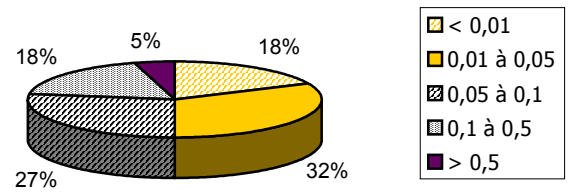
### 3.3 Aspect financier

Le coût de ces études est variable selon le besoin réel exprimé, le nombre d'habitants concernés, le nombre de points de production, les travaux à inclure... La fourchette de prix constatée est large et s'étale de moins de 10 000 € (Etude de la Boisse de l'Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse) à 150 000 € (Etude de Monceaux de l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne). Ces 2 extrêmes sont cependant exceptionnels et le coût moyen est plutôt compris entre 25 000 et 50 000 €.

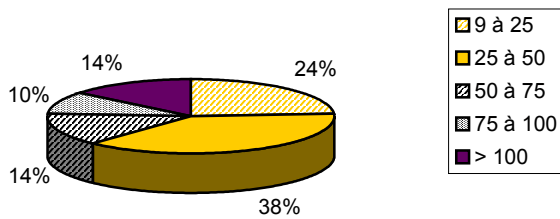
Ce coût peut être ramené au volume d'eau consommé annuellement. Dans ce cas, il s'étale de 0,016 cts/m<sup>3</sup> (Etude de Caen de l'Agence de l'Eau Seine-Normandie) à 2,1 €/m<sup>3</sup> (Etude de Saint-Sauveur de Peyre de l'Agence de l'Eau Adour-Garonne) qui correspond à la plus petite collectivité étudiée (251 habitants pour 25 000 m<sup>3</sup> consommés par an). Plus de 90% des études consultées ont un coût inférieur à 0,5 €/m<sup>3</sup>, avec une moyenne globale de l'ordre de 0,2 €/m<sup>3</sup>.



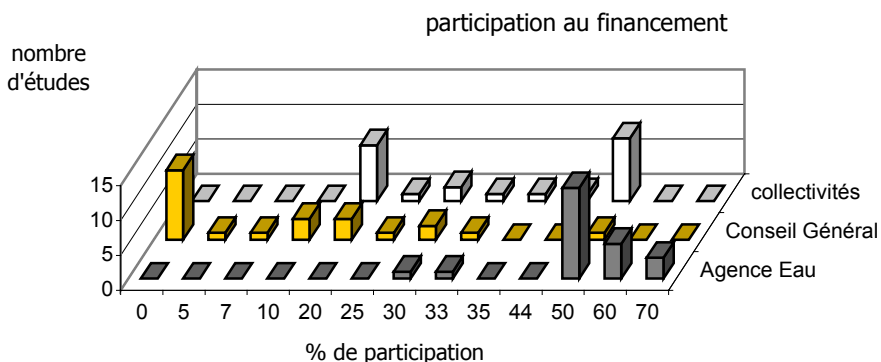
coût des études en euro par m3 annuel



coût des études en kilo-euros



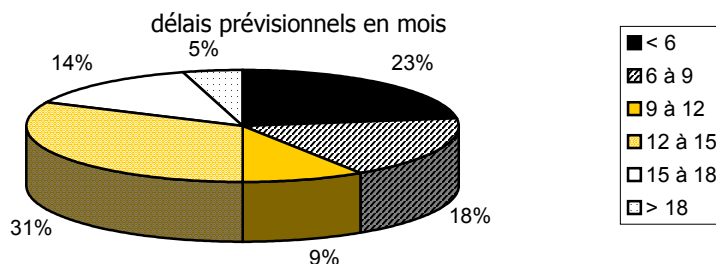
Le financement est majoritairement d'origine multiple, avec une ou plusieurs subventions en soutien à l'apport de la collectivité concernée. L'Agence de l'Eau contribue la plupart du temps à hauteur de 50% du coût total, plus rarement jusqu'à 70%, sous forme de subventions. Le reste de l'apport est assuré par la collectivité soit dans son intégralité, soit avec une subvention complémentaire du Conseil Général, de 10 à 30%.



### 3.4 Délais

Comme pour le coût, les délais des études sont variables et dépendent du volume de travail requis et des travaux inclus ou non dans l'étude. Ils sont compris entre moins de 6 mois et 24 mois pour ce qui concerne les prévisions. Le délai le plus fréquent est compris entre 12 et 15 mois.

D'une manière générale, le délai effectivement réalisé est supérieur au délai initialement demandé. Cette dérive est d'autant plus sensible que le nombre de phases de l'étude est important, chacune d'elles devant être validée par le comité de pilotage. Ces validations se révèlent souvent assez longues, d'autant plus que le nombre de participants au comité de pilotage est élevé.



## 4 Le contenu technique des études

Les dossiers consultés abordent tous les constituants d'un réseau d'adduction d'eau potable, depuis les points de production jusqu'à la distribution. Le détail apporté à l'analyse de chaque stade de l'alimentation en eau est par contre très variable.

### 4.1 La ressource et le contexte naturel

#### 4.1.1 Position dans un réseau AEP et importance

La ressource en eau correspond à l'aquifère ou au réservoir sollicité soit par des sources, soit par des puits, soit par des prises d'eau en rivière. Ces points de captages constituent le départ d'un réseau d'adduction en eau potable et peuvent être uniques ou multiples. La ressource en elle-même est d'origine naturelle et c'est cet aspect qui doit être abordé à ce stade. Elle correspond à des sources (22 études), des forages (23 études) ou des prises d'eau superficielles, soit en rivière soit par des retenues d'eau (7 études).

Le contexte naturel et l'occupation des sols interviennent de manière prépondérante sur la qualité des eaux captées. Par ailleurs, les capacités des captages sont aussi liées au contexte naturel, en particulier pour les puits, une nappe d'eau souterraine ne pouvant pas être sollicitée au-delà d'un certain débit qui dépend de ses caractéristiques propres. De même, l'influence d'un pompage sur l'environnement sera dépendant de ces mêmes caractéristiques.

#### 4.1.2 Informations nécessaires

L'analyse de la ressource en eau et du contexte naturel aborde plusieurs aspects qui peuvent être structurés de la manière suivante.

1. Le contexte naturel qui s'intéresse à la géographie des lieux, la géologie du secteur (stratigraphie, lithologie, tectonique...), l'hydrogéologie des aquifères sollicités (caractéristiques des terrains, piézométrie, relations entre aquifères et cours d'eau), l'hydrographie locale...
2. La ressource en elle-même, avec estimation de l'influence des captages qui permet de décrire les bassins versants hydrologiques ou hydrogéologiques des sources, les zones d'emprunt des captages, l'impact des captages, la qualité de l'eau captée.
3. La vulnérabilité des sites sollicités, avec l'occupation des sols, la qualité de l'eau de la nappe et la vulnérabilité de la ressource vis-à-vis du contexte naturel et anthropique.

#### 4.1.3 Ce qui est effectivement étudié

De nombreuses études s'intéressent peu au contexte naturel. La connaissance de la ressource en eau est pratiquement considérée comme acquise et les actions à mener sont recherchées beaucoup plus à l'aval. Les informations minimales apportées concernent la localisation géographique des zones exploitées, le mode de captage (source, forage ou prise d'eau) et l'aquifère sollicité. Le sujet est plus détaillé dans le cas de dossiers liés plus spécifiquement à un problème qualitatif. Par ailleurs, il peut exister en parallèle des études de vulnérabilité des captages qui justifient l'absence d'investigations.

Le contexte naturel (point 1 du paragraphe 4.1.2) est abordé dans la majorité des cas, avec plus ou moins de détail. Les points 2 et 3 du paragraphe 4.1.2 sont plus rarement abordés. Ils devraient cependant l'être systématiquement dans le cas d'une éventuelle augmentation des débits demandée ou suggérée comme solution.

**Les études ayant pour objectif un état des lieux** et la définition d'un programme de travaux abordent toujours le chapitre du contexte naturel, mais l'importance qui lui est accordée est variable. Un exemple d'étude bien développée et structurée sur ce point correspond à celle de Limoges (Agence de l'Eau Loire-Bretagne). Pour chaque ressource étudiée les éléments suivants sont détaillés successivement :

- contexte géologique et hydrogéologique des bassins versants, avec description des terrains et des réseaux hydrographiques,
- quantité d'eau disponible, avec estimation de l'origine de l'alimentation, des volumes respectifs des apports et bilan,
- qualité des eaux, avec mention des paramètres caractéristiques ou particulièrement sensibles (qualité générale, oligo-éléments, micropolluants, composés azotés, produits phytosanitaires, matières organiques...),
- environnement des captages,
- historique des incidents répertoriés.

Une fiche synthétique individuelle récapitule par ailleurs les principaux renseignements concernant chaque ressource ainsi que sa localisation géographique sur un extrait de carte. Les informations sont issues du recueil de données initial et d'une visite faite sur le terrain.

RSt 574./A.9609/C.802 519	
LD - FM	
10/05/03	Page : 11

Pour le même objectif d'étude, d'autres dossiers ne font qu'évoquer le sujet concernant les ressources, avec principalement leur localisation géographique et leur mode de captage. Le débit, l'occupation des sols et les procédures administratives sont parfois mentionnés.

**Les études programmées pour faire un bilan de la ressource** en eau en elle-même sont logiquement plus prolixes sur ce point.

L'étude de la Chataigneraie (Agence de l'Eau Adour-Garonne) est à cet égard intéressante avec les points suivants qui y sont détaillés : après un cadre général de la géographie, de la géologie et de la climatologie locale, chaque captage fait l'objet d'une description propre, avec les points suivants :

- cadre géographique avec extrait de carte,
- cadre cadastral avec extrait de plan,
- photographie,
- hydrogéologie avec bassin versant, origine de l'eau, débits et variations dans le temps, température de l'eau et variations dans le temps,
- coupe des terrains,
- protection sanitaire actuelle et environnement.

La vulnérabilité des captages est ensuite analysée de manière détaillée, en particulier vis-à-vis du contexte hydrogéologique, avec calcul des modules d'alimentation spécifique (alimentation moyenne de l'aquifère par unité de surface) et des bilans hydriques, analyse des chroniques de débits et de température.

Les informations sont issues des données recueillies initialement, de visites sur le terrain, d'analyses d'eau réalisées dans le cadre de l'étude et de calculs spécifiques.

L'étude de Saint-sauveur de Peyre (Agence Adour-Garonne) est elle aussi assez caractéristique de ce type de dossiers, avec une bonne description du contexte naturel et de chaque ressource, et des fiches individuelles. L'aspect vulnérabilité est plus spécifiquement axé sur l'occupation des sols et les activités anthropiques.

**Les études réalisées à la suite de problèmes rencontrés sur le réseau** s'intéressent peu à l'aspect contexte naturel de la ressource. C'est le cas par exemple de l'étude de Bléré (Agence Loire-Bretagne) où la ressource en eau est simplement évoquée, avec sa localisation géographique et le mode de captage. L'étude de Charost (Agence Loire-Bretagne) ne fait quant à elle aucune mention de la ressource en elle-même.

**Les études réalisées dans le cadre de problèmes liés à la consommation** abordent l'aspect ressource dans la mesure où son renforcement peut s'avérer nécessaire. Dans ce cas, le contexte géologique et hydrogéologique est décrit ainsi que la vulnérabilité (études de l'Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse de la Cluse de Chambéry ou du Barcarès par exemple). Le potentiel des aquifères sollicités est plus fréquemment analysé, avec les caractéristiques hydrogéologiques des aquifères ou les bassins versants et la pluviométrie pour les sources. L'étude du secteur à l'Ouest de Reims est intéressante à cet égard, avec en particulier les points suivants.

- Le secteur y est décrit dans son contexte naturel, avec la climatologie, la pluviométrie et l'hydrographie, avec chiffres à l'appui (débits des cours d'eau, bassins versants, pluviométrie interannuelle) ;
- Le contexte géologique est abordé, avec coupes géologiques schématiques positionnant certaines sources ;
- Une analyse de l'exploitation des aquifères et de la qualité obtenue est proposée ;
- L'environnement des captages est étudié pour ce qui est de leur vulnérabilité ;
- Une carte permet de distinguer les ouvrages bénéficiant d'une protection de ceux dont la DUP est en cours, avec avis favorable ou non de l'hydrogéologue agréé ;

RSt 574./A.9609/C.802 519	
LD - FM	
10/05/03	Page : 12

- Une carte rappelle les débits des ouvrages et la transmissivité des terrains sollicités ;
- Une carte récapitule la qualité des eaux captées vis-à-vis des nitrates.

En résumé, l'importance accordée au chapitre concernant la ressource en eau dans son aspect contexte naturel est très variable selon les études. Il peut être uniquement survolé, en particulier lorsqu'il s'agit d'études liées à des problèmes constatés sur le réseau. Dans la majorité des cas, il est abordé sans faire l'objet d'analyse détaillée. Quelques dossiers sont plus prolixes, en particulier quand l'objet de l'étude concerne plus spécifiquement la ressource.

Les 3 points principaux de ce chapitre sont repris ci-après afin de préciser le contenu dans les dossiers consultés. Une fiche synthétique N° 1 en page 14 récapitule les informations présentes dans les dossiers consultés.

#### 4.1.3.1 Le contexte naturel

Le contexte naturel peut être évoqué très succinctement, avec une simple référence à l'aquifère sollicité (Etude de Oloron Sainte-Marie de l'Agence de l'Eau Adour-Garonne).

Les dossiers plus précis s'attachent à décrire les caractéristiques des terrains et l'environnement naturel : géologie locale, lithologie des terrains, voire tectonique (Etude de Pau de l'Agence Adour-Garonne). Ces données sont fréquemment présentées individuellement, sur des fiches spécifiques à chaque ressource (Etude de Saint-Sauveur de Peyre de l'Agence Adour-Garonne). Une coupe stratigraphique des terrains, voire une carte ou une esquisse géologique complètent parfois la description (Etude de la Haute Loue de l'Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse ou de la vallée de l'Andelle de l'Agence de l'Eau Seine-Normandie).

La piézométrie des nappes souterraines est très peu cartographiée, avec des limnigrammes permettant d'observer les variations saisonnières et parfois une carte piézométrique (Etude de Diemeringen de l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse).

La pluviométrie est parfois abordée, essentiellement lorsque la ressource correspond à un captage de source ou à une retenue d'eau, leur débit étant fortement lié aux précipitations (Etude du Sud-Ouest de Reims de l'Agence Seine-Normandie dont le détail est listé au chapitre 4.1.3). Les variations saisonnières sont alors illustrées sur courbes ou histogrammes.

Les dossiers concernant les collectivités alimentées par des prises d'eau en rivière abordent le sujet en s'appuyant beaucoup plus sur les bassins versants et l'hydrographie. Les débits des cours d'eau sont alors mentionnés, avec plus particulièrement les débits d'étiage (Etude de Limoges de l'Agence Loire-Bretagne, dont le détail est précisé au chapitre 4.1.3, page 11).

#### 4.1.3.2 La ressource

La ressource en eau est généralement mieux détaillée pour les captages de sources. Le bassin versant est alors décrit, souvent sous forme de fiches individuelles récapitulant les données nécessaires. Le débit moyen est mentionné, certaines études se basant sur une mesure spécifique de jaugeage (Etude de Saint-Dié de l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse). Pour les dossiers les plus détaillés, un historique des débits est joint au descriptif (Etude de Oloron Sainte-Marie de l'Agence de l'Eau Adour-Garonne).

Dans le cas des captages, l'essentiel des informations concerne les capacités de l'ouvrage. Cependant, ce débit mentionné n'est généralement pas soutenu par les résultats d'essais de pompage ; la coupe technique accompagne parfois le descriptif (Etude de Diemeringen de l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse).

Pour les prises d'eau en rivières, les données concernant la ressource rejoignent en grande partie celles du contexte naturel. Le pourcentage du prélèvement par rapport au débit d'étiage est rappelé, de même que les débits réservés minimaux à conserver dans les cours d'eau (Etude de Ussel de l'Agence de l'Eau Adour-Garonne).

RSt 574./A.9609/C.802 519	
LD - FM	
10/05/03	Page : 13

L'information principale liée à la ressource et rencontrée dans la plupart des dossiers consultés concerne la qualité de l'eau captée. Il s'agit souvent simplement d'une phrase rappelant que l'eau est conforme aux normes de potabilité, assortie parfois des résultats d'analyses sur les principaux paramètres bactériologiques et physico-chimiques (Etude de Oloron Sainte-Marie de l'Agence de l'Eau Adour-Garonne).

Les données peuvent être étoffées avec un commentaire général accompagnant un tableau récapitulatif des principaux paramètres (Etude de Limoges de l'Agence Loire-Bretagne). Une analyse complète est souvent jointe en Annexe et la périodicité et le type d'analyses requises sont mentionnés.

L'évolution de la qualité de l'eau est plus rare. Elle concerne alors les paramètres présentant le plus de risques localement : nitrates et pesticides principalement, arsenic pour l'étude de Diemeringen de l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse. Les paramètres observés sont plus nombreux dans le cas de retenues d'eau ou de prise d'eau en rivière. C'est le cas par exemple de l'étude de Monceaux de l'Agence Loire-Bretagne qui s'intéresse aux paramètres biologiques mais aussi à l'évolution du pH, du TAC, de la turbidité, de l'ammonium, des nitrates, des orthophosphates, du manganèse, de l'aluminium, des métaux lourds, des pesticides, et des indices tels que le COT et l'oxydabilité au  $KMnO_4$ .

Certains dossiers appliquent l'analyse prospective aux paramètres qualitatifs en essayant d'estimer la qualité future des eaux captées (chapitre 4.2.3.5).

#### **4.1.3.3 La vulnérabilité**

La vulnérabilité des ressources est abordée le plus souvent vis-à-vis du contexte humain. L'occupation des sols aux environs des captages est l'observation la plus courante, présentée le plus souvent sous forme de fiches individuelles (Etude de la Chataigneraie de l'Agence de l'Eau Adour-Garonne dont le détail est donné au chapitre 4.1.3 page 11).

Les activités humaines complètent parfois ces données dans les dossiers plus détaillés (Etude à l'Ouest de Reims de l'Agence de l'Eau Seine-Normandie dont le détail est donné au chapitre 4.1.3 page 12).

L'état d'avancement des procédures administratives est toujours mentionné. Les périmètres de protection existants sont alors illustrés (Etude de Peyre Saint-Sauveur de l'Agence Adour-Garonne). Quelques dossiers joignent les avis des hydrogéologues agréés en Annexe.

La qualité régionale de la nappe sollicitée est rarement abordée.

Fiche 1

RSt 574./A.9609/C.802 519	
LD - FM	
10/05/03	Page : 14

<b>Origine des données</b>	Données du gestionnaire Données des administrations (DDASS, DDAF, Agence de l'Eau, Communes) Avis des hydrogéologues agréés Etudes de vulnérabilité Cartes géologiques Visite de terrain Mesures sur site (débits, analyses)
----------------------------	--

**Contexte naturel**

➔ Contenu	Forages	Sources	Eaux de surface
Géologie			
Aquifère			
Caractéristiques hydrog.			
Piézométrie			
Hydrographie			
Pluviométrie			

➔ Illustrations	<ul style="list-style-type: none"> <li>● carte et coupes géologiques</li> <li>● courbes ou histogrammes de pluviométrie</li> <li>● limnigrammes</li> <li>● courbes ou histogrammes des débits de cours d'eau</li> </ul>
-----------------	---

**Ressource**

➔ Contenu	Forages	Sources	Eaux de surface
lithologie rencontrée			
Débits saisonniers (étiage)			
Débit possible			
Débit disponible			
Zone d'emprunt et influence			
Bassin versant			
Qualité de l'eau et évolution			

➔ Illustrations	<ul style="list-style-type: none"> <li>● coupe des ouvrages</li> <li>● courbes d'évolution des débits</li> <li>● courbes d'évolution de la qualité pour les paramètres principaux</li> <li>● tableau récapitulatif de la qualité</li> <li>● fiches individuelles par ressource</li> </ul>
-----------------	---

**Vulnérabilité**

➔ Contenu	Forages	Sources	Eaux de surface
Qualité régionale			
Occupation des sols			
Activité locales			
Etat administratif			
vulnérabilité naturelle			

➔ Illustrations	<ul style="list-style-type: none"> <li>● cartes des périmètres de protection</li> <li>● carte d'occupation des sols</li> <li>● carte des activités</li> <li>● tableau récapitulatif des risques</li> <li>● fiches individuelles par ressource</li> </ul>
-----------------	--

#### 4.1.4 Moyens mis en œuvre dans les études

Les informations mentionnées proviennent d'une enquête préalable auprès des administrations compétentes, (DDAF, DDASS, DIREN, Conseil général, Agences de l'Eau), des collectivités et des exploitants.

La Banque du sous-sol, la Banque hydro, les bases de données de Météo-France permettent de préciser les données géologiques et hydrologiques pour les dossiers plus complets.

Les études préalables à la définition des périmètres de protection, les avis des hydrogéologues agréés et les études particulières liées au contexte sont exploitées.

Une visite des sites est en général organisée pour compléter et confirmer les données disponibles.

Quelques études plus spécifiques (3 études sur les 30 étudiées) intègrent des campagnes de mesures de débits ou de prélèvements d'eau avec analyses qualitatives, voire des mesures au micromoulinet et des nivellement au GPS.

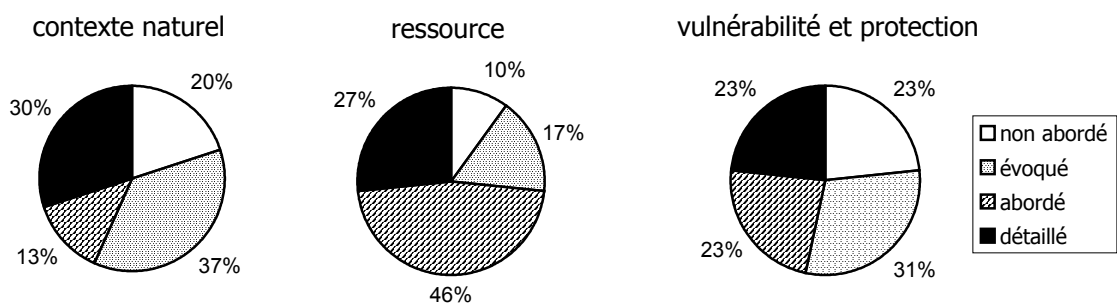
#### 4.1.5 Synthèse de la ressource

Après lecture des différentes études sélectionnées, chacun des volets (contexte naturel, ressource en eau, vulnérabilité et protection) est apprécié en attribuant un indice selon l'importance relative qui lui est accordée.

- 0 : sujet non abordé.
- 1 : sujet évoqué succinctement à titre indicatif.
- 2 : sujet abordé dans sa globalité, sur les points essentiels.
- 3 : sujet détaillé.

L'indice global correspond à la somme des indices individuels. Il permet d'attribuer une note moyenne aux études d'un même type.

Pour ce qui concerne la ressource, 3 aspects ont fait l'objet d'une appréciation synthétique : le contexte naturel (géologie, hydrogéologie pour les eaux souterraines, bassin versant, alimentation pour les eaux de surface), la ressource en elle-même (débits disponibles, caractéristiques, qualité de l'eau), sa vulnérabilité et sa protection (occupation des sols, risques de pollution, état de la protection). Les résultats obtenus sont illustrés sur les schémas ci-après. Le tableau 2 correspond aux résultats étude par étude.



En ce qui concerne le détail de la ressource en elle-même, le nombre important d'études qualifiées de niveau 2 (sujet abordé dans sa globalité, sur les points essentiels) est lié principalement à la qualité des eaux captées, fréquemment abordée.

Ce classement peut être comparé aux objectifs initiaux des dossiers, en faisant pour chaque étude la somme des indices obtenus pour chaque point. L'indice global maximal obtenu correspond à 9, si chaque aspect s'est vu attribué séparément l'indice maximal 3 (approche détaillée). Cette approche, récapitulée dans le tableau 3, permet de constater que les études les plus détaillées (indices 8 et 9) sont essentiellement celles



ayant un objectif initial en relation directe avec la ressource. De même, l'indice moyen le plus élevé concerne ces mêmes études. A l'inverse, les dossiers les moins détaillés sont principalement ceux ayant un lien principalement avec le réseau.

Tableau 3 : comparaison entre le type d'étude et l'indice global de l'aspect ressource

Type d'étude	Nombre d'études ayant un indice global > 7	Indice global moyen
1-études liées à la gestion	3	4,5
2-études liées à la ressource	4	6,5
3-études liées au réseau	0	1,8
4-études liées à la production	2	5,0

**Tableau 2 : synthèse du volet ressource et contexte**

	Type		origine	contexte hydro	ressource	vulnérabilité	indice global	travaux
<b>Agence de l'Eau Adour-Garonne</b>								
1	2	Roannes Ste Mary	41 sources	3	3	3	9	analyses
2	1	SM Nord-Est Pau	1S 1F + 1R + 4F	1	2	1	4	-
3	1 et 3	Oloron	1S + 1F	1	1	0	2	-
4	1	SIAEP Sud Agen	5R + 2S + 3F	1	2	1	4	-
5	3 et 4	Ussel	2R + 2S	0	1	1	2	-
6	1	TARBES	2 F	0	1	0	1	-
7	2	Peyre Saint Sauveur	21 S	3	3	3	9	GPS + jaugeages
<b>Agence de l'eau Loire-Bretagne</b>								
8	2	Mancelles	1 R + 3 F	2	3	3	8	-
9	1	Limoges	6R + plus de 10 S	3	3	3	9	-
10	3	Charost	?	0	0	0	0	-
11	3	Bléré	1S +2F	1	0	0	1	-
12	1	Monceaux	3 R	1	2	2	5	-
<b>Agence de l'eau Rhin-Meuse</b>								
13	2 et 4	Saint-Dié	250 S + 4F	1	2	0	3	-
14	1	Manois	1 S	1	1	1	3	-
15	2 et 4	SIE Pulligny	3 F	3	2	2	7	-
16	1	Pont St Vincent	2 F + 2S	1	2	1	4	-
17	4	Diemeringen	3 F	3	2	1	6	analyses + µmoulinet
<b>Agence de l'Eau Rhone-Méditerranée-Corse</b>								
18	2	SIE Haute-Loue	3 F + 2 S	2	2	2	6	-
19	1 et 4	District Cluse de Chambéry	6 F + 90 S	3	3	2	8	-
20	1	Saint-Jean de Maurienne	4 S + achat	0	1	1	2	-
21	3 et 4	SIE Fium'Orbu	> 8 F + > 20 S	0	0	0	0	-
22	4	SIVOM de Barcarès	14 F + 1R	2	2	2	6	-
23	1 et 3	SI Ouvèze	6 F + ?S	2	2	2	6	-
24	1	Boisse	3 S	0	2	2	4	-
<b>Agence de l'eau Seine-Normandie</b>								
25	2 et 4	Caen	45 F + 28 S	1	2	1	4	-
26	2	vallée de l'Andelle	16 F + 2S	3	3	3	9	-
27	1	Ville de Saint-Marcelle	4 F + 2 S	3	3	3	9	-
28	4	SO Reims	7 F + 10 S	3	3	3	9	-
29	1	SDAEP Plateau Briard	18 F	1	2	0	3	-
30	1 et 2	Est Seine et Marnais	plus de 55 F	1	2	1	4	-
<b>SOMME</b>				<b>49</b>	<b>59</b>	<b>45</b>	<b>153</b>	

1 : étude liée à la gestion  
 2 : étude liée à la ressource  
 3 : étude liée au réseau  
 4 : étude liée à la production

S : source  
 F : forage  
 R : prise d'eau superficielle

0 : non abordé  
 1 : évoqué  
 2 : abordé globalement sur les points essentiels  
 3 : détaillé  
 indice global = somme des indices individuels

## 4.2 La production et la consommation

### 4.2.1 Position dans un réseau AEP et importance

La production et la consommation d'eau sont les éléments directement mesurables par le gestionnaire de l'alimentation. Elles traduisent l'exploitation du réseau.

L'analyse de la consommation en eau permet de préciser les besoins en eau de la collectivité, leurs fluctuations saisonnières, et l'utilisation qui en est faite. Une prospective conduit à estimer l'évolution de ces mêmes paramètres pour des horizons ciblés à moyen ou long terme.

L'analyse de la production en eau doit se faire en parallèle à celle de la consommation. Cette comparaison permet de vérifier d'une part les différences qui peuvent traduire l'existence de fuites ou de volumes non comptabilisés et d'autre part l'adéquation entre les capacités de production et les besoins exprimés. Elle peut être menée pour la période actuelle et pour le futur.

### 4.2.2 Informations nécessaires

Le chapitre concernant la production et la consommation comporte plusieurs aspects qui peuvent être structurés de la manière suivante.

1. La production et la consommation qui comportent l'analyse des chiffres, avec des caractéristiques spécifiques à la production ou à la consommation (volumes produits et facturés, moyennes, chiffres de pointe, évolution...).
2. Le rendement qui correspond aux comparaisons entre les chiffres de production et de consommation.
3. L'adéquation des ressources aux besoins qui s'intéresse à l'estimation des besoins effectifs et des ressources existantes et à leur comparaison.
4. Les perspectives qui concernent l'estimation des besoins et des ressources futurs, à plus ou moins long terme.
5. L'économie qui s'intéresse au prix de l'eau et aux économies d'eau possibles.

### 4.2.3 Ce qui est effectivement étudié

Le volet concernant la production et la consommation est généralement bien abordé dans les études consultées, principalement pour les points 1 et 3 du chapitre 4.2.2. (Production/consommation et besoins/ressources). Le point 4 (prospectives) est fréquemment pris en compte, en particulier quand l'étude est complétée par un schéma directeur d'aménagement. Le dernier point 5 (économie) est très rarement abordé, avec, quand c'est le cas, essentiellement l'aspect concernant le prix de l'eau et non pas les possibilités d'économie d'eau.

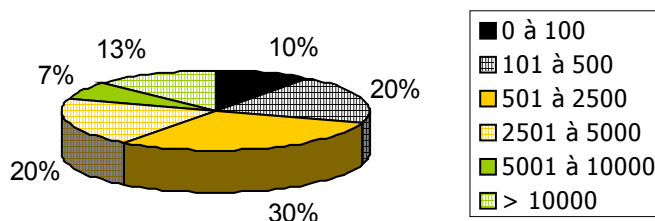
Contrairement au chapitre concernant la ressource en eau, les modes de prise en compte pour l'analyse des chiffres caractéristiques de l'adduction sont difficilement corrélables avec le type d'étude. Un seul point marquant peut s'observer : les dossiers qui abordent peu ou pas du tout les aspects « adéquation besoins/ressources » et « perspectives » sont généralement des études liées à une problématique autre que la **gestion globale du réseau (type 1)**.

L'approche sera plutôt différenciée selon la complexité du réseau et de sa gestion. Une étude telle que celle de Caen (Agence de l'Eau Seine-Normandie), qui regroupe 25 collectivités, communes ou syndicats ne pourra évidemment pas proposer la même analyse des chiffres de production et de consommation qu'une étude telle que celle de Manois (Agence de l'Eau Rhin-Meuse) qui ne regroupe qu'une seule commune.

RSt 574./A.9609/C.802 519	
LD - FM	
10/05/03	Page : 18

Dans les dossiers consultés, les volumes consommés (facturés) s'échelonnent entre 20 000 m<sup>3</sup>/an (Etude de Peyre Saint-Sauveur de l'Agence de l'Eau Adour-Garonne) et 22 000 000 m<sup>3</sup>/an (Etude de Caen de l'Agence de l'Eau Seine-Normandie). La répartition des volumes consommés permet de constater que la moitié des études fournies intéresse la tranche de consommation entre 500 000 et 5 000 000 m<sup>3</sup>/an.

répartition des études par volume annuel consommé en milliers de m<sup>3</sup>



#### 4.2.3.1 Production et consommation

Production et consommation facturée sont les données de base enregistrées par les gestionnaires. De ce fait, elles sont toujours au moins signalées dans les dossiers, à défaut d'être exploitées par la suite. Ces valeurs sont cependant abordées de différentes manières, en partie en fonction de l'importance des données mises à disposition du Bureau d'Etudes.

La production correspond au volume d'eau mis en circulation. La consommation correspond aux volumes d'eau effectivement consommés ou vendus. Leur analyse est réalisée de manière temporelle et/ou de manière géographique. Les différentes possibilités sont récapitulées dans le tableau 4.

Tableau 4 : analyse de la production et de la consommation

Analyse géographique ⇨	globale	sectorielle
Analyse temporelle ⇩		
statique	Cas 1	Cas 2
dynamique	Cas 3	Cas 4

#### Cas 1. Analyse temporelle statique et géographique globale

Dans le cas le plus simple, production et consommation sont mentionnées avec le chiffre global correspondant à l'ensemble du syndicat et à l'ensemble de l'année. C'est le cas par exemple de l'étude de Charost (Agence de l'Eau Loire-Bretagne).

#### Cas 2. Analyse temporelle statique et par secteurs géographiques

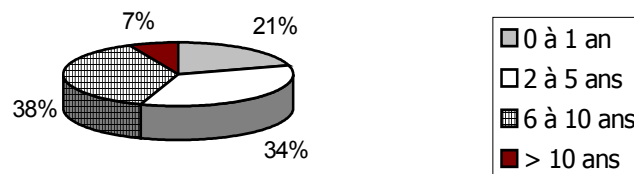
L'analyse peut être différenciée géographiquement. Pour la production, il est alors nécessaire qu'il existe des enregistrements par ressource ou par réservoir, ce qui permet de relativiser les variations géographiques. Pour la consommation, cette différenciation concerne les syndicats regroupant plusieurs communes ou plusieurs secteurs.

C'est le cas par exemple de l'étude de Caen (Agence de l'Eau Seine-Normandie) qui aborde la consommation de manière statique, avec des chiffres sur une année, mais pour chaque commune constituant le syndicat.

### Cas 3 et 4. Analyse temporelle dynamique

Dans les dossiers plus détaillés, l'évolution de la production et de la consommation est récapitulée sur plusieurs années, la période allant de 3 à 15 ans, illustrée sur le schéma suivant. L'évolution temporelle peut être globale, sur l'ensemble de la collectivité, ou sectorielle, en s'intéressant individuellement aux différentes composantes géographiques.

période d'analyse des chiffres de production et de consommation



C'est le cas par exemple de l'étude de Manois (Agence de l'Eau Rhin-Meuse), avec une observation de la production de 1996 à 1999 et de la consommation de 1994 à 2000. Cette approche permet de vérifier la progression de la production et de la consommation. L'étude de Fium'Orbù (Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse) est caractéristique de cette analyse avec en particulier les points suivants :

- évolution des volumes totaux produits de 1995 à 2001 (tableau et histogramme),
- évolution des volumes produits par ressource, de 1996 à 1999 (tableau et histogramme),
- répartition de la production par ressource sur une année (diagramme circulaire).

Les études plus précises, analysent l'évolution mensuelle des chiffres. Cette exploitation des données permet de préciser les périodes les plus critiques et l'amplitude des variations dans une année. Elle conduit généralement à établir des chiffres caractéristiques tels que la moyenne mensuelle ou journalière, le minimum, le maximum et le coefficient de pointe, aussi bien pour la production que pour la consommation. Une attention particulière est généralement apportée à la production et la consommation de pointe. Outre l'établissement d'un coefficient de pointe, son évolution dans le temps peut être observée, de même que les volumes correspondants et la date associée.

L'étude de Bléré (Agence de l'Eau Loire-Bretagne) par exemple présente ce type d'approche, avec l'évolution de la production de 1985 à 1997, puis de manière mensuelle pour 1994 à 1997. Cette évolution est par ailleurs analysée, en la rapportant à la production moyenne mensuelle de l'année, puis à la production mensuelle minimale de l'année.

L'étude de Mancelles (Agence de l'Eau Loire-Bretagne) peut aussi être citée, avec un chapitre type sur la production, abordée avec les points suivants :

- production annuelle et évolution de 1990 à 2000,
- tableau avec production mensuelle de 1990 à 2000, pour les 3 sites de productions individualisés,
- établissement pour chaque site de production et pour chaque année de la moyenne journalière, du maximum et minimum mensuels et du coefficient de pointe,
- graphiques de répartition de la production par site, pour 3 années (1990, 1996 et 1999),
- statistiques des coefficients journaliers (ratios de la production journalière sur la production journalière moyenne de l'année) pour chaque site de production.

Certaines études détaillent l'analyse avec l'évolution journalière des volumes, voire horaire, sur une journée. Cette approche nécessite cependant l'existence d'enregistrements ou la réalisation de mesures spécifiques au cours de l'étude. Elle s'avère indispensable quand une modélisation du réseau est programmée par la suite avec simulation du fonctionnement journalier (chapitre 4.3.3.4). C'est le cas par exemple de l'étude du

Barcares (Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse), qui présente un histogramme de la répartition horaire des consommations en eau journalières estivales enregistrées pendant une journée, dans le but d'une modélisation ultérieure. Dans le même but, l'étude de Manois (Agence de l'Eau Rhin-Meuse) présente un même histogramme à partir de mesures réalisées spécifiquement pendant 1 journée. L'étude de Limoges de l'Agence Loire-Bretagne présente le même type d'évolution sur la base d'enregistrements de la télésurveillance en place, assortie d'un coefficient de pointe horaire et d'un coefficient minimal correspondant à la consommation de nuit.

Cette approche détaillée est plus fréquente pour les études intéressant des collectivités en nombre réduit. Les dossiers qui regroupent un nombre élevé de communes ou de syndicats privilégient un constat global des chiffres enregistrés. C'est le cas par exemple de l'étude de Caen ou de l'étude de l'Est Seine et Marnais de l'Agence de l'Eau Seine-Normandie, ces 2 dossiers regroupant respectivement 25 et 40 collectivités. Ces 2 études récapitulent principalement les consommations pour chaque collectivité, rappelant les volumes moyens facturés par an et par jour, et le coefficient de pointe mensuelle.

Une fiche de synthèse N° 2 (page 22) permet de récapituler le contenu et la méthode utilisée pour aborder le volet production.

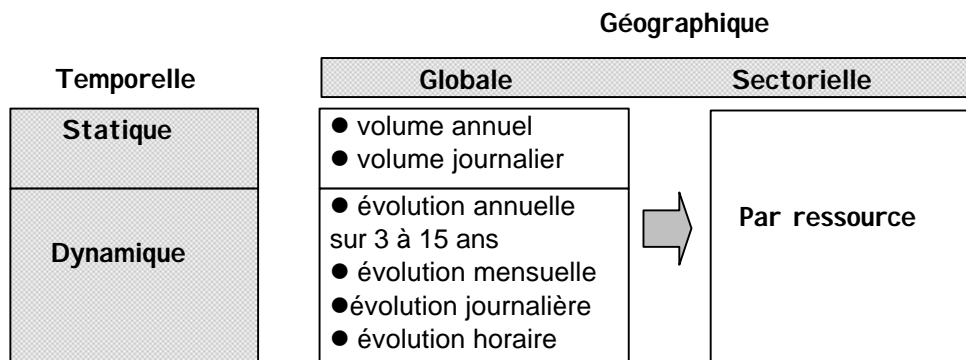
RSt 574./A.9609/C.802 519	
LD - FM	
10/05/03	Page : 21

//

### Origine des données

Enregistrements des volumes par le gestionnaire  
 Données Agence de l'Eau  
 Mesures de débits en cours d'étude en sortie de réservoir et/ou sur compteurs généraux pendant 1 journée à 15 jours

### Analyse



### Calculs caractéristiques

- taux d'accroissement annuel
- période de pointe (mois et/ou jour)
- coefficient de pointe
  - \* sur 1 mois de pointe
  - \* sur 1 mois moyen
  - \* pour un % de couverture des besoins
- heure de pointe

### Illustrations

- tableaux récapitulant les chiffres
- histogrammes et courbes d'évolution
- histogrammes et diagrammes circulaires pour la répartition
- cartes de répartition

#### 4.2.3.2 Comparaison entre production et consommation

La comparaison des chiffres de production et de consommation permet d'obtenir les chiffres caractéristiques du rendement du réseau. Ce sont alors soit les données moyennes annuelles soit les données de pointe qui sont exploitées pour les calculs. Comme pour l'analyse des données, les comparaisons peuvent être rapportées aux secteurs géographiques et à l'évolution dans le temps.

Le chiffre de base correspond au rendement primaire égal au ratio du volume livré aux consommateurs sur le volume total produit. Certains dossiers donnent uniquement cette valeur (étude de Usse de l'Agence Adour-Garonne ou étude de Saint-Dié de l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse par exemple).

D'autres études précisent les chiffres du rendement technique du réseau avec les paramètres suivants, en partie ou au complet (Etude de Tarbes, de l'Agence de l'Eau Adour-Garonne qui précise par ailleurs ces différentes valeurs pour chaque secteur) :

- rendement net, correspondant au ratio

$$\frac{\text{volume comptabilisé} + \text{volume sans comptage} + \text{volume de service}}{\text{volume total distribué}}$$

- rendement hydraulique, correspondant au ratio

$$\frac{\text{volume comptabilisé} + \text{volume sans comptage} + \text{volume de service} + \text{volume détourné}}{\text{volume total distribué}}$$

- indice linéaire de perte d'eau correspondant au ratio

$$\frac{\text{volume des pertes}}{\text{longueur de conduites}}$$

Cet indice est parfois différencié de l'indice linéaire des fuites correspondant aux pertes moins le volume lié à un défaut de comptage.

- indice linéaire de consommation correspondant au ratio

$$\frac{\text{volume consommé}}{\text{longueur de conduites}}$$

- indice linéaire de production correspondant au ratio

$$\frac{\text{volume produit}}{\text{longueur de conduites}}$$

En ce qui concerne les volumes non comptabilisés, une partie est liée aux défauts de comptage qui sont alors estimés sous forme de validité des mesures, à partir des caractéristiques des compteurs, et en particulier de leur âge. Tout compteur ayant un âge supérieur à 20 ans par exemple est taxé d'un sous-comptage de 40% (Etude de Oloron Sainte-Marie de l'Agence de l'Eau Adour-Garonne) (Cf chapitre 4.3.2).

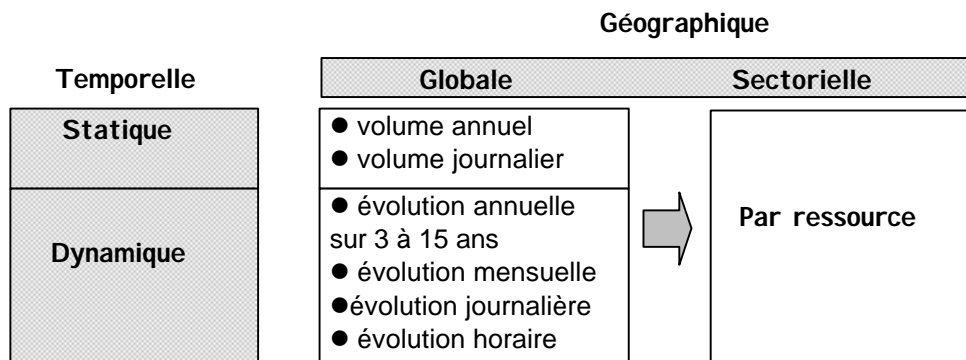
Quelques études complètent ces calculs avec un rendement de la production égal au ratio des volumes mesurés aux compteurs généraux sur les volumes pompés et un rendement de la distribution égal au ratio des volumes comptabilisés chez les abonnés sur les volumes mesurés aux compteurs généraux (étude de Manois de l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse).

Les chiffres obtenus permettent de caractériser la présence de fuites et de rechercher une première explication. Ils peuvent par ailleurs être comparés aux valeurs caractéristiques habituellement retenues comme moyenne pour des réseaux de même type : réseau rural, urbain ou intermédiaire en particulier. Enfin, les chiffres de production et de consommation sont souvent mis en parallèle, sur des histogrammes ou des courbes d'évolution, dans le temps ou géographique. Une fiche de synthèse N° 3 (page 24) permet de récapituler les éléments fournis et la méthode employée pour aborder ce volet de comparaison entre les chiffres de la production et ceux de la consommation.



**Origine des données**      Enregistrements des volumes par le gestionnaire  
 Données Agence de l'Eau  
 Mesures de débits en cours d'étude en sortie de réservoir et/ou sur compteurs généraux pendant 1 journée à 15 jours

### Analyse



### Calculs caractéristiques

- taux d'accroissement annuel
- période de pointe (mois et/ou jour)
- coefficient de pointe
  - \* sur 1 mois de pointe
  - \* sur 1 mois moyen
  - \* pour un % de couverture des besoins
- heure de pointe

### Illustrations

- tableaux récapitulant les chiffres
- histogrammes et courbes d'évolution
- histogrammes et diagrammes circulaires pour la répartition
- cartes de répartition

### 4.2.3.3 Éléments spécifiques à la consommation

L'analyse de la consommation est en partie similaire à celle de la production et a été abordée dans le paragraphe 4.2.3.1 (analyse temporelle et géographique). Elle est cependant complétée le plus souvent par une étude rapportée aux consommateurs eux-mêmes avec :

- comparaison avec le nombre de consommateurs,
- comparaison avec le type de consommation.

#### Nombre de consommateurs

La consommation est fréquemment mise en parallèle avec le nombre d'habitants ou le nombre d'abonnés. Ces deux nombres sont comparés afin de vérifier le nombre moyen d'habitants par abonnés. Cette analyse permet de préciser la consommation par habitant, moyenne ou de pointe. L'évolution temporelle et géographique peut aussi être rapportée à ce paramètre. (Etude de Manois de l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse, avec évolution du nombre d'abonnés de 1994 à 2000, étude de Limoges de l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne, avec le nombre d'habitants par commune, associés au volume consommé et au nombre d'abonnés, afin d'établir pour chaque commune le volume consommé par abonné et par habitant.)

#### Type de consommation

La consommation est rapportée au type de consommation avec une classification basée sur le volume consommé ou sur les activités.

L'approche la plus simple différencie les consommateurs classiques de ceux qualifiés de « gros consommateurs ». Cette qualification présente des variations importantes quant au critère retenu qui va de 500 m<sup>3</sup>/an à 6000 m<sup>3</sup>/an. Dans ce cas, la liste des « gros consommateurs » est généralement fournie, avec leur nom, leur activité et le volume annuel consommé. (Etude de Limoges de l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne, avec liste des gros consommateurs de plus de 5000 m<sup>3</sup>/an et pourcentage de la consommation totale).

Cette première différenciation est parfois détaillée, avec une classification selon l'activité consommatrice d'eau. Les 3 classes les plus fréquentes sont les activités domestiques, industrielles et agricoles. Le qualificatif de « gros consommateur » correspond plus ou moins aux activités autres que domestiques, en particulier dans les milieux peu urbanisés. Dans le cas contraire, les établissements publics ou les établissements de soins peuvent s'avérer être de « gros consommateurs » qui sont cependant répertoriés comme activité domestique.

Dans ce type d'approche, la consommation enregistrée est fréquemment ramenée à une dotation unitaire par abonné ou par habitant, domestique et non domestique. L'étude de Mancelles de l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne est un exemple particulièrement détaillé dans ce sens :

- Les volumes enregistrés sont répartis par catégories avec les particuliers, les industriels, les chantiers, les services publics et l'utilisation agricole, sous forme de tableau récapitulatif des chiffres annuels sur 10 ans et sous forme de diagramme circulaire.
- La consommation annuelle est répartie par secteurs sur une carte de localisation. Cette carte est ensuite déclinée avec le taux d'accroissement de la consommation domestique sur 10 ans, la consommation domestique de l'année, la part de la consommation domestique sur la consommation totale.
- Une dotation unitaire domestique est calculée et sa répartition géographique est illustrée sur carte.

La distinction par type de consommation entraîne fréquemment des estimations nécessaires pour les débits non comptabilisés en particulier en ce qui concerne la consommation municipale (fontaines, bornes incendie, espaces verts...). Cette consommation est par exemple estimée à 10% supplémentaire dans l'étude de la Chataigneraie de l'Agence de l'Eau Adour-Garonne, sur la base du « memento du gestionnaire de l'alimentation en eau et de l'assainissement de la Lyonnaise des Eaux » (1986).

RSt 574./A.9609/C.802 519	
LD - FM	
10/05/03	Page : 25

Une dernière différenciation qui rejoint les précédentes, consiste à distinguer des tranches de consommations selon le volume annuel consommé. Les « gros consommateurs » sont ainsi mis en évidence.

L'étude de la Boisse (Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse) est un exemple qui combine les différentes approches, avec les points suivants abordés :

- évolution de la consommation annuelle en parallèle avec le nombre d'abonnés, avec définition de la consommation annuelle par abonnés, de 1993 à 2000 (tableau et histogramme),
- établissement de 5 tranches de consommations allant de moins de 100 m<sup>3</sup>/an à plus de 2000 m<sup>3</sup>/an,
- liste des « gros consommateurs », de plus de 2000 m<sup>3</sup>/an et volume consommé,
- répartition des abonnés par tranche de consommation,
- établissement de la consommation par habitant.

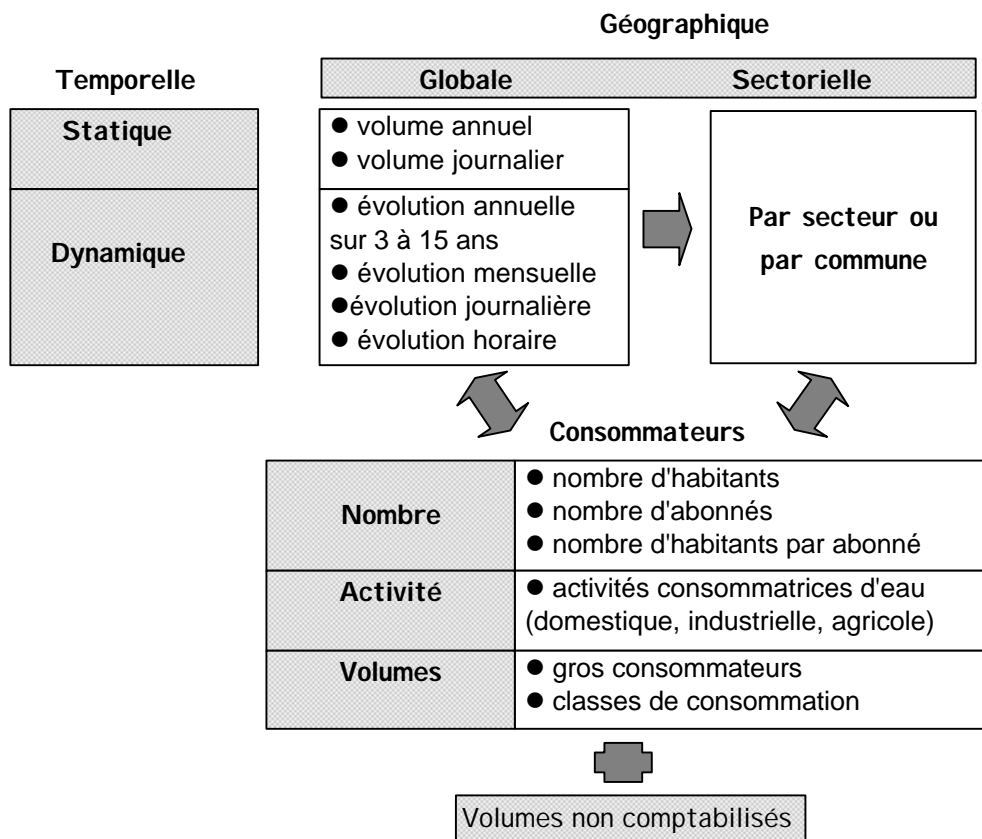
Une fiche de synthèse N° 4 (page 27) permet de récapituler les éléments fournis et la méthode employée pour aborder ce volet spécifique à la consommation.

RSt 574./A.9609/C.802 519	
LD - FM	
10/05/03	Page : 26

### Origine des données

Enregistrements des volumes par le gestionnaire  
 Données Agence de l'Eau  
 Mesures de débits en cours d'étude en sortie de réservoir et/ou sur compteurs généraux pendant 1 journée à 15 jours

### Analyse



### Calculs caractéristiques

- dotation unitaire
- taux d'accroissement annuel
- période de pointe (mois et/ou jour)
- coefficient de pointe
  - \* sur 1 mois de pointe
  - \* sur 1 mois moyen
  - \* pour un % de couverture des besoins
- heure de pointe

### Illustrations

- tableaux récapitulants les chiffres
- histogrammes et courbes d'évolution
- histogrammes et diagrammes circulaires pour la répartition
- cartes de répartition

#### 4.2.3.4 Adéquation besoins/ressources

L'adéquation entre besoins et ressources fait généralement suite à l'analyse des chiffres de production et de consommation. Elle n'est cependant pas systématique et certaines études ne s'intéressent pas à ce chapitre (Etude de Tarbes de l'Agence de l'Eau Adour-Garonne, étude de Fium'Orbù de l'Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse...). D'autres dossiers abordent ce chapitre uniquement dans des perspectives futures, les besoins étant couverts sans problème particulier dans le présent.

Avant d'établir l'adéquation avec les ressources existantes, ce sont les besoins qui sont étudiés, avec 2 possibilités : soit les chiffres de la consommation sont assimilés aux besoins, soit les besoins sont analysés spécifiquement.

#### Besoins assimilés à la consommation

L'approche la plus simple consiste à considérer les chiffres de la consommation comme correspondant aux besoins en eau. C'est celle qui est généralement retenue pour l'analyse des besoins actuels dans la mesure où il peut être admis que l'eau consommée correspond à un besoin effectif. Il est cependant important de distinguer les besoins en distribution des besoins en production, la différence entre les deux correspondant au rendement du réseau. Les chiffres de consommation sont donc toujours affectés du coefficient de rendement pour estimer les besoins en eau.

Les chiffres considérés correspondent :

- pour les besoins globaux, le volume consommé pendant une année type ou pendant 1 année moyenne,
- pour les besoins de pointe, le volume consommé pendant un jour de pointe sur un mois de pointe ou pendant un jour de pointe.

Le chiffre des besoins en période de pointe est parfois le seul retenu puisque c'est le plus contraignant. Ces besoins peuvent être exprimés en volume total ou en volume par habitant ou par abonné.

Comme pour l'analyse de la consommation, cette approche peut être modulée en fonction des classes de consommateurs ou par secteurs géographiques.

L'étude de Ussel (Agence de l'Eau Adour-Garonne) est caractéristique de ce type d'analyse avec un chapitre spécifique aux besoins et récapitulant les éléments suivants :

- besoins moyens journaliers, avec répartition par secteurs, à partir des chiffres de 1998,
- besoins de pointe mensuelle, avec répartition par secteurs, à partir des chiffres du mois de décembre 1998, et établissement du coefficient de pointe mensuelle,
- besoins de pointe hebdomadaire, avec répartition par secteurs, à partir des chiffres sur une semaine en décembre 1998, et établissement du coefficient de pointe hebdomadaire,
- besoins de pointe journalière, avec répartition par secteurs et établissement du coefficient de pointe journalière.

#### Besoins estimés spécifiquement

Une recherche de l'adéquation entre la consommation et les besoins théoriques peut parfois s'avérer nécessaire. Quand elle est utilisée, cette approche concerne la plupart du temps les besoins futurs. Seule l'étude de la Chataigneraie de l'Agence de l'Eau Adour-Garonne présente un calcul de ce type pour les besoins actuels.

Dans ce dossier, l'estimation des besoins est faite sur la base des consommations théoriques pour la population d'une part et pour les usages agricoles d'autres part, les chiffres étant issus de la littérature. Le nombre de consommateurs est issu des recensements pour la population et des statistiques agricoles pour les cheptels. La consommation est estimée pour une période hivernale, avec bétail en stabulation et pour une

RSt 574./A.9609/C.802 519	
LD - FM	
10/05/03	Page : 28

période estivale avec population touristique. Les chiffres obtenus sont affectés d'un coefficient de pointe journalière pour la consommation domestique.

L'étude de Mancelles de l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne propose une approche originale, avec un calcul d'un coefficient des besoins journaliers minimaux à couvrir en situation de crise. Ce calcul se fait sur la base d'une estimation des consommations domestiques et non domestiques détaillée avec en particulier une consommation précisée pour tous les usages domestiques (boisson, vaisselle...), une consommation pour les activités tertiaires, les établissements de soins, le fonctionnement municipal, les établissements industriels. Par ailleurs, le coefficient de pointe journalier est estimé selon le taux de couverture recherché sur l'ensemble de l'année.

### **Adéquation besoins/ressources**

L'analyse de l'adéquation entre besoins et ressources se fait soit de manière globale, sur une année (étude de Monceaux de l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne), soit plus souvent pour une journée moyenne ou pour une journée moyenne d'un mois de pointe et pour une journée de pointe.

Quand l'alimentation se fait de manière différenciée par secteurs, une comparaison est proposée entre un bilan sur l'ensemble du domaine concerné et un bilan par secteur. Un bilan globalement satisfaisant peut en effet s'avérer excédentaire dans certaines communes ou secteurs et déficitaire dans d'autres.

Les ressources prises en compte sont parfois assimilées à la production enregistrée, avec de ce fait une observation de l'adéquation entre besoins et production.

Les études prenant en compte la ressource en elle-même considèrent les débits possibles à la ressource, voire les débits de prélèvement autorisés, qui sont comparés à la production ou à la consommation. C'est le cas par exemple de l'étude de Pau de l'Agence Adour-Garonne qui fait le point des ressources existantes et exploitées et compare leur capacité maximale à la production actuelle par jour moyen et par jour de pointe. Dans le cas de sources captées, un bilan plus sécuritaire prend en compte le débit d'étiage mesuré ou estimé, comparé à la consommation moyenne ou de pointe. L'étude de la Chataigneraie de l'Agence de l'Eau Adour-Garonne est un exemple détaillé de ce type. Les débits d'étiage mesurés en cours d'étude sont précisés pour chaque source. Pour accentuer la sécurité du calcul, un étiage sévère est estimé à 65% du débit d'étiage mesuré. L'Etude de Saint-Dié de l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse, attribue quant à elle un coefficient réducteur de 35% aux débits enregistrés des sources afin de prendre en compte la période d'étiage.

En complément de l'analyse de base précédente, d'autres méthodes sont parfois mises en œuvre pour estimer l'adéquation entre besoins et ressources :

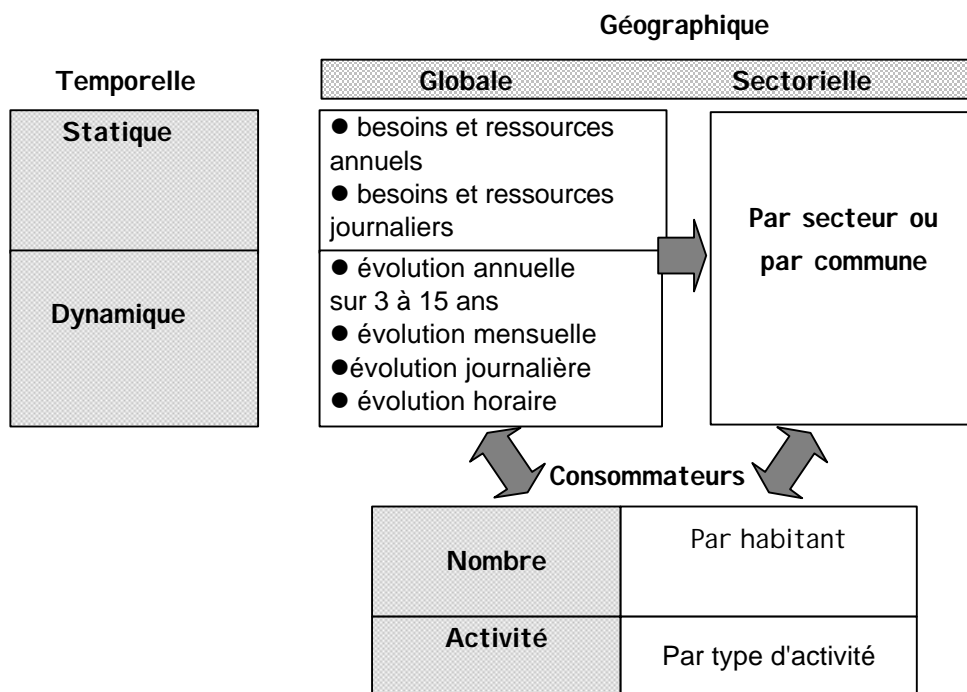
- nombre de jours de pointe consécutifs à partir duquel les réservoirs seront vides (étude de Pau de l'Agence de l'Eau Adour-Garonne),
- précision du coefficient de pointe maximal acceptable pour les ressources disponibles, comparé au coefficient de pointe calculé (Etude de Diemeringen de l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse),
- prise en compte du besoin horaire pour les cas particuliers (Etude du Barcares de l'Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse, qui doit faire face à une demande estivale très forte et disproportionnée par rapport au reste de l'année, en raison du contexte local touristique).
- prise en compte de la qualité de l'eau pour ne retenir que les ressources fournissant une eau de qualité conforme aux normes de potabilité (Etude de l'Est Seine et Marnais ou de la vallée de l'Andelle de l'Agence de l'Eau Seine-Normandie).

Une fiche de synthèse N° 5 (page 30) permet de récapituler les éléments fournis et la méthode employée pour aborder ce volet d'adéquation des ressources aux besoins.

RSt 574./A.9609/C.802 519	
LD - FM	
10/05/03	Page : 29

**Origine des données**      Analyse des chiffres de production et de consommation  
données de la littérature

### Analyse



### Besoins

1. Besoins = consommation X rendement
2. Besoins = dotation unitaire X nombre d'habitants
  - besoins annuels
  - besoins moyens mensuels et/ou journaliers
  - besoins de pointe mensuels et/ou journaliers, voire horaire

### Ressources

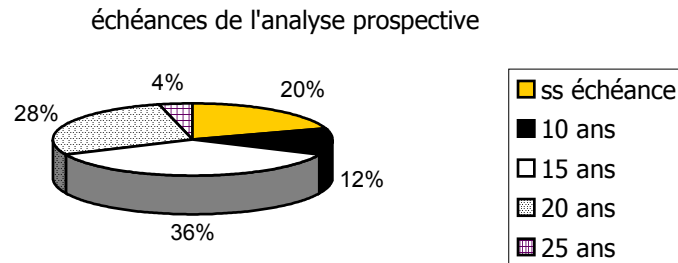
1. Ressources = production
2. Ressources = capacité des ressources ➔ *Etiage pour les sources*
3. Ressources = prélèvements autorisés
4. Ressources = capacité des ressources de bonne qualité
  - volume annuel disponible
  - volume journalier disponible, à l'étiage pour les sources

### Adéquation

- comparaison des chiffres
- courbes comparatives

#### 4.2.3.5 Prospectives

L'analyse prospective concerne 83% des études consultées (25 dossiers sur 30). Elle propose une estimation de l'évolution des chiffres caractéristiques étudiés précédemment. Elle se fait soit de manière globale, sans préciser d'échéance particulière, soit avec une échéance spécifique comprise entre 10 et 25 ans.



Le chapitre est fréquemment intégré à celui de l'adéquation des besoins et des ressources, avec un calcul particulier pour les besoins futurs. Le calcul est parfois assorti de plusieurs hypothèses minimale, moyenne et maximale. Comme pour l'analyse de la consommation et de la production, ce volet peut être abordé globalement ou par secteurs géographiques.

Les besoins futurs sont estimés afin de prendre en compte :

- l'évolution démographique,
- l'évolution des activités,
- l'évolution de la consommation,
- l'évolution de la qualité du réseau.

Ils sont par la suite mis en parallèle avec les ressources existantes, voire les ressources futures si elles sont susceptibles d'évoluer.

#### L'évolution démographique

L'évolution démographique est étudiée à partir des chiffres de recensement des années passées. Le nombre futur d'habitants est alors estimé aux échéances requises soit par l'application d'un taux de croissance soit par extrapolation des courbes d'évolution.

Selon les contextes des études, ces chiffres sont parfois complétés par les projets d'urbanismes des communes, avec estimation du nombre de nouveaux arrivants selon le nombre de logements en construction. Cette approche est par exemple celle de l'étude de Caen de l'Agence de l'Eau Seine-Normandie. La consommation future est estimée en affectant un débit nécessaire supplémentaire à chaque surface définie dans le Plan d'Occupation des Sols, selon sa vocation : pour les surfaces à vocation d'habitat, un nombre de logements à l'hectare est pris en considération selon les communes, avec un nombre moyen d'habitants par logement.

#### L'évolution des activités non domestiques

L'évolution des activités non domestiques concerne principalement l'aspect industriel de l'utilisation de l'eau. La modification de cette demande est estimée à partir des projets connus dans les collectivités. L'étude de Caen de l'Agence de l'Eau Seine-Normandie affecte par exemple un besoin supplémentaire estimé de  $7 \text{ m}^3/\text{j}/\text{ha}$  à toutes les surfaces du Plan d'Occupation des Sols nouvellement vouées à des activités.

#### L'évolution de la consommation

L'analyse des chiffres de production et de consommation ayant été faite sur une période plus ou moins longue (Chapitre 4.2.3.4), une courbe d'évolution peut être tracée. Elle est extrapolée pour les périodes futures, ce qui permet d'obtenir un chiffre de consommation future. Dans ce cas, cette analyse prospective peut être



unique ou comparée à celle faite sur la base de l'évolution démographique (Etude de Limoges de l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne, qui propose les 2 approches, avec une différence sensible des résultats, conduisant à considérer 2 hypothèses d'évolution).

L'extrapolation des données de consommation peut se faire sur la consommation unitaire, par habitant. Les chiffres futurs obtenus sont alors affectés à l'estimation du nombre d'habitants à l'échéance fixée.

### **Evolution de la qualité du réseau**

Le chiffre de consommation future est affecté du coefficient de rendement calculé précédemment. Le but des études étant d'améliorer les réseaux existants, une tendance à l'augmentation du rendement du réseau est généralement prise en compte quand plusieurs hypothèses d'évolution sont proposées : une hypothèse minimale sans amélioration, une hypothèse moyenne et une hypothèse maximale égale aux valeurs des objectifs fixés par les collectivités.

### **Evolution de la ressource**

Une évolution possible des ressources en eau est parfois connue à ce stade des études. Elle peut concerner différents points.

- Des projets en cours de réalisation, avec, par exemple la réalisation de nouveaux captages ou d'interconnexions (Etude de Pau de l'Agence Adour-Garonne, avec prise en compte du captage d'une source existante mais non exploitée) ou l'abandon de certains ouvrages (Etude de l'Est Seine et Marnais de l'Agence de l'Eau Seine-Normandie avec abandon des ouvrages présentant une eau de mauvaise qualité).
- Des ressources connues mais encore non sollicitées. C'est le cas par exemple de l'étude de Caen de l'Agence de l'Eau Seine-Normandie qui consacre un chapitre à la localisation et au potentiel des nouvelles ressources mobilisables.

L'étude de Mancelles de l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne peut être citée comme exemple d'exploitation détaillée de l'ensemble de ces données pour l'estimation des besoins futurs et leur comparaison aux ressources. Les différents points abordés sont récapitulés ci-après.

#### ***Projection de la consommation***

- Une analyse de l'évolution démographique est proposée, sur la base des données de recensement. Des cartes de répartition de la population et des taux moyens d'évolution sur 10 ans illustrent ces données.
- Les hypothèses d'évolution précédentes sont précisées et validées d'après les projets existants en terme d'habitat, pour chaque commune.
- L'évolution de la consommation domestique est observée et illustrée sur courbe, avec projection future, selon plusieurs hypothèses (stagnation ou diminution des dotations unitaires).
- L'évolution prévisible de la consommation des gros consommateurs est abordée individuellement, dans un tableau récapitulatif, à partir des projets de chaque « gros consommateur ».
- L'évolution de la consommation non domestique est observée avec courbe des mesures et extrapolation future.
- Une courbe commune de l'ensemble des consommations permet de synthétiser les résultats, avec projection future. Des cartes de répartition du taux d'accroissement de la consommation et de la consommation future illustrent les hypothèses.

### **Projection des besoins**

- Les rendements actuels du réseau et les objectifs à terme sont rappelés.
- Les coefficients de pointe journalier sont fixés pour un niveau de sécurité maximal.
- Une projection des besoins de pointe est illustrée sur courbe, à partir de l'évolution passée.

### **Bilan Besoins/ressources**

- Les nouvelles ressources programmées à court terme (4 ans) sont prises en compte (3 forages avec débits prévisionnels).
- Un graphique comparé histogramme/courbe permet de confronter les besoins futurs aux ressources futures, ces dernières étant différenciées.

#### **4.2.3.6 Economie**

Le point de vue économique de l'exploitation des réseaux AEP est rarement abordé. Seules 9 études sur les 30 consultées mentionnent un élément concernant le prix de l'eau. Sur ces 9 dossiers, ce volet ne fait souvent l'objet que d'une mention du prix de l'eau. Seuls 4 d'entre eux détaillent ce coût (Etude de Pulligny de l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse par exemple).

L'aspect économie d'eau du point de vue volume n'est jamais abordé, si ce n'est dans la possibilité d'améliorer le rendement des réseaux par des recherches de fuites. L'étude de Fium Orbù de l'Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse est le seul dossier réalisé dans un but déclaré d'économie d'eau, par une analyse du rendement des réseaux existants et un programme de recherche d'amélioration de ce rendement.

#### **4.2.4 Moyens mis en œuvre dans les études**

L'analyse des chiffres de production et de consommation se fait sur la base des enregistrements existants auprès des gestionnaires de réseaux et des communes concernées. Ces données peuvent être complétées par des informations recueillies auprès de l'Agence de l'Eau pour ce qui concerne les « gros consommateurs » ou auprès des industriels eux-mêmes.

Certains chiffres théoriques sont issus de la littérature spécialisée : consommation domestique et non domestique, rendement ou indice de pertes urbain, intermédiaire et rural<sup>1</sup>.

Les calculs peuvent s'appuyer sur des campagnes de mesures spécifiques réalisées en cours d'étude : mesures de débit en sortie de réservoir et/ou sur les compteurs généraux à l'entrée des différents secteurs desservis. Ces mesures sont effectuées :

- En continu pendant une journée, afin de préciser la consommation journalière, le coefficient de pointe journalière et la consommation de nuit,
- en continu pendant 7 jours ou 15 jours, afin de vérifier la consommation hebdomadaire et définir le coefficient de pointe hebdomadaire.

Ces mesures sont en général liées à la mise en œuvre d'une modélisation mathématique du réseau réalisée dans le cadre de l'étude (Chapitre 4.3.3.4).

<sup>1</sup> Indice linéaire de pertes en m<sup>3</sup>/j/km : rural de 1 à 3, intermédiaire de 3 à 7, urbain > 7.  
Indice linéaire de consommation en m<sup>3</sup>/j/km: rural < 10, intermédiaire de 10 à 30, urbain > 30

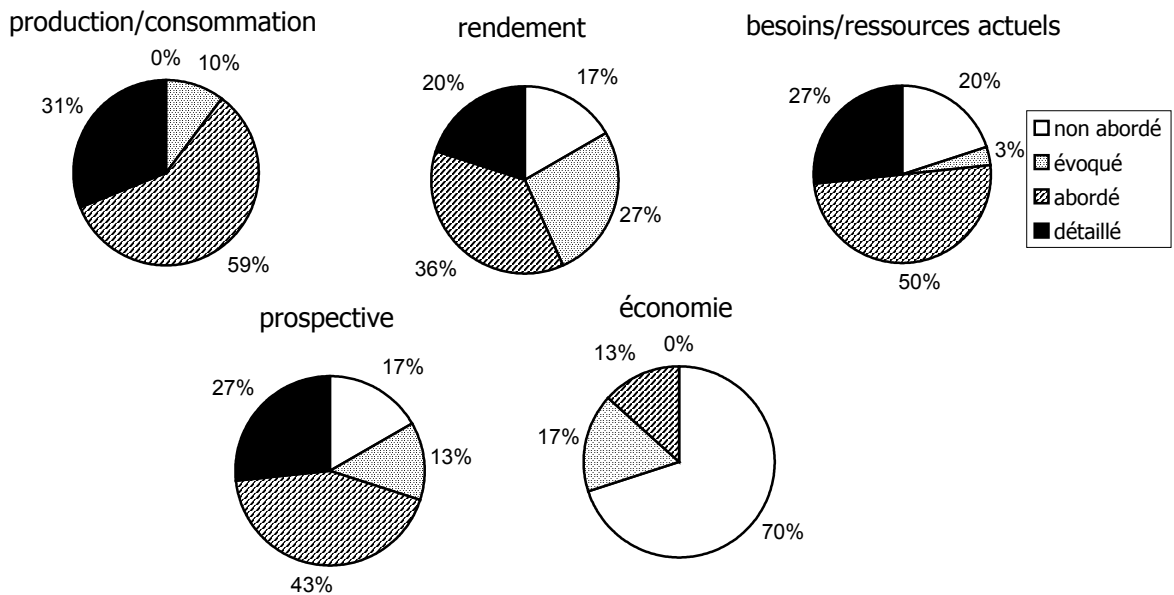
#### 4.2.5 Synthèse de l'analyse production/consommation

Après lecture des différentes études sélectionnées, chacun des volets (chiffres de production/consommation, analyse du rendement, analyse comparative des besoins et des ressources actuels, perspectives d'évolution et aspect économique) est apprécié en attribuant un indice selon l'importance relative qui lui est accordée.

- 0 : sujet non abordé.
- 1 : sujet évoqué succinctement à titre indicatif.
- 2 : sujet abordé dans sa globalité, sur les points essentiels.
- 3 : sujet détaillé.

L'indice global correspond à la somme des indices individuels. Il permet d'établir une note moyenne pour les études de chaque type.

Les résultats obtenus sont illustrés sur les schémas ci-après. Le tableau 5 correspond aux résultats étude par étude.



Ce classement peut être comparé aux objectifs initiaux des dossiers, en faisant pour chaque étude la somme des indices obtenus pour chaque point. L'indice global maximal obtenu correspond à 12, si chaque aspect s'est vu attribué séparément l'indice maximal 3 (approche détaillée). Cette approche, récapitulée dans le tableau 6, permet de constater que les études les plus détaillées (indices 10 et 11) sont essentiellement celles ayant un objectif initial en relation avec la gestion. De même, l'indice moyen le plus élevé concerne ces mêmes études.

La relation entre la méthode employée ou l'abondance des informations développées et le but initial des études n'est cependant pas évidente à la lecture des documents. L'ensemble des dossiers consultés s'intéresse à ce volet, quelque soit leur type.

Tableau 5 : comparaison entre type d'étude et indice global de l'aspect production/consommation

Type d'étude	Nombre d'études ayant un indice global > 9	Indice global moyen
1-études liées à la gestion	6	8,6
2-études liées à la ressource	1	7,7
3-études liées au réseau	0	6,6
4-études liées à la production	0	6,8

//

Tableau 5 : synthèse du volet production/consommation

N°	Type		besoin moyen annuel m <sup>3</sup>	prod/conso		rendement	besoins/ ressources	prospectives		économie	indice global
				indice	durée			indice	durée		
<b>Agence de l'Eau Adour-Garonne</b>											
1	2	Roannes Ste Mary	295 000	3	5 ans	1	3	0	-	0	7
2	1	SM Nord-Est Pau	8 800 000	3	12 ans	1	3	3	20 ans	0	10
3	1 et 3	Oloron	3 000 000	2	10 ans	3	2	2	-	0	9
4	1	SIAEP Sud Agen	3 000 000	2	5 ans	3	3	3	20 ans	0	11
5	3 et 4	Ussel	660 000	3	5 ans	1	0	2	15 ans	0	6
6	1	TARBES	4 000 000	1	15 ans	1	0	0	-	0	2
7	2	Peyre Saint Sauveur	20 500	2	-	2	2	2	15 ans	1	9
<b>Agence de l'eau Loire-Bretagne</b>											
8	2	Mancelles	14 000 000	3	10 ans	1	3	3	10 ans	0	10
9	1	Limoges	11 000 000	3	6 ans	2	2	3	20 ans	0	10
10	3	Charost	120 000	2	1 an	3	0	0	-	0	5
11	3	Bléré	500 000	2	3 ans	2	0	1	-	0	5
12	1	Monceaux	5 000 000	3	5 ans	2	2	2	20 ans	1	10
<b>Agence de l'eau Rhin-Meuse</b>											
13	2 et 4	Saint-Dié	1 500 000	2	10 ans	1	2	0	-	1	6
14	1	Manois	30 000	3	7 ans	3	2	1	-	2	11
15	2 et 4	SIE Pulligny	650 000	3	12ans	3	0	0	-	2	8
16	1	Pont St Vincent	90 000	2	9 ans	2	2	2	15 ans	0	8
17	4	Diemeringen	240 000	2	5 ans	0	2	2	20 ans	0	6
<b>Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse</b>											
18	2	SIE Haute-Loue	3 300 000	2	9 ans	1	2	2	20 ans	0	7
19	1 et 4	District Cluse de Chambéry	15 000 000	2	1 an	0	3	2	15 ans	0	7
20	1	Saint-Jean de Maurienne	730 000	2	5 ans	0	2	2	-	0	6
21	3 et 4	SIE Fium'Orbu	850 000	2	7 ans	2	0	1	15 ans	1	6
22	4	SIVOM de Barcarès	2 500 000	3	5 ans	0	3	3	10 ans	0	9
23	1 et 3	SI Ouvèze	860 000	2	7 ans	2	2	3	15 ans	0	9
24	1	Boisse	200 000	3	8 ans	2	3	3	10 ans	0	11
<b>Agence de l'eau Seine-Normandie</b>											
25	2 et 4	Caen	22 000 000	1	1 an	0	1	3	-	1	6
26	2	vallée de l'Andelle	4 000 000	2	10 ans	2	2	1	15 ans	2	9
27	1	Ville de Saint-Marcelle	420 000	1	3 ans	2	0	2	15 ans	0	5
28	4	SO Reims	1 600 000	2	1 an	2	1	2	20 ans	0	7
29	1	SDAEP Plateau Briard	2 000 000	2	5 ans	3	2	2	15 ans	0	9
30	1 et 2	Est Seine et Marnais	7 000 000	2	1 an	1	2	2	25 ans	2	9
<b>SOMME</b>				<b>67</b>		<b>48</b>	<b>51</b>	<b>54</b>		<b>13</b>	<b>233</b>

Type d'étude

- 1 : étude liée à la gestion
- 2 : étude liée à la ressource
- 3 : étude liée au réseau
- 4 : étude liée à la production

- 0 : non abordé
- 1 : évoqué
- 2 : abordé moyennement
- 3 : détaillé

indice global = somme des indices individuels

## 4.3 Le réseau d'adduction

### 4.3.1 Position dans un réseau AEP et importance

Le réseau d'adduction est constitué de plusieurs éléments :

- les points de production d'eau (aspect technique),
- les réservoirs,
- les bâches de reprises,
- les usines de traitement,
- les conduites d'amenée,
- la distribution, avec entre autres les compteurs et les poteaux incendie.

Les différents éléments constitutifs sont directement maîtrisables par les gestionnaires et conditionnent l'efficacité de la distribution et la satisfaction des exploitants et des utilisateurs. Toute politique de gestion d'un réseau doit se baser sur une connaissance la plus complète possible de l'existant et des défaillances possibles. C'est pourquoi ce volet est particulièrement important dans les études diagnostic et fait l'objet d'une attention soutenue.

### 4.3.2 Informations nécessaires

L'analyse du réseau d'adduction comporte plusieurs points structurés de la manière suivante :

1. L'amont de la distribution qui comporte la description technique des points de production, des réservoirs et bâches de reprise et des usines de traitement,
2. La structure du réseau qui présente les données concernant les conduites en elles-mêmes, les branchements et les compteurs,
3. L'organisation du réseau et sa gestion,
4. Le fonctionnement de l'adduction qui permet de mettre en évidence les défauts éventuels,
5. La sécurité du réseau qui aborde la sécurité incendie et le mode de fonctionnement en cas de crise.

### 4.3.3 Ce qui est effectivement étudié

La plupart des études analysent le réseau d'adduction en lui-même. L'accent peut parfois être plus sensible sur un des aspects du réseau, selon le contexte particulier de l'étude : mode de traitement et changement possible (étude de Usse de l'agence Adour-Garonne par exemple), état des conduites. Ce sont surtout les points 1 et 3 du chapitre 4.3.2. qui sont plus fréquemment et mieux développés : caractéristiques de l'amont du réseau et organisation de l'adduction. Les autres points, et spécialement le point 5, relatif à la sécurité de l'approvisionnement, sont globalement moins détaillés.

RSt 574./A.9609/C.802 519	
LD - FM	
10/05/03	Page : 37

#### 4.3.3.1 L'amont du réseau

L'amont du réseau correspond aux caractéristiques techniques des stations de pompage, des réservoirs de stockage et des stations de traitement.

##### Les stockages

L'analyse la plus succincte consiste à signaler l'existence et le nombre de ces entités, à les localiser et à préciser les volumes de stockage des réservoirs. C'est le cas de l'étude de l'Est Seine et Marnais par exemple (Agence de l'Eau Seine-Normandie).

Les dossiers plus détaillés s'attachent à présenter chaque réservoir individuellement (Etude de la Boisse de l'Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse). Leurs caractéristiques sont alors précisées :

- l'âge,
- le nombre de cuves, avec leurs volumes et la réserve incendie afférente,
- l'altitude et les cotes altimétriques particulières (sol, radier, trop-plein),
- l'état général des installations et parfois le type de compteur.

Outre un texte explicatif, ces données sont fréquemment illustrées sous forme de fiches individuelles (Etude de Manois de l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse, étude de Fium-Orbù de l'Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse).

##### Les stations de pompage

Les caractéristiques techniques des stations de pompage sont plus rarement évoquées. Quand elles le sont, l'équipement en place est parfois simplement mentionné (Etude de Tarbes de l'Agence de l'Eau Adour-Garonne qui mentionne le nombre de pompes et leur caractère immergé).

L'équipement est parfois précisé, avec le nombre de pompes, leur débit, leur hauteur manométrique et éventuellement leur marque et leur type. A titre d'exemple, l'étude du Sud-Ouest de Reims de l'Agence de l'Eau Seine-Normandie présente une fiche individuelle pour chaque station de pompage avec les données détaillées comme un schéma des pompes, leur type, leurs débits en rapport à la hauteur manométrique, les vannes de régulations, les compteurs et la surveillance en place.

L'existence de surpresseurs est signalée (Etude de Saint-Marcel de l'Agence de l'Eau Seine-Normandie).

##### Le traitement

Quand un traitement de l'eau est réalisé, il peut être simplement noté pour les dossiers les plus généraux (Etude de l'Est Seine et Marnais de l'Agence de l'Eau Seine-Normandie par exemple qui rappelle uniquement le type de traitement existant pour chaque ressource).

Lorsque le traitement est réduit à une chloration, certaines études donnent les volumes de produits employés, voire les périodes d'injection de chlore (étude de Saint-Marcel de l'Agence de l'Eau Seine-Normandie par exemple).

Quand le traitement est plus lourd (déferrisation, traitement physico-chimique, traitement poussé), le descriptif du mode de traitement est courant, avec en général un schéma explicatif en illustration. Il peut être simple, avec rappel des différentes étapes de traitement et des produits utilisés (Etude de Agen de l'Agence de l'Eau Adour-Garonne) ou nettement plus précis. Une des études les plus détaillées sur ce point est celle de Montceaux, de l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne. Chaque usine de traitement y est décrite avec en particulier les éléments suivants :

1. qualité de l'eau entrant dans l'usine et fréquence des analyses,
2. description générale de la filière de traitement, par étapes, avec schéma explicatif,
3. diagnostic de l'usine avec détail des différentes étapes du traitement,
4. qualité de l'eau traitée avec courbes d'évolution de la qualité comparant l'eau avant et après traitement pour les paramètres principaux.

RSt 574./A.9609/C.802 519	
LD - FM	
10/05/03	Page : 38

L'étude d'Ussel de l'Agence de l'Eau Adour-Garonne est elle aussi un exemple de dossier détaillé dans ce domaine, avec outre le descriptif de chaque étape et l'aspect qualitatif de l'eau traitée, un diagnostic mentionnant les défauts rencontrés et un paragraphe sur le coût de l'exploitation liée à l'énergie consommée et aux produits nécessaires au traitement.

Enfin, les capacités de traitement sont mentionnées.

#### 4.3.3.2 La structure du réseau

Le transport et la distribution de l'eau sont assurés par le réseau de conduites et les branchements des particuliers, avec comptage par des compteurs généraux et individuels. Les études plutôt axées sur une **problématique liée à la ressource (type 2) ou à la production (type 4)** sont celles qui détaillent le moins cet aspect. Elles s'intéressent alors soit uniquement à la ressource en elle-même (Etude de la Chataigneraie de l'Agence de l'Eau Adour-Garonne), soit à l'aspect global de l'alimentation quand il s'agit d'études concernant un nombre élevé de collectivités (Etude de Caen ou de l'Est Seine et Marnais de l'Agence de l'Eau Seine-Normandie). Dans ces deux cas, le volet structurel du réseau peut ne pas être abordé.

##### Les conduites

La connaissance du réseau de conduites desservant les abonnés passe par les données suivantes :

- plan du réseau en place permettant de visualiser les zones desservies et le tracé des conduites,
- diamètres et matériaux des conduites,
- âge et état des conduites,
- problèmes rencontrés.

Dans le cas le plus simple, le réseau de conduites est évoqué, avec principalement la longueur totale des conduites et éventuellement un plan à l'appui (Etude de Saint-Jean de Maurienne de l'Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse). Ces études ont fréquemment un **objectif initial lié à la ressource (type 2) ou à la production (type 4)**.

Pour les autres dossiers, Les différents matériaux des conduites sont mentionnés (fonte, fonte grise, acier, PEH, PVC), avec le linéaire correspondant pour chaque diamètre, parfois associé au % de répartition sur l'ensemble des conduites. Ces informations sont généralement illustrées par un plan du réseau, schématique ou sur fond topographique ou cadastral, mentionnant le plus souvent les portions de différents diamètres (Etude la Pau de l'Agence de l'Eau Adour-Garonne). Quelques études incluent la mise à jour des plans du réseau.

Ce plan de réseau est parfois accompagné d'un plan altimétrique permettant de répertorier les cotes topographiques et piézométriques du réseau depuis les stations de pompes vers les réservoirs puis jusqu'aux zones de distribution (Etudes de Pulligny ou de Manois de l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse, cette dernière présentant un simple profil altimétrique de la conduite entre la station de pompe et le réservoir).

Pour les études les plus détaillées sur ce point, le chapitre est complété par l'âge des conduites et la fréquence de leur renouvellement (Etude de Bléré de l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne, avec des graphiques de répartition des conduites par tranches d'âge corrélées d'une part avec les matériaux et d'autre part avec l'urbanisation des secteurs concernés). A cet égard, l'étude de Pulligny de l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse est particulièrement précise ; après avoir retracé l'historique de la pose du réseau, avec cartes chronologiques, elle détaille les différentes opérations de renouvellement, qui sont aussi illustrées sur cartes et sur graphiques.

L'état général des conduites est rarement abordé directement et se réduit souvent à l'âge du réseau. Un historique des problèmes rencontrés est parfois joint afin de vérifier la qualité du réseau (essentiellement date et localisation des casses) (Etude de Agen de l'Agence de l'Eau Adour-Garonne ou étude de Manois de l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse). Certaines études prévoient cependant des mesures visant à vérifier la qualité des conduites : coupes transversales de conduites, avec prélèvements et analyse des dépôts (Etude de Pulligny de l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse), recherche de fuites par mesures de débits pendant la nuit (Etude

RSt 574./A.9609/C.802 519	
LD - FM	
10/05/03	Page : 39



de Saint-Marcel de l'Agence de l'Eau Seine-Normandie) ou par corrélation acoustique (Etude de Charost de l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne). Toutefois, la qualité du réseau est plutôt abordée sous son angle rendement (Chapitre 4.2.3.2), ou indirectement, par l'intermédiaire des modélisations mathématiques. Dans ce dernier cas, des mesures de pression, réalisées au cours de l'étude, sont comparées aux résultats obtenus par calage, afin de vérifier l'encrassement possible des conduites.

## Les compteurs

Le problème des compteurs fait régulièrement l'objet d'une attention particulière, avec un chapitre parfois intitulé « validation des mesures » ou « validation des données de comptage ». Les chiffres exploités pour l'analyse de la production et de la consommation (chapitre 4.2) sont en effet tributaires de la précision des mesures enregistrées au niveau des compteurs. Il est donc important de vérifier la fiabilité des données de base.

Quand ce problème est évoqué, il concerne plus souvent les compteurs généraux des stations de pompage et plus rarement l'ensemble du parc de compteurs. Dans le cas le plus simple, le défaut de comptage est estimé, à partir des caractéristiques des compteurs (âge, diamètre, emplacement, relevés), la méthode d'estimation et les caractéristiques des compteurs n'étant pas précisées (Etude de Pau de l'Agence de l'Eau Adour-Garonne). Le chiffre de sous-comptage obtenu permet de disposer d'une approximation des volumes d'eau non facturés dans l'année, chiffre qui sera exploité dans l'analyse de la production et de la consommation (Chapitre 4.2).

L'état du parc de compteurs peut faire l'objet d'un chapitre particulier. Il s'attache alors à mentionner au minimum le nombre de compteurs et leur taux de renouvellement. Leur âge et la répartition des compteurs par âge sont des informations qui complètent la description. C'est le cas par exemple de l'étude de Oloron Sainte-Marie de l'Agence de l'Eau Adour-Garonne qui récapitule les éléments suivants :

- nombre de compteurs,
- âge et taux de renouvellement annuels,
- répartition par âge et par marques,
- répartition et pourcentage de compteurs par tranche d'âge,
- enjeu financier du remplacement, par comparaison du sous-comptage engendré.

Certains documents précisent en sus les diamètres des compteurs.

Le contenu de l'étude peut être étoffé par un travail de contrôle et d'étalonnage d'un échantillon représentatif de compteurs. C'est par exemple le cas de l'étude de Charost de l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne dans laquelle un échantillon de 30 compteurs a été étalonné, permettant de mettre en évidence un défaut de comptage de l'ordre de 20%.

## Les branchements

Les branchements vers les consommateurs sont rarement abordés dans les études consultées. Le seul paramètre parfois évoqué concerne l'existence de branchements en plomb, avec leur nombre et le taux de remplacement annuel nécessaire (Etude de Limoges de l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne).

Les branchements particuliers liés aux bornes à incendie sont par contre fréquemment abordés. Dans le cas le plus simple, seul leur nombre est mentionné.

Pour les études s'attachant un peu plus à ce sujet, la liste des bornes à incendies existante est donnée, avec leur localisation géographique. Dans certains cas, la situation réglementaire peut être évoquée par rapport à l'existant.

Enfin, pour les plus précises, l'adéquation de chaque borne à incendie aux normes requises (fournir 60 m<sup>3</sup>/h pendant 2 heures de suite) est mentionnée. Ce paramètre peut être issu des résultats d'une simulation d'un modèle mathématique basé éventuellement sur des mesures réalisées en cours d'étude et concernant la pression et les débits sur un échantillon de bornes à incendie (Etude de Diemerigen, de l'Agence de l'eau Rhin-Meuse, Etude de Saint-Jean de Maurienne de l'Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse) (Chapitre

4.3.3.4). L'étude de Manois quant à elle (Agence de l'Eau Rhin-Meuse) donne une carte de localisation des bornes et a réalisé par ailleurs une campagne spécifique de mesures de pressions pendant 24 heures sur chaque borne à incendie, afin d'en vérifier la qualité.

### 4.3.3.3 L'organisation du réseau et sa gestion

L'organisation du réseau permet de comprendre comment se passe réellement l'adduction d'eau potable au cours d'une journée. Sa gestion permet de connaître les interlocuteurs et l'entretien habituel des équipements.

Ce chapitre est pratiquement toujours évoqué et seules 2 études le passent sous silence. Ce sont cependant les études plus générales, de **type 1 (études liées à la gestion)** qui approfondissent ce domaine.

#### L'organisation

L'organisation générale du réseau ne fait pas toujours l'objet d'un chapitre séparé. Elle est souvent abordée au cours de l'étude, à chaque étape où un lien entre 2 entités doit être mis en évidence (Etude de Sainte Marcelle de l'Agence de l'Eau Seine-Normandie).

Ces liens doivent permettre de répondre aux questions suivantes :

- quelle station de pompage alimente quel réservoir,
- quel réservoir alimente quel secteur de la collectivité,
- quel réservoir ou quelle station de pompage alimentent quelle usine de traitement,
- quelles sont les interconnexions existantes.

Pour une meilleure compréhension de l'organisation, un schéma explicatif est souvent plus parlant et illustre les propos, allant parfois jusqu'à les remplacer. Ces explications sont particulièrement importantes dans le cadre de dossiers regroupant un grand nombre de collectivités et gérant de ce fait un réseau d'adduction complexe. L'étude de la Cluze de Chambéry de l'Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse est un exemple de ce type avec 35 communes traitées. L'organisation générale est illustrée par un schéma synthétique. Par la suite, l'organisation de la desserte en eau est détaillée pour chaque commune, avec un schéma explicatif individuel.

L'organisation de base étant éclaircie, certaines études détaillent les modalités de fonctionnement des différentes installations avec en particulier les éléments suivants :

- pour les stations de pompage, événement conduisant à déclencher la mise en route ou l'arrêt des pompes ou horaires spécifiques de pompage,
- pour les réservoirs, horaires spécifiques de remplissage, temps de séjour de l'eau dans les réservoirs, durée d'autonomie.

Les coûts de fonctionnement sont parfois mentionnés, avec en particulier la dépense énergétique.

#### La gestion

Pour de nombreuses études, la gestion du réseau se résume au nom du gestionnaire ou des gestionnaires pour les dossiers concernant un grand nombre de collectivités. Cette phase s'avère particulièrement importante pour les dossiers regroupant de nombreuses collectivités et pour lesquels le mode de gestion peut paraître complexe. L'exemple de l'étude de la vallée de l'Andelle de l'Agence de l'Eau Seine-Normandie, est intéressant à cet égard dans la mesure où elle regroupe 12 collectivités dont 7 syndicats et 5 communes. Le fonctionnement et la gestion du réseau sont abordés de la manière suivante :

- une carte localise les différentes collectivités distributrices d'eau potable et les communes qui y sont affiliées,
- une carte répertorie le mode de gestion des différentes collectivités, par affermage, gérance ou régie,

RSt 574./A.9609/C.802 519	
LD - FM	
10/05/03	Page : 41

- l'origine de l'eau, le mode de stockage et de traitement éventuel sont précisés, collectivité par collectivité,
- la composition du coût de revient de l'eau potable est détaillée sur un graphique pour chaque collectivité.

Certains dossiers précisent le mode d'acquisition des données nécessaires à la gestion du réseau : équipement de télégestion ou fréquence de passage d'un employé. Les coûts affectés à cette activité sont parfois mentionnés.

Les documents les plus précis réservent un chapitre à l'entretien des différentes installations existantes : nettoyage, remplacement, réparation. L'étude de Mancelles de l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne est un exemple particulièrement détaillé sur ce point. Ce dossier consacre un chapitre au personnel affecté à l'exploitation, à la maintenance et à l'entretien, avec les éléments suivants :

- organisation générale, précisant la mission pour chaque entité (production, stockage, distribution, interventions),
- tableau récapitulatif du personnel (effectif, qualification, équipes), les missions (lieux et fréquence d'interventions, contenu) et les moyens mis à disposition,
- la gestion journalière de la production, et la distribution précisant les astreintes et les interventions,
- les opérations de maintenance,
- les interventions de sociétés extérieures,
- la maintenance.

#### 4.3.3.4 Le fonctionnement et les dysfonctionnements

L'étude du fonctionnement du réseau doit permettre d'analyser le comportement du réseau d'adduction en situation actuelle. Cette étape met en évidence les dysfonctionnements et les points faibles. Elle permet d'orienter les propositions de remédiation et d'investissement. Pour les études intégrant un chapitre consacré aux perspectives, cette même analyse est appliquée aux situations futures.

Le fonctionnement du réseau peut être mis en parallèle avec d'autres éléments abordés précédemment, la mise en évidence des dysfonctionnements du réseau se limitant parfois à :

- l'étude du rendement du réseau, à partir des chiffres de production et de consommation (Chapitre 4.2.3.2) (Etude de Charost de l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne),
- l'étude de l'état du réseau, avec recherche de fuites (Etude de Pulligny de l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse).

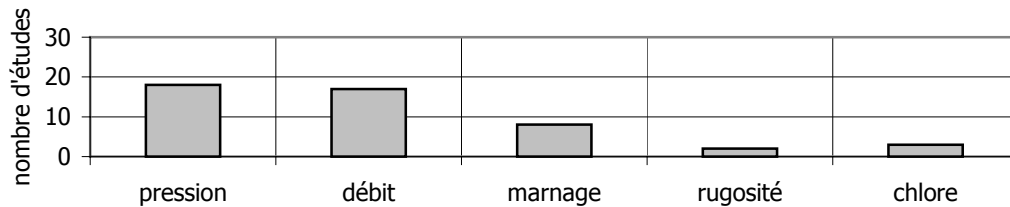
Cependant, dans la majorité des cas, ce chapitre fait l'objet d'une attention particulière, avec :

- des mesures complémentaires réalisées sur le réseau pour 20 études, ce qui représente 66% des dossiers consultés, le pourcentage passant à 80% pour les études de **type 1 (liées à la gestion)**,
- la mise en œuvre d'une modélisation mathématique à cet effet pour 21 des études, ce qui représente 70% des dossiers consultés, le pourcentage passant à 93% pour les études de **type 1 (liées à la gestion)**.

RSt 574./A.9609/C.802 519	
LD - FM	
10/05/03	Page : 42

Les mesures complémentaires programmées concernent des mesures de débit, de pression, de niveau d'eau dans les réservoirs (marnage), de rugosité et de teneur résiduelle en chlore dans les conduites. La répartition des études ayant fait appel à ces travaux complémentaires est illustrée sur le schéma ci-après.

mesures réalisées en cours d'étude



Ces mesures sont effectuées :

- en continu pendant une journée, afin de préciser la consommation journalière, le coefficient de pointe journalière, la consommation de nuit, la courbe de consommation journalière nécessaires au calage du modèle.
- en continu pendant 7 jours ou 15 jours, afin de vérifier la consommation hebdomadaire et définir le coefficient de pointe hebdomadaire, la courbe de consommation hebdomadaire nécessaires au calage du modèle.

Trois des études se fondent uniquement sur les résultats des mesures effectuées, en parallèle avec les chiffres de rendement, pour décrire le fonctionnement et les dysfonctionnements éventuels du réseau :

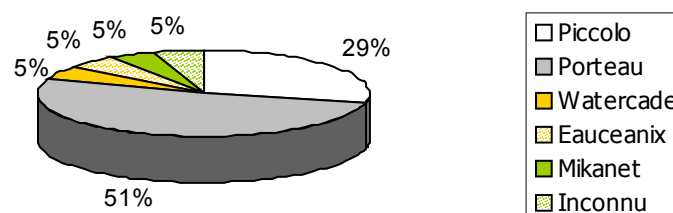
- étude de Peyre Saint-Sauveur de l'Agence de l'Eau Adour-Garonne (mesures pendant 10 jours des débits et du marnage des réservoirs),
- étude de Manois de l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse (mesure de pression des poteaux incendie pendant 24 heures, mesure des débits en sortie de stockage pendant 7 jours),
- étude de Fium orbù de l'Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse (mesures de débit et mesures de pression pendant 1 journée, y compris la nuit).

### Modélisation mathématique

Tous les autres dossiers se basent sur un modèle mathématique. Cet outil permet en effet de simuler le fonctionnement du réseau dans son ensemble en tenant compte des paramètres caractéristiques du réseau : géométrie, modes de contrôle et conditions de consommation.

La répartition des modèles utilisés est illustrée sur le schéma ci-après.

répartition des modèles utilisés



Le modèle le plus fréquent est le modèle Porteau, utilisé 11 fois. Il est suivi par le modèle Piccolo, utilisé 6 fois. Les autres outils sont peu courants, chacun étant utilisé une seule fois parmi les 30 études consultées.

La modélisation du réseau consiste à créer une représentation mathématique de la réalité physique. Elle permet d'étudier la structure du réseau et la gestion de la distribution.

Le modèle est construit de manière à décrire le réseau soit dans ses plus grandes lignes, en prenant en compte un diamètre minimum de conduites, soit dans son ensemble, avec des tronçons de canalisation et des noeuds auxquels sont affectées les consommations. Les ouvrages singuliers peuvent être intégrés ou non (surpresseurs, stabilisateurs...). Enfin, le type de consommateur peut être différencié, selon leur courbe de consommation spécifique (Etude de Oloron Sainte-Marie de l'Agence de l'Eau Adour-Garonne).

Après construction, le calage est effectué sur la base des données de gestion d'une part et de mesures spécifiques d'autre part. Les résultats du calage apportent déjà certaines informations quant à la validité des données disponibles et particulièrement sur l'état des conduites.

Le modèle est ensuite exploité réellement pour simuler le fonctionnement du réseau, de 2 manières différentes :

- en instantané afin de déterminer les points faibles du réseau ou son fonctionnement aux moments les plus critiques,
- en dynamique, avec une évolution dans le temps, afin de visualiser le fonctionnement des différentes entités constitutrices.

La simulation sur 24 heures est le test de base. Elle permet d'analyser le comportement du réseau au cours d'un cycle complet de consommation. Elle peut être proposée pour un jour moyen comme pour un jour de pointe (Etude du Barcares de l'Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse).

Ces premières simulations permettent de vérifier principalement les points suivants :

- pression de la distribution en tous points du réseau,
- vitesse de l'eau dans les conduites,
- sens d'écoulement dans les conduites.

Les résultats conduisent à identifier les zones où ces paramètres sont inadaptés et demandent des aménagements.

L'étude de la Boisse de l'Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse illustre bien ce chapitre. Le modèle Piccolo utilisé prend en compte l'ensemble des conduites du réseau. Les simulations en situation actuelle ont été faites en régime statique et en régime dynamique. La première simulation présente la distribution des pressions aux différents points du réseau, avec carte à l'appui et permet de mettre en évidence les zones à faible pression. En dynamique, c'est la distribution en jour de pointe qui est simulée. La répartition des vitesses et des pressions est ensuite illustrée sur carte.

Outre ces informations principales, les simulations peuvent être à l'origine de renseignements intéressants tels que la durée d'autonomie ou le temps de remplissage des réservoirs (Etude de Limoges de l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne ou Etude de Usseil de l'Agence Adour-Garonne) et le temps de séjour de l'eau dans les conduites (étude de Saint-Marcel de l'Agence de l'Eau Seine-Normandie). Cette dernière donnée peut alors être comparée aux résultats d'une campagne de mesures du chlore résiduel dans les conduites.

Les simulations réalisées pour observer le comportement du réseau en situation actuelle peuvent être répétées pour un état futur, en appliquant les résultats de l'étude prospective (chapitre 4.2.3.5) : mise en place de bornes incendie, création de nouvelles ressources en eau, ...

#### 4.3.3.5 La sécurité

La prise en compte de la sécurité dans la gestion d'un réseau d'eau potable comporte deux aspects : Etat des installations existantes permettant de faire face à un incendie et plans de secours prévus en cas de problème générant une crise d'alimentation en eau potable. 8 études sur les 30 consultées n'abordent pas le sujet soit 26% des dossiers.

##### Sécurité incendie

Les mesures existantes en cas d'incendie sont abordées en partie dans les chapitres précédents :

- amont du réseau (chapitre 4.3.3.1.), avec les réserves incendie disponibles dans les réservoirs,
- structure du réseau (chapitre 4.3.3.2.), avec les branchements des poteaux incendie.

A titre de rappel, dans ce dernier chapitre, la liste des bornes à incendies existante est donnée, avec leur localisation géographique. L'adéquation de chaque borne à incendie aux normes requises (fournir 60 m<sup>3</sup>/h pendant 2 heures de suite à 1 bar de pression) peut être étudiée. Ce paramètre peut être issu des résultats d'une simulation du modèle mathématique utilisé précédemment, basé éventuellement sur des mesures réalisées en cours d'étude et concernant la pression et les débits sur un échantillon de bornes à incendie (Etude de la Boisse de l'Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse).

##### Sécurité en cas de crise

La sécurité en cas de problème spécifique est peu abordée. Quand elle l'est, deux risques différents doivent être pris en compte :

- un défaut de la ressource,
- un défaut du réseau lui-même, le risque de casse d'une conduite principale étant le risque principal qui est pris en compte.

Les différentes situations de crise que l'exploitant est susceptible de devoir gérer peuvent être décrites, avec les recours possibles et en particulier les interconnexions existantes (Etude de Pau ou de Agen de l'Agence Adour-Garonne).

L'étude de Mancelles de l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne est particulièrement développée dans ce chapitre.

1. L'organisation actuelle en matière de sécurité est décrite, en abordant d'abord les dispositifs de sécurité préventive au niveau de la production et de la distribution puis les dispositifs de sécurité curative. Les risques pris en compte sont les suivants : intrusion, incendie, foudre, crue. Les moyens curatifs détaillés sont les suivants : moyens de gestion des crises, moyens d'intervention, dispositifs de secours (pompes, stockages, secours électrique...), dispositifs en cas de pollution.
2. Un inventaire des dangers potentiels est dressé. Il prend en compte en particulier :
  - les dangers extérieurs au système et naturels (gel, chaleur, précipitations, sécheresse, inondations, orages, éboulements, baisse de nappe),
  - les dangers extérieurs au système et anthropiques pollution, malveillance, défaut d'alimentation électrique, défaut des lignes de télécommunication, défaut d'approvisionnement en réactif),
  - les dangers internes au système (malveillance, grèves, défaillance, accident, maintenance insuffisante, pénurie de stock),
  - les problèmes de la station de traitement,

RSt 574./A.9609/C.802 519	
LD - FM	
10/05/03	Page : 45

- les casses de conduite,
  - les défaillances diverses (équipements hydrauliques équipements électromécaniques, système de télétransmission).
3. une analyse du fonctionnement du réseau en situation de crise est proposée, avec une liste des secours disponibles pour les différents secteurs du réseau.
  4. une analyse des risques est proposée avec « analyse des modes de défaillance, de leurs effets et de leur criticité. Les modes et causes des défaillances possibles sont définis et les risques correspondants estimés par un indice de criticité. La gravité est évaluée à partir des besoins futurs moyens et de pointe. ».

L'analyse des situations de crise se fait souvent à partir de l'application du modèle mathématique utilisé pour la description du fonctionnement du réseau.

Les scénarii les plus fréquemment simulés sont alors les suivants :

- casse de conduite en différents points vitaux du réseau,
- arrêt ou réduction de la distribution à partir d'un ou plusieurs points de production.

Les études de Tarbes de l'Agence de l'Eau Adour-Garonne ou de Saint-Jean de Maurienne de l'Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse sont des exemples de dossiers ayant exploité un modèle mathématique pour l'analyse de la gestion de crise, selon les scénarii décrits précédemment.

Les résultats des simulations permettent alors de décrire les conséquences de ces dysfonctionnements majeurs et d'orienter les solutions à rechercher.

#### **4.3.4 Moyens mis en œuvre dans les études**

L'étude du réseau lui-même se fait d'abord sur la base des informations fournies par les exploitants ou les différents acteurs susceptibles de disposer d'informations : structure et caractéristiques du réseau, usine de traitement, gestion de l'ensemble des entités...

Ces données sont la plupart du temps soutenues par des mesures complémentaires de terrain : étalonnage de compteurs, mesures de pression, mesures de débits, mesures de niveaux d'eau dans les réservoirs, mesures de rugosité, analyses du chlore résiduel dans les conduites (chapitre 4.3.3.4).

Enfin, une modélisation mathématique est fréquemment mise en œuvre afin d'analyser le fonctionnement général du réseau et les dysfonctionnements à résoudre (chapitre 4.3.3.4).

#### **4.3.5 Synthèse de l'analyse du réseau**

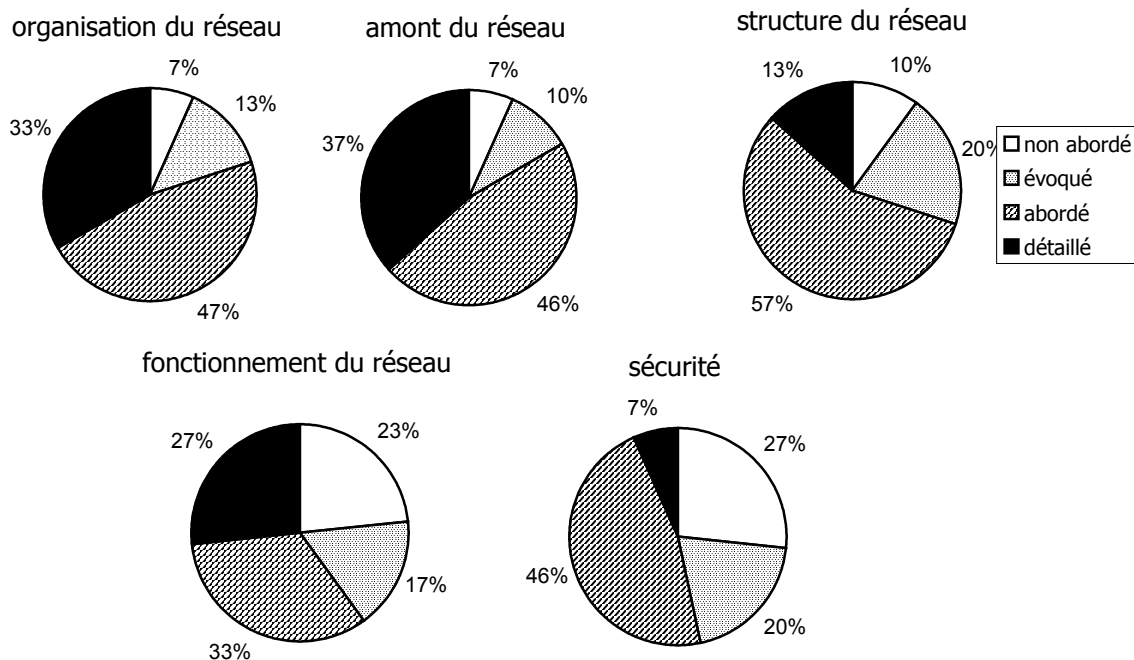
Après lecture des différentes études sélectionnées, chacun des volets (amont du réseau, structure, organisation, fonctionnement et sécurité) est apprécié en attribuant un indice selon l'importance relative qui lui est accordée.

- 0 : sujet non abordé.
- 1 : sujet évoqué succinctement à titre indicatif.
- 2 : sujet abordé dans sa globalité, sur les points essentiels.
- 3 : sujet détaillé.

L'indice global correspond à la somme des indices individuels. Il permet d'établir une note moyenne pour les études de chaque type.

RSt 574./A.9609/C.802 519	
LD - FM	
10/05/03	Page : 46

Les résultats obtenus sont illustrés sur les schémas ci-après. Le tableau 7 correspond aux résultats étude par étude.



Ce classement peut être comparé aux objectifs initiaux des dossiers, en faisant pour chaque étude la somme des indices obtenus pour chaque point. L'indice global maximal obtenu correspond à 15, si chaque aspect s'est vu attribué séparément l'indice maximal 3 (approche détaillée). En réalité, l'indice maximal obtenu atteint 12. Cette approche, récapitulée dans le tableau 8 permet de constater que les études les plus détaillées (indices 11 et 12) sont essentiellement celles ayant un objectif initial en relation avec la gestion (type 1). De même, l'indice moyen le plus élevé concerne ces mêmes études.

Tableau 8: comparaison entre type d'étude et indice global de l'aspect réseau

Type d'étude	Nombre d'études dont l'indice global est > 10	Indice global moyen
1-études liées à la gestion	9	10,3
2-études liées à la ressource	1	6,2
3-études liées au réseau	0	7,0
4-études liées à la production	2	8,5



Tableau 7 : synthèse du volet réseau

	Type		organisation /gestion	amont réseau	structure	fonctionnement	sécurité /incendie	indice global	travaux	
									mesures	modèle
<b>Agence de l'Eau Adour-Garonne</b>										
1	2	Roannes Ste Mary	0	0	0	0	2	2	-	-
2	1	SM Nord-Est Pau	3	3	2	2	2	12	Q - Chl	Piccolo
3	1 et 3	Oloron	1	2	2	3	0	8	Q - P - N	Porteau
4	1	SIAEP Sud Agen	3	2	3	2	2	12	Q - P	Porteau
5	3 et 4	Ussel	3	3	1	3	0	10	Q - P	Porteau
6	1	TARBES	2	2	2	2	2	10	Q - P	Porteau
7	2	Peyre Saint Sauveur	1	2	1	1	2	7	Q - N	-
<b>Agence de l'eau Loire-Bretagne</b>										
8	2	Mancelles	3	2	3	1	3	12	-	Piccolo
9	1	Limoges	3	2	2	3	1	11	Q - P	Piccolo
10	3	Charost	0	1	2	0	0	3	recherche fuites - Q - P	-
11	3	Bléré	1	1	2	1	0	5	recherche fuites - Q - P	Piccolo
12	1	Monceaux	2	3	2	3	2	12	Q - P	Watercade
<b>Agence de l'eau Rhin-Meuse</b>										
13	2 et 4	Saint-Dié	2	2	2	2	1	9	Q - P	Piccolo
14	1	Manois	3	2	3	1	2	11	Q - P - N	-
15	2 et 4	SIE Pulligny	2	3	3	0	1	9	dépôts - qualité - étalonnage compteurs	-
16	1	Pont St Vincent	2	2	2	2	2	10	Q - P - N - étalonnage compteurs	Porteau
17	4	Diemeringen	3	3	2	2	2	12	Q - P - rugos	Porteau
<b>Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse</b>										
18	2	SIE Haute-Loue	2	3	2	2	0	9	Q - P - N	Porteau
19	1 et 4	District Cluse de Chambéry	3	2	1	2	2	10	P	Porteau
20	1	Saint-Jean de Maurienne	2	2	1	3	3	11	Q - P - N - rugos	?
21	3 et 4	SIE Fium'Orbu	2	2	2	1	0	7	Q - P	-
22	4	SIVOM de Barcarès	3	3	1	3	2	12	P - N	Porteau
23	1 et 3	SI Ouvèze	2	2	2	2	1	9	-	Porteau
24	1	Boisse	2	3	2	3	2	12	-	Piccolo
<b>Agence de l'eau Seine-Normandie</b>										
25	2 et 4	Caen	2	0	0	0	0	2	-	-
26	2	vallée de l'Andelle	3	3	1	0	0	7	-	-
27	1	Ville de Saint-Marcelle	2	3	2	3	1	11	Q - P - N - Chl	Mike Net
28	4	SO Reims	1	2	2	0	1	6	-	-
29	1	SDAEP Plateau Briard	2	3	2	2	2	11	-	Eauceanix
30	1 et 2	Est Seine et Marnais	2	1	0	0	2	5	-	Porteau
<b>Somme</b>			<b>65</b>	<b>66</b>	<b>55</b>	<b>59</b>	<b>42</b>	<b>287</b>		

Type d'étude

- 1 : étude liée à la gestion
- 2 : étude liée à la ressource
- 3 : étude liée au réseau
- 4 : étude liée à la production

Indices

- 0 : non abordé
  - 1 : évoqué
  - 2 : abordé moyennement
  - 3 : détaillé
- indice global = somme des indices individuels

Mesures réalisées

- Q : mesures de débit
- P : mesures de pression
- N : mesures de niveau d'eau dans les réservoirs
- Chl : mesures du chlore résiduel
- rugos : mesures de rugosité

#### 4.4 Les solutions proposées

La plupart des études consultées concluent sur des propositions d'actions à mener. Elles répondent à 3 attentes différentes :

1. remédier aux dysfonctionnements éventuels mis en évidence au cours de l'étude,
2. mettre en place des solutions de secours pour être en mesure de réagir en cas de problème,
3. répondre aux problèmes d'approvisionnements futurs mis en évidence dans le cadre de l'analyse des perspectives.

Ces propositions peuvent être simplement listées sous forme de tableau comme c'est le cas dans l'étude de Pau de l'Agence de l'Eau Adour-Garonne. Un premier tableau synthétise les anomalies rencontrées, les interventions à réaliser et les résultats escomptés. Un deuxième tableau récapitule les travaux nécessaires, leur quantité, leur priorité et leur coût.

Dans le cas le plus détaillé, chaque solution proposée fait l'objet d'un développement individuel, avec le problème à résoudre, les avantages de la solution, ses inconvénients et son coût. Un ordre de priorité est parfois affecté aux propositions. Enfin, un échéancier peut être fourni.

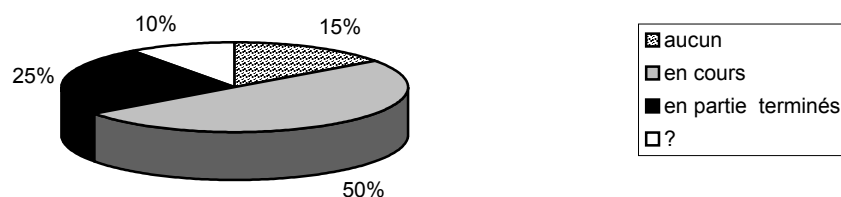
Les solutions peuvent être classées en regard du financement ultérieur. Elles sont alors répertoriées par horizons (court terme, moyen terme et long terme) et selon leur type (renforcement, amélioration, sécurisation) qui peuvent influencer les modes de subventions accordées aux collectivités ; elles distinguent aussi leur cadre communal ou intercommunal influençant l'origine du financement (Etude de Diemeringen de l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse).

Pour les points 2 et 3, ces études précises intègrent généralement l'application du modèle mathématique utilisé dans le cadre de l'analyse du fonctionnement du réseau pour simuler les solutions proposées. C'est le cas par exemple de l'étude de l'Est Seine et Marnais de l'Agence de l'Eau Seine-Normandie. Des scénarii de travaux sont envisagés pour chaque secteur du domaine étudié, dans le but de prendre en compte l'ensemble des possibilités techniques de mise en valeur des ressources locales et de réalimentation par l'extérieur. Un commentaire sur la faisabilité permet d'éliminer certains projets. Les scénarii retenus font par la suite l'objet d'une description incluant les résultats de modélisations.

Les solutions proposées sont étroitement liées au contexte de chaque étude et aux résultats des diagnostics préalables. Le document présent n'a pas pour objectif de faire un inventaire des diverses solutions et ne s'attardera donc pas sur ce point.

A noter cependant que les syndicats se basent fortement sur les résultats et les propositions de ces études pour poursuivre la gestion de leurs réseaux. Parmi les réponses qui ont pu être obtenues sur la réalisation concrètes des travaux à la suite de l'étude (19 réponses), 73% des études ont été suivies de travaux conseillés, en partie terminés ou en cours de réalisation. Le schéma ci-après illustre ces résultats.

travaux réalisés à la suite de l'étude



## 5 Synthèse

Une synthèse de 30 rapports existants concernant les diagnostics de réseaux AEP et fournis par les différentes Agences de l'Eau a été réalisée. Ces dossiers ont été regroupés en 4 grands ensembles, selon la problématique à l'origine de l'étude :

1. Les études réalisées dans le cadre de la gestion globale d'un réseau, afin de mettre en évidence les faiblesses éventuelles et de définir les axes de priorité pour la gestion future.
2. les études réalisées à la suite de problèmes rencontrés à la ressource en eau elle-même.
3. les études réalisées à la suite de problèmes rencontrés sur le réseau d'adduction.
4. Les études réalisées à la suite de problèmes rencontrés au niveau de la consommation.

L'ensemble des dossiers a été analysé en étudiant le contenu lié à 3 thèmes principaux abordés dans le cadre de ces diagnostics :

1. la ressource en eau et le contexte naturel
2. la production d'eau et la consommation,
3. le réseau d'adduction.

Le tableau 9 récapitule l'importance accordée aux différents éléments constituant ces dossiers de diagnostics de réseau, à partir des indices attribués pour chaque thème. Le tableau 10 donne le détail de manière synthétique sur les informations qui ont pu être recueillies dans les 30 dossiers consultés. Les indices obtenus pour chaque thème abordé y sont reportés, avec une appréciation comparable à celle utilisée pour les indices individuels.

Une différence sensible du contenu des études selon leur objectif initial est notée pour l'aspect ressource et contexte naturel. Les autres chapitres (chiffres de production/consommation et analyse du réseau), sont beaucoup moins tributaires de l'objectif affiché.

Tableau 9 : nombre d'études et importance accordée aux différents chapitres

	Contexte et Ressource	Production et consommation	Réseau
0. non abordé	2	0	0
1. évoqué	8	4	5
2. abordé sur les points essentiels	11	19	9
3. détaillé	9	7	15

Le domaine le plus fréquemment détaillé est celui concernant le réseau, avec en particulier l'exploitation d'un modèle permettant de mieux connaître le fonctionnement général de l'ensemble des installations.

L'analyse des chiffres de production et de consommation est plus souvent abordée globalement, sur les points essentiels, dans la mesure où l'aspect « prospectives » n'est pas toujours prévu et le problème économique très peu pris en compte.

Tableau 10 : synthèse des études

N°	Type		origine des ressources	besoin moyen annuel m <sup>3</sup>	évolution	prospectives	indices globaux de chaque thème			indice total	travaux	
							ressource	prod/conso	réseau		mesures	modèle
<b>Agence de l'Eau Adour-Garonne</b>												
1	2	Roannes Ste Mary	41 sources	295 000	5 ans	-	9	7	2	18	-	-
2	1	SM Nord-Est Pau	1S 1F + 1R + 4F	8 800 000	12 ans	20 ans	4	10	12	26	Q - Chl	Piccolo
3	1 et 3	Oloron	1S + 1F	3 000 000	10 ans	-	2	9	8	19	Q - P - N	Porteau
4	1	SIAEP Sud Agen	5R + 2S + 3F	3 000 000	5 ans	20 ans	4	11	12	27	Q - P	Porteau
5	3 et 4	Ussel	2R + 2S	660 000	5 ans	15 ans	2	6	10	18	Q - P	Porteau
6	1	TARBES	2 F	4 000 000	15 ans	-	1	2	10	13	Q - P	Porteau
7	2	Peyre Saint Sauveur	21 S	20 500	-	15 ans	9	9	7	25	Q - N	-
<b>Agence de l'eau Loire-Bretagne</b>												
8	2	Mancelles	1 R + 3 F	14 000 000	10 ans	10 ans	8	10	12	30	-	Piccolo
9	1	Limoges	6R + plus de 10 S	11 000 000	6 ans	20 ans	9	10	11	30	Q - P	Piccolo
10	3	Charost	?	120 000	1 an	-	0	5	3	8	recherche fuites - Q - P	-
11	3	Bléré	1S + 2F	500 000	3 ans	-	1	5	5	11	recherche fuites - Q - P	Piccolo
12	1	Monceaux	3 R	5 000 000	5 ans	20 ans	5	10	12	27	Q - P	Watercade
<b>Agence de l'eau Rhin-Meuse</b>												
13	2 et 4	Saint-Dié	250 S + 4F	1 500 000	10 ans	-	3	6	9	18	Q - P	Piccolo
14	1	Manois	1 S	30 000	7 ans	-	3	11	11	25	Q - P - N	-
15	2 et 4	SIE Pulligny	3 F	650 000	12ans	-	7	8	9	24	dépôts - qualité - étalonnage compteurs	-
16	1	Pont St Vincent	2 F + 2S	90 000	9 ans	15 ans	4	8	10	22	Q - P - N - étalonnage compteurs	Porteau
17	4	Diemerdingen	3 F	240 000	5 ans	20 ans	6	6	12	24	Q - P - rugos	Porteau
<b>Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse</b>												
18	2	SIE Haute-Loire	3 F + 2 S	3 300 000	9 ans	20 ans	6	7	9	22	Q - P - N	Porteau
19	1 et 4	District Cluse de Chambéry	6 F + 90 S	15 000 000	1 an	15 ans	8	7	10	25	P	Porteau
20	1	Saint-Jean de Maurienne	4 S + achat	730 000	5 ans	-	2	6	11	19	Q - P - N - rugos	?
21	3 et 4	SIE Fium'Orbu	> 8 F + > 20 S	850 000	7 ans	15 ans	0	6	7	13	Q - P	-
22	4	SIVOM de Barcarès	14 F + 1R	2 500 000	5 ans	10 ans	6	9	12	27	P - N	Porteau
23	1 et 3	SI Ouvèze	6 F + ?S	860 000	7 ans	15 ans	6	9	9	24	-	Porteau
24	1	Boisse	3 S	200 000	8 ans	10 ans	4	11	12	27	-	Piccolo
<b>Agence de l'eau Seine-Normandie</b>												
25	2 et 4	Caen	45 F + 28 S	22 000 000	1 an	-	4	6	2	12	-	-
26	2	vallée de l'Andelle	16 F + 2S	4 000 000	10 ans	15 ans	9	9	7	25	-	-
27	1	Ville de Saint-Marcelle	4 F + 2 S	420 000	3 ans	15 ans	9	5	11	25	Q - P - N - Chl	Mike Net
28	4	SO Reims	7 F + 10 S	1 600 000	1 an	20 ans	9	7	6	22	-	-
29	1	SDAEP Plateau Briard	18 F	2 000 000	5 ans	15 ans	3	9	11	23	-	Eauceanix
30	1 et 2	Est Seine et Marnais	plus de 55 F	7 000 000	1 an	25 ans	4	9	5	18	-	Porteau

Type d'étude

- 1 : étude liée à la gestion
- 2 : étude liée à la ressource
- 3 : étude liée au réseau
- 4 : étude liée à la production

Type d'ouvrage de captage

- S : source
- F : forage
- R : prise d'eau superficielle



- non abordé
- évoqué
- abordé sur les points essentiels
- détaillé

Type de mesures réalisées

- Q : mesures de débit
- P : mesures de pression
- N : mesures de niveau d'eau dans les réservoirs
- Chl : mesures du chlore résiduel
- rugos : mesures de rugosité

# ANNEXES

RSt 574./A.9609/C.802 519	
LD - FM	
10/05/03	Page : 52

# - Annexe 1 - Liste des études consultées

# - Annexe 2 - Exemple de fiche de lecture

RSt 574./A.9609/C.802 519	
LD - FM	
10/05/03	Page : 54