

# La consommation en eau urbaine dans les villes françaises : tendances actuelles sur deux métropoles méditerranéennes

■ M. MONTGINOUL<sup>1</sup>, J.-D. RINAUDO<sup>2</sup>, J.-F. DESPRATS<sup>2</sup>

**Mots-clés :** consommation en eau, eau potable, tendances, Montpellier et Perpignan (Sud de la France métropolitaine)

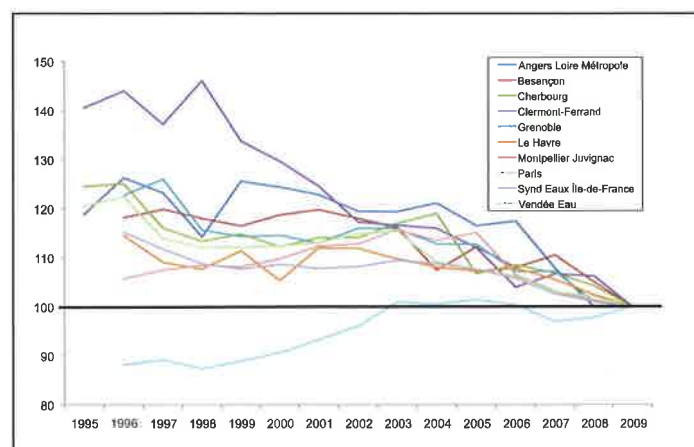
**Key-words:** urban water consumption, consumption trends, French Mediterranean metropolitan areas

## Introduction

La consommation en eau potable en France, comme plus largement en Europe [POQUET et MARESCA, 2006], est en baisse, et ce depuis maintenant presque deux décennies dans certains cas : un dossier spécial de TSM y était déjà consacré en 2000 [BARBIER, 2000]. Des publications récentes le confirment [BARRAQUÉ *et al.*, 2011] ainsi que les chiffres fournis par la Fédération nationale des collectivités concédantes et régies (FNCCR) pour plusieurs grandes agglomérations françaises (figure 1). La tendance semblerait même s'être accentuée après 2004-2005. Gestionnaires et chercheurs ont identifié plusieurs facteurs susceptibles d'expliquer cette évolution [BARRAQUÉ *et al.*, 2011 ; MONTGINOUL, 2013]. Des études ponctuelles réalisées dans quelques grandes villes ont montré que la baisse provenait en grande partie des activités économiques, commerciales et industrielles<sup>3</sup>. Certaines ont suggéré qu'il s'agissait d'une réponse à la hausse du prix de l'eau. La consommation des abonnés domestiques et assimilés serait aussi en baisse, du fait de la modernisation progressive des équipements électroménagers, d'un changement de pratiques liées reflétant une plus grande sensibilité aux problématiques environnemen-

tales, voire parfois aussi du recours à des ressources de substitution telles que les forages [RINAUDO et MONTGINOUL, 2012].

Il manque toutefois une étude approfondie pour analyser les causes de cette évolution, en s'appuyant notamment sur une analyse fine par type de consommateur, ce qui suppose de travailler à partir de données individuelles de facturation. En effet, derrière des tendances globales, telles que celles décrites dans la figure 1, se cachent probablement des évolutions différentes, voire contradictoires, selon les types d'usagers. C'est ce que suggère le cas de Montpellier, présenté dans la figure 2. On constate en effet que la demande des abonnés domestiques continue de croître (+6 % en 5 ans) presque proportionnellement à la croissance démographique, alors



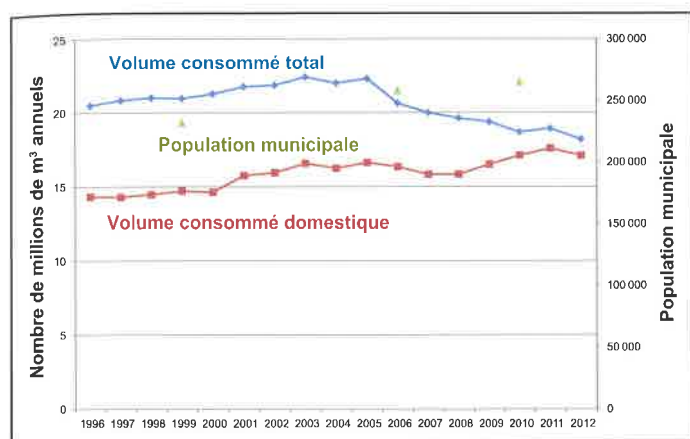
Source : Fnccr (communication personnelle, 2011)

**Figure 1. Évolution de la consommation en eau en France (base 100 en 2009) pour différentes villes ou groupements de villes de France**

<sup>1</sup> UMR G-Eau - Irstea - 361 rue Jean-François-Breton - BP 5095 - 34196 Montpellier cedex 5.

<sup>2</sup> Brgm - 1039, rue de Pinville - 34000 Montpellier.

<sup>3</sup> Cet article analyse les tendances observées des abonnés aux services d'eau potable. Il n'observe donc que les données après compteur (de facturation). Ne regardant pas l'évolution de la production d'eau qui elle aussi baisse, la lutte contre les fuites et l'amélioration du rendement des réseaux publics de distribution d'eau ne sont pas cités.



Source : Montpellier Méditerranée Métropole (communication personnelle, 2013), Recensement Insee (nombre d'habitants)

**Figure 2. Évolution des volumes consommés sur Montpellier-Juvignac et de la population municipale.**

que le volume facturé total décroît très rapidement (–20 % en 5 ans). Toute prévision devrait tenir compte du constat de cette différence.

Cet article propose d'approfondir ces questions à travers une étude de cas réalisée dans deux métropoles en région Occitanie. Son originalité consiste se baser sur une analyse détaillée des fichiers de facturation des deux collectivités. L'article débute par une présentation de la méthode adoptée, en la mettant en regard avec les approches statistiques plus globales habituellement utilisées par les économistes de l'eau (section 1). Il présente ensuite les deux cas d'étude et les données mobilisées (section 2) avant de présenter les principaux résultats obtenus (section 3). Il se termine par une discussion sur l'utilisation possible de ces résultats pour la prévision de la demande future et la prise en compte de l'incertitude dans ce type d'exercice.

## 1. Méthodes d'analyse des tendances d'évolution de la consommation

Pour comprendre « d'où vient la baisse de consommation », deux méthodes peuvent être déployées : 1°) des méthodes statistiques multivariées analysant les corrélations entre la variation de la consommation, d'une part, et des variables décrivant le contexte socio-économique d'autre part, le plus souvent s'appuyant sur des données agrégées à l'échelle communale ; et 2°) une analyse de données individuelles de consommation, basée sur les fichiers de facturation et la réalisation d'une typologie d'utilisateurs.

### 1.1. Les modèles statistiques multivariés

La première méthode consiste à rechercher une relation statistique entre la consommation totale d'une ou plusieurs collectivités, mesurée à plusieurs dates et des variables dites explicatives, décrivant l'intensité des activités économiques (emploi global ou par secteur), les caractéristiques de la population (taille des ménages, revenus), celles du parc de logement et le climat. L'analyse statistique permet de calculer des coefficients qui rendent compte de l'impact des variables explicatives sur la consommation en eau. À titre d'exemple, plusieurs études françaises ont montré qu'une augmentation de 10 % du prix de l'eau se traduisait par une baisse de la consommation de 2 % ; ou qu'une hausse de 10 % du revenu fiscal moyen de la population conduisait à une hausse de 4 % de la consommation [RINAUDO *et al.*, 2012]. Une fois cette relation statistique établie, elle peut théoriquement être utilisée pour prévoir l'évolution future de la consommation (en litres par jour par habitant, par exemple) pour différents scénarios d'évolution future du prix, du revenu des ménages, de l'emploi, de la température estivale, etc. Cette approche statistique est utilisée de manière très opérationnelle par certaines grandes collectivités de l'ouest des États-Unis (voir RINAUDO [2013] pour une description du cas californien).

Dans le contexte français, elle présente plusieurs limites (quant à une utilisation opérationnelle par les collectivités) liées à la qualité des données disponibles. En ce qui concerne les volumes vendus, les données restent entachées d'une erreur souvent importante du fait que les compteurs ne sont souvent relevés que deux fois par an (contre tous les 2 mois aux États-Unis, voire plus fréquemment en cas de télérelève). Même si cette erreur paraît faible au gestionnaire, elle introduit un « bruit » susceptible de perturber la qualité de l'analyse statistique, notamment lorsque les variations de consommation sont modérées. Par ailleurs, les données économiques nécessaires pour caractériser les variables explicatives ne sont disponibles qu'à l'échelle communale (contre l'échelle du quartier aux États-Unis), avec une fréquence souvent pluriannuelle (fichier des logements à l'échelle des communes – Filocom –, par exemple). Enfin, la plupart des modèles statistiques ne permettent pas de décomposer finement les

|                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Administration</b>                                         | Services issus de l'administration centrale                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Branchements municipaux</b>                                | Services issus des services municipaux et de la métropole                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Hébergement collectif</b>                                  | Toutes les structures d'hébergement collectif (maison de retraite, centre pénitencier...)                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Hébergement touristique</b>                                | Toutes les structures d'hébergement touristique (hôtel, camping...)                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Maison</b>                                                 | Regroupe les habitats individuels à titre de logement d'habitation                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Appartement</b>                                            | Logements en habitat collectif disposant d'un compteur individuel                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Compteur collectif</b>                                     | Les abonnés en structure collective avec compteur collectif (et abonnés catégorisés appartement mais disposant d'un gros diamètre de compteur)                                                                                                                                                      |
| <b>Communs</b>                                                | Locaux communs dans les immeubles disposant de compteurs divisionnaires                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Secteurs primaire et secondaire</b>                        | Usage de l'eau pour l'industrie, l'agriculture ou le transport                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Secteur tertiaire</b>                                      | Sont notamment distingués différents types d'abonnés : les commerces (de proximité ou grandes surfaces), les associations, l'enseignement (école, collège, lycée, université...), les loisirs (de tout type telles les piscines, les stades...), la restauration, la santé (du docteur à l'hôpital) |
| <b>Divers</b>                                                 | Les abonnés que l'on n'est pas arrivé à catégoriser de manière automatisée                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>Divers gros compteur (d'un diamètre supérieur à 25 mm)</b> | Les abonnés que l'on n'est pas arrivé à catégoriser de manière automatique et qui ont un diamètre de compteur supérieur à 25 mm                                                                                                                                                                     |

Tableau I. Catégories d'abonnés

usagers économiques<sup>4</sup>, se limitant le plus souvent à relier la consommation à un indicateur d'emploi.

## 1.2. L'analyse des fichiers de facturation

Une méthode alternative (complémentaire plus que concurrente) consiste à analyser l'évolution de la consommation par catégorie d'usagers, à partir de données individuelles issues des fichiers de facturation. Cette méthode exige de réaliser un important travail de préparation de ces fichiers, dont les principales étapes sont décrites ci-dessous :

– la première étape consiste à affecter chaque abonné à une catégorie d'usagers : la plupart des services ne renseignent que très sommairement cette information dans le fichier de facturation, en ne distinguant souvent que les abonnés domestiques des abonnés industriels (avec un taux d'erreur parfois très important). Pour affiner cette catégorisation, on dispose de deux types d'information : la première est le type de compteur (diamètre différent pour un abonné domestique, un compteur collectif, un industriel) ; la seconde est celle contenue dans les champs nom et adresse de l'abonné, ou nom et adresse de facturation.

Il est en effet fréquent que l'un de ces champs décrive l'activité (boulangerie, salon de coiffure, hôpital...). Le recodage peut alors être effectué soit de façon manuelle si le nombre d'abonnés est limité, soit en développant un programme qui recherche automatiquement dans ces champs du fichier les éléments d'un lexique prédéfini. C'est cette dernière approche qui a été mise en œuvre dans cette étude, en utilisant le logiciel R, qui est un logiciel libre de traitement des données et d'analyses statistiques<sup>5</sup>. La classification des usages adoptée dans cette étude est présentée dans le *tableau I* ;

– la deuxième étape consiste à calculer, pour chaque usager et chaque année, une consommation annuelle correspondant à 365 jours exactement. Ce calcul est effectué pour chaque compteur à partir des relevés d'index et de la date de relevé, et ce pour toutes les années de la période analysée. Le calcul n'est réalisé que pour les années où la consommation est observée un minimum de 6 mois. La procédure identifie également les consommations anormales (par exemple

<sup>4</sup> Nous entendons par usagers économiques tous les utilisateurs qui mobilisent l'eau à titre de consommation intermédiaire dans leur processus de fabrication ou pour leur activité. Ils rassemblent ainsi les secteurs classés primaire, secondaire et tertiaire dans le tableau I.

<sup>5</sup> Nous avons procédé de la manière suivante pour distinguer les différents types d'abonnés domestiques : les habitats individuels ont d'abord été isolés en fonction du diamètre du compteur et de la dénomination « madame/monsieur... » ; les appartements munis de compteurs individuels ont été repérés en particulier par l'existence d'une référence explicite (mention d'un compteur divisionnaire) ou implicite (indication de l'étage, du numéro d'appartement) ; les compteurs collectifs ont été catégorisés à partir des mots clés tels que « compteur général », « syndicat », « copropriété ».

négligentes) correspondant à des dégrèvements ou à un changement de compte.

Une fois les données préparées, les tendances sont d'abord analysées par type d'usagers. Il s'agit de calculer la consommation moyenne de chaque type pour chacune des années de la période étudiée, puis de représenter les tendances sous forme graphique. Cette analyse permet de calculer la pente de la tendance moyenne par type d'usagers.

Cette première analyse est complétée par une approche plus fine, qui consiste à analyser les tendances à l'échelle de chaque individu à l'aide de tests statistiques appliqués de manière automatique à des milliers d'abonnés du service. On utilise pour cela un test non paramétrique (test de Mann-Kendall), qui permet de détecter l'existence de non-stationnarité dans une série chronologique de données. Le résultat du test permet de qualifier la tendance (hausse ou baisse) en cas de non-stationnarité ainsi qu'un niveau de confiance associé<sup>6</sup> au résultat. En appliquant le test à tous les abonnés, on estime le pourcentage des individus dans chaque type d'usagers qui présente une tendance décroissante, croissante ou stationnaire. Il s'agit d'un résultat complémentaire du précédent.

## 2. Cas d'études : les métropoles de Perpignan et de Montpellier

La méthode présentée ci-dessus a été appliquée à deux grandes collectivités du Languedoc-Roussillon : Perpignan Méditerranée Métropole (PMM) et Montpellier Méditerranée Métropole (M3M). L'étude s'appuie sur des données de consommations de la période 2005 à 2011.

### 2.1. Présentation des métropoles

Au premier janvier 2010, Montpellier Méditerranée regroupe 31 communes accueillant 409 000 habitants ; Perpignan Méditerranée 24 communes et 218 000 habitants (Insee 2008). Ces deux métropoles, situées proche du littoral méditerranéen, connaissent une forte croissance démographique (supérieure à 1 % par an depuis plusieurs années).

Elles sont caractérisées par un habitat individuel important, avec néanmoins du logement collectif dans les villes centres. Perpignan Méditerranée se distingue de Montpellier Méditerranée par une proportion plus élevée de résidences secondaires (stations littorales). Malgré la croissance démographique, la consommation totale et la consommation par habitant baissent dans les deux métropoles.

Les deux métropoles ont pris la compétence eau en 2001 pour Perpignan Méditerranée et en 2010 pour Montpellier Méditerranée. L'organisation du service est complexe, avec l'intervention de plusieurs délégataires et de régies. Par ailleurs, certaines communes de la métropole montpelliéraine adhèrent à des syndicats créés avant la prise de compétence par la métropole (Syndicat du Bas Languedoc à l'ouest et Syndicat mixte Garrigues Campagne à l'est). Il existe donc plusieurs systèmes de facturation, ce qui a généré un important travail d'harmonisation et de compilation des fichiers.

### 2.2. Données utilisées

Les données issues des fichiers de facturation ont été fournies à l'équipe de recherche par les collectivités ou leurs délégataires (Saur, Veolia Eau à Perpignan et Veolia Eau à Montpellier)<sup>7</sup>. Du fait de la complexité de l'organisation du service décrite ci-dessus, l'analyse ne couvre pas l'intégralité des abonnés des deux collectivités : sont notamment exclues les communes gérées en régie communautaire à Perpignan Méditerranée et celles intégrées dans le Syndicat du Bas Languedoc (gestion SDEI) pour Montpellier Méditerranée. L'échantillon étudié dépasse les frontières de Montpellier Méditerranée, incluant les communes du Syndicat mixte Garrigues Campagne (SMGC), dont une partie seulement appartient à Montpellier Méditerranée.

Au total, nous disposons des fichiers de facturation pour 15 des 24 communes de Perpignan Méditerranée (soit 89 314 abonnés). Pour Montpellier, les fichiers analysés correspondent à un échantillon de 78 644 abonnés, répartis entre des communes de Montpellier Méditerranée (17 sur 31) et 15 communes limitrophes appartenant au SMGC<sup>8</sup>. Le fait de ne disposer que

<sup>6</sup> Nous avons choisi ici un niveau de confiance à 95 %, car c'est celui communément appliqué en statistiques. Il aurait été possible de prendre un niveau plus faible (à 90 %).

<sup>7</sup> La transmission des données a fait l'objet d'une convention entre les organismes de recherche (Brgm et Irstea – ex-Cemagref), les collectivités (Montpellier Méditerranée et Perpignan Méditerranée) et leurs délégataires (Saur et Veolia).

<sup>8</sup> Notons que les données rassemblées concernent des époques différentes : 2005-2012 pour Perpignan Méditerranée, 2010-2011 pour le périmètre du SMGC et 2007-2011 pour les communes de Montpellier Méditerranée hors SMGC.

|                                                                                                         | Communes<br>(nombre) | Population<br>(nombre) | Appartements<br>(proportion) | Résidences<br>secondaires<br>(proportion) | Revenu<br>médian<br>(€/an) |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|----------------------------|
| Territoire montpelliérain ( <i>M3M Montpellier Méditerranée – SMGC Synd. mixte Garrigues Campagne</i> ) |                      |                        |                              |                                           |                            |
| M3M + SMGC inclus                                                                                       | 32                   | 362 173                | 78 %                         | 4 %                                       | 17 251                     |
| M3M inclus                                                                                              | 17                   | 346 052                | 80 %                         | 4 %                                       | 17 051                     |
| M3M non inclus                                                                                          | 14                   | 63 061                 | 20 %                         | 3 %                                       | 21 524                     |
| Territoire perpignanais ( <i>PMM Perpignan Méditerranée</i> )                                           |                      |                        |                              |                                           |                            |
| Inclus                                                                                                  | 15                   | 193 145                | 78 %                         | 33 %                                      | 15 051                     |
| Non inclus                                                                                              | 9                    | 25 425                 | 14 %                         | 3 %                                       | 18 221                     |

Sources : Insee 2008 pour les données démographiques et logements ; Insee 2009 pour le revenu

**Tableau II. Statistiques descriptives sur les communes incluses dans l'analyse et des communes présentes sur les deux territoires au 1<sup>er</sup> janvier 2010**

| Collectivités                   | Moyenne | Écart type | Médiane | Effectif | Années    |
|---------------------------------|---------|------------|---------|----------|-----------|
| Perpignan Méditerranée          | 163     | 1 184      | 76      | 89 314   | 2005-2012 |
| Montpellier Méditerranée        | 322     | 1 723      | 109     | 74 799   | 2010-2011 |
| Montpellier Méditerranée + SMGC | 313     | 1 681      | 108     | 78 644   |           |

**Tableau III. Consommation en eau (m<sup>3</sup> par abonné et par an). Données issues des fichiers de facturation**

d'une partie de la population pose la question de la représentativité des résultats présentés (*tableau II*) : dans les deux cas, nous disposons des principales communes en matière de population (par exemple, sur Perpignan Méditerranée, 88 % de la population selon l'Insee est intégrée dans l'échantillon). Ce sont les communes de l'arrière-pays, rurales et non touristiques (elles ne regroupent que 1 % de la population saisonnière et 3 % des résidences secondaires) qui sont sous-représentées sur Perpignan ; sur Montpellier, c'est la partie ouest de la métropole qui manque à l'analyse, mais celle-ci n'est pas différente des autres secteurs périphériques de la métropole en termes de caractéristiques socio-économiques des communes.

La consommation moyenne des abonnés est de 313 m<sup>3</sup>/an sur Montpellier Méditerranée – SMGC et seulement de 163 à Perpignan Méditerranée (*tableau III*). Cela reflète une population d'abonnés très différente, que nous allons tenter de caractériser avec la méthode de catégorisation précédemment décrite. La consommation moyenne est nettement plus élevée que la consommation médiane (*tableau III*), ce qui révèle la présence de gros consommateurs. Une autre caractéristique de la consommation est sa forte hétérogénéité (écart type très élevé).

## 3. Résultats

### 3.1. Catégorisation des abonnés

Le premier résultat est celui issu de la phase de catégorisation des usagers par classification automatique. Il permet d'évaluer le poids de chaque type d'usager dans la consommation totale de la collectivité (*figure 3*). Il s'agit d'une information dont ne disposent généralement pas les services alors qu'il s'agit d'un préalable à tout exercice de prévision.

À cet égard, les deux collectivités étudiées présentent quelques différences notables. En ce qui concerne la consommation domestique, qui représente un peu moins de 60 % dans les deux cas, le poids de l'habitat individuel est plus élevé à Perpignan qu'à Montpellier (respectivement 45 et 30 %). La situation s'inverse logiquement concernant les logements collectifs (12 et 29 %). Les personnes occupant un logement dans un immeuble collectif et qui disposent d'un compteur individuel consomment 3 % du volume total (mais représentent 9 % des abonnés) ; à l'inverse, les résidences ayant un abonnement collectif consomment respectivement 9 et 26 % de l'eau totale (mais représentent respectivement 2 et 5 % des abonnés).

Concernant les autres usages, on note essentiellement l'importance des usages divers (19 et 23 %),

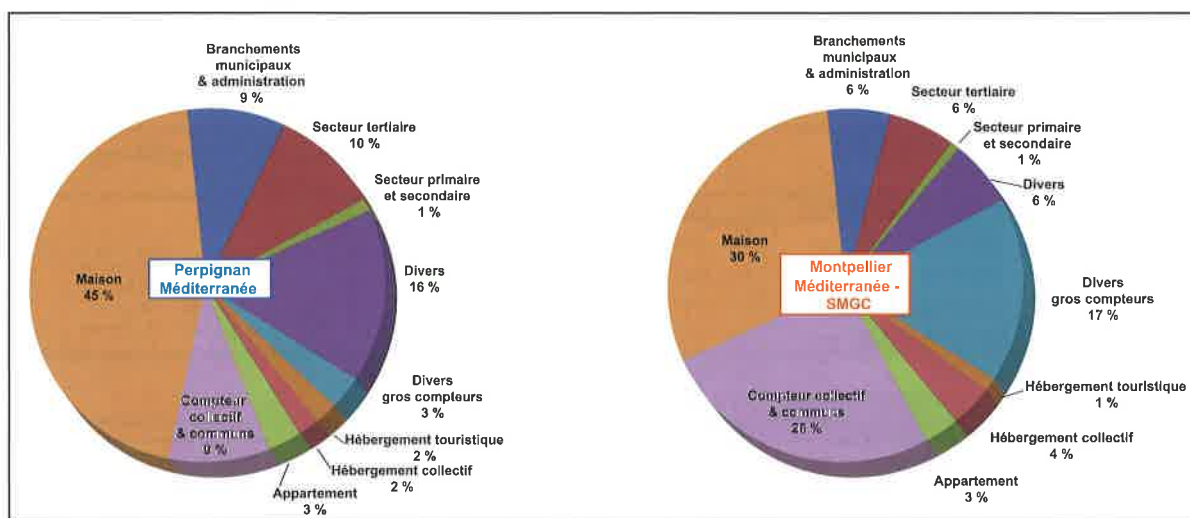


Figure 3. Poids des différentes catégories d'abonnés dans le volume facturé par catégorie d'abonné (m³/abonné/an). Données issues des fichiers de facturation (49 141 abonnés sur PMM et 78 644 sur M3M-SMGC en 2010-2011)

c'est-à-dire ceux dont la nature n'a pas pu être identifiée précisément. Cela met en évidence la limite de la méthode de catégorisation basée sur une recherche lexicale – le nom de grand nombre de sociétés ne permettant pas de déduire le type d'usager et/ou l'activité qu'elles exercent.

### 3.2. Caractérisation de la tendance générale

La consommation moyenne baisse tendanciellement (−3 % par an pour Montpellier Méditerranée et −6 % pour Perpignan Méditerranée), même si, du fait d'une chronique aussi courte, ces observations doivent être considérées avec prudence. La médiane est aussi en diminution (respectivement −4 % et −6 %) (figure 4). Cette réduction de la consommation s'accompagne

d'une moindre hétérogénéité des consommateurs (les écarts types sont également réduits : respectivement −3 % et −7 %). Cette baisse semble avoir été plus progressive sur Montpellier Méditerranée et avec un net seuil en 2009 pour Perpignan Méditerranée.

Cette tendance à la baisse masque toutefois des évolutions contrastées, avec une part d'abonnés ayant des consommations stables. Si l'on répartit les abonnés selon leur niveau de consommation en cinq groupes d'effectifs égaux (quintiles), on constate que la baisse de consommation touche plutôt les gros consommateurs (figure 5). Les abonnés situés dans les quintiles les plus faibles ayant une consommation plutôt stable : ainsi, le quintile supérieur baisse de 7 % par an sur Perpignan Méditerranée et de 4 % sur Montpellier Méditerranée, alors que le premier quintile augmente respectivement de 6 et 17 %. Cela ne semble pas dû au fait que ces abonnés arrivent à cette époque, ces derniers étant présents en moyenne depuis 1996 dans les deux cas.

L'analyse des tendances à l'échelle individuelle, réalisée à l'aide du test statistique non paramétrique décrit dans la section 1, apporte un éclairage complémentaire<sup>9</sup>. Le résultat (tableau IV) montre que :

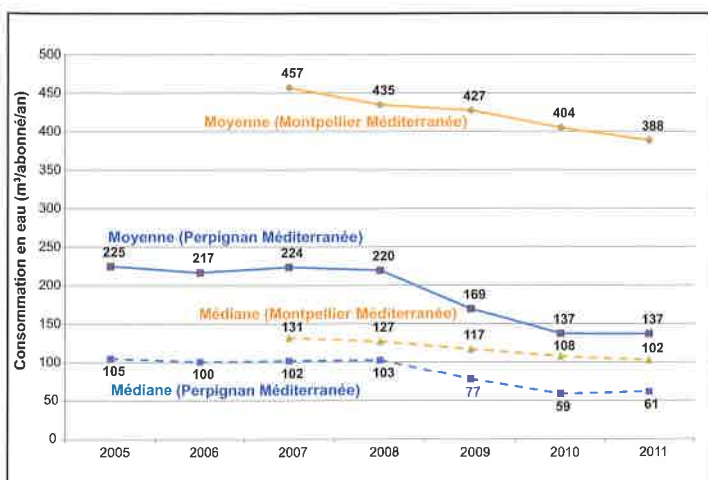


Figure 4. Évolution de la consommation en eau par abonné des communes où l'on dispose de la chronique complète (soit 57 % des abonnés sur PMM et 66 % sur M3M)

<sup>9</sup> Le test est appliqué aux abonnés présents au moins 4 années sur les 8 considérées (2004-2012) sur Perpignan Méditerranée et au moins 5 années sur les 7 années de la période étudiée (2007-2012) sur Montpellier Méditerranée. Cela réduit l'échantillon d'observations respectivement à 63 251 et 38 104 abonnés. Le niveau du test choisi (95 % de confiance) et l'horizon temporel concerné (très limité par rapport à la pratique habituelle de ce test utilisant souvent plus de 10 observations) explique le très fort taux d'abonnés dont la consommation est considérée stationnaire. C'est pourquoi l'attention doit être plutôt portée sur le différentiel des deux évolutions contrastées (progression/régression).

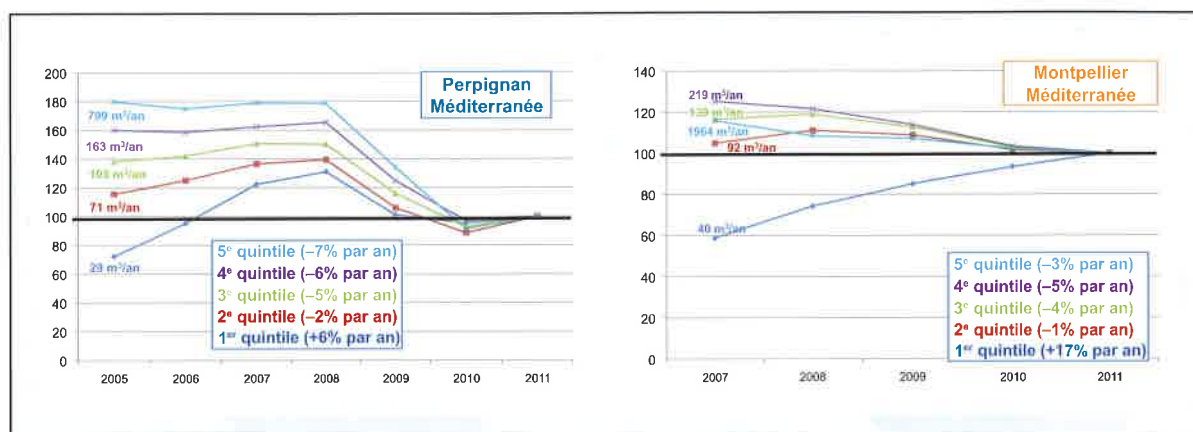


Figure 5. Évolution de la consommation en eau moyenne des 28 137 abonnés présents en totalité de 2005 à 2011 sur Perpignan Méditerranée et des 37 932 abonnés présents de 2007 à 2011 sur Montpellier Méditerranée (hors SMGC) répartis en cinq quintiles de taille égale selon la consommation observée en 2005 ou 2007 respectivement (base 100 en 2011)

|                          | Tendances                  | Moyenne |      |       | Médiane |      |       |
|--------------------------|----------------------------|---------|------|-------|---------|------|-------|
|                          |                            | 2005    | 2010 | V.A.  | 2005    | 2010 | V.A.  |
| Perpignan Méditerranée   | 83 % des abonnés constants | 182     | 138  | -5 %  | 77      | 67   | -3 %  |
|                          | 2 % en progression         | 73      | 319  | +67 % | 34      | 114  | +47 % |
|                          | 15 % en régression         | 281     | 110  | -12 % | 131     | 48   | -13 % |
|                          |                            | 2007    | 2011 | V.A.  | 2007    | 2011 | V.A.  |
| Montpellier Méditerranée | 89 % des abonnés constants | 480     | 431  | -3 %  | 137     | 109  | -5 %  |
|                          | 3 % en progression         | 320     | 571  | +20 % | 100     | 186  | 21 %  |
|                          | 8 % en régression          | 671     | 350  | -12 % | 164     | 72   | -14 % |

V.A. = variation annuelle de la consommation en % par an pour la période étudiée (sans tenir compte des valeurs observées pendant les années intermédiaires de cette période).

Tableau IV. Évolution de la consommation en eau (en m³/abonné/an et en %) en fonction du test de Mann-Kendall

- le nombre d'abonnés qui présentent une tendance décroissante est de trois à sept fois plus élevé que ceux présentant une tendance croissante ;
- ce sont les gros consommateurs qui réduisent leur consommation et d'un niveau relativement important, la consommation moyenne étant diminuée de 12 % par an ;
- les autres abonnés, qui ne présentent pas de tendance évidente (au seuil de confiance de 95 %), ont néanmoins une consommation qui baisse de 5 % par an sur Perpignan Méditerranée et de 3 % sur Montpellier Méditerranée.

### 3.3. Analyse des usagers non domestiques

Une analyse de l'évolution de la consommation des abonnés non domestiques (figure 6) met en évidence les tendances suivantes :

- la consommation en eau des administrations évolue fortement à la baisse (-12 et -9 % par an),

alors que ce n'est pas le cas des usages municipaux (hors équipements de loisir et écoles) : ces tendances sont confirmées par le test du Mann-Kendall (qui détecte que 15 % [Perpignan Méditerranée] et 19 % [Montpellier Méditerranée] des compteurs de l'administration sont en baisse significative sur la période considérée) ;

- sur Perpignan Méditerranée, les secteurs de la santé (-13 %) et des loisirs (-14 %) diminuent très fortement leur consommation d'eau du réseau, ce qui n'est pas le cas sur l'autre territoire ;

- les établissements d'hébergements collectifs (comme les maisons de retraite) tendent à diminuer leur consommation d'eau, davantage sur Perpignan Méditerranée (-9 % par an, effet particulier d'un gros établissement ayant installé un forage) que sur Montpellier Méditerranée (-1 %). Cela concerne une proportion importante de ces hébergements, puisque

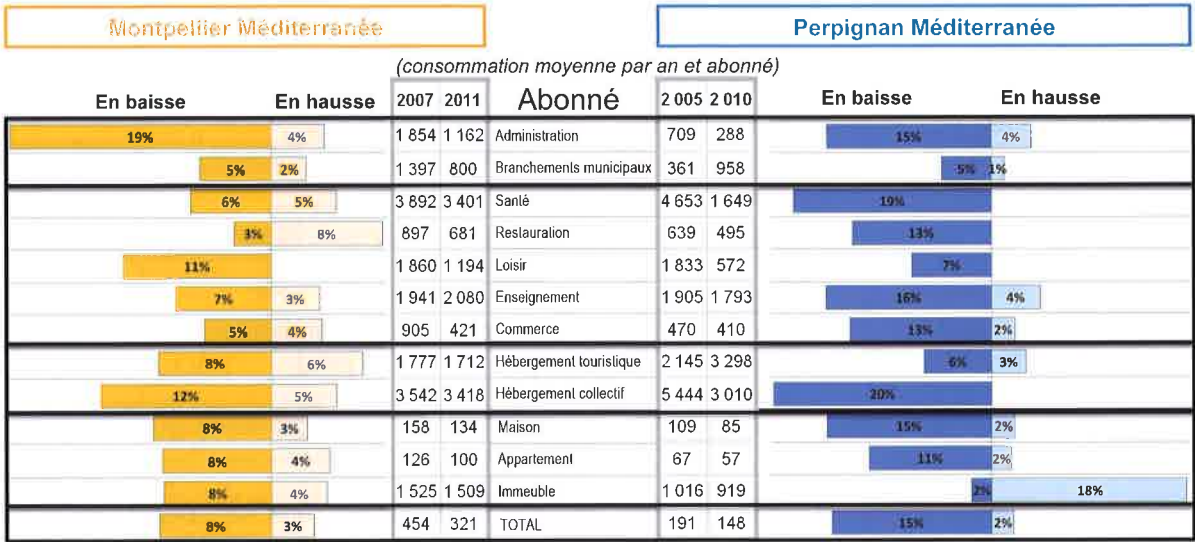


Figure 6. Évolution de la consommation en eau par type d'abonné en fonction du test de Mann-Kendall (PMM et M3M hors communes du SMGC)

respectivement 20 % et 12 % d'entre eux baissent significativement sur la période considérée.

3.4. Analyse des abonnés domestiques

En ce qui concerne les abonnés domestiques, les tendances mises en évidence sont les suivantes. Les immeubles ne disposant pas de compteur individualisé ont une consommation globalement stationnaire (figure 7b). Sur Montpellier Méditerranée, on note que le nombre d'immeubles présentant une tendance décroissante est de 8 % (contre 4 % croissante) alors que la situation est inverse à Perpignan Méditerranée (18 % en hausse et 2 % en baisse) (figure 6).

Concernant les appartements avec compteur individuel, la consommation baisse de 126 à 101 m³/an

entre 2007 et 2011 à Montpellier Méditerranée (−3 % par an) et de 67 à 57 m³/an à Perpignan Méditerranée entre 2005 et 2010 (−3 % par an). Le fort différentiel de niveau de consommation observé sur ces abonnés pourrait s'expliquer par un taux d'occupation saisonnière plus important sur Perpignan Méditerranée que sur Montpellier Méditerranée. La baisse plus modérée en valeur absolue sur Perpignan peut être reliée au niveau initial observé qui est nettement plus faible.

La consommation moyenne des maisons individuelles passe de 155 à 125 m³/an entre 2007 et 2011 (−5 % par an) dans le premier cas et de 109 à 85 m³/an entre 2005 et 2010 (−4 % par an) dans le second (figure 7a).

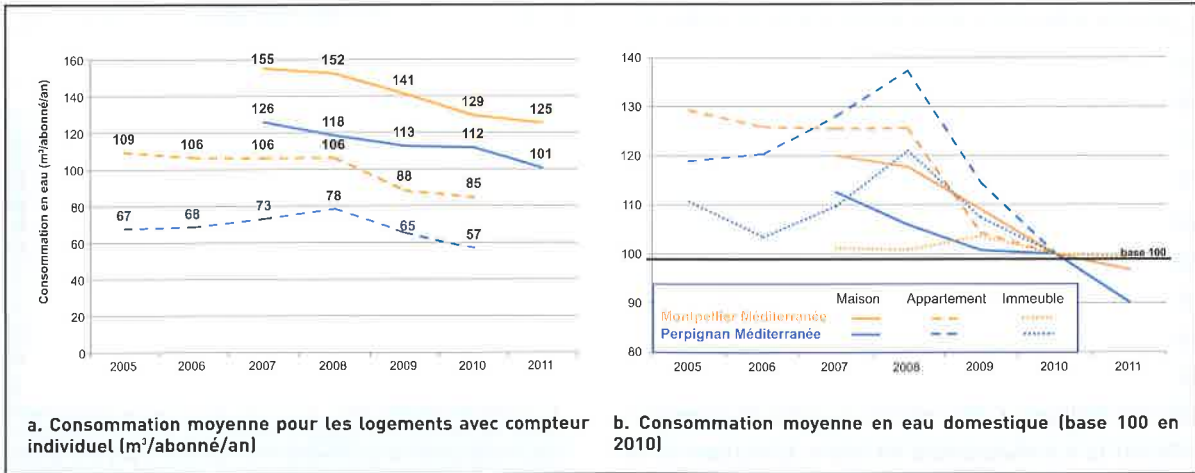


Figure 7. Évolution des consommations moyennes en eau domestique

| PMM                      | Maisons   |      | Appartements |      | Immeubles    |      |
|--------------------------|-----------|------|--------------|------|--------------|------|
| (2005-2011)              | [m³/an]   | V.A. | [m³/an]      | V.A. | [m³/an]      | V.A. |
| 1 <sup>er</sup> quintile | 0-52      | 5 %  | 0-34         | 9 %  | 0-79         | 11 % |
| 2 <sup>e</sup> quintile  | 52-86     | -2 % | 34-55        | -3 % | 79-324       | 0 %  |
| 3 <sup>e</sup> quintile  | 86-121    | -4 % | 55-81        | -6 % | 324-650      | -4 % |
| 4 <sup>e</sup> quintile  | 121-177   | -6 % | 81-126       | -5 % | 650-1 369    | -8 % |
| 5 <sup>e</sup> quintile  | 177-2 675 | -8 % | 126-1 008    | -8 % | 1 369-23 219 | -8 % |
| Nb. abonnés              | 22 421    |      | 1 404        |      | 509          |      |
| M3M                      | Maisons   |      | Appartements |      | Immeubles    |      |
| (2007-2011)              | [m³/an]   | V.A. | [m³/an]      | V.A. | [m³/an]      | V.A. |
| 1 <sup>er</sup> quintile | 0-68      | 7 %  | 0-47         | 8 %  | 0-282        | 4 %  |
| 2 <sup>e</sup> quintile  | 68-104    | -1 % | 47-74        | 0 %  | 282-487      | 0 %  |
| 3 <sup>e</sup> quintile  | 104-144   | -4 % | 74-103       | -2 % | 487-815      | -2 % |
| 4 <sup>e</sup> quintile  | 144-206   | -6 % | 103-145      | -3 % | 815-1 879    | -1 % |
| 5 <sup>e</sup> quintile  | 206-2 879 | -7 % | 145-1 947    | -5 % | 1 879-51 715 | -1 % |
| Nb. abonnés              | 25 429    |      | 2 157        |      | 3 834        |      |

Tableau V. Variation moyenne annuelle (V.A.) de la consommation des abonnés domestiques répartis en quintiles, par type de logement

Une analyse de la variation moyenne annuelle par quintile (tableau V) confirme que la baisse est plus marquée pour les gros consommateurs, quel que soit le type de logement. Le tableau V indique également que seul le 1<sup>er</sup> quintile (soit 20 % des abonnés) est caractérisé par une hausse, alors que les quatre derniers quintiles régressent tous de plusieurs pour cent.

### 3.5. Analyse des abonnés résidant en maison individuelle

La forte baisse (-5 % environ) constatée pour les abonnés résidant en maison individuelle soulève plusieurs nouvelles questions. Cette baisse est-elle expliquée par des changements de pratiques en matière d'arrosage des jardins ? Dans ce cas, observe-t-on une différence d'évolution selon la taille des parcelles ? Serait-elle également expliquée par une multiplication des forages individuels, utilisés pour l'arrosage, le remplissage des piscines et probablement pour des usages intérieurs ?

Pour y répondre, nous avons travaillé sur un échantillon réduit de quelques milliers d'abonnés dans chacune des deux métropoles. Pour cet échantillon réduit, les données issues du fichier de facturation, rendu anonyme, ont été enrichies de données provenant du cadastre. Cela a permis de connaître simultanément la consommation en eau et la surface de la parcelle. Les maisons ont été groupées en cinq classes

selon la taille de la parcelle. Les résultats présentés ci-dessous concernent uniquement Perpignan Méditerranée et portent sur un échantillon de 2 174 abonnés (présents pendant au moins 4 ans pendant la période étudiée)<sup>10</sup>. L'analyse de ce sous-échantillon ne montre pas de différence de tendance selon la taille des parcelles (figure 8) : la consommation baisse de 4 à 7 % par an selon les groupes, avec une accélération après 2008

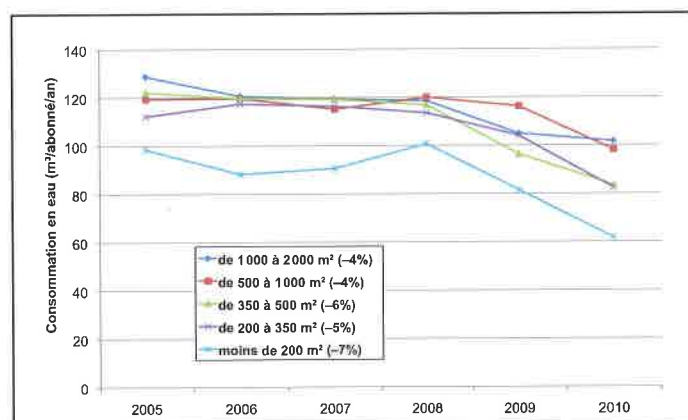


Figure 8. Évolution des consommations moyennes en eau domestique par abonné résidant dans une maison sur Perpignan Méditerranée sur une parcelle de moins de 2 000 m² selon la taille de la parcelle (entre parenthèses : variation moyenne annuelle sur la période)

<sup>10</sup> L'analyse a été recentrée sur Perpignan Méditerranée du fait de la longue chronique de consommation disponible compatible avec l'exigence d'un minimum d'observations sur 4 ans. Au sein de ces abonnés, seuls ceux où il a été possible de relier les données de consommation et de taille de la parcelle ont été inclus. Enfin, pour limiter les risques de mauvaise attribution des abonnés à la catégorie domestique, n'ont été sélectionnés que ceux disposant de parcelles de moins de 2000 m² (les plus grandes parcelles étant plutôt destinées à d'autres usages par exemple agricoles, donc mobilisant systématiquement d'autres ressources en eau).

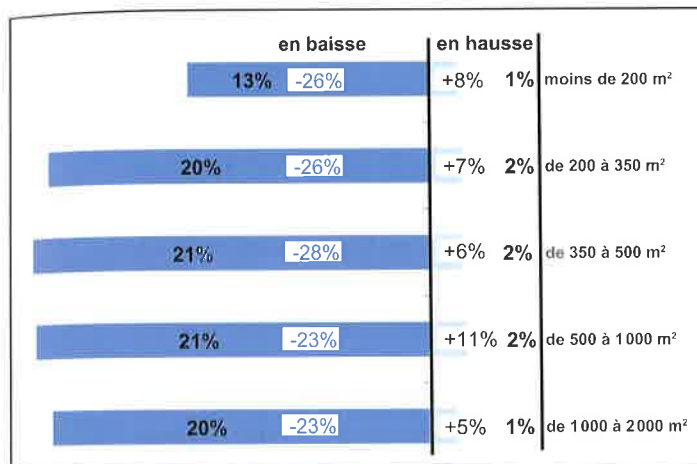


Figure 9. Pourcentage des ménages présentant une tendance individuelle croissante ou décroissante (test de Mann-Kendall) pour chaque type de maison (définis en fonction de la taille de la parcelle). En surimpression sur les barres : variation annuelle de la consommation moyenne de chaque type de maison

(peut être liée à la crise économique). On constate également que la proportion d'abonnés qui présentent une tendance individuelle décroissante est à peu près de 20 %, quelle que soit la taille de la parcelle, sauf pour les maisons de moins de 200 m² où ce taux n'est que de 13 % (figure 9).

Un autre facteur susceptible d'expliquer la baisse de consommation des maisons individuelles est l'augmentation du nombre de forages domestiques. À Perpignan Méditerranée, 351 forages domestiques ont été déclarés ou identifiés par les délégataires, ce qui ne représente qu'une faible proportion du nombre d'ouvrages existants. Ainsi, une enquête Internet conduite en 2012 sur cette zone et à laquelle ont répondu 204 ménages résidant en maison individuelle a ainsi montré que si moins de 1 % de ces derniers avaient déclaré officiellement leur forage, 24 % des répondants disaient en disposer d'un [RINAUDO *et al.*, 2015].

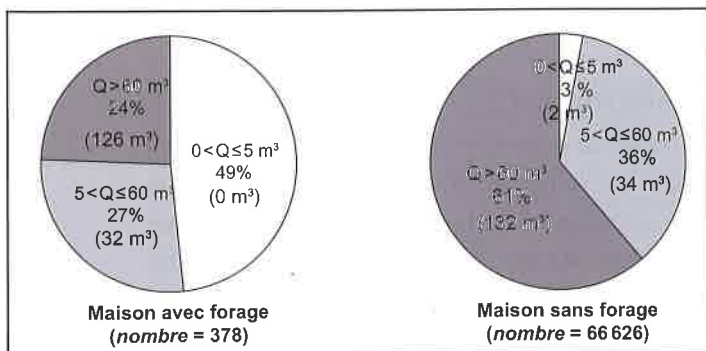


Figure 10. Consommation moyenne sur la période 2005-2012 pour les ménages en maison individuelle en fonction de la déclaration ou non d'un forage (m³/abonné/an). Données issues des fichiers de facturation de PMM

Sans surprise, ces ménages équipés d'un forage domestique consomment beaucoup moins d'eau que les autres (39 m³/abonné/an en moyenne). Au vu des consommations facturées à ces abonnés (figure 10), on peut estimer que 49 % d'entre eux utilisent l'eau du forage pour l'ensemble de leurs usages (ils consomment moins de 5 m³ par an d'eau du robinet). Environ 27 % des propriétaires de forages l'utilisent probablement pour partie à l'intérieur des maisons (W.-C., machine à laver) mais semblent encore employer l'eau du réseau pour la douche (ils consomment entre 5 et 60 m³). Enfin, 24 % n'utilisent visiblement l'eau du forage que pour l'arrosage du jardin et le remplissage de la piscine et continuent d'utiliser plus de 60 m³ d'eau du robinet.

Le constat selon lequel certains propriétaires de forages utilisent de l'eau souterraine non traitée à l'intérieur des maisons explique donc en partie la baisse de consommation. Si ce phénomène devait se généraliser, ce qui est hydro-géologiquement possible dans le Roussillon [RINAUDO et MONTGINOUL, 2012], comme dans bien d'autres régions de France, cette baisse pourrait se poursuivre. L'asymptote dont nous parlions au début de cet article serait alors loin d'être atteinte. Et la durabilité des services d'eau potable en danger [MONTGINOUL et RINAUDO, 2013].

Pour chaque tranche de consommation (Q) sont indiqués le pourcentage de maisons concernées et, entre parenthèses, la consommation moyenne.

## Conclusion

À travers une analyse détaillée des données individuelles de consommation issues des fichiers de facturation de deux grandes collectivités, cet article confirme que la consommation en eau potable baisse significativement depuis quelques années. Elle semble s'être accentuée depuis 2008. Elle survient de manière relativement spontanée, c'est-à-dire sans qu'il n'y ait eu, dans les deux cas étudiés ici, de politique volontariste visant à promouvoir les économies d'eau. Dans les métropoles de Montpellier et de Perpignan, cette baisse est respectivement de 3 et 6 % par an, et elle affecte toutes les catégories d'usagers : domestiques, économiques et institutionnels. Dans chaque catégorie, ce sont surtout les gros consommateurs qui réduisent leur consommation. Chez les abonnés domestiques, qui génèrent près de 60 % de la

demande, on constate une baisse plus marquée pour les ménages résidant en maison individuelle (−4 à −5 %) que dans les appartements (−3 %). Ce constat pourrait s'expliquer par un développement de l'usage de ressources alternatives, eau brute à Montpellier et forages individuels à Perpignan.

Dans des contextes caractérisés par une forte croissance démographique, cette évolution représente de prime abord une bonne nouvelle. Les collectivités devraient pouvoir accueillir de nouvelles populations (+1 % par an environ à l'horizon 2030) avec les ressources et les infrastructures de production et de distribution actuelles. Le risque de pénurie d'eau semble donc écarté, sauf si la ressource venait à diminuer du fait du changement climatique. Mais si les taux de baisse constatés ici se maintiennent durablement, la consommation totale continuera de diminuer en valeur absolue, malgré l'afflux de nouvelle population. La durabilité économique du service serait alors sérieusement compromise (puisque ces coûts sont, en grande partie, fixes), ce qui appellera à réinventer de nouvelles modalités de financement du service.

Les conclusions de cette analyse rétrospective de la consommation devraient pouvoir alimenter des exercices de prévision de la demande à court et à moyen terme, allant au-delà de ce qui est actuellement entrepris par les collectivités et les bureaux d'études dans leurs schémas directeurs d'alimentation en eau potable (fondant leurs prévisions sur de simples prévisions démographiques, en supposant une relative stabilité des ratios de consommation [RINAUDO, 2013]). Elles montrent ainsi que la baisse concerne actuellement plutôt les gros consommateurs et aussi certaines catégories d'abonnés (par exemple les administrations). Cette analyse à l'échelle individuelle permet de mieux connaître les niveaux actuels et les évolutions de consommation des différents usagers et estimer ainsi le potentiel de baisse qu'une politique active d'économie pourrait permettre. Appliquée à d'autres services d'eau, elle pourrait permettre de mieux connaître leurs abonnés, leurs caractéristiques et mieux prévoir les évolutions. L'adoption d'une telle méthodologie avec une typologie des abonnés stabilisée rendrait également plus facile la comparaison entre types de consommateurs et améliorerait les prévisions basées sur la connaissance du passé.

Il reste néanmoins très difficile de les utiliser pour fonder des prévisions à long terme, sans avoir correctement appréhendé les facteurs explicatifs des changements qui s'opèrent chez les consommateurs. Quelles sont les marges de manœuvre (technologiques, comportementales) dont disposent encore les abonnés domestiques pour réaliser des économies d'eau ? Pendant combien d'années la baisse de leur consommation peut-elle se poursuivre avant d'atteindre un palier, un niveau de consommation incompressible en dessous duquel on ne descendra pas ? La réponse dépendra de nombreux facteurs hautement incertains, et hors de contrôle des gestionnaires. Si, par exemple, les technologies de recyclage des eaux grises à l'intérieur des maisons étaient amenées à se développer, la consommation d'eau associée aux jardins serait réduite de manière dramatique. Inversement, une application stricte du cadre réglementaire concernant les forages domestiques pourrait ralentir la baisse de consommation.

Dans ce contexte d'incertitude, les gestionnaires ne peuvent que réfléchir à leurs investissements à long terme en mobilisant plusieurs scénarios. Il s'agit de substituer aux traditionnelles démarches prévisionnistes des approches prospectives, qui considèrent de multiples futurs possibles et cherchent avant tout à définir des stratégies robustes, c'est-à-dire capables de garantir la durabilité du service d'eau quelles que soient les évolutions extérieures au service. Il s'agit d'un véritable changement de mode de pensée, dont on observe déjà quelques manifestations aux États-Unis (Inland Empire Municipal Water District, par exemple). L'industrie de l'eau du Royaume-Uni a aussi développé des approches innovantes en matière de prévision des besoins en eau, qui pourraient utilement inspirer les collectivités et les bureaux d'études français [RINAUDO, 2015].

## Remerciements

Ce travail de recherche a été réalisé dans le cadre du projet de recherche Eau&3E, cofinancé par le programme « villes durables » de l'ANR (contrat n° ANR-08-Vill-007-01). Les auteurs remercient les métropoles de Montpellier et de Perpignan, le Syndicat mixte Garrigues Campagne, la Saur et Veolia Eau pour la mise à disposition des données et les nombreux échanges constructifs au cours du projet.

## Bibliographie

BARBIER J.-M. (2000) : « Évolution des consommations d'eau ». *Techniques, Sciences, Méthodes* ; 2 : 14-6.

BARRAQUÉ B., ISNARD L., MONTGINOUL M., RINAUDO J.-D., SOURIAU J. (2011) : « Baisse des consommations d'eau potable et développement durable ». *Responsabilité et Environnement* ; 63 : 102-8.

MONTGINOUL M. (2013) : « La consommation d'eau en France : historique, tendances contemporaines, déterminants ». *Sciences Eaux & Territoires* ; 10 : 68-73.

MONTGINOUL M., RINAUDO J.-D. (2013) : « Les substituts au réseau : arbitrages des consommateurs et conséquences pour le gestionnaire – Réflexion à partir de l'exemple des forages privés ». *Sciences Eaux & Territoires* ; 10 : 106-12.

POQUET G., MARESCA B. (2006) : « La consommation d'eau baisse dans les grandes villes européennes ». *Consommation et modes de vie* ; 192. Credoc. 4 p.

RINAUDO J.-D. (2013) : « Prévoir la demande en eau potable : une comparaison des méthodes utilisées en France et en Californie ». *Sciences Eaux & Territoires* ; 10 : 78-85.

RINAUDO J.-D. (2015) : « Long-Term water demand forecasting ». In : Grafton Q., Daniell K.A., Nauges C., Rinaudo J.-D., Chan N.W.W., eds. *Understanding and managing urban water in transition*. Springer Netherlands, p. 239-68.

RINAUDO J.-D., MONTGINOUL M. (2012) : « Forages domestiques : un risque pour les services d'eau ? » *Techni.Cités* ; 226 : 26-7.

RINAUDO J.-D., MONTGINOUL M., DESPRATS J.-F. (2015) : « The development of private bore-wells as independent water supplies: challenges for water utilities in France and Australia ». In : Grafton Q., Daniell K.A., Nauges C., Rinaudo J.-D., Chan N.W.W., eds. *Understanding and managing urban water in transition*. Springer Netherlands, p. 155-74.

RINAUDO J.-D., NEVERRE N., MONTGINOUL M. (2012) : « Simulating the impact of pricing policies on urban water demand: a Southern France case study ». *Water Resources Management* ; 26 : 2057-68.

**M. MONTGINOUL, J.-D. RINAUDO, J.-F. DESPRATS**

### La consommation en eau urbaine dans les villes françaises : tendances actuelles sur deux métropoles méditerranéennes

Les services d'eau en France sont confrontés à une diminution de la consommation en eau, qui est parfois assez importante pour avoir des impacts sur leur équilibre budgétaire. Cet article présente les résultats d'une analyse des fichiers de facturation d'eau de deux métropoles méditerranéennes françaises (Montpellier et Perpignan) qui permet de caractériser finement les tendances d'évolution de la consommation observées sur une période de 5 à 7 ans entre 2005 et 2011. On constate une baisse de respectivement 3 et 6 % par an qui concerne

toutes les catégories d'utilisateurs : domestiques, économiques et institutionnels. Dans chaque catégorie, ce sont surtout les gros consommateurs qui réduisent leur consommation. Chez les abonnés domestiques, qui représentent près de 60 % de la demande, on constate une baisse plus marquée pour les ménages résidant en maison individuelle (-4 à -5 %) que dans les appartements (-3 %). Ce constat pourrait s'expliquer par un développement de l'usage de ressources alternatives, eau brute à Montpellier et forages individuels à Perpignan.

**M. MONTGINOUL, J.-D. RINAUDO, J.-F. DESPRATS**

### Recent trends in water consumption: results from two Southern France metropolitan areas

French water services are facing a decrease of water consumption, which is sometimes especially sharp to induce budget balance problems: water services are indeed characterized by high fixed costs and French water bill by low fixed part. The reasons of this decrease are not really well known: at the district level, urban water consumption's decline is observed and at this scale, only aggregated variables can be observed: demography (population, housing), economy (water price, income), climate (rain, temperature...). In order to better explain the decrease, it is then necessary to adopt an in-depth analysis, at an individual level. In this paper, we present results of in-depth analysis of individual water consumption from two French Mediterranean metropolitan areas (Montpellier and Perpignan). Water meters' trends are individually

analysed distinguishing between main uses (commercial services, district services, households with individual water meter living in a flat or a house, building with no individual water meters), and level of consumption. A Mann Kendall test reveals that, even for a short period (4 or 5 years respectively), we statistically find more decreases (8%/15% of water users) than increases (3/2%). Water consumption drops down especially for high users (the higher quintile face a decrease of respectively 3% and 7% per year for the short period of time 2007-2011). Many uses decrease water consumption: public services (-9 %/12 %), private services like restaurants (-7 %/5 %) or shops (-12 %/3 %), households with individual meters either living in a house (-4 to 5 %) or a flat (-3 %).