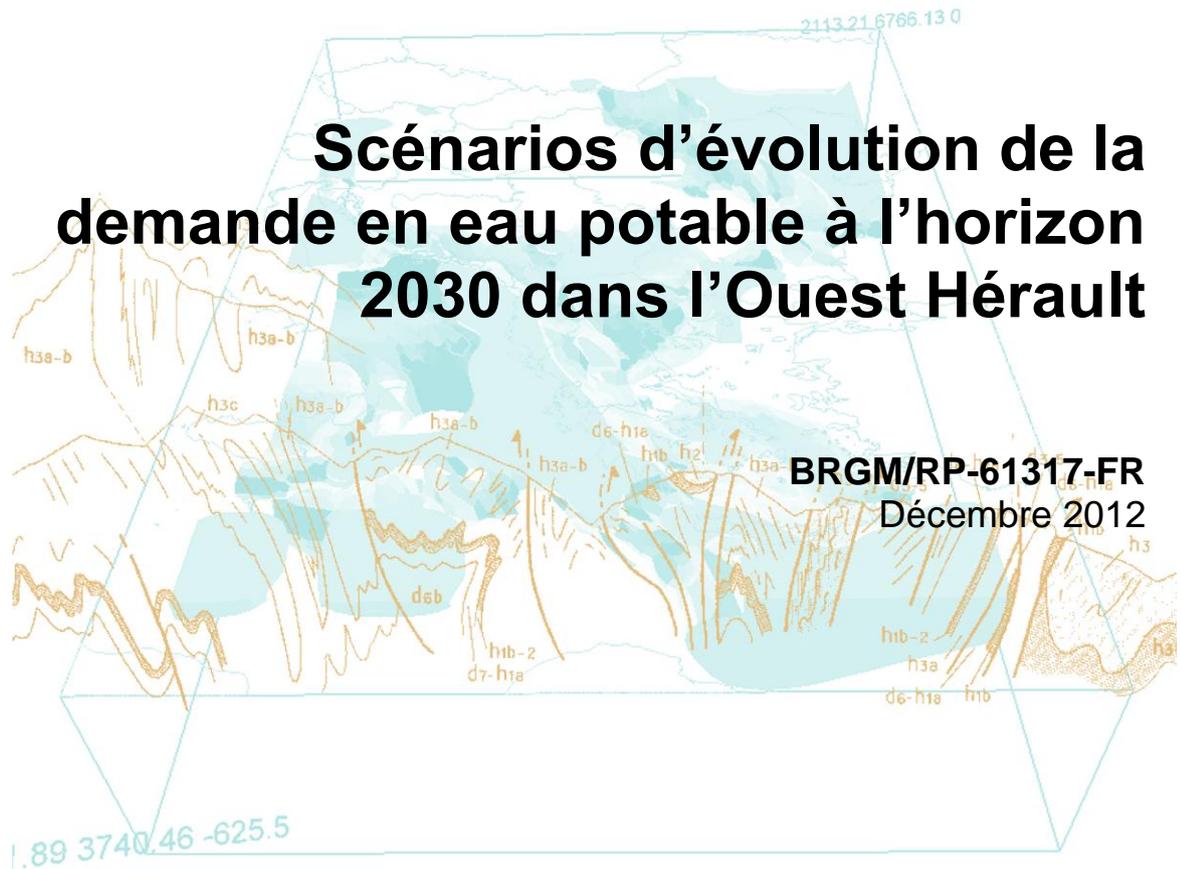




Géosciences pour une Terre durable

**brgm**

# Scénarios d'évolution de la demande en eau potable à l'horizon 2030 dans l'Ouest Hérault



**BRGM/RP-61317-FR**  
Décembre 2012



Géosciences pour une Terre durable



# Scénarios d'évolution de la demande en eau potable à l'horizon 2030 dans l'Ouest Hérault

**BRGM/RP-61317-FR**  
Décembre 2012

Étude réalisée dans le cadre des projets  
de Service public PSP09LRO12

**M. Vernier de Byans  
et J-D. Rinaudo**

**Vérificateur : Nina Graveline**  
Date : 12/12/2012

**Approbateur : Marc Audibert**  
Date : 13/12/2012

En l'absence de signature, notamment pour les rapports diffusés en version numérique,  
l'original signé est disponible aux Archives du BRGM.

**Le système de management de la qualité du BRGM est certifié AFAQ ISO 9001:2008.**

**Mots clés** : prévision demande en eau potable ; Hérault.

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante : Vernier de Byans, M et Rinaudo JD (2012) Scénarios d'évolution de la demande en eau potable à l'horizon 2030 dans l'Ouest Hérault. Rapport BRGM/RP-61317-FR.Brgm :Orléans. 52 p + ann.

© BRGM, 2007, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

# Synthèse

Ce rapport s'inscrit dans le cadre du projet Ouest Hérault 2 qui vise à réaliser une évaluation économique du programme de mesures de gestion quantitative des ressources en eau dans l'Ouest du Département de l'Hérault. Les principales étapes de ce projet consistent à (1) réaliser un bilan ressources- besoins à l'horizon 2030, en tenant compte des évolutions socio-économiques et du changement climatique ; (2) évaluer le coût et les volumes d'eau pouvant être mobilisés ou économisés par les différentes mesures de gestion envisagées dans les deux bassins versants ; (3) identifier une combinaison optimale de ces mesures à l'échelle des principaux sous-bassins versants. Le présent rapport présente les résultats d'un travail de prévision de la demande en eau potable à l'horizon 2030.

La première section du rapport présente la méthodologie utilisée pour estimer la demande en eau potable. Un modèle est établi pour calculer séparément les besoins en eau des différents types d'usagers, dont les usagers domestiques, l'hébergement touristique (hôtels et campings), les établissements accueillant du public (établissements de santé, équipements sportifs et scolaires), les espaces verts et les activités industrielles, commerciales et artisanales. L'intérêt de cette décomposition n'est pas d'améliorer la précision de l'estimation mais de mieux connaître la répartition de la consommation totale afin (i) d'évaluer le potentiel d'économie à réaliser pour chacune de ces composantes et (ii) d'évaluer finement l'évolution future de chacune. L'une des innovations de la méthode mise en œuvre consiste à ajuster les ratios de consommation unitaire à la situation de chaque commune, en tenant compte du prix de l'eau, du revenu fiscal des ménages, du climat et de la possibilité de réaliser des forages individuels. La consommation d'un ménage résidant en maison individuelle varie ainsi de 102 à 195 m<sup>3</sup> par an selon les communes, tandis que celle d'un ménage résidant en appartement varie de 68 à 121 m<sup>3</sup> par an.

Le modèle est d'abord appliqué à la situation actuelle, pour estimer la consommation en eau potable et les prélèvements associés, information qui reste mal connue en raison de la dispersion des données. Le volume prélevé dans la zone d'étude est estimé à 48.5 millions de m<sup>3</sup> en 2008. La consommation des abonnés domestiques (population permanente) représente 61% du total. Les prélèvements sont estimés à 70.1 millions de m<sup>3</sup> dont 31% sont perdus par fuite des réseaux. Ces prélèvements sont réalisés pour 32% dans l'Hérault et sa nappe alluviale, 28% dans l'Orb et sa nappe alluviale, 4% dans la nappe de l'Astien et 36% dans d'autres ressources (principalement souterraines). La méthode est globalement fiable, bien que l'estimation de la demande de 24% des communes soit entachée d'erreur. La demande des communes de l'Astien est notamment sous-estimée. Le modèle estime également la consommation en période de pointe (15/05 au 15/09) et montre que celle-ci représente 43% de la consommation annuelle (20 millions de m<sup>3</sup>).

Le modèle est ensuite utilisé pour prévoir la consommation en eau à l'horizon 2030. Pour cela, nous commençons par formuler des hypothèses relatives à la croissance démographique. Ces hypothèses sont basées à la fois sur les prévisions de l'INSEE à

l'horizon 2040 et sur une analyse des tendances passées sur le territoire d'étude. Elles sont formulées à l'échelle des bassins d'emploi afin de lisser les effets locaux. On estime ainsi que la zone d'étude accueillera 140 000 habitants supplémentaires en 2030, soit 22% de croissance par rapport à 2008. Environ 110 000 nouveaux logements devront être construits pour accueillir cette nouvelle population, en tenant compte du phénomène de décohabitation qui conduit à une baisse du nombre d'habitants par logement. Des hypothèses sont formulées pour chaque commune quant aux types de logements construits, en supposant une poursuite du phénomène de densification (65 000 maisons individuelles et 45 000 appartements et maisons sans jardin). On estime également que 12 400 résidences secondaires supplémentaires seront construites sur la base d'une prolongation des tendances passées effectuée par commune.

D'autres hypothèses relatives aux facteurs qui déterminent les ratios de consommation sont réalisées. La première consiste à supposer une augmentation du prix de l'eau de 30%, conduisant à une baisse de la consommation des ménages évaluée en tenant compte du prix réel dans chaque commune. On estime également l'effet du réchauffement climatique sur les ratios de consommation. On suppose enfin que le progrès technologique et une sensibilité croissante des ménages aux enjeux environnementaux conduira à une baisse de 10% des ratios de consommation (indépendamment des autres effets). Au final, le ratio de consommation des maisons individuelles avec jardin passe de 140 à 128 m<sup>3</sup>/an et par ménage en moyenne, et celui des appartements et maisons sans jardin passe de 90 à 84 m<sup>3</sup>. La consommation des usages autres que domestiques est supposée proportionnelle à la population. L'ensemble de ces hypothèses conduit à une augmentation de la consommation en eau potable de 24% (de 48.5 à 60 millions de m<sup>3</sup> par an).

Les prélèvements futurs sont ensuite estimés en supposant que le décret de 2012 relatif à l'amélioration du rendement des réseaux d'eau potable est mis en œuvre de manière volontariste, c'est-à-dire en dépassant les stricts objectifs réglementaires lorsque cela est possible. Les pertes liées aux fuites dans les réseaux passent ainsi de 31% à 21% à l'échelle de l'ensemble de la zone d'étude. Les prélèvements nécessaires pour satisfaire les besoins de la population en 2030 n'augmentent donc que de 6 millions de m<sup>3</sup>, la réduction des fuites permettant de compenser en grande partie la hausse de la consommation liée à la croissance démographique. Cette hausse représente 8% des prélèvements réalisés en 2008. Il est probable que la mise en œuvre de nouvelles mesures d'économie d'eau permette de stabiliser les prélèvements à leur niveau actuel.

## Sommaire

<b>1. Introduction .....</b>	<b>9</b>
<b>2. Présentation du modèle d'estimation de la demande en eau potable.....</b>	<b>11</b>
2.1. DECOMPOSITION PAR CATEGORIES D'USAGERS .....	11
2.2. CALCUL ANNUEL ET EN PERIODE DE POINTE .....	12
2.3. AJUSTEMENT DES RATIOS UNITAIRES DE CONSOMMATION.....	15
2.4. VALIDATION DU MODELE SUR UN SOUS-ECHANTILLON.....	18
<b>3. Demande en eau potable en 2008 .....</b>	<b>19</b>
3.1. EVALUATION DE LA CONSOMMATION ANNUELLE DES USAGERS.....	19
3.2. PRISE EN COMPTE DES FUITES ET CALCUL DES PRELEVEMENTS .....	20
3.3. CONSOMMATIONS EN PERIODE DE POINTE .....	23
3.4. CONCLUSION .....	26
<b>4. Evolution attendue de la demande en eau potable à l'horizon 2030 .....</b>	<b>27</b>
4.1. EVOLUTION DE LA CONSOMMATION DOMESTIQUE .....	27
4.1.1. Evolution démographique.....	27
4.1.2. Evolution du type d'habitat .....	30
4.1.3. Evolution du parc de résidences secondaires.....	32
4.1.4. Evolution du prix de l'eau .....	33
4.1.5. Evolution de la consommation liée au réchauffement climatique .....	34
4.1.6. Evolution tendancielle de l'efficience en eau .....	34
4.2. HYPOTHESES D'EVOLUTION DE LA CONSOMMATION NON DOMESTIQUE.....	35
4.3. EVOLUTION DU RENDEMENT DES RESEAUX.....	36
4.4. RESULTATS : PRELEVEMENTS POUR L'EAU POTABLE EN 2030 .....	36
4.4.1. Evolution de la demande annuelle.....	36
4.4.2. Sensibilité aux hypothèses .....	41
4.4.3. Evolution de la demande en période de pointe.....	45
<b>5. Conclusion .....</b>	<b>51</b>
5.1. SYNTHESE DES PRINCIPAUX RESULTATS .....	51
5.2. PERSPECTIVES.....	51
<b>6. Bibliographie .....</b>	<b>53</b>
AUDRIC S., (2010) PROJECTIONS DE POPULATION EN LANGUEDOC- ROUSSILLON À L'HORIZON 2040 : LA CROISSANCE DÉMOGRAPHIQUE RESTERAIT FORTE MAIS SE TASSERAIT. REPÈRES CHIFFRE N°8. INSEE53	

## Liste des illustrations

Illustration 1 : Données statistiques utilisées pour quantifier les différents usages à l'échelle .....	13
Illustration 2: Ratios de consommation unitaires annuels et de pointe utilisés .....	14
Illustration 3 : Variables de la fonction de demande ajustée .....	16
Illustration 4 : Coefficients d'élasticité de la fonction de demande résidentielle.....	16
Illustration 5: Dispersion des ratios de consommation des logements sans jardin (a) et des logements avec jardin (b) .....	17
Illustration 6 : Répartition de la consommation par usage dans la zone Ouest-Hérault (annuel 2008).....	20
Illustration 7 : Répartition des prélèvements par ressource (annuel 2008).....	21
Illustration 8 : Répartition de la consommation par usage et par source de prélèvement en parts des prélèvements totaux et en volumes (annuel 2008).....	22
Illustration 9: Répartition de la consommation par usage en période de pointe .....	23
Illustration 10: Répartition des prélèvements par ressource en période de pointe (2008).....	24
Illustration 11 : Répartition de la consommation par usage et par source de prélèvement en parts des prélèvements totaux et en volumes (période de pointe 2008) .....	25
Illustration 12: Projection des taux de croissance démographique annuels de l'Aude de l'Hérault et du Gard déterminé par l'INSEE.....	28
Illustration 13: Taux de croissance démographique annuelle entre 1999 et 2008 par commune (gauche) et par bassin de vie (droite). Conception cartes : BRGM.....	29
Illustration 14: Taux de croissance démographique annuelle par bassins de vie pour les périodes .....	30
Illustration 15: Part des logements individuels dans les permis de construire émis entre 2008 et 2010. Données : SITADEL. Conception carte : BRGM.....	31
Illustration 16: Hypothèses d'évolution de la part des logements individuels dans les nouveaux logements construits à l'horizon 2030. Conception carte : BRGM. ....	32
Illustration 17: Part des résidences secondaires dans le nombre total de logements construits par an (Rinaudo, 2008). ....	33
Illustration 18 : Evolution du parc de logements à l'horizon 2030 .....	33
Illustration 19 : Evolution des ratios de consommation entre 2008 et 2030 pour les deux principaux types d'abonnés domestiques.....	37
Illustration 20 : Variation de la consommation annuelle en eau potable entre 2008 et 2030. Conception carte BRGM.....	38
Illustration 21: Répartition de la consommation en eau potable en 2030 (hors fuites) .....	39
Illustration 22: Répartition des prélèvements selon la ressource en 2030.....	40

Illustration 23 : Ecart de consommation suivant trois niveaux d'évolution tendancielle des consommations unitaires.....	41
Illustration 24 : Ecart de consommation entre 2008 et 2030 (scénarios 1, 2 puis 3).....	42
Illustration 25 : Répartition de la consommation par usage et par source de prélèvement en parts des prélèvements totaux et en volumes (annuel 2030).....	43
Illustration 26: Ecart de consommation par type d'usages et par scénario.....	44
Illustration 27: Scénarios de lutte contre les pertes sur le réseau et impact sur les prélèvements et les fuites au sein du réseau.....	45
Illustration 28 : Variations de la demande en eau potable en période de pointe entre 2008 et 2030 (m <sup>3</sup> /an). Conception carte : BRGM.....	46
Illustration 29: Répartition de la consommation par usages en 2030, période de pointe.....	46
Illustration 30 : Répartition de la demande en eau potable en 2030 en période de pointe.....	47
Illustration 31: Répartition des prélèvements selon la ressource en période de pointe en 2030.....	47
Illustration 32: Ecart de consommation 2008-2030 selon le scénario de réduction des fuites.....	48
Illustration 33 : Répartition de la consommation par usage et par source de prélèvement en parts des prélèvements totaux et en volumes (période de pointe 2030).....	49

## Liste des annexes

Annexe 1 Ajustement des ratios de consommation unitaire des ménages.....	55
Annexe 2 Test de sensibilité aux variations des élasticités.....	56
Annexe 3 Découpage de la zone Ouest-Hérault en bassins de vie (source INSEE) et taux de croissance démographiques.....	57
Annexe 4 Réparation et détection des fuites sur le réseau AEP : seuils d'intervention.....	59



# 1. Introduction

En France, la prévision de l'évolution à moyen et long terme de la demande en eau n'a jamais été une préoccupation majeure des gestionnaires des services d'eau potable ou de bassins versants. Les scénarios d'évolution de la demande ont longtemps été élaborés à l'aide de méthodes relativement simples, qui consistent soit à extrapoler les tendances passées en termes de volume total consommé, soit à multiplier la population par un ratio de consommation supposé constant (par habitant ou par abonné) et incluant les consommations déportées. Ces méthodes sont parfois encore considérées comme suffisamment robustes pour dimensionner les équipements et prévoir le financement des investissements, bien que leur utilisation ait souvent conduit à surestimer la demande future. Ce qui ne posait pas de problème majeur tant que la croissance démographique et économique était au rendez-vous et que la consommation par habitant continuait d'augmenter.

Plus récemment, le manque de fiabilité de ce type de méthodes a pu créer des problèmes majeurs à certaines collectivités. Lorsque la consommation réelle s'avère inférieure aux prévisions, le recouvrement du coût des infrastructures réalisées devient problématique dans le long terme puisque l'assiette de facturation reste durablement inférieure aux hypothèses retenues dans le plan de financement. Ce constat est également valable dans les contextes de forte croissance démographique, comme dans la région Languedoc Roussillon, où la demande réelle reste souvent en dessous des prévisions.

Les acteurs du secteur ont progressivement pris conscience du fait que la demande en eau potable est une fonction complexe dépendant de nombreux facteurs (Barraque et al. 2011). Au-delà des principaux déterminants que représentent la démographie et l'activité économique, de nombreuses études statistiques (Arbues et al. 2003) ont montré que la consommation dépend aussi du revenu des ménages, de la tarification du service, des caractéristiques des logements, du climat, mais aussi des pratiques de consommation et de l'équipement des ménages. L'évolution des formes d'urbanisme (densification ou étalement urbain) accentuent les écarts géographiques de ratio de consommation. Ce ratio dépend aussi de la possibilité qu'ont les ménages d'accéder à des ressources alternatives, comme les forages individuels ou la récupération d'eau de pluie, qui conduisent à une substitution d'eau brute à l'eau potable. Prévoir l'évolution future de la demande suppose donc de tenir compte des changements susceptibles d'affecter ces différents facteurs qui influent sur la demande et d'en simuler l'effet à long terme.

Dans la zone Ouest Hérault, une étude statistique réalisée par le BRGM dans le cadre du projet européen WAT a permis de mettre en évidence les principaux facteurs qui déterminent la variabilité de la consommation en eau potable d'une commune à l'autre. Cette connaissance a été mobilisée pour développer un outil prédictif qui est appliqué à la zone Ouest Hérault pour prévoir l'évolution de la demande à l'horizon 2030 en fonction d'un certain nombre d'hypothèses sur les facteurs d'évolution. Ce rapport présente la méthodologie développée et les résultats obtenus.



## 2. Présentation du modèle d'estimation de la demande en eau potable

La méthode développée repose sur deux grands principes. Le premier consiste à décomposer la demande par grandes catégories d'usagers (domestiques, touristiques, économiques, municipaux, etc.). Le second principe consiste à ajuster la valeur des ratios unitaires de consommation pour chaque commune, en fonction de variables comme le niveau du prix de l'eau, le revenu des ménages, le climat et la possibilité de construire des forages individuels.

### 2.1. DECOMPOSITION PAR CATEGORIES D'USAGERS

On estime séparément la demande des usagers domestiques ou ménages, économiques, touristiques et municipaux. Cette décomposition permet d'une part, d'évaluer les caractéristiques de la demande future globale et par secteur et d'autre part, d'évaluer les économies d'eau potentielles pour chaque composante de cette demande.

La consommation urbaine en eau potable se décompose de la façon suivante:

- La **consommation résidentielle** des ménages (MEN) :
  - résidence principale en habitat collectif en (RPC) ;
  - résidence principale en habitat individuel (maison) avec jardin (RPIJ) ;
  - résidence principale en habitat individuel sans jardin (RPIsj)
  - résidences secondaires (RS).
  
- La **consommation liée au tourisme** (TOUR) :
  - campings et hébergements de plein air (CAMP);
  - hôtels, avec distinction entre 3 étoiles et plus (Hôt\*\*\*) et 2 étoiles ou moins (Hôt).
  
- La **consommation liée aux usages municipaux** (MUN) :
  - espaces verts;
  - établissements de santé (hôpitaux publics et maisons de retraite);
  - établissements scolaires ;
  - installations sportives (piscine, salle multisports, grands terrains de sport).
  
- La **consommation liée à l'emploi dans la commune** (EMP) :
  - emploi de service public ;
  - emploi industriel ou construction ;
  - autre emploi privé.

Les données utilisées pour quantifier le nombre d'usagers sont présentées par l'illustration 1.

Pour chaque commune  $C_i$ , l'équation de la demande s'écrit ainsi :

$$C_i = MEN_i + TOUR_i + MUN_i + EMP_i$$

Chaque usage se décompose en multipliant la variable utilisée par le ratio de consommation unitaire correspondant. Par exemple, si  $Q_{ind,i}$  et  $Q_{coll,i}$  sont les ratios de consommation unitaires des logements individuels et des logements collectifs dans la commune  $i$  alors, la consommation des ménages dans la commune  $i$  peut donc être évaluée par :

$$MEN_i = Q_{ind,i} * RPII_i + Q_{coll,i} * (RPC_i + RPISj_i)$$

Les ratios de consommation unitaire sont définis sur la base d'une revue de littérature, affinée par des dires d'experts. Les valeurs des ratios de consommation sont présentées dans l'illustration 2.

## 2.2. CALCUL ANNUEL ET EN PERIODE DE POINTE

La consommation en eau potable est calculée à deux échelles de temps : l'année entière et la période de pointe, correspondant à 4 mois entre le 15 mai et le 15 septembre. Il s'agit de la période d'affluence touristique pendant laquelle les prélèvements pour l'eau potable ainsi que les prélèvements agricoles sont maximaux alors que l'étiage est à son niveau le plus bas.

Catégorie	Variable	Source
<b>Ménages (MEN)</b>	Nombre de logement par type Population permanente	INSEE : recensement de population 1999, 2008 (Chiffres clés-Logement, Evolution et structure de la population)
	Prix marginal de l'eau	Enquête DIREN 2006
	Revenu fiscal moyen par habitant	INSEE-DGFiP 2008
	Coût de construction d'un forage	BRGM, dires d'expert
	Nombre de jours où la moyenne journalière des températures est supérieure à 28°C (juin à août inclus)	Base de données SAFRAN de Météo France (2006)
	Nombre maximum de jours consécutifs sans pluie sur la période de juin à août	Base de données SAFRAN de Météo France (2006)
<b>Tourisme (TOUR)</b>	Nombre d'emplacements de campings et de chambres d'hôtel (plus de 2 étoiles/moins de 2 étoiles)	INSEE : données annuelles téléchargeables (Capacité des communes en hébergement touristique au 1er janvier 2008)
<b>Usages municipaux (MUN)</b>	Equipements sportifs (nombre de piscines, terrains de grands jeux, salles multisports)	INSEE : Base permanente des équipements sport et culture (2010)
	Hôpitaux publics	CG34 – données CRAM fournies par CG34 pour Hérault uniquement. Complété avec les informations communiquées par la fédération hospitalière de France (2008).
	Maisons de retraite (nombre de lits)	Pour écoles maternelles et primaires, données CG34 pour l'Hérault et extrapolation des données à l'Aude et au Gard (nb moyen 10,5 élèves / 100 habitants).
	Etablissements scolaires (primaire, collèges et lycées)	Pour collèges et lycées : données CG34 pour Hérault et site académie Montpellier pour l'Aude et le Gard (2008).
	Surface des espaces verts	Pas de données statistiques disponibles. Sur la base del'étude de cas de Canet et d'autres cas d'étude en France (Mérignac, 33) On suppose que la surface en espaces vertspublics est de 15 à 20 m <sup>2</sup> par habitant, représentant une consommation moyenne de 3 m <sup>3</sup> /an (BRGM, Rinaudo, 2008)
<b>Emploi (EMP)</b>	Nombre d'emplois au lieu de travail (service public, industries et construction, autres)	INSEE : recensement de population 2008 (Emploi- Population active)

*Illustration 1 : Données statistiques utilisées pour quantifier les différents usages à l'échelle communale.*

Usage	Unité	Ratio annuel de référence	Ratio en période de pointe	Source et hypothèses
<b>Ménage (MEN)</b>	Habitat collectif (RPC) Habitat individuel sans jardin (RPIsj)	90 m <sup>3</sup> /an	25 m <sup>3</sup> /an	D'après littérature (voir synthèse par Montginoul 2002) Période de pointe : un tiers de la consommation annuelle (peu de variation saisonnière)
	Habitat individuel avec jardin (RPIJ) Dont consommation externe (jardin)	140 m <sup>3</sup> /an 50 m <sup>3</sup> /an	70 m <sup>3</sup> /an	D'après littérature (voir synthèse par Montginoul 2002), Période de pointe : un tiers de la consommation domestique intérieure (au sein du logement), 4/5 de la consommation extérieure (liée à l'existence d'un jardin, besoins essentiellement concentrés sur la période estivale)
	Résidence secondaire (RS)	40 m <sup>3</sup> /an	25 m <sup>3</sup> /an	Source CG34
<b>Tourisme (TOUR)</b>	Chambre d'hôtel ; 2 étoiles ou plus Moins de 2 étoiles	60 m <sup>3</sup> /an 33 m <sup>3</sup> /an	28 m <sup>3</sup> /an 16 m <sup>3</sup> /an	Source SMEGREG Hypothèses : 400 l/jour par chambre occupée, 225 l/jour par chambre occupée (taux d'occupation de 70% en période de pointe 4 mois et de 25% sinon)
	Emplacement de camping	33 m <sup>3</sup> /an	16 m <sup>3</sup> /an	Source SMEGREG Hypothèse : 225 l/jour par chambre occupée (taux d'occupation de 70% en période de pointe et de 25% sinon)
<b>Public (MUN)</b>	Espace vert par habitant	3 m <sup>3</sup> /an	2 m <sup>3</sup> /an	Hypothèse : Basé sur cas d'étude de Canet (34), et chiffres dans différentes villes. Comprend les parcs, ronds-points, pelouses diverses et stades. (BRGM ; Rinaudo, 2008)
	Installations sportives Piscine	7000 m <sup>3</sup> /an 3000 m <sup>3</sup> /an	2500 m <sup>3</sup> /an 1170 m <sup>3</sup> /an	Source SMEGREG 500 m <sup>3</sup> , 2 vidanges par an, 30 000 entrées (si la municipalité compte plus de 30 000 habitants), 10 000 entrées sinon, 200l/entrée. En période de pointe : une vidange et un tiers des entrées
	Gymnase Terrain de grand jeu	300 m <sup>3</sup> /an 3000 m <sup>3</sup> /an	100 m <sup>3</sup> /an 2000 m <sup>3</sup> /an	
	Chambre en maison de retraite Lit d'hôpital	82 m <sup>3</sup> /an/lit 150 m <sup>3</sup> /an/lit	27 m <sup>3</sup> /an 50 m <sup>3</sup> /an	Source SMEGREG Moyenne en gironde, un tiers de la consommation annuelle pour la période de pointe 410 litres par nuitée, 100% d'occupation, un tiers de la consommation annuelle pour la période de pointe
	Maternelle ou primaire Collège Lycée	3 m <sup>3</sup> /an 3,8 m <sup>3</sup> /an 6,1 m <sup>3</sup> /an	0,50 m <sup>3</sup> /an 0,6 m <sup>3</sup> /an 1,0 m <sup>3</sup> /an	d'après CG34, OIEAU et études de cas en région Bretagne, ratios par élève En période de pointe : consommation pour 6 semaines de cours
<b>Emploi (EMP)</b>	Emploi service public Emploi industriel ou construction Autre emploi privé	16 m <sup>3</sup> /an 40 m <sup>3</sup> /an 16 m <sup>3</sup> /an	4 m <sup>3</sup> /an 10 m <sup>3</sup> /an 5,33 m <sup>3</sup> /an	Source : Etude Ouest Hérault 1 et SMEGREG Soit 70 l/emploi/jour Soit 200 l/emploi/jour En période de pointe : un quart de la consommation annuelle pour l'emploi public et l'emploi industriel et de construction, un tiers de la consommation des autres types d'emplois privés

Illustration 2: ratios de consommation unitaires annuels et de pointe utilisés

### 2.3. AJUSTEMENT DES RATIOS UNITAIRES DE CONSOMMATION

L'une des innovations de la méthode développée dans la présente étude consiste à rendre compte de l'hétérogénéité spatiale des ratios de consommation unitaire des usagers domestiques. Nous considérons en effet que la consommation unitaire des ménages peut différer fortement d'une commune à l'autre en raison de disparités entre commune quant au prix de l'eau potable, aux revenus des ménages, au climat local ou au nombre de forages domestiques réalisés. Les ratios moyens de consommation utilisés dans l'étape précédente (140 m<sup>3</sup>/an par ménage résidant en maison individuelle avec jardin, 90 m<sup>3</sup>/an pour les maisons sans jardins et appartements) sont ainsi ajustés pour chaque commune.

Pour réaliser cet ajustement dans chaque commune, nous nous sommes appuyés sur les résultats de l'étude statistique réalisée par le BRGM dans le cadre du projet WAT (rapport BRGM RP-59056 FR). L'intérêt de cette étude est d'avoir permis de quantifier la relation qui existe entre la consommation moyenne d'eau potable par habitant et les principaux facteurs qui la déterminent. On a ainsi montré que l'élasticité-prix est comprise entre -0.18 et -0.26. Une valeur de -0.2 signifie que si deux communes ont strictement les mêmes caractéristiques (revenue des ménages, climat, urbanisme, etc.) mais que leurs prix diffèrent de 10%, alors leur consommation diffèrera de 2%. Par extension du raisonnement, on peut supposer que l'augmentation du prix de l'eau de 10% conduirait à une baisse de 2% de la consommation en eau.

L'analyse confirme également que la consommation en eau est positivement corrélée au revenu. L'élasticité mesurée est comprise entre 0.4 et 0.6 (selon la forme de la fonction de demande retenue : linéaire, log-linéaire, logarithmique). Comme précédemment, cela signifie que si deux communes ont strictement les mêmes caractéristiques (prix de l'eau, climat, urbanisme, etc.) mais que le revenu moyen de leurs habitants diffère de 10%, leur consommation diffèrera de 4 à 6%. Il s'agit donc d'une variable très déterminante. De même, l'étude a établi une relation statistique entre le niveau de consommation d'eau par habitant et le climat local, ainsi qu'avec la géologie qui détermine le coût de construction d'un forage individuel.

Sur la base des résultats du projet WAT, nous avons établi une fonction qui permet de calculer, pour chaque commune, un ratio de consommation unitaire « ajusté ». La fonction s'écrit de manière différente pour les maisons avec jardin et les appartements et maisons sans jardins.

Pour les appartements et maison sans jardin, on suppose que le ratio de consommation  $C_{coll,i}$  (en m<sup>3</sup> par an et par ménage) dépend uniquement du prix de l'eau (P) et du revenu fiscal des ménages (R). La formule s'écrit comme suit :

$$C_{coll,i} = K_{coll,i} \cdot P^{\varepsilon_p} \cdot R^{\varepsilon_r}$$

Pour les ménages résidant en maison avec jardin, le ratio de consommation dépend également du prix (P), du revenu fiscal des ménages (R), mais aussi de la température T et du nombre de jours secs en été (S), ainsi que du coût de réalisation d'un forage :

$$Q_{ind,i} = K_{ind,i} * P^{\varepsilon_p} * R^{\varepsilon_r} * \exp^{(e_f CF + e_{temp} T + e_s S)}$$

Les coefficients de ces deux fonctions sont des constantes (K) et des élasticités ( $\varepsilon$ ), dont les valeurs sont précisées dans les tableaux ci-dessous (Illustration 3, Illustration 4). Plus de détails sur l'estimation des fonctions sont disponibles en Annexe 1.

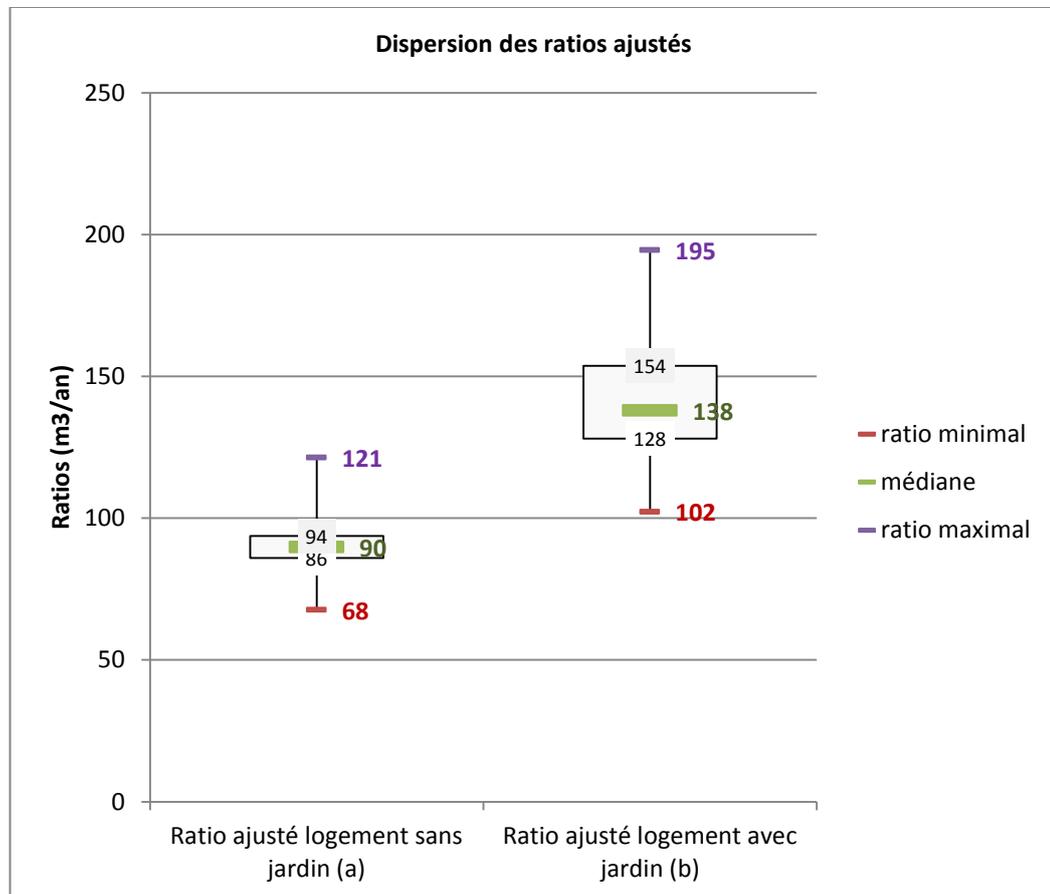
Les résultats obtenus sont décrits dans le graphique ci-dessous. Concernant les appartements et maisons sans jardin, le ratio de consommation varie, selon les communes, entre 68 et 121 m<sup>3</sup> par an et par ménage (avec 50% des valeurs comprises entre 86 et 94). Concernant les maisons avec jardin, la consommation varie de 102 à 195 m<sup>3</sup> par an, avec 50% des valeurs comprises entre 128 et 154 m<sup>3</sup> par an (Illustration 5).

Variable	Libellé	Dispersion	Source
P	Prix marginal de l'eau	[0,06 – 3,33]	Enquête DIREN 2006
R	Revenu fiscal moyen par habitant	[5 606-20 908]	INSEE-DGFIP 2008
CF	Coût de construction d'un forage	[0 – 16 450]	BRGM
T	nombre de jours où la moyenne journalière des températures est supérieure à 28°C (juin à août inclus)	[0- 3]	base de données SAFRAN de Météo France (2006)
S	nombre maximum de jours consécutifs sans pluie sur la période de juin à août	[15 - 50]	base de données SAFRAN de Météo France (2006)

Illustration 3 : variables de la fonction de demande ajustée

Variable	Libellé	Valeur
$\varepsilon_p^{ind}$	élasticité prix des maisons avec jardin	-0,3
$\varepsilon_p^{coll}$	élasticité-prix des maisons sans jardin et logements collectifs	-0,1
$\varepsilon_r$	élasticité-revenu	0,4
$\varepsilon_f$	élasticité de la demande en des maisons individuelles par rapport au coût espéré d'un forage	0,01
$\varepsilon_{temp}^{ind}$	élasticité de la demande par rapport à l'indice caniculaire	0,03
$\varepsilon_{sec}^{ind}$	Elasticité de la demande en eau des maisons individuelles par rapport à la durée maximale d'un épisode de sécheresse	0,3

Illustration 4 : coefficients d'élasticité de la fonction de demande résidentielle



*Illustration 5: dispersion des ratios de consommation des logements sans jardin (a) et des logements avec jardin (b)*

**Limites de l'approche :** comme tout modèle statistique, celui utilisé dans cette étude peut produire des résultats aberrants pour les valeurs extrêmes qui se situent le plus souvent en dehors de la plage de valeurs pour laquelle le modèle statistique a été estimé. Ainsi, le modèle prédit mal les ratios de consommation pour les communes ayant un prix très faible (Fraise-sur-Agout : 333 m<sup>3</sup>/an/maison, Villemagne l'Argentière : 285 m<sup>3</sup>/an/maison). Pour cette raison, nous avons imposé une valeur maximale de 180 m<sup>3</sup>/an pour les maisons avec jardin et 120 m<sup>3</sup>/an pour les appartements et maisons sans jardin lorsque le prix marginal de l'eau est inférieur à ceux utilisés pour l'estimation de l'élasticité prix, c'est-à-dire inférieur à 0,80 €/m<sup>3</sup>. Cet ajustement concerne 24 communes.

## 2.4. VALIDATION DU MODELE SUR UN SOUS-ECHANTILLON

Le modèle présenté ci-dessus a été validé en comparant la consommation calculée avec la consommation réelle pour un échantillon de 62 communes du bassin versant de l'Orb. Il s'agit de vérifier la capacité prédictive du modèle sur la situation actuelle avant de l'utiliser en simulation à l'horizon 2030.

La précision du modèle est jugée acceptable. La consommation totale des 62 communes est estimée avec moins de 1% d'erreur. Ce résultat global masque cependant des erreurs individuelles qui se compensent. La somme des erreurs individuelles en valeur absolue est ainsi égale à 18% du volume total. Le modèle surestime la consommation de 18% des communes, et il sous-estime celle de 8% des communes. La consommation est correctement prédite pour 7% des communes (c'est-à-dire que la valeur calculée est comprise en 80% et 120% de la valeur observée).

Les erreurs s'expliquent de plusieurs manières. Les sources d'erreur par surestimation sont (1) la comptabilisation dans les consommateurs d'eau potable de maisons isolées non raccordées au réseau (résidences principales ou secondaires) et disposant d'une ressource individuelle ; et (2) la surestimation de l'effet prix pour les communes ayant un prix faible.

La consommation est parfois très sous-estimée parce que le modèle n'intègre pas les besoins liés à certaines activités spécifiques. C'est par exemple le cas d'Avène où l'activité thermique génère une demande en eau potable non calculée dans le modèle. De même, le modèle prévoit mal la demande en eau de Béziers, Sète et Narbonne probablement parce qu'il ne distingue pas assez finement les différents types d'activités économiques (plateformes logistiques, centre commerciaux, diverses industries)<sup>1</sup>. Pour ces trois communes, une correction manuelle est introduite dans le modèle (ajout d'une consommation fixe correspondant à l'erreur).

La consommation est parfois sous-estimée parce que l'ampleur des prélèvements des forages privés est plus élevée que la normale. C'est le cas par exemple de Vias, très touchée par le phénomène de « cabanisation », terme qui désigne une construction ou une occupation du sol illégale, donnant lieu à des captages non maîtrisés dans les nappes (Geindre et al., 2009).

---

<sup>1</sup> Le modèle sous-estime fortement la consommation des grandes villes comme c'est le cas pour Béziers, 72 000 habitants. L'erreur est de 1,3 Mm<sup>3</sup>/an. Par conséquent, la ville de Béziers a été écartée de l'échantillon d'ajustement et l'estimation de sa consommation a été corrigée (Annexes 1 et 2).

### 3. Demande en eau potable en 2008

Le modèle présenté ci-dessus a ensuite été appliqué à l'ensemble de la zone Ouest Hérault pour estimer la consommation, puis les prélèvements dans la situation actuelle en tenant compte des rendements des réseaux de distribution. Cette analyse permet de créer une situation de référence à laquelle la situation future (2030) pourra ensuite être comparée.

#### 3.1. EVALUATION DE LA CONSOMMATION ANNUELLE DES USAGERS

La consommation totale en eau potable est estimée à **48,5 millions de m<sup>3</sup> par an** pour l'ensemble de la zone Ouest Hérault. Ce volume se répartit comme suit entre les différents usages :

- 29,8 millions de m<sup>3</sup>, soit environ 62 % de la consommation totale annuelle sont consommés par les résidences principales ;
- la consommation des résidences secondaires s'élève à 5,1 millions de m<sup>3</sup> par an, soit 10 % de la consommation totale de la zone, ce qui porte la part de la consommation domestique à 72% des besoins ;
- avec 1,9 millions de m<sup>3</sup> par an, la consommation des espaces verts publics représente 4% du total de la consommation de la zone ;
- la consommation des activités artisanales, commerciales, industrielles et autres usages liés à l'activité économique arrive en troisième position. Cette consommation est estimée à 4,2 millions de m<sup>3</sup> par an, soit 9 % de la consommation totale de la zone ;
- le secteur du tourisme représente le sixième poste de consommation (1,8 millions de m<sup>3</sup>, soit 4 % du total). Ce chiffre comptabilise uniquement les consommations issues du parc commercial. Si on y ajoute la consommation des résidences secondaires, le tourisme représente 14 % de la consommation totale ; et une partie significative des emplois qui sont liés à ce secteur d'activité sont comptabilisés séparément ;
- la consommation des équipements publics, les établissements de soins (hôpitaux et maisons de retraite), les équipements sportifs et les établissements scolaires ne représentent qu'une faible partie (respectivement 3 %, 2 % et 1 %) du volume total.

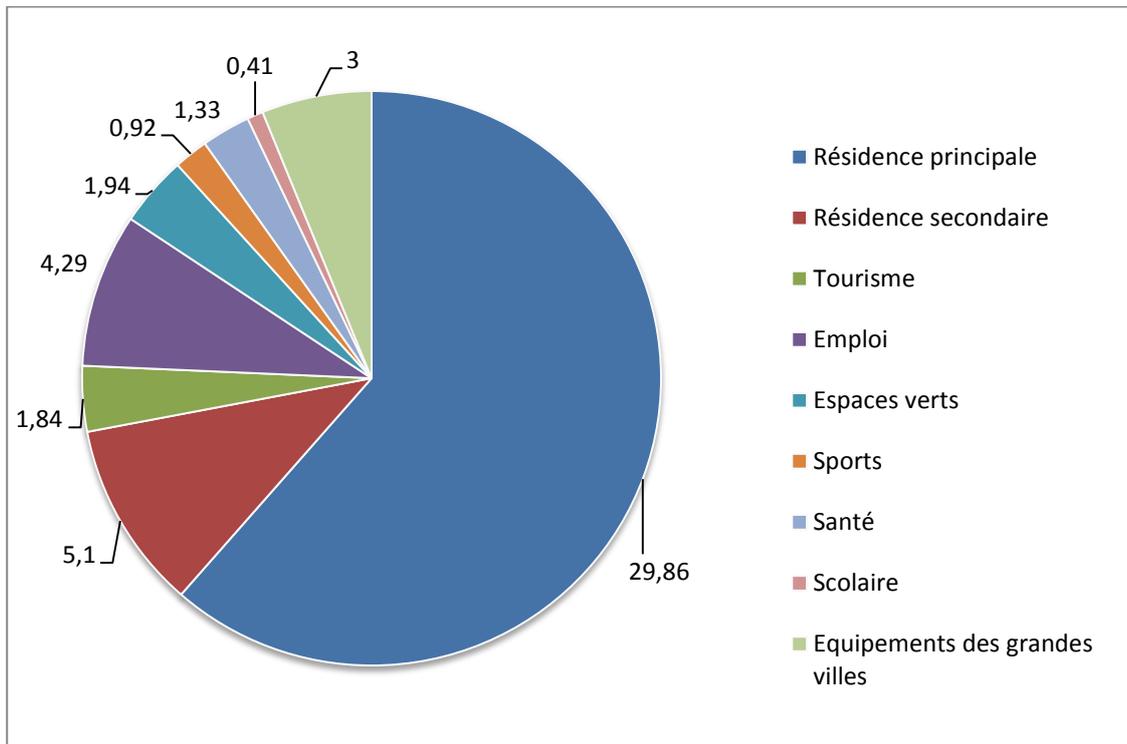


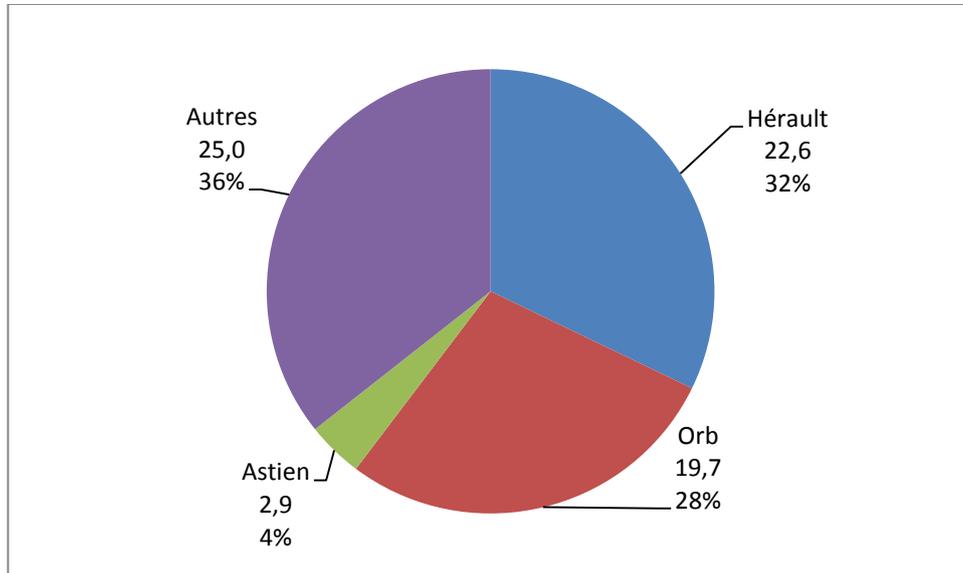
Illustration 6 : répartition de la consommation par usage dans la zone Ouest-Hérault (annuel 2008)

### 3.2. PRISE EN COMPTE DES FUITES ET CALCUL DES PRELEVEMENTS

Le prélèvement total est calculé à partir des consommations estimées que l'on augmente des fuites, en tenant compte du rendement des réseaux de distribution de chaque commune.

Le volume total prélevé est estimé à 70.1 millions de m<sup>3</sup>, dont 31 % sont perdus dans les réseaux (soit 21,6 millions de m<sup>3</sup>). Ces volumes se répartissent entre l'Hérault et sa nappe alluviale (22.6 millions de m<sup>3</sup>), l'Orb et sa nappe alluviale (19.7 millions de m<sup>3</sup>) et la nappe de l'Astien (2.9 millions de m<sup>3</sup>). Environ 25 millions de m<sup>3</sup> sont prélevés dans d'autres ressources. Concernant l'Astien, la méthode ne permet que d'estimer les prélèvements réalisés par les collectivités<sup>2</sup>. Les résultats détaillés sont présentés dans l'illustration 7 et l'illustration 8.

<sup>2</sup> Ce volume (2,9 millions de m<sup>3</sup>) est très inférieur aux prélèvements réels estimés par le SMETA à 4,5 millions de m<sup>3</sup> par an. Cette différence est due à plusieurs facteurs. Tout d'abord, le calcul ne comprend pas les prélèvements individuels réalisés par les particuliers (estimés à 400 000 m<sup>3</sup> par le SMETA), par les agriculteurs (400 000 m<sup>3</sup>) et par certains campings prélevant directement dans la nappe. Par ailleurs, les ratios adoptés pour estimer la consommation des campings de la zone Ouest Hérault est une valeur moyenne inférieure à ce que consomment réellement les campings du littoral plus consommateurs en eau



*Illustration 7 : Répartition des prélèvements par les services de l'eau potable par ressource (annuel 2008)*

---

que les campings de campagne : le calcul sous-estime donc localement ces consommations, dont les prélèvements dans la nappe Astienne.

## Evolution de la demande en eau potable

Volumes (Mm3/an)	Consommation	Fuites	Résidence principale	Résidence secondaire	Tourisme	Emploi	Espaces verts	Sports	Santé	Scolaire	Equipements des grandes villes	Prélèvements
Ensemble Ouest Hérault	48,5	21,6	29,8	5,1	1,8	4,2	1,9	0,9	1,3	0,4	3,0	70,1
Hérault	15,7	6,8	10,1	1,9	0,6	1,3	0,6	0,3	0,4	0,1	0,4	22,6
Orb	13,8	5,9	7,9	1,5	0,5	1,2	0,5	0,2	0,5	0,1	1,3	19,7
Astien	2,0	0,8	1,0	0,5	0,4	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	2,9
Autres	16,9	8,1	10,9	1,3	0,3	1,5	0,7	0,3	0,4	0,1	1,3	25,0
Parts (%)												
Ensemble Ouest Hérault	69	31	43	7	3	6	3	1	2	1	4	100,0
Hérault	70	30	45	8	2	6	3	2	2	1	2	100,0
Orb	70	30	40	8	3	6	3	1	3	1	6	100,0
Astien	71	29	34	16	14	3	2	1	1	0	0	100,0
Autres	68	32	44	5	1	6	3	1	2	1	5	100,0

Illustration 8 : Répartition de la consommation par usage et par source de prélèvement en parts des prélèvements totaux de l'eau potable et en volumes (annuel 2008)

### 3.3. CONSOMMATIONS EN PERIODE DE POINTE

La consommation en période de pointe (15 mai au 15 septembre) est estimée de la même manière que précédemment, en modifiant simplement la valeur des ratios de consommation moyenne pour qu'ils correspondent à 4 mois de pointe au lieu de 12.

La consommation totale sur 4 mois est estimée à 21,1 millions de m<sup>3</sup> pour l'ensemble de la zone Ouest Hérault, soit 43% de la consommation annuelle. Les besoins de prélèvement s'élèvent alors à 30,4 millions de m<sup>3</sup> d'eau. Les consommations en eau liées au tourisme (résidences secondaires incluses) représentent 20% de la consommation en période de pointe contre 14% sur l'année. De même, les usages liés aux espaces verts, qui représentent 6% de la consommation en période de pointe ne constituent que 3% des besoins sur l'année entière (Illustration 9)

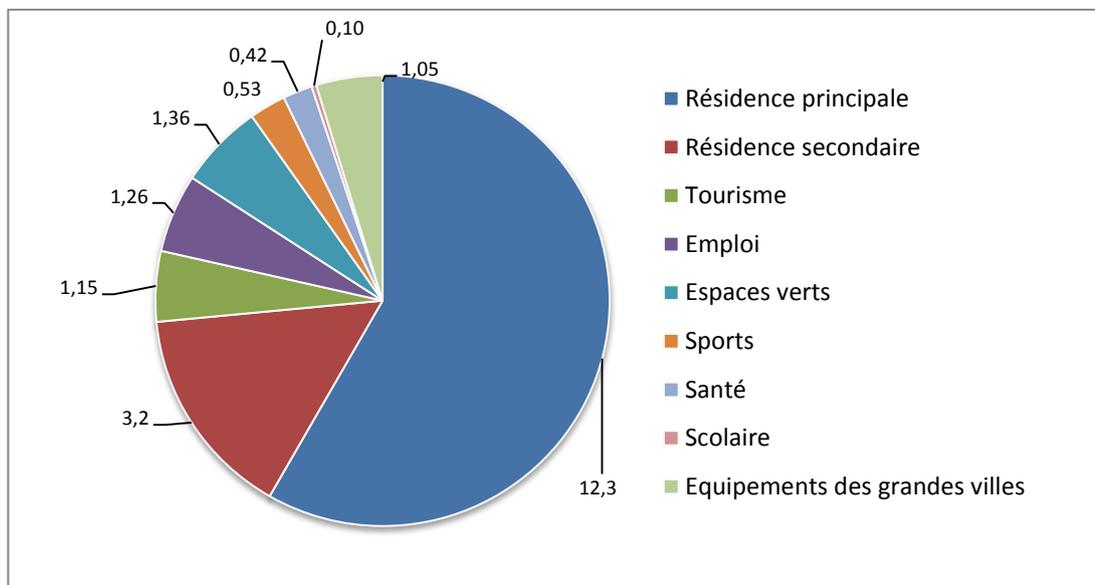


Illustration 9: répartition de la consommation par usage en période de pointe

Les ressources en eau de l'Orb et l'Astien sont plus sollicitées en période de pointe que sur l'année par rapport à l'Hérault et aux autres ressources (Illustration 10 et Illustration 11).

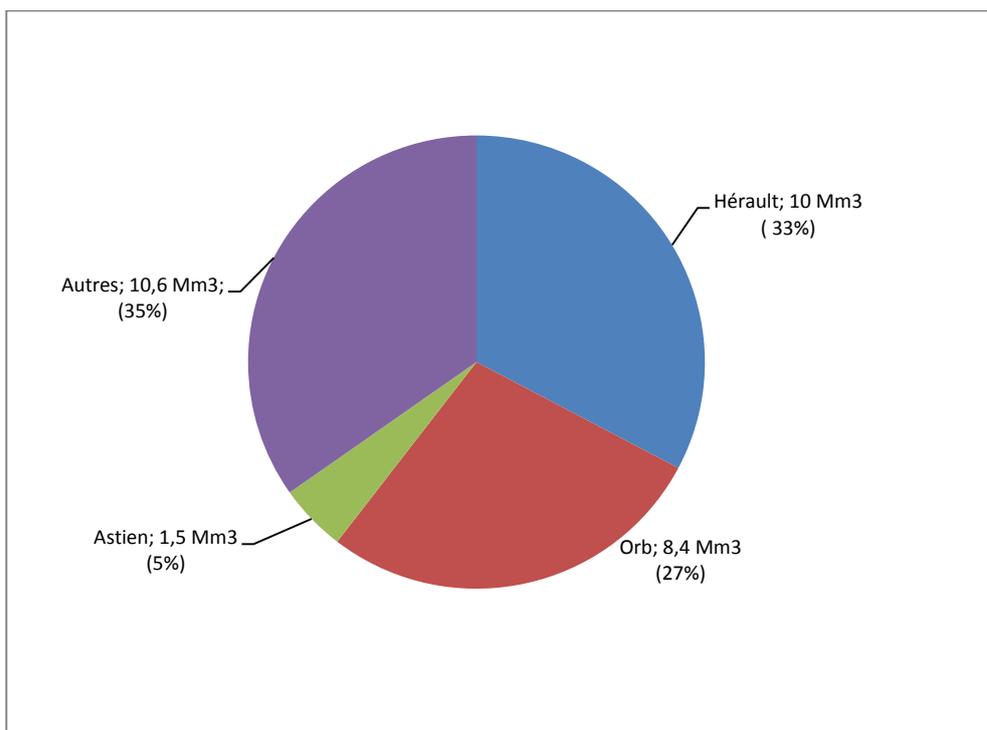


Illustration 10: Répartition des prélèvements par le service de l'eau potable par ressource en période de pointe (2008)

Volumes (Mm3/an)	Consommation	Fuites	Résidence principale	Résidence secondaire	Tourisme	Emploi	Espaces verts	Sports	Santé	Scolaire	Equipements des grandes villes	Prélèvements
Ensemble Ouest												
Hérault	21,1	9,3	12,3	3,2	1,1	1,2	1,3	0,5	0,4	0,1	1,0	30,4
Hérault	7,0	3,0	4,2	1,2	0,3	0,4	0,4	0,2	0,1	0,0	0,1	10,0
Orb	5,9	2,5	3,2	1,0	0,3	0,3	0,3	0,1	0,2	0,0	0,4	8,4
Astien	1,0	0,4	0,4	0,3	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5
Autres	7,1	3,4	4,4	0,8	0,2	0,4	0,5	0,2	0,1	0,0	0,4	10,6
Parts (%)												
Ensemble Ouest												
Hérault	100	44	58	15	5	6	6	3	2	0	5	100
Hérault	100	42	60	17	5	5	6	3	2	0	2	100
Orb	100	43	54	16	5	6	6	2	3	0	7	100
Astien	100	40	41	28	22	8	4	1	1	0	0	100
Autres	100	48	62	11	3	6	7	3	2	0	6	100

Illustration 11 : Répartition de la consommation par usage et par source de prélèvement en parts des prélèvements totaux et en volumes (période de pointe 2008)

### 3.4. CONCLUSION

Les résultats permettent de mesurer l'importance des différents usages par rapport à la consommation totale, d'évaluer l'ampleur de la mobilisation de chaque ressource et de souligner l'importance des volumes perdus par fuite au cours de la distribution de l'eau potable.

La consommation domestique est de loin le premier poste de consommation de l'eau potable et représente à lui seul 61 % de la consommation totale. Les pertes représentent 31% des prélèvements sont perdus dans les réseaux de distribution ce qui représente un volume de 21,6 millions de m<sup>3</sup>/an. Ce taux est supérieur à la moyenne métropolitaine de 2008 qui s'établit à 21,9%.

Le tourisme reste un poste de consommation important puisqu'il mobilise 10 % des prélèvements et représente 14 % de la consommation totale.

Comme l'illustre la sous-estimation de la consommation de la ville de Béziers, les estimations produites pour les activités économiques sont à considérer avec précaution. Elles sont en effet basées sur des hypothèses de consommation unitaires parfois fragiles notamment par nécessité de standardisation des ratios de consommation des activités économique (par emploi). De plus, les données statistiques utilisées pour quantifier les équipements sont parfois incomplètes (établissements scolaires, nombre de lits dans les hôpitaux) et les équipements n'ont pas tous pu être pris en compte (établissements de soins et équipements sportifs).

Pour toutes les raisons évoquées, les chiffres présentés doivent être considérés comme la meilleure approximation possible de la réalité compte tenu des données disponibles, et non comme un reflet parfait de celle-ci. Les estimations produites sont utilisables à l'échelle de bassins ou sous bassins, mais elles ne peuvent être utilisées à l'échelle communale où à l'échelle d'un syndicat d'eau potable sans faire l'objet d'une analyse plus fine, reposant sur des données précises collectées localement.

## **4. Evolution attendue de la demande en eau potable à l'horizon 2030**

### **4.1. EVOLUTION DE LA CONSOMMATION DOMESTIQUE**

Pour estimer la demande en eau potable à l'horizon 2030, nous devons formuler des hypothèses relatives à l'évolution du nombre de ménages, ce qui suppose d'évaluer la population future et de réaliser des hypothèses relatives à sa distribution par type de logements (maisons avec u sans jardins, appartements). Pour calculer les ratios de consommation en 2030, il faut également réaliser des hypothèses relatives aux facteurs revenu, prix de l'eau, climat et coût des forages. Les hypothèses réalisées sont présentées dans les paragraphes qui suivent.

#### **4.1.1. Evolution démographique**

La croissance démographique est le principal facteur susceptible de faire évoluer la demande en eau potable. Entre 1990 et 2007, le taux de croissance démographique annuel moyen de la région Languedoc-Roussillon, a été de 1,13%. La région est arrivée en tête des régions de France métropolitaine pour lesquelles ce taux s'élevait à 0,52% en moyenne. Les projections de l'INSEE réalisées à l'horizon 2030 indiquent que cette tendance devrait se poursuivre mais les écarts de croissance démographique avec les autres régions devrait se resserrer jusqu'à l'horizon 2040. Le scénario central du modèle démographique Omphale développé par l'INSEE a permis de déterminer les taux de croissance démographique annuels pour la région Languedoc Roussillon à l'horizon 2040 (Illustration 12).

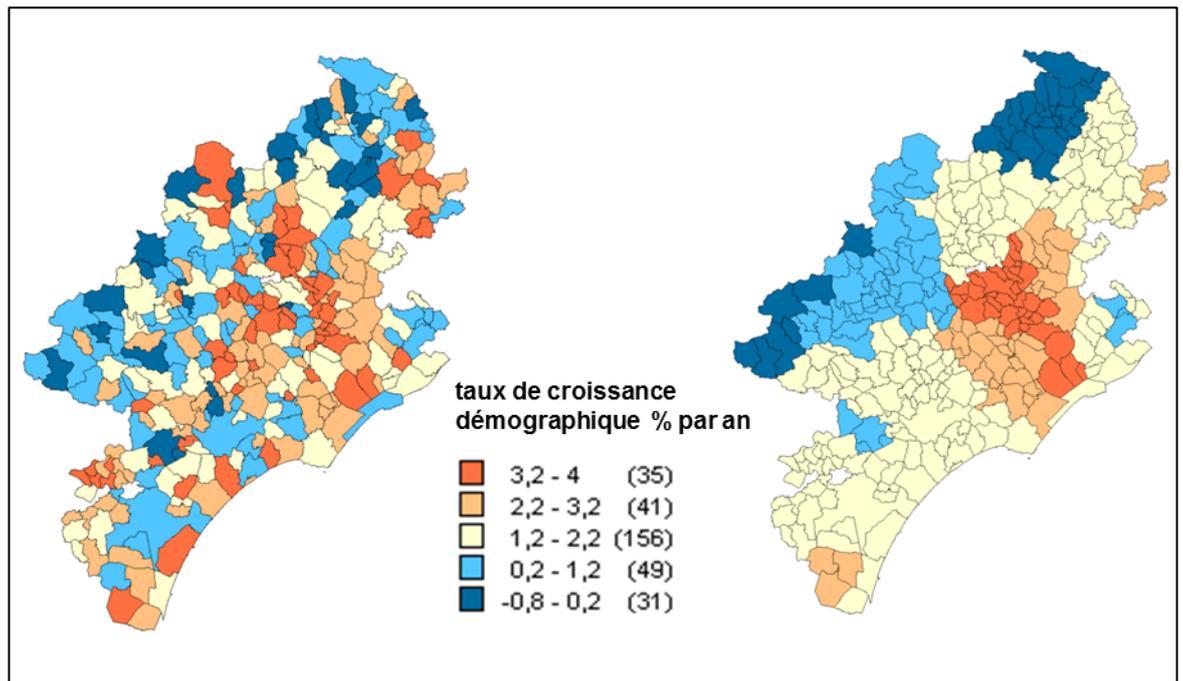
Département	Année	Taux de croissance annuelle de la population
Aude	2007-2040	0,9
	2007-2020	1
	2020-2030	0,8
	2030-2040	0,7
Gard	2007-2040	0,8
	2007-2020	1
	2020-2030	0,7
	2030-2040	0,6
Hérault	2007-2040	0,7
	2007-2020	0,9
	2020-2030	0,7
	2030-2040	0,6

*Illustration 12: Projection des taux de croissance démographique annuels de l'Aude de l'Hérault et du Gard déterminés par l'INSEE*

L'hypothèse de croissance future est fixée en tenant compte (i) du taux de croissance future pour le département (source Insee) et (ii) des taux de croissance observés par bassin de vie entre les recensements de population de 1999 et 2008.

Par construction, la structure des dynamiques de croissance de la population entre 2008 et 2030 est tendancielle par rapport à celle de la période 1999-2008 mais lissée à l'échelle des bassins de vie. Les unités de population considérées étant plus grandes, l'erreur de prédiction de la croissance globale à l'horizon 2030 est moindre.

Le bassin de vie est le plus petit territoire sur lequel les habitants ont accès à la fois aux équipements de la vie courante et à l'emploi (Annexe 3). L'effet du lissage à l'échelle du bassin de vie permet de souligner le dynamisme démographique du cœur d'Hérault (entre 1,2% et 4% par an), tandis que certaines zones de l'arrière-pays connaissent des taux de croissance parfois négatifs (de -0,8% à 0,2 % par an) (Illustration 13).



*Illustration 13: Taux de croissance démographique annuelle entre 1999 et 2008 par commune (gauche) et par bassin de vie (droite). Conception cartes : BRGM*

Le taux de croissance démographique annuel obtenu par cette méthode sur l'ensemble de la zone Ouest-Hérault pour la période 2008-2030 est égal à 0,9% par an (Annexe 3). Avec ces hypothèses, l'Ouest-Hérault connaîtra alors un taux d'accroissement global égal à 22% sur la période 2008-2030 et accueillera près de 140 000 habitants de plus qu'en 2008.

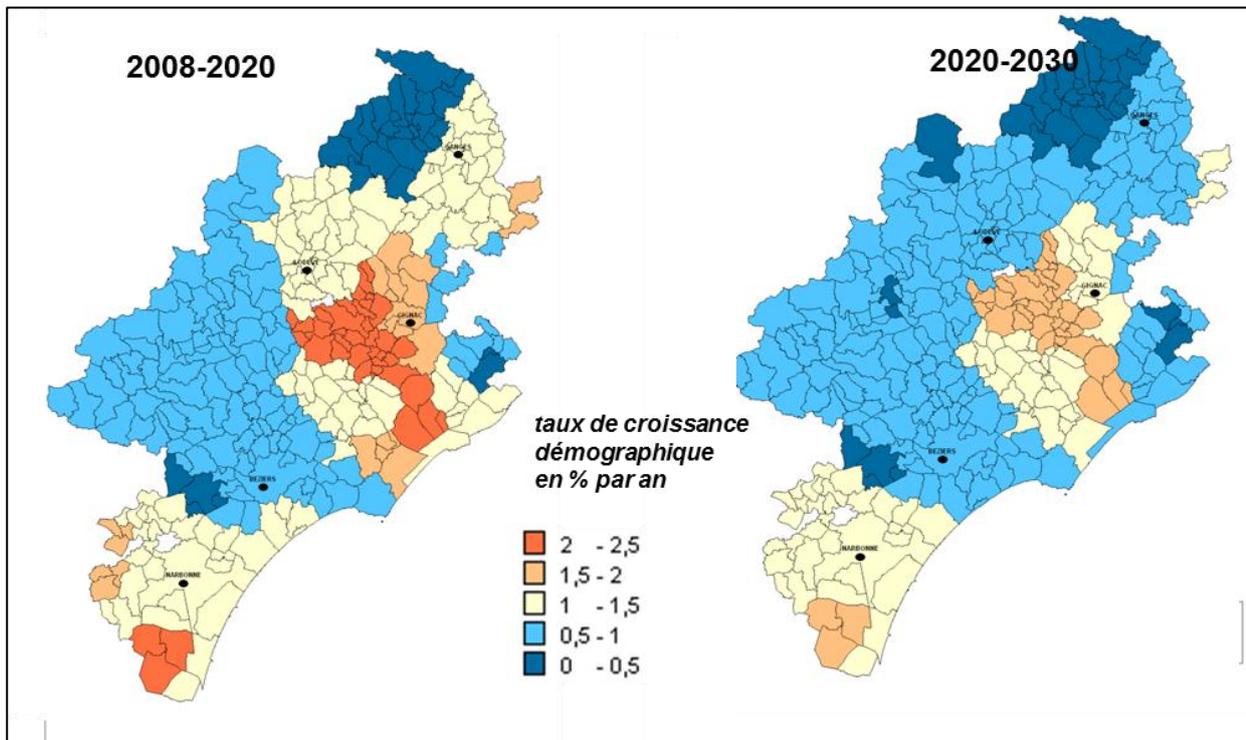


Illustration 14: Taux de croissance démographique annuelle par bassins de vie pour les périodes 2008-2020 et 2020-2030. Conception cartes : BRGM

Le ralentissement de la croissance démographique entre les périodes 2008-2020 (1% par an) et 2020-2030 (0,8% par an) est manifeste (Illustration 14). Les régions de Narbonne (1% par an entre 2008 et 2030) et du cœur d'Hérault, notamment le bassin de vie de Clermont-l'Hérault (1,6% par an) constituent des zones de croissance démographique durablement élevée par rapport à la zone Ouest-Hérault.

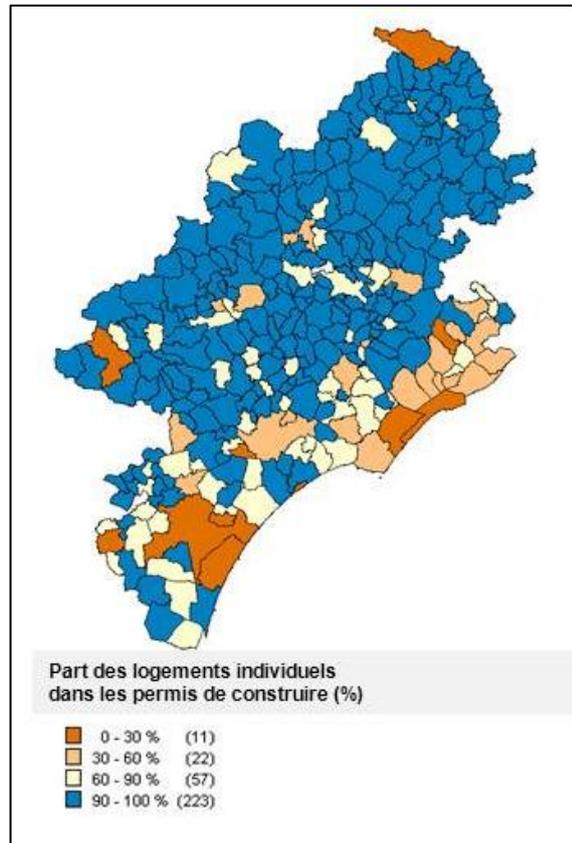
#### 4.1.2. Evolution du type d'habitat

La baisse de la taille des ménages, à elle seule, entraînera une augmentation significative des besoins en logements. En effet, si la taille moyenne d'un ménage diminue jusqu'à 2 personnes par ménages en 2030<sup>3</sup> et si l'Ouest-Hérault accueille près de 140 000 personnes supplémentaires, 110 000 nouvelles résidences principales devront être construites.

Selon le lieu, les nouveaux logements construits seront plutôt de type individuel ou plutôt de type collectif.

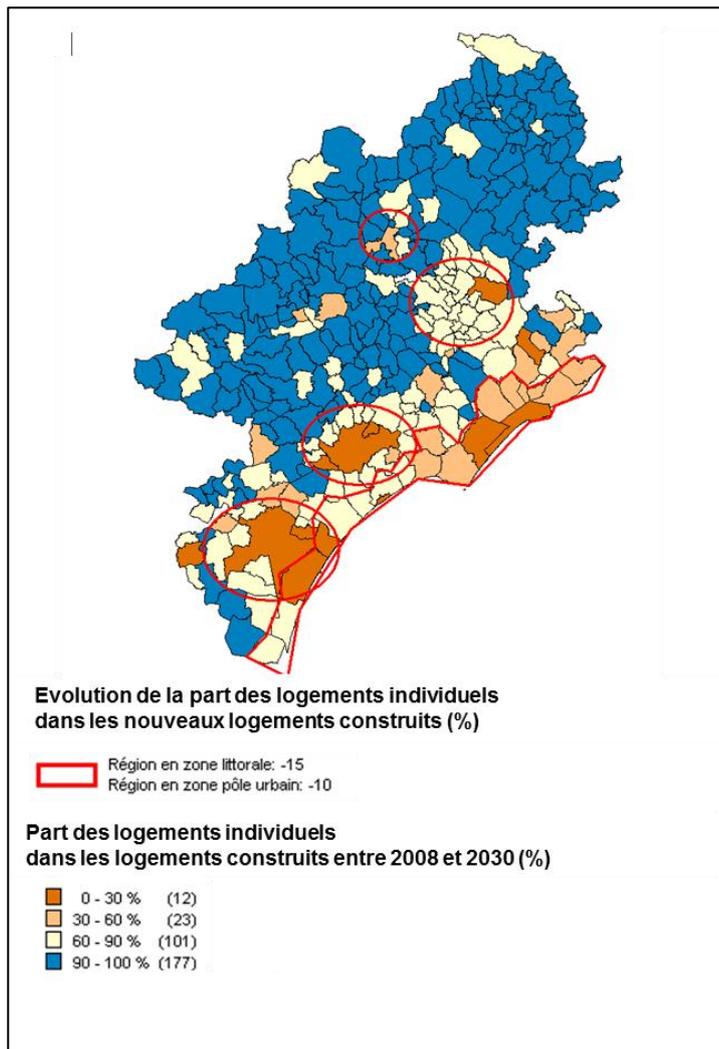
<sup>3</sup> D'après l'INSEE, la taille moyenne des ménages de Montpellier agglomération en 2007 était de 2,1 contre 2,2 sur l'ensemble de la région Languedoc-Roussillon. Ce taux tomberait à 1,9 personnes en 2030 pour Montpellier (Audric, 2012).

Pour 71% des communes de l'Ouest-Hérault, plus de 90% des permis de construire émis entre 2008 et 2010 l'ont été pour des logements individuels (Illustration 15). Sans surprise, c'est dans les grandes villes et sur les communes littorales que se concentrent les constructions d'habitats collectifs.



*Illustration 15: Part des logements individuels dans les permis de construire émis entre 2008 et 2010. Données : SITADEL. Conception carte : BRGM.*

A l'horizon 2030 on peut supposer que la saturation des grandes villes et de l'espace littoral conduira à augmenter le taux de logement collectif construits par rapport aux logements individuels. On pose l'hypothèse que la part des logements individuels dans les nouveaux logements construits diminuera de 15% dans les communes de la zone littorale et de 10% dans les grandes villes et les communes de la première couronne. Les autres communes conservant les mêmes taux qu'entre 2008 et 2010 (Illustration 17).



*Illustration 16: Hypothèses d'évolution de la part des logements individuels dans les nouveaux logements construits à l'horizon 2030. Conception carte : BRGM.*

#### 4.1.3. Evolution du parc de résidences secondaires

L'analyse des permis de construire délivrés sur les communes de la zone au cours des 4 années 1990, 1995, 2000 et 2006 montre que le nombre de résidences secondaires construites représente une proportion très variable du nombre total de logements construits.

Résidences secondaires en % du nombre total de logements construits	Nombre de communes	Taux moyen de résidences secondaires	
Plus de 51 %	7	67 %	30 %
26 % à 50 %	42	41 %	
11 % à 25 %	38	17 %	
1 de 10 %	81	4 %	4 %
0 %	130	0 %	0 %
Données manquantes	15	--	

*Illustration 17: Part des résidences secondaires dans le nombre total de logements construits par an (source :Rinaudo, 2008).*

Trois groupes de communes sont définis :

- **Groupe 1** : communes où la construction de résidences secondaires est supérieure à 10 % du nombre de logements construits par année. Pour ces communes, on suppose que 30 % des nouvelles constructions réalisées entre 2008 et 2030 seront des résidences secondaires.
- **Groupe 2** : communes où la construction de résidences secondaires existe, bien que marginale. Pour ces communes, on suppose que 4 % des nouvelles constructions réalisées entre 2008 et 2030 seront des résidences secondaires.
- **Groupe 3** : communes où aucune résidence secondaire n'est construite.

Avec ces hypothèses, on estime que 12 400 résidences secondaires supplémentaires seront construites à l'horizon 2030, portant à 141 000 le nombre de résidences secondaires total.

	2008	2030	Différence
Logements collectifs	87 832	132 884	45 052
Logements individuels avec jardin	107 251	255 578	64 624
Logements individuels sans jardin	83 703	83 703	0
Résidences secondaires	128 209	140 651	12 442
Total	406 995	612 816	122 118
Population permanente	639 223	776 909	137 686

*Illustration 18 : Evolution du parc de logements à l'horizon 2030*

#### 4.1.4. Evolution du prix de l'eau

La hausse tendancielle du prix marginal de l'eau (i.e. part variable) devrait se poursuivre en raison du vieillissement du réseau de distribution et des travaux nécessaires à son renouvellement mais aussi en raison d'un renforcement des normes environnementales et des normes sanitaires concernant l'eau potable. En effet, le taux de remplacement annuel du réseau déclaré pour 2006-2008 au niveau national est d'environ 0,6% par an. Ce faible taux signifie que les infrastructures sont renouvelées tous les 150 ans ; alors que leur durée de vie technique est de l'ordre de 75 ans.

De 2004 à 2008, le prix moyen de l'eau a augmenté de 3,3% par an tandis que l'indice des prix à la consommation des ménages a affiché une hausse de 1,9% par an (Le Jeannic et al., 2010). Le prix marginal de l'eau a donc augmenté plus vite que l'inflation, à hauteur de 1,4%. Par projection de ce taux, l'augmentation du prix marginal de l'eau d'ici à 2030 a donc été fixée à 30%. Cette augmentation devrait avoir un effet à la baisse sur les ratios de consommation des ménages. Cet effet sera pris en compte dans les simulations présentées ci-dessous.

#### **4.1.5. Evolution de la consommation liée au réchauffement climatique**

La hausse des températures maximales (1.5 à 2 degrés en moyenne annuelle) est susceptible de contribuer à une augmentation des besoins domestiques notamment ceux résultants de certains usages sanitaires (douches) mais aussi de l'évaporation des piscines et de l'arrosage des espaces verts (privés et publics).

L'observation des consommations de l'année caniculaire de 2003 permet d'estimer très sommairement l'ampleur probable de cette hausse. Cette année-là a été caractérisée par des températures maximales dépassant de plus de 4 degrés les normales saisonnières françaises. La consommation en eau urbaine a augmenté de 13 % par rapport à la moyenne des 6 années précédentes (données AERMC reprises par BRL dans AQUA2020). Cette augmentation est encore plus marquée si l'on restreint la période d'analyse à juillet – août où elle s'élève à 20 %.

Dans la suite du travail, nous supposerons que le changement climatique se traduira par une hausse de 6,5 % des consommations en eau potable en moyenne annuelle, la période de pointe étant caractérisée par une augmentation de 10 %.

#### **4.1.6. Evolution tendancielle de l'efficacité en eau**

Le progrès technologique et la prise de conscience des enjeux environnementaux liés à l'eau sont deux facteurs susceptibles de diminuer les ratios unitaires de consommation à l'horizon 2030.

Entre 2004 et 2008, la consommation en France des ménages par jour et par habitant a diminué de 2% par an, soit 151 l/jour/hab. en 2008 contre 165 l/jour/hab. en 2004. Ces chiffres traduisent une inversion de tendance par rapport à la période 2001-2004 pendant laquelle une croissance de 1% par an a été enregistrée (Le Jeannic et al., 2010). Sur une période de 22 ans, la baisse serait donc de 14% de la consommation totale.

Cette baisse de consommation de 2% par an a été enregistrée alors que le prix augmentait de 1,4% par an hors inflation. D'après notre modèle, l'augmentation du prix expliquerait un cinquième de la baisse de la consommation des ménages.

Plusieurs autres explications peuvent être proposées : la volonté d'une partie des usagers de réduire la facture d'eau potable, les campagnes de sensibilisation sur la

nécessité de conserver la ressource menées par les collectivités et les pouvoirs publics, la diffusion progressive d'équipements plus économes en eau, un moindre arrosage des jardins du fait d'une année 2008 plus pluvieuse que l'année 2004 dans la plupart des départements de France métropolitaine.

En éliminant l'effet du prix, la réduction serait de 9% sur une période de 22 ans.

Il faut déduire de ce taux l'effet de la baisse du nombre de personnes par ménage, notre calcul étant basé sur le nombre de logements et non sur la consommation par tête. En effet, dans notre modèle, le nombre de personnes par ménage baisse de 2,2 à 2 personnes par ménage entre 2008 et 2030, la consommation unitaire par logement diminuera également mais moins que le nombre de personnes par logement, la consommation d'une personne supplémentaire dans un logement étant inférieure à ce qu'elle consommerait en étant seule.

L'effet du gain d'efficacité technologique, et des facteurs associés à une baisse tendancielle des ratios de consommation a donc été fixé à moins 10% de la consommation pour tous les types d'usages.

#### **4.2. HYPOTHESES D'EVOLUTION DE LA CONSOMMATION NON DOMESTIQUE**

En absence d'éléments permettant de développer une vision prospective, nous avons supposé que :

- La capacité d'hébergement touristique n'évoluera pas de manière significative d'ici à 2030 ; les taux de remplissage des campings et hôtels sont supposés constants ; la mutation des campings consistant à augmenter le nombre de bungalows est en passe d'être terminée, les besoins unitaires n'évolueront donc pas. La seule augmentation de consommation en eau liée à cette activité sera donc liée au changement climatique (hypothèse de hausse de consommation de 6,5 %) et à la croissance démographique de la population française (soit 6,5% entre 2008 et 2030).
- La zone d'étude est caractérisée par une économie présentielle donc la croissance de l'emploi privé et de l'emploi public est proportionnelle à la population. La consommation liée à l'emploi est impactée par le changement climatique mais pas celle de l'usage industriel.
- Pour les lycées et les collèges, on suppose que le taux de croissance de la population scolarisée est égal à la moitié du taux de croissance de la population sur le bassin de vie (en raison de l'âge moyen élevé des nouveaux arrivants).
- Pour les maisons de retraite et les hôpitaux, on suppose que le nombre de lits augmentera proportionnellement à la population de la zone d'étude.

- La surface en espace vert reste proportionnelle à la population ; on suppose également que la hausse des températures maximales et la baisse des précipitations estivales se traduira par une augmentation de 10% des besoins en eau d'irrigation. Mais cette hausse pourra être contrebalancée par une amélioration de l'efficacité de l'arrosage de ces espaces verts.

### **4.3. EVOLUTION DU RENDEMENT DES RESEAUX**

La parution du décret n° 2012-97 du 27 janvier 2012 fixe désormais des objectifs à atteindre en matière de rendements des réseaux d'eau potable pour toutes les collectivités. Ces objectifs sont différenciés en tenant compte des caractéristiques de chaque collectivité.

Dans le cadre de cette étude, nous supposons que le décret sera appliqué, c'est-à-dire que toutes les collectivités dont le rendement est inférieur à l'objectif imposé par décret entreprendront des travaux. Nous supposons par ailleurs que lorsque des travaux seront entrepris, les communes parviendront à atteindre un rendement technique qui sera supérieur à l'objectif imposé par le décret (voir détails en Annexe 4). Enfin, nous supposons que toutes les collectivités qui sont caractérisées par un rendement supérieur à ce qu'impose le décret maintiendront ce rendement dans les années à venir. Les volumes d'eau perdus par fuite à l'horizon 2030 sont estimés avec ces hypothèses.

L'amélioration des rendements tel qu'imposée par le décret permet d'économiser 3,7 millions de m<sup>3</sup> en période de pointe. Elle implique un coût unitaire annualisé moyen de 0,12 € par m<sup>3</sup> économisé. Cependant, ce coût varie entre 0,02 et 39 € par m<sup>3</sup> selon la collectivité concernée.

### **4.4. RESULTATS : PRELEVEMENTS POUR L'EAU POTABLE EN 2030**

#### **4.4.1. Evolution des ratios de consommation (abonnés domestiques)**

Les hypothèses réalisées conduisent à une baisse relativement limitée des ratios de consommation unitaire des abonnés domestiques. La moyenne de consommation des ménages résidant en maison individuelle passe de 138 à 125 m<sup>3</sup> par an tandis que celle des ménages résidant en appartements descend de 90 à 84 m<sup>3</sup> par ménage et par an.

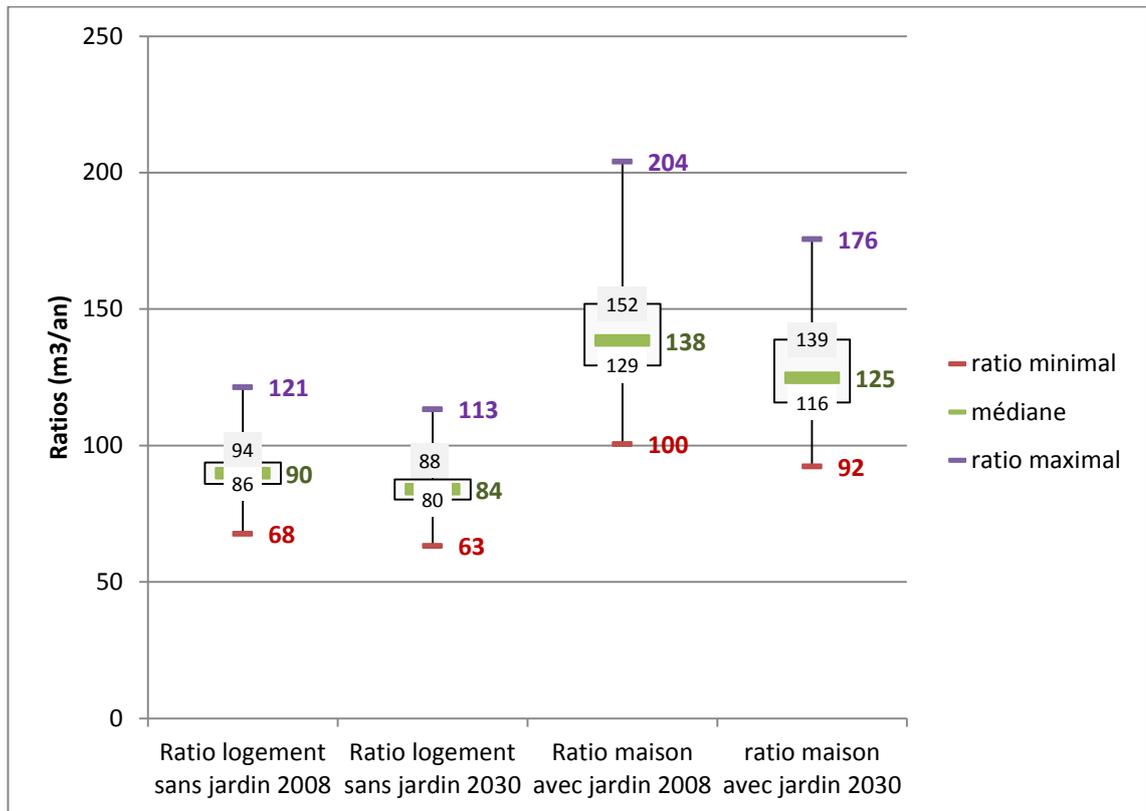
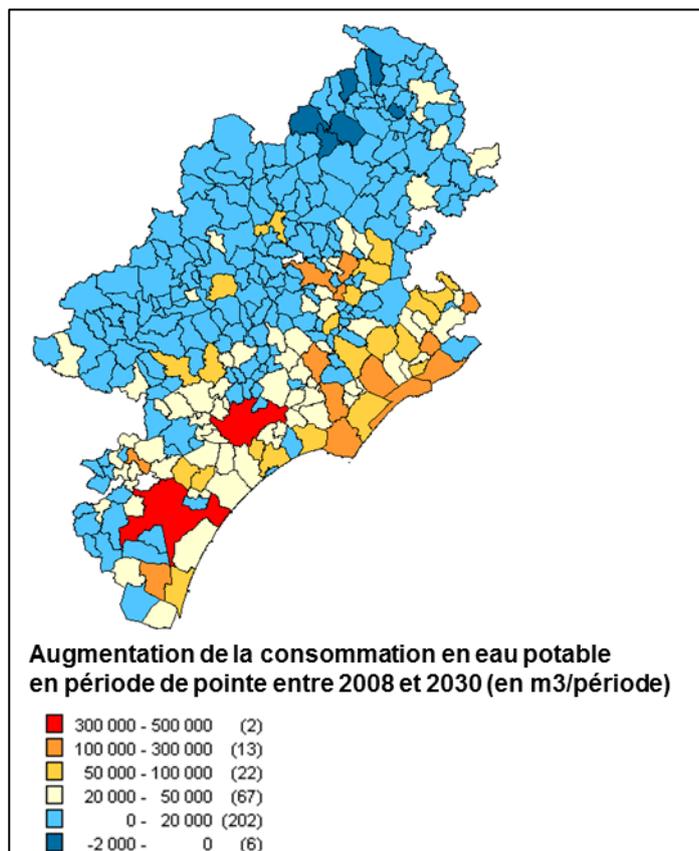


Illustration 19 : Evolution des ratios de consommation entre 2008 et 2030 pour les deux principaux types d'abonnés domestiques.

#### 4.4.2. Evolution de la demande annuelle

La consommation totale en eau potable de la zone Ouest-Hérault atteindra 60 Mm<sup>3</sup>/an en 2030 contre 48,5 Mm<sup>3</sup>/an en 2008, soit une augmentation de 23% (+11,5 millions de m<sup>3</sup>). Les prélèvements dans le milieu devront augmenter de 6 Mm<sup>3</sup>. Par rapport aux prélèvements de 2008, la part des fuites baisse significativement (de 31 à 21% des prélèvements) grâce aux efforts entrepris pour réduire les fuites dans le réseau de distribution d'eau potable. Ce résultat est donc inférieur aux conclusions d'études précédentes. De plus, la publication des résultats de prospective démographique de l'INSEE a conduit à revoir à la baisse la croissance démographique, principal facteur d'évolution de la demande en eau potable en Languedoc-Roussillon (Audric, 2010).

L'augmentation des besoins en eau potable sera plus forte sur la zone littorale et une partie du cœur d'Hérault (Illustration 20).



*Illustration 20 : Variation de la consommation annuelle en eau potable entre 2008 et 2030.  
Conception carte BRGM.*

Cette augmentation est marquée par une hausse de la part des ménages dans la consommation totale (de 61% à 65%). Cette hausse s'explique d'une part par la croissance démographique, d'autre part, par la diminution du nombre de personnes par ménage, la baisse de consommation au sein d'un logement n'étant pas directement proportionnelle au nombre de personnes (existence de consommations irréductibles ou « fixes »). De plus la part du tourisme diminuera de 1% car la croissance de l'activité touristique a été corrélée à la croissance de la population nationale plus faible que celle de la zone Ouest-Hérault (Illustration 21). Les parts relatives de l'emploi, du secteur de la santé et des espaces verts dans la consommation totale perdront également 1%.

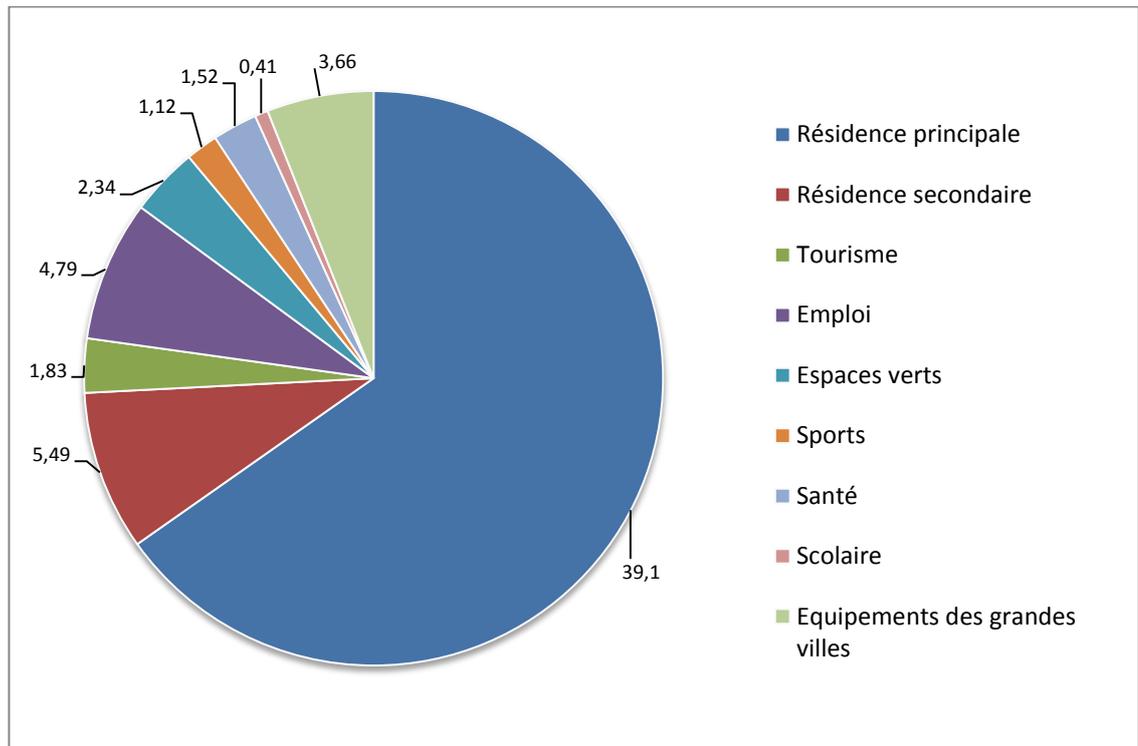


Illustration 21: Répartition de la consommation en eau potable en 2030 (hors fuites)

Si le scénario optimiste d'augmentation des rendements du réseau se réalise, la part des fuites dans les besoins totaux en eau potable ne représentera plus que 21% des besoins au lieu des 31% actuels.

La répartition des prélèvements totaux selon la ressource est similaire à celle estimée en 2008 (Illustration 22).

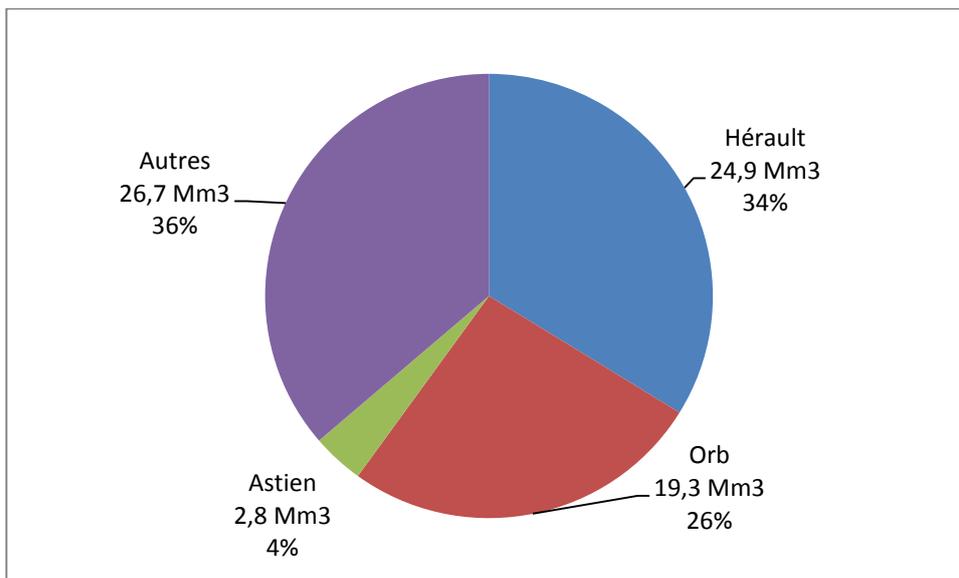


Illustration 22: Répartition des prélèvements eau potable selon la ressource en 2030

#### 4.4.3. Sensibilité aux hypothèses

Pour évaluer la sensibilité du modèle, nous avons estimé les prélèvements futurs en faisant varier l'hypothèse de baisse tendancielle du ratio unitaire de consommation domestique (-7, -10 ou -13%) ainsi que le niveau d'effort réalisé par les collectivités pour améliorer le rendement des réseaux.

Concernant la baisse tendancielle des consommations, les résultats figurent dans le tableau ci-dessous. Selon l'hypothèse réalisée, les prélèvements augmentent de 20 à 28% entre 2008 et 2030.

Hypothèse d'évolution tendancielle de la consommation	Consommation annuelle (Mm3/an)	Variation 2008-2030 (Mm3/an)	Variation 2008-2030 (%)
7%	62,0	13,5	+28%
10%	60,0	11,5	+24%
13%	58,0	9,5	+20%

*Illustration 23 : Ecarts de consommation suivant trois niveaux d'évolution tendancielle des consommations unitaires.*

Concernant l'amélioration des rendements, nous avons réalisé trois scénarios :

- Le scénario 1 décrit précédemment, suppose que les communes qui doivent mettre en œuvre des travaux en application du décret de 2012 atteignent un rendement qui dépasse les objectifs du décret ; il suppose également que les communes qui dépassent déjà les objectifs du décret en 2008 maintiennent le même niveau de performance d'ici 2030.
- Le scénario 2 suppose que les rendements de 2008 sont maintenus (non application du décret), sans amélioration ni détérioration.
- Le scénario 3 suppose que les communes mettent en œuvre le décret de manière minimaliste, se conformant aux objectifs de rendement imposés par celui-ci ; de même, les communes dont le rendement dépassait l'objectif imposé par le décret redescendent au niveau réglementaire en 2030.

Les résultats sont présentés sous forme cartographique (Illustration 24) et sous forme de tableaux ci-dessous.

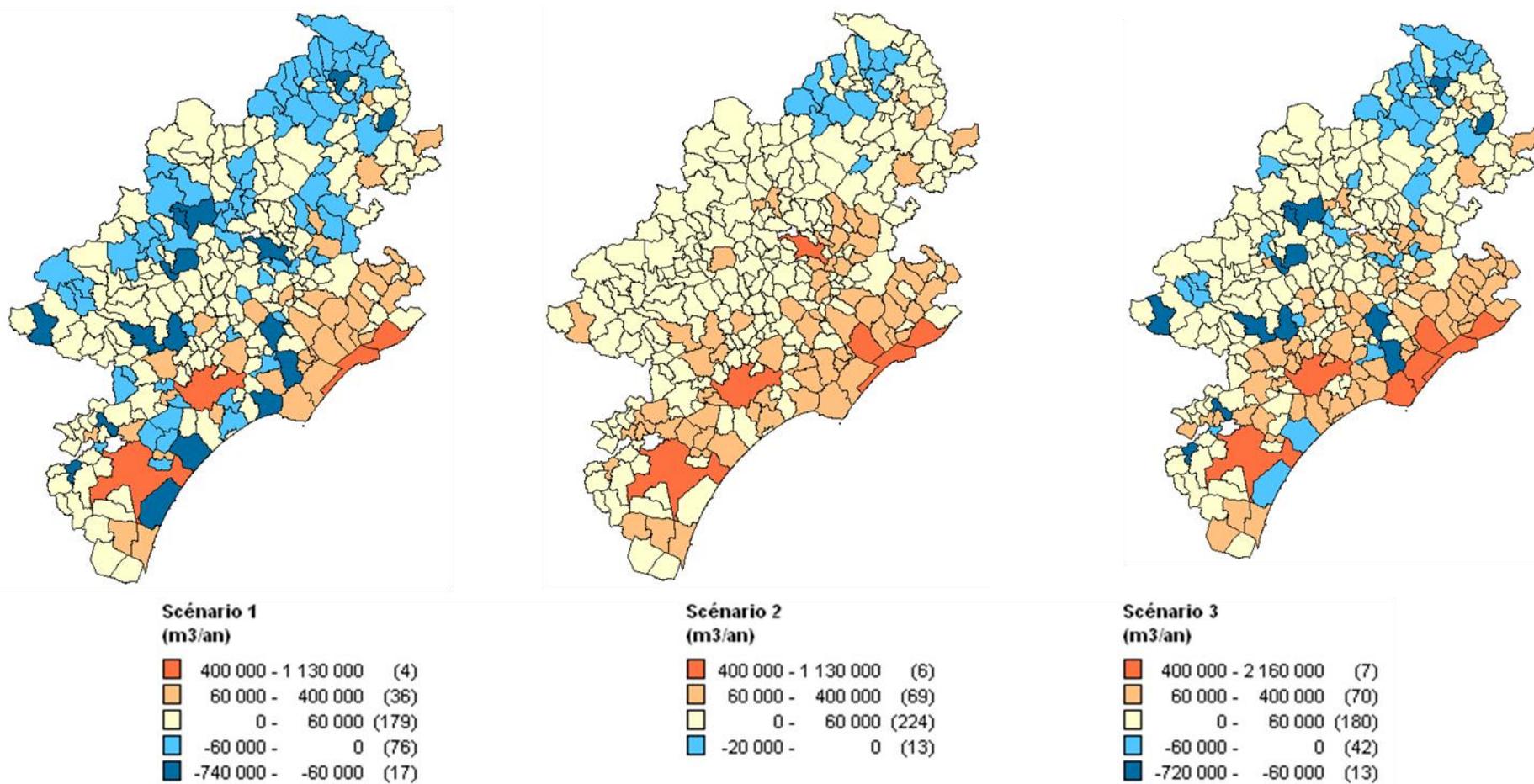


Illustration 24 : Ecart de consommation entre 2008 et 2030 (scénarios 1, 2 puis 3)

Volumes (Mm3/an)	Consommation	Fuites (scénario 1)	Fuites (scénario 2)	Fuites (scénario 3)	Résidence principale	Résidence secondaire	Tourisme	Emploi	Espaces verts	Sports	Santé	Scolaire	Equipements des grandes villes	Prélèvements
W34	60,0	16,1	27,5	26,6	39,1	5,4	1,8	4,7	2,3	1,1	1,5	0,4	3,6	76,1
Hérault	20,4	5,3	9,4	9,0	14,0	1,9	0,6	1,5	0,8	0,4	0,5	0,2	0,5	25,7
Orb	16,1	3,8	6,9	7,0	9,6	1,6	0,5	1,3	0,6	0,3	0,5	0,1	1,5	19,9
Astien	2,3	0,5	0,9	1,0	1,2	0,5	0,4	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	2,9
Autres	21,2	6,4	10,3	9,5	14,3	1,4	0,3	1,7	0,9	0,4	0,5	0,2	1,6	27,6
Parts (%)														
W34	79	21	31	31	51	7	2	6	3	1	2	1	5	100
Hérault	79	21	32	31	55	8	2	6	3	2	2	1	2	100
Orb	81	19	30	30	48	8	3	7	3	1	3	1	8	100
Astien	81	19	29	31	43	16	14	3	3	1	1	0	0	100
Autres	77	23	33	31	52	5	1	6	3	1	2	1	6	100

*Illustration 25 : Répartition de la consommation par usage et par source de prélèvement en parts des prélèvements totaux et en volumes (annuel 2030)*

Si les efforts quant aux rendements des réseaux de distribution en eau potable sont maintenus et complétés par les objectifs posés par le décret (scénario 1), les prélèvements augmenteront seulement de 6,1 Mm<sup>3</sup>/an par rapport au niveau de 2008. Si les rendements restent les mêmes qu'en 2008, il faudra prélever chaque année 17,4 Mm<sup>3</sup> d'eau supplémentaires pour satisfaire la demande, soit 87,5 Mm<sup>3</sup>/an. Si le niveau de rendement actuel n'est pas maintenu dans les municipalités les plus performantes mais, au contraire, ramené aux seules exigences du décret alors les fuites augmenteront et les prélèvements devront atteindre 86,6 Mm<sup>3</sup> d'eau par an (Illustration 26 et Illustration 27).

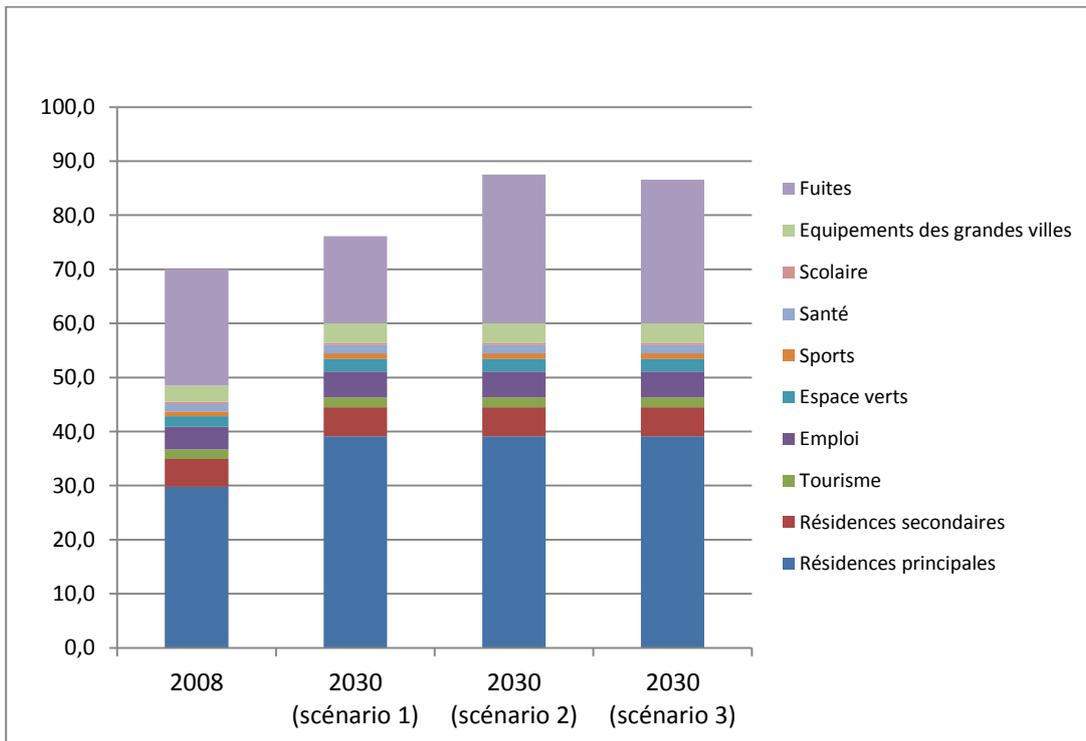


Illustration 26: Consommation estimée par type d'usages et par scénario

	2008	2030 scénario 1	2030 scénario 2	2030 Scenario 3
Ensemble Ouest-Hérault				
Fuites	21,6	16,1	27,5	26,6
En % de la consommation totale	30,8	21,2	31,4	30,7
Prélèvements	70,1	76,1	87,5	86,6
Variation des prélèvements	0	+6,0	+17,4	+16,5
Prélèvements par ressource				
Ensemble zone Ouest Hérault	70,2	76,1	87,6	86,6
Hérault	22,6	25,7	29,8	29,4
Orb	19,7	19,9	23,0	23,1
Astien	2,9	2,9	3,3	3,4
Autres	25,0	27,6	31,5	30,7

*Illustration 27: Scénarios de lutte contre les pertes sur le réseau et impact sur les prélèvements et les fuites au sein du réseau*

Selon le scénario, les volumes d'eau perdus par fuites varient de 16 à 27 millions de m<sup>3</sup> par an – soit une différence de 11 millions de m<sup>3</sup>. Si l'on suppose que 43% de ces fuites ont lieu pendant la période d'étiage (4,73 Mm<sup>3</sup>), c'est l'équivalent d'un débit fictif continu de 450 litres par secondes pour l'ensemble de la zone d'étude.

#### 4.4.4. Evolution de la demande en période de pointe

Les calculs ont été répétés pour calculer les prélèvements en période de pointe. On ne considère ici que le scénario 1 en matière de rendement, c'est-à-dire l'application du décret avec atteinte d'objectifs supérieurs aux contraintes réglementaires et le maintien du niveau de performance pour les collectivités ayant un rendement supérieur à l'objectif réglementaire en 2008. Les résultats sont présentés ci-dessous sous forme cartographique et graphique.

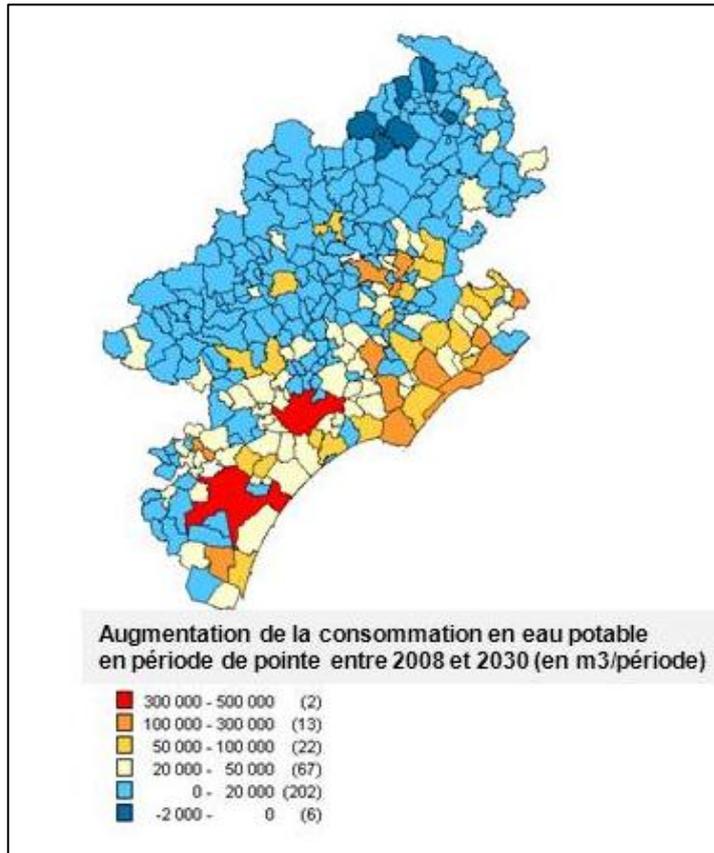


Illustration 28 : Variations de la demande en eau potable en période de pointe entre 2008 et 2030 (m<sup>3</sup>/an). Conception carte : BRGM.

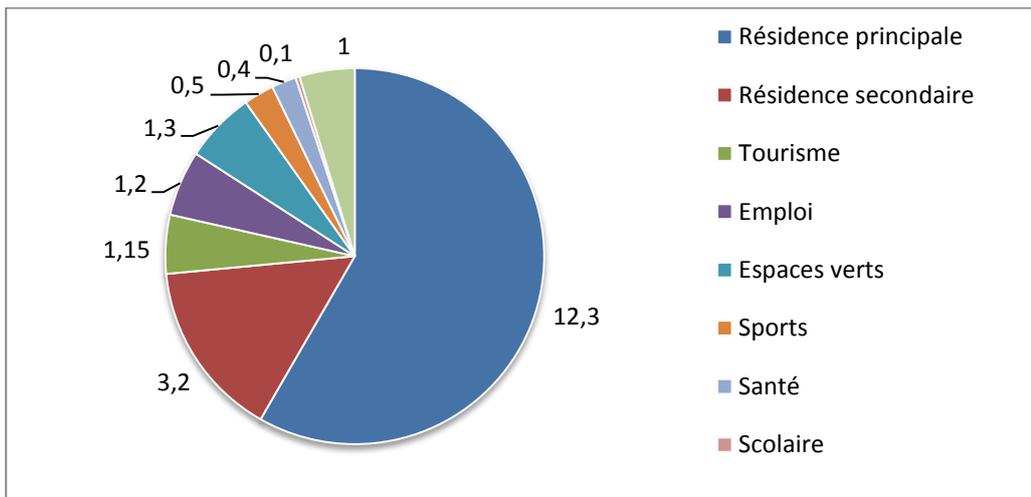


Illustration 29: Répartition de la consommation par usages en 2030, période de pointe

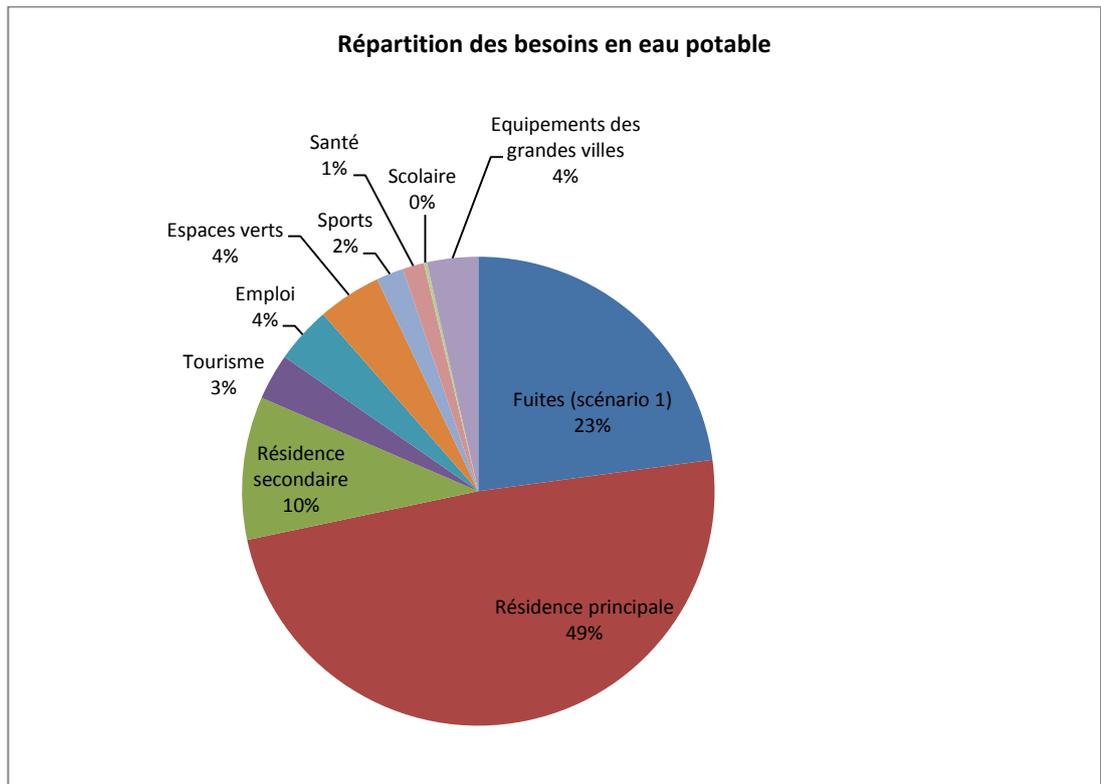


Illustration 30 : Répartition de la demande en eau potable en 2030 en période de pointe.

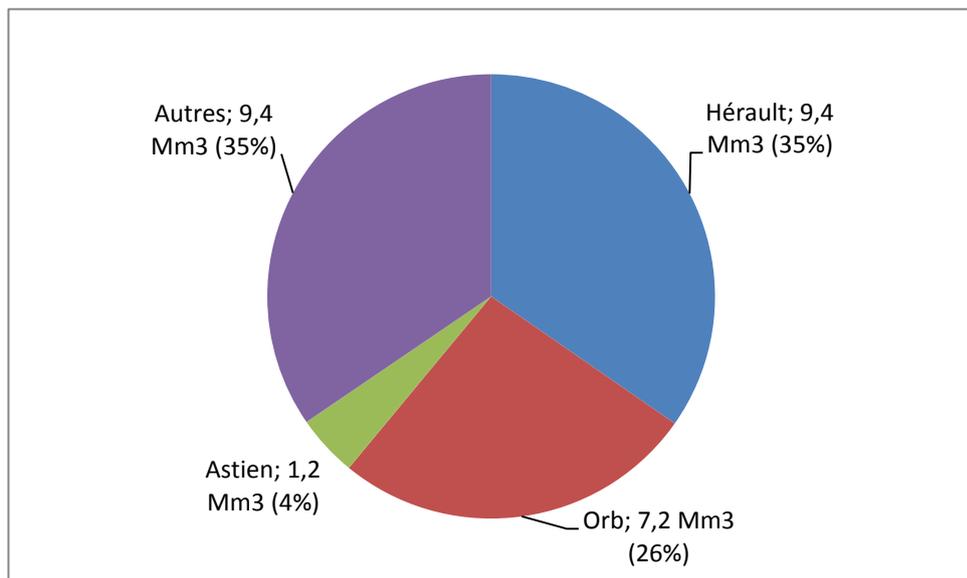


Illustration 31: Répartition des prélèvements en eau potable selon la ressource en période de pointe en 2030

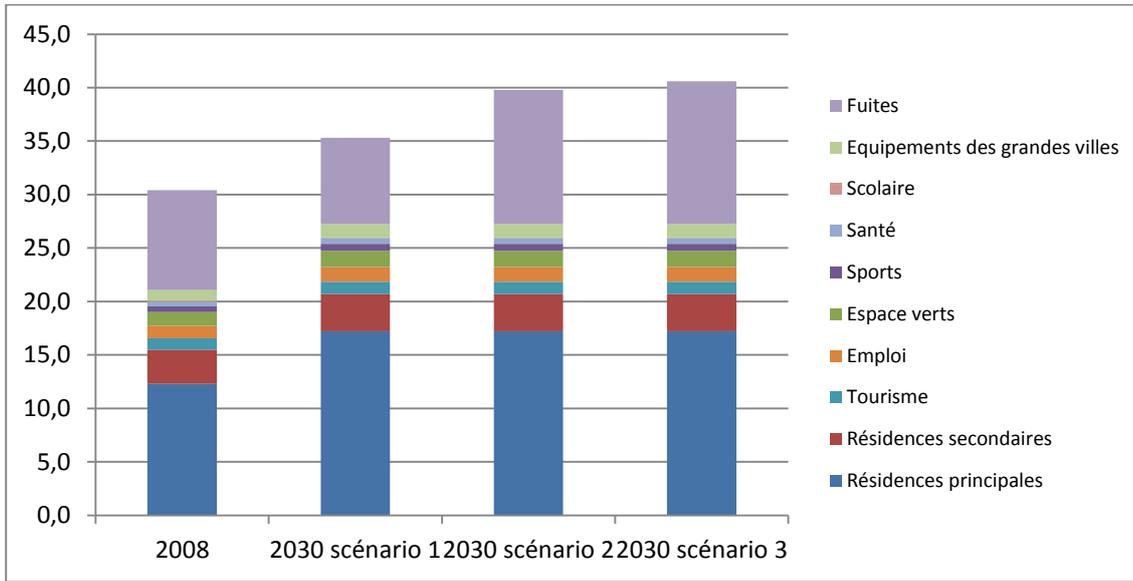


Illustration 32 : Consommation 2008-2030 selon le scénario de réduction des fuites

Volumes (Mm3/an)	Consommation	Fuites (scénario 1)	Fuites (scénario 2)	Résidence principale	Résidence secondaire	Tourisme	Emploi	Espaces verts	Sports	Santé	Scolaire	Equipements des grandes villes	fuites (scénario 3)	Prélèvements
W34	27,2	8,1	12,6	17,2	3,5	1,1	1,4	1,5	0,7	0,5	0,1	1,2	13,4	35,3
Hérault	9,4	2,6	4,3	6,3	1,3	0,3	0,4	0,5	0,3	0,2	0,0	0,2	4,8	12,1
Orb	7,2	1,9	3,1	4,1	1,0	0,3	0,4	0,4	0,2	0,2	0,0	0,5	3,4	9,0
Astien	1,2	0,5	0,5	0,6	0,3	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	1,7
Autres	9,4	3,1	4,7	6,2	0,9	0,2	0,5	0,6	0,2	0,2	0,0	0,6	4,6	12,5
Parts (%)														
W34	100	30	32	63	13	4	5	6	2	2	0	5	33	100
Hérault	100	28	31	66	13	4	5	6	3	2	0	2	34	100
Orb	100	26	30	58	14	5	5	5	2	3	0	7	32	100
Astien	100	37	29	47	24	20	7	4	1	1	0	0	33	100
Autres	100	33	33	66	10	2	5	6	2	2	0	6	33	100

*Illustration 33 : Répartition de la consommation par usage et par source de prélèvement en parts des prélèvements totaux et en volumes (période de pointe 2030)*



## 5. Conclusion

### 5.1. SYNTHÈSE DES PRINCIPAUX RESULTATS

Le travail présenté dans ce rapport a permis d'évaluer les besoins en eau potable de la population à l'horizon 2030. En mobilisant les hypothèses de croissance démographiques les plus récentes, nous estimons que la population devrait passer de 660 000 habitants environ en 2008 à près de 800 000 en 2030, soit une augmentation de 22%. Compte tenu de cette croissance et du phénomène de « décohabitation », ce sont environ 110 000 logements qui devront être construits, dont près de 60% en individuel et 40% en collectif. Près de 12 400 résidences secondaires viendront s'y ajouter. En supposant que la consommation en eau potable des activités touristiques, industrielles et commerciales sera proportionnelle à celle de la population, on estime que la demande en eau potable augmentera de 24%, passant de 48.5 à 60 millions de m<sup>3</sup>.

L'étude a aussi permis d'évaluer l'impact du décret sur les rendements des réseaux paru en 2012. Si l'on suppose une mise en œuvre de ce décret, les pertes survenant dans les réseaux pourraient passer de 31 à 21% des volumes prélevés dans toute la zone d'étude. Cette économie d'eau représente un volume annuel de 5.8 millions de m<sup>3</sup> soit un débit fictif continu de 560 litres par seconde. Les prélèvements nécessaires pour satisfaire les besoins de la population en 2030 n'augmentent donc que de 6 millions de m<sup>3</sup>, la réduction des fuites permettant de compenser en grande partie la hausse de la consommation liée à la croissance démographique. Cette hausse représente 5% des prélèvements réalisés en 2008. Il est probable que la mise en œuvre de nouvelles mesures d'économie d'eau pourra permettre de stabiliser les prélèvements à leur niveau actuel.

### 5.2. PERSPECTIVES

La suite du travail consistera à évaluer la baisse de consommation pouvant être atteinte via la mise en place de mesures d'économie d'eau. Les économies ainsi que le coût de mise en place des mesures seront évalués pour chaque commune. On recherchera ensuite à combiner ces mesures de manière à maintenir la consommation au niveau de 2008 tout en minimisant le coût d'intervention. Les résultats seront également intégrés dans le modèle hydro-économique développé en partenariat avec l'Université Polytechnique de Valencia.



## Bibliographie

Arbués, F, García-Valiñas, M. A., Martínez-Espiñeira, R. (2003). Estimation of residential water demand: a state-of-the-art review. *Journal of Socio-Economics* 32(1): 81-102.

Barraque B.,(2011). Les enjeux de l'écologisation de la gestion de l'eau dans les écoquartiers. *Espaces et sociétés* 2011/1-2 (n° 144-145)

Audric S., (2010) Projections de population en Languedoc-Roussillon à l'horizon 2040 : La croissance démographique resterait forte mais se tasserait. *Repères chiffre n°8*. INSEE

Geindre, F., Hélias, A., Julien, B., Périco, B., (2009) Résorption du phénomène de la cabanisation à VIAS. MEDDTL, MIOMCTI

Le Jeannic, F., Gicquiaux, C., Grégoire P., (2010). Services d'eau et d'assainissement en France: une inflexion des tendances? CGDD. *Observations et Statistiques. Le point sur n°67*.

Neverre, N, Rinaudo J-D et Montginoul, M. (2010) Etude de la demande en eau potable : résultat d'une analyse économétrique dans le département de l'Hérault en 2006. Rapport BRGM/RP 59056-FR, 85 p.

Montginoul M ('2002) La consommation en eau potable des ménages en France. Rapport Engees-Cemagref. [http://www.economie.eaufrance.fr/IMG/pdf/rapport\\_final\\_ConsoEp2.pdf](http://www.economie.eaufrance.fr/IMG/pdf/rapport_final_ConsoEp2.pdf)

Rinaudo JD (2008) Evaluation économique du programme de mesures de gestion quantitative des ressources en eau dans l'Ouest de l'Hérault. Volume 2 : Scénario tendanciel et analyse coût efficacité pour l'usage eau potable. Rapport BRGM-RP-56144-FR. 82 p., 53 ill., 2 ann..



## Annexe 1

### Ajustement des ratios de consommation unitaire des ménages

Pour chaque commune, les ratios individuels de consommation en eau potable des logements avec jardin ( $Q_{ind,i}$ ) et sans jardin ( $Q_{coll,i}$ ) sont calculés comme suit:

- modèle non ajusté NA :  $\forall i \in [1; 312]$   $Q(ind, i) = 140 \text{ m}^3/\text{an}$  et  $Q_{-}(coll, i) = 90 \text{ m}^3/\text{an}$

- modèle ajusté A1, forme fonctionnelle double log :

$$\ln(Q_{coll,i}) = k_{coll} + \varepsilon_{ind,p} \ln(P) + \varepsilon_r \ln(R) \quad (1)$$

- modèle ajusté A2, équation (1) pour les logements sans jardin et forme fonctionnelle mixte pour les logements avec jardin :

$$\ln(Q_{ind,i}) = k_{ind} + \varepsilon_{ind,p} \ln(P) + \varepsilon_r \ln(R) + e_f CF + e_{temp} T + e_s S \quad (2)$$

Avec  $e_f = \varepsilon_f / CF_{moy}$ ,  $e_{temp} = \varepsilon_{temp}^{ind} / T_{moy}$  et  $e_s = \varepsilon_{sec}^{ind} / S_{moy}$

On obtient donc :

$$Q_{coll,i} = K_{coll,i} * P^{\varepsilon_p} * R^{\varepsilon_r} \quad (3) \text{ (forme A1)}$$

$$Q_{ind,i} = K_{ind,i} * P^{\varepsilon_p} * R^{\varepsilon_r} * e^{e_f CF + e_{temp} T + e_s S} \quad (4) \text{ (forme A2)}$$

En remplaçant les variables par leurs valeurs moyennes, on détermine la valeur de la constante K pour les ratios de consommation de référence (habitat individuel et habitat collectif):

$$K_a = \frac{Q_a \text{ de référence}}{P_{moy}^{\varepsilon_{p,a}} * R_{moy}^{\varepsilon_r}} \quad (5)$$

$$K_m = \frac{Q_m \text{ de référence}}{P_{moy}^{\varepsilon_{p,m}} * R_{moy}^{\varepsilon_r} * e^{e_f CF_{moy} + e_t T_{moy} + e_s S_{moy}}} \quad (6)$$

La demande des ménages dans la commune i s'écrit alors ainsi :

$$MEN_i = Q_{a,i} * N_{a,i} + Q_{m,i} * N_{m,i} = K_a * P^{\varepsilon_{coll,p}} * R^{\varepsilon_r} + K_m * P^{\varepsilon_{ind,p}} * R^{\varepsilon_r} \quad (7) \text{ (modèle A1)}$$

$$\begin{aligned} MEN_i &= Q_{a,i} * N_{a,i} + Q_{m,i} * N_{m,i} \\ &= K_a * P^{\varepsilon_{coll,p}} * R^{\varepsilon_r} * e^{e_f CF + e_{temp} T + e_s S} + K_m * P^{\varepsilon_{ind,p}} * R^{\varepsilon_r} \end{aligned} \quad (8) \text{ (modèle A2)}$$

Avec  $N_{a,i}$ , le nombre de logement collectifs et de maison sans jardin et  $N_{m,i}$  le nombre de maisons avec jardin sur la commune i.

## Annexe 2

### Test de sensibilité aux variations des élasticités

Afin de tester la sensibilité du modèle, on fait varier chacun des coefficients d'élasticité séparément des autres (illustration 34).

Variable	Valeur initiale	Nouvelle valeur	Volume total (%)	Erreur cumulée (%)	Erreur forte cumulée (%)	Communes bien estimées (%)
<b>Modèle A2</b>			100	19	11	74
$\varepsilon_p^{ind}$	-0,3	-0,4 -0,2	-1 0	0 0	0 0	0 0
$\varepsilon_p^{coll}$	-0,1	-0,2 0	-1 0	0 0	0 0	-1 0
$\varepsilon_r$	0,4	0	-1	0	+1	-1
$\varepsilon_f$	0,1	0 0,2	0 0	0 0	0 0	0 0
$\varepsilon_{temp}^{ind}$	0,03	0 0,2	0 0	0 0	0 0	0 0
$\varepsilon_{sec}^{ind}$	0,3	0 0,4	+1 -1	0 0	0 +1	-1 0

*Illustration 34 : Réponses du modèle A2 à la modification d'élasticité d'une variable les autres étant fixées*

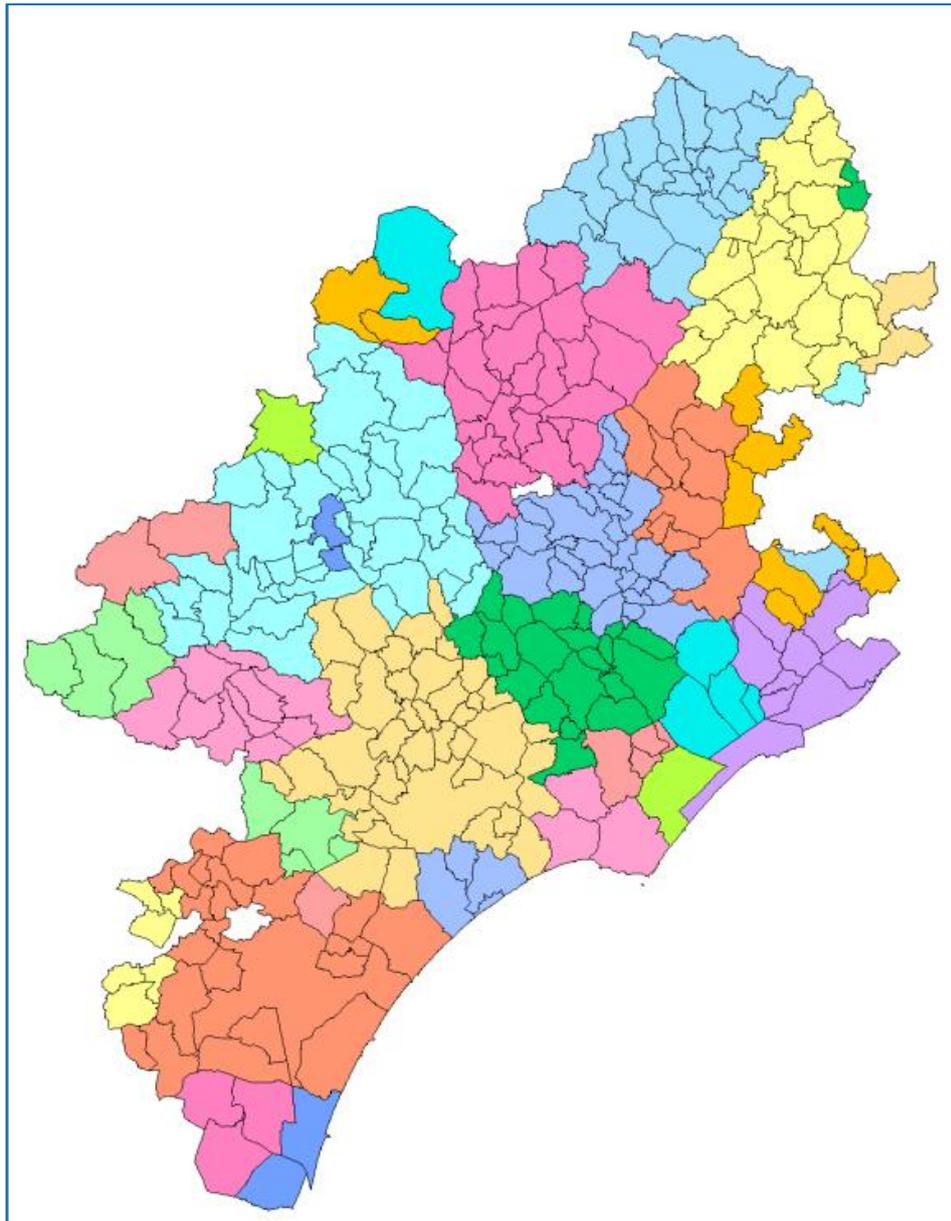
L'erreur cumulée est stable aux variations d'élasticités, ce qui signifie qu'elle dépend essentiellement des ratios de consommation unitaires.

Une augmentation de 10% de l'élasticité-prix des ménages conduit à sous-estimer la consommation globale de l'Ouest-Hérault de 1% tandis qu'une baisse de 10% de ces élasticité ne modifie pas significativement les résultats de l'estimation.

L'élasticité relative au nombre de jours secs consécutifs ne peut être modifiée sans perdre de la précision dans l'estimation de la consommation globale. Sa variation a un fort impact sur le modèle d'estimation de la consommation. En effet, la constante Km diminue trop fortement quand cette élasticité varie de 10% (modèle semi-log).

### Annexe 3

## Découpage de la zone Ouest-Hérault en bassins de vie (source INSEE) et taux de croissance démographiques



*Les bassins de vie présents sur la zone Ouest-Hérault. Conception carte : BRGM*

*Taux de croissance démographique par bassins de vie*

Bassin de vie	Libellé du bassin de vie	Taux de croissance 1999-2008	Taux de croissance 1999-2008 du département	Projection du taux de croissance 2008-2020	Projection du taux de croissance 2020-2030
11106	Coursan	1,85	1,33	1,39	1,11
11203	Lézignan-Corbières	2,01	1,33	1,51	1,21
11262	Narbonne	1,75	1,33	1,31	1,05
11266	Port-la-Nouvelle	2,00	1,33	1,50	1,20
11379	Sigean	2,81	1,33	2,11	1,68
30263	Saint-Hippolyte-du-Fort	1,30	1,21	1,07	0,75
30350	Le Vigan	0,12	1,21	0,10	0,07
34003	Agde	1,53	1,44	0,96	0,75
34028	Bédarieux	1,08	1,44	0,68	0,53
34032	Béziers	1,28	1,44	0,80	0,62
34052	Capestang	0,42	1,44	0,26	0,21
34079	Clermont-l'Hérault	3,46	1,44	2,17	1,68
34095	Fabrègues	0,51	1,44	0,32	0,25
34101	Florensac	2,68	1,44	1,68	1,30
34111	Ganges	1,85	1,44	1,16	0,90
34114	Gignac	2,91	1,44	1,82	1,42
34126	Lamalou-les-Bains	0,92	1,44	0,58	0,45
34142	Lodève	1,71	1,44	1,07	0,83
34150	Marseillan	2,76	1,44	1,73	1,34
34157	Mèze	3,99	1,44	2,50	1,94
34172	Montpellier	1,24	1,44	0,78	0,60
34199	Pézenas	2,26	1,44	1,42	1,10
34202	Pignan	0,90	1,44	0,56	0,44
34245	Saint-Chinian	1,49	1,44	0,93	0,73
34255	Saint-Gély-du-Fesc	1,28	1,44	0,80	0,62
34276	Saint-Mathieu-de-Trévières	2,50	1,44	1,56	1,22
34284	Saint-Pons-de-Thomières	-0,05	1,44	0,93	0,73
34299	Sérignan	1,80	1,44	1,13	0,88
34301	Sète	1,63	1,44	1,02	0,80

## Annexe 4

### Réparation et détection des fuites sur le réseau AEP : seuils d'intervention

La mesure consiste à réaliser un diagnostic du réseau de distribution afin de repérer les zones de fuites puis d'intervenir sur les conduites. Pour chaque commune, nous estimons le volume des fuites avant et après l'intervention afin de connaître le volume d'eau effectivement économisé. Nous calculons ensuite le coût de l'intervention (diagnostic, travaux) puis nous rapportons ce coût au volume économisé. Seuls les coûts directs sont considérés ici. Le calcul est réalisé pour chaque commune. Cependant, les critères d'intervention fixés par décret (décret n° 2012-97 du 27 janvier 2012) diffèrent de ceux de professionnels du secteur (BRL). Quelles sont les implications de cette différence en termes d'amélioration du réseau de distribution AEP et de coût ?

#### Seuil d'intervention fixé par décret

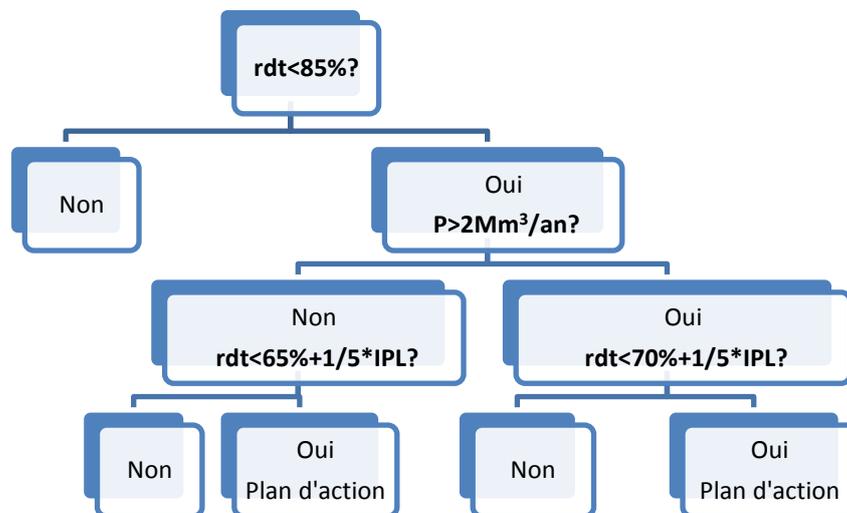


Illustration 35 : conditions légales déterminant le seuil de déclenchement d'un plan d'action sur le réseau de distribution d'une collectivité conformément au décret n° 2012-97 du 27 janvier 2012.

Un rendement supérieur ou égal à 85% est un rendement « excellent » selon la classification d'ENTECH. Les collectivités qui atteignent déjà ce niveau de performance ne sont donc pas concernées par une obligation de mise en place d'un plan d'action. Si les prélèvements sur la ressource sont faibles, l'objectif de rendement de base n'est que de 65%, c'est-à-dire un rendement qualifié de « médiocre » selon les

critères d'ENTECH. Cependant, ce critère de rendement de base est augmenté par la prise en compte de l'IPL, indice de perte linéaire qui représente le volume de perte par rapport à l'étendue du réseau qui permet de pénaliser les réseaux ayant une efficacité de distribution de l'eau médiocre tout en ménageant les collectivités ayant un réseau très étendu.

### *Seuil d'intervention posé par expertise (BRL)*

Le coût du diagnostic est fonction de la taille de la commune. Le coût des travaux de réparation est fonction du rendement initial du réseau : plus le rendement est faible, plus le pourcentage du linéaire à réparer est élevé. Les valeurs de coûts unitaires sont celles prises par BRL dans l'étude AQUA2020.

Le ratio coût-efficacité est calculé pour chaque commune en divisant le coût moyen annualisé par le volume d'eau économisé. Les résultats sont très variables d'une commune à l'autre, le ratio coût-efficacité variant de 0,06 € à 39 € par m<sup>3</sup> économisé pendant la période de pointe.

### *Données :*

- Valeurs de rendement et linéaire des réseaux AEP : rendements actualisés avec la base de données BRL du conseil général et les données communiquées par le SMVO.
- Volumes mis en distribution et volume consommés annuels de l'ORB et du Libron.
- L'indice de perte linéaire est calculé comme suit :

$$IPL = \frac{Vol_{mis\ en\ distribution} - Vol_{consommé}}{365 * linéaire\ (km)}$$



Géosciences pour une Terre durable

**brgm**

**Centre scientifique et technique**  
3, avenue Claude-Guillemin  
BP 36009  
45060 – Orléans Cedex 2 – France  
Tél. : 02 38 64 34 34

**Service géologique régional Languedoc  
Roussillon**  
1034 rue de Pinville  
34000 Montpellier  
Tel : 04 67 15 79 80