

Modélisation et prévision des consommations d'eau en Ile-de-France

Olivier Chesneau

Séminaire prévision de la demande en eau potable

14 décembre 2017

LES OBJECTIFS

Mettre à disposition des acteurs gestionnaires de l'eau un outil permettant de prévoir les évolutions de la consommation en Ile-de-France

Enjeu majeur compte tenu des évolutions prévisibles du territoire : projets urbains, lignes de transport, CDT, JO...

Etablir des projections à l'échelle de la région mais également à une maille plus fine (commune et tous les niveaux intermédiaires) pour que chaque gestionnaire puisse simuler des scénarios sur un territoire qu'il « maîtrise »

Proposer des variables explicatives faciles à appréhender pour que l'utilisation soit la plus large possible

Maîtrise d'ouvrage assurée par l'ASTEE

Concours financier des producteurs d'eau (autorités organisatrices, délégataires), du SIAAP, des départements de petite couronne, de la Région, de l'Agence de l'Eau et de l'IAU

Réalisation de la prestation : CREDOC (modèle) et Energies demain (outil, données)

Etude entre septembre 2015 et décembre 2016



Les données

Données de consommation :

Volumes facturés annuellement par commune (tous usages confondus)

2005 – 2014

900 communes sur 1300

Données pour les déterminants de la consommation :

450 variables

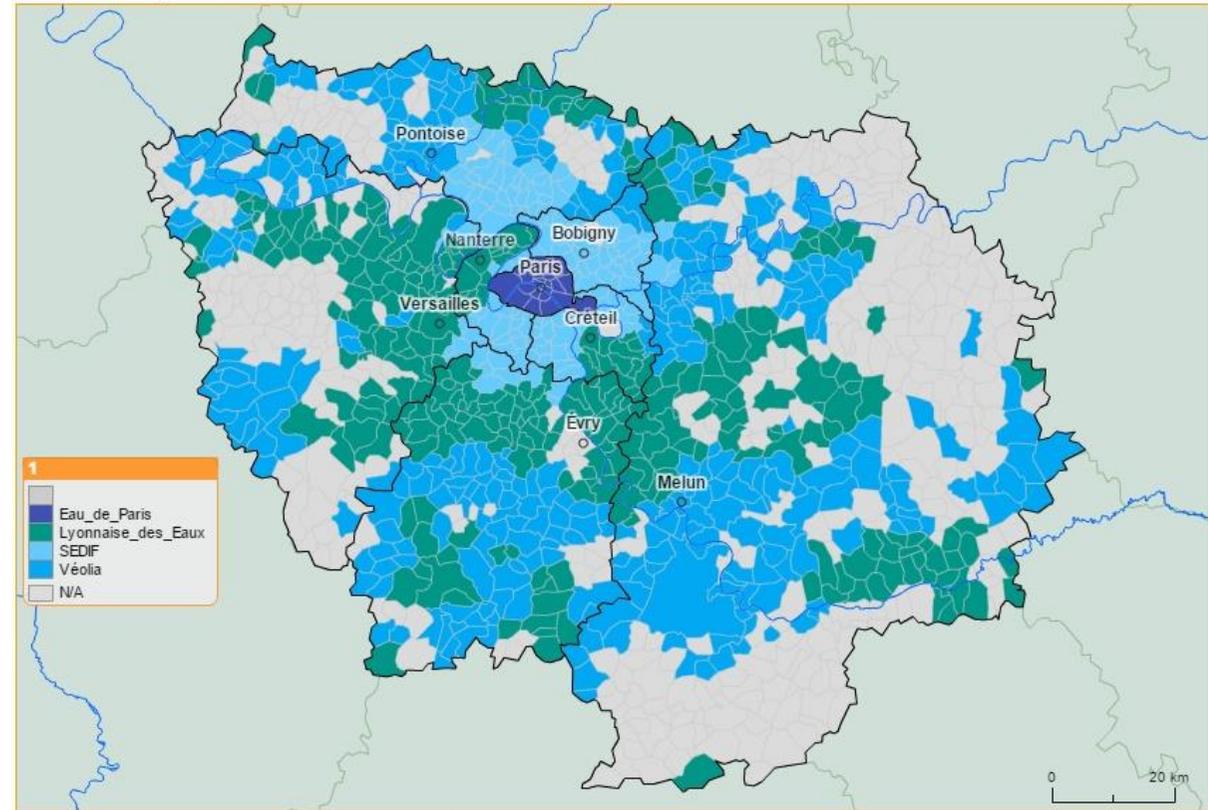
Prix, démographie, logement, emploi, revenus, tourisme, urbanisme, météorologie

Des données manquantes

Une période d'étude 2005 – 2012 :

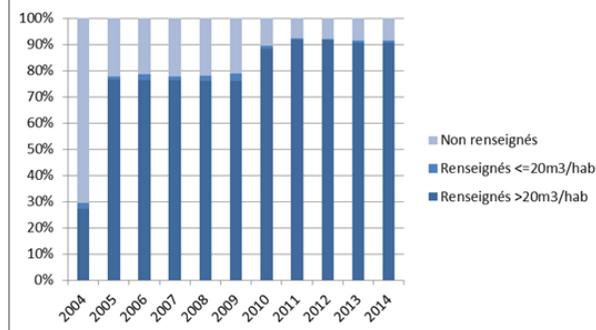
compromis entre disponibilité des données et champ d'analyse étendu

Données renseignées

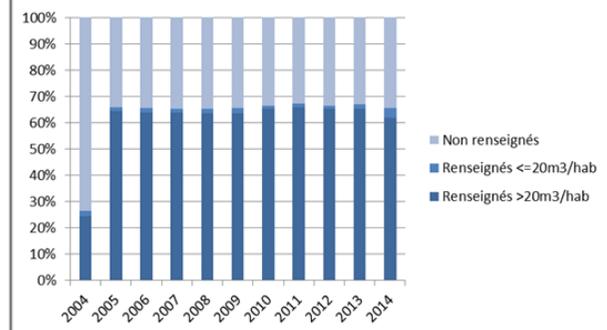


© Géoclip - Energies Demain - Carte réalisée à partir de données importées par l'utilisateur

Part de la population couverte par les données des distributeurs



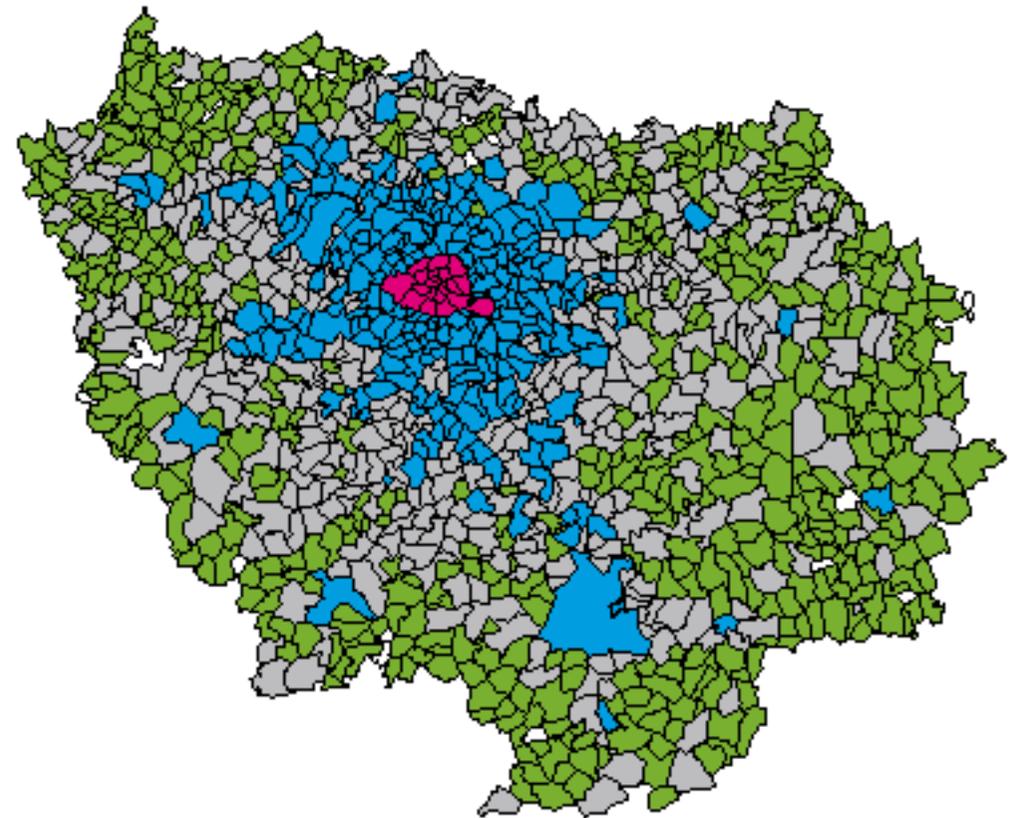
Part des communes couvertes par les données des distributeurs



Une typologie des territoires

Le modèle central a été décliné selon quatre types de territoires :

- Les communes de moins de 1.000 habitants (n=557)
- Les communes de 1.000 à 10.000 habitants (n= 461)
- Les communes de plus de 10.000 habitants hors Paris (n=244)
- Les 20 arrondissements de Paris (n=20)



Les modèles statistiques

Principe: établir une relation mathématique entre la consommation et les variables qui la déterminent

Méthode: modèles linéaires estimés selon les moindres carrés ordinaires

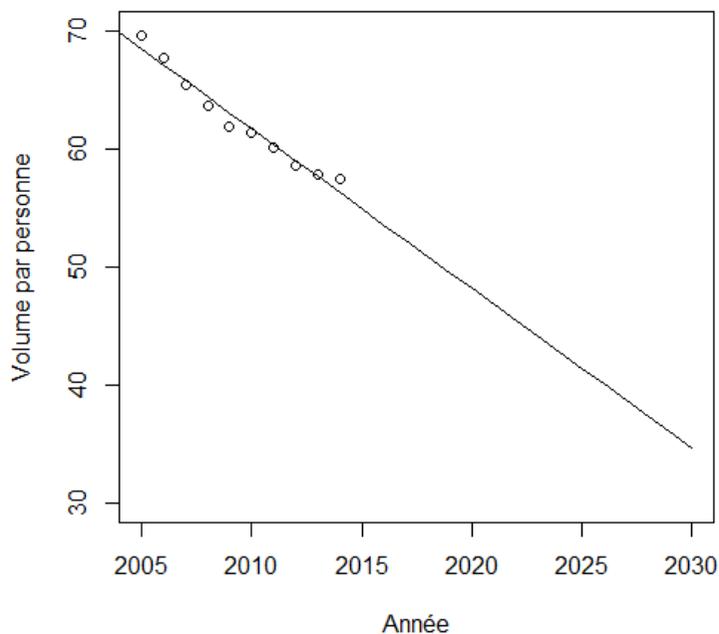
Exemple : pour les communes de plus de 10 000 habitants hors Paris

$$\begin{aligned}
 CONSO = & 62.35 - 26.51 \times MAISON + 20.27 \times EMPLOI + 29.85 \times HOTELCAFERESTO \\
 & + 0.000389 \times REVENU - 1.44 \times PRIX + 0.14 \times EQUIPEMENTS - 12.04 \times DIPLOMESUP \\
 & - 15.70 \times ORLY - 4.73 \times LOGTEMPS
 \end{aligned}$$

Moins de 1.000 habitants	Coefficients du modèle (A)
Constante	66,27
Part des maisons	- 18,97
Nombre d'emploi / nombre d'habitants	40,86
Part de l'emploi dans le secteur : hôtel café restaurant	28,90
Revenu médian par unité de consommation	6,19E-04
Prix	- 1,15
Surface des équipements/ nombre d'habitants	0,01
Nombre de personnes par logement	- 7,83
Surface jardins personnels/ nombre d'habitants	0,04
Tendance décroissante non linéaire : log(temps-2004)	- 4,27

Limites du modèle : zoom sur la tendance décroissante

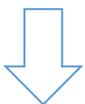
Extrapolation linéaire



Volume par personne = $69.8 - 1.35 \cdot T$

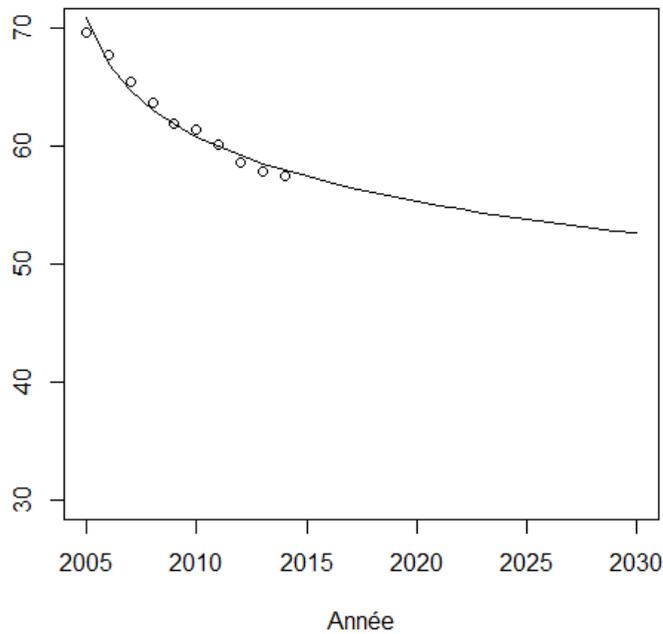
T=0 en 2004

R² ajusté : 0.9606



L'extrapolation de cette tendance conduirait à prévoir un volume par personne de 35 m³ en 2030, soit une baisse de **-39%**

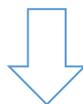
Extrapolation logarithmique



Volume par personne = $70.8 - 5.6 \cdot \log(T)$

T=0 en 2004

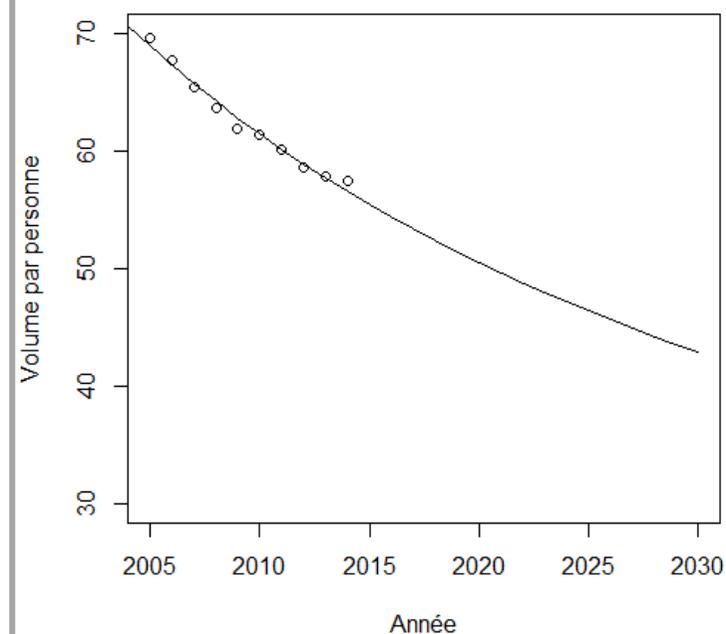
R² ajusté : 0.9689



L'extrapolation de cette tendance conduirait à prévoir un volume par personne de 53 m³ en 2030, soit une baisse de **-8%**

C'est cette tendance qui a été présentée dans les modèles

Extrapolation 1/(a + bt)



Volume par personne = $1/(0.01416 + 0.000352 \cdot T)$

Avec T=0 en 2004

R² ajusté = 0.9999



L'extrapolation de cette tendance conduirait à prévoir un volume par personne de 43 m³ en 2030, soit une baisse de **-25%**

Le projet MUSE : Modélisation Urbaine Systémique appliquée au domaine de l'Eau

Objectif : vision prospective de la capacité des infrastructures à « supporter » les évolutions de la demande en eau, elles-mêmes liées à l'évolution des territoires et de l'usage des sols

Enjeu : pouvoir créer des scénarios et avoir une vision globale et plus uniquement projet par projet

3 modèles enchaînés s'alimentant : un modèle LUTI pour la partie usage des sols et transport, un modèle d'évolution des consommations, un modèle hydraulique pour le dimensionnement des conduites

Avantage : les données d'entrée du modèle « eau » sont issues de modèles éprouvés qui font varier la population et la typologie des emplois et plus laissées à l'appréciation des utilisateurs

<https://sicomore.astee.org/>



Etat des lieux

Simulation

Documents



Simulation

Principes de la simulation +

La fonctionnalité de simulation permet de comparer l'impact sur la consommation d'eau potable de scénarios d'évolution des territoires. Les données à renseigner permettent de construire rapidement une première évaluation des futures consommations d'eau potable du territoire. La possibilité de bâtir, comparer, et sauvegarder différents scénarios permet ensuite d'affiner la simulation sur chacun des paramètres.

En produisant des résultats quantifiés, ces simulations sont à appréhender comme des outils – parmi d'autres – permettant d'alimenter la nécessaire réflexion sur l'alimentation en eau potable des territoires dans un contexte d'évolutions importantes.

[Comment bien commencer ?](#)

Définition des scénarios 💡

Nombre de scénarios :

2 ▼

Nom du scénario 1 :

Scénario 1



Nom du scénario 2 :

Scénario 2



Horizon temporel :

2030 ▼



Territoire de simulation

Type de territoire :

territoire administratif ▼

Echelle de territoire :

commune ▼

Territoire :



Paramétrage des scénarios

Paramétrage des scénarios

Mode de saisie : sur l'ensemble du territoire ▼

 Population	2012 i	tendancier 2030	Scénario croissance soutenue		Scenarion croissance timide	
Nombre d'habitants	1 331 810 hab.	1 453 730 hab. (+9%)	1550000	(+16%)	1420000	(+7%)
Revenu fiscal déclaré médian par unité de consommation	22 019 €/UC		26000	(+18%)	23000	(+4%)
Part de ménages dont le référent est diplômé BAC+3 et plus	25,68 %		27	(+5%)	25,68	(+0%)
 Logements	2012 i	tendancier 2030	Scénario croissance soutenue		Scenarion croissance timide	
Nombre d'habitants par logement	2,32 hab./lgt.	2,14 hab./lgt. (-8%)	2,1	(-9%)	2,2	(-5%)
Part de maisons	59,62 %		55	(-8%)	57	(-4%)
Emprise au sol des logements collectifs par habitant	18,28 m ² /hab.		17	(-7%)	18,28	(+0%)
Superficie de jardins privés par habitant	65,15 m ² /hab.		60	(-8%)	65,15	(+0%)
 Activités économiques	2012 i	tendancier 2030	Scénario croissance soutenue		Scenarion croissance timide	
Nombre d'emplois par habitant	0,337 emp./hab.		0,4	(+19%)	0,35	(+4%)
Part des emplois du secteur hôtel café restaurant	4,1 %		3,5	(-15%)	4,1	(+0%)
Superficie des espaces d'activités économiques par habitant	54,5 m ² /hab.		56,5	(+4%)	54,8	(+1%)

Paramétrage des scénarios (suite)

 Equipements		2012 <i>i</i>	tendanciel 2030	Scénario croissance soutenue	Scenarion croissance timide
Superficie d'équipements par habitant		21,57 m ² /hab.		23 <input type="text"/> (+7%)	21,57 <input type="text"/> (+0%)
 Eau		2012 <i>i</i>	tendanciel 2030	Scénario croissance soutenue	Scenarion croissance timide
Prix	 <i>i</i>	100 (base 100)		120 <input type="text"/> (+20%)	110 <input type="text"/> (+10%)
Baisse tendancielle des consommations d'eau (effet temps) <i>i</i>	<i>i</i>	100 (base 100)	88,8 (base 100) (-11%)	96 <input type="text"/> (-4%)	94 <input type="text"/> (-6%)

Résultats de la simulation

Résultats de la simulation

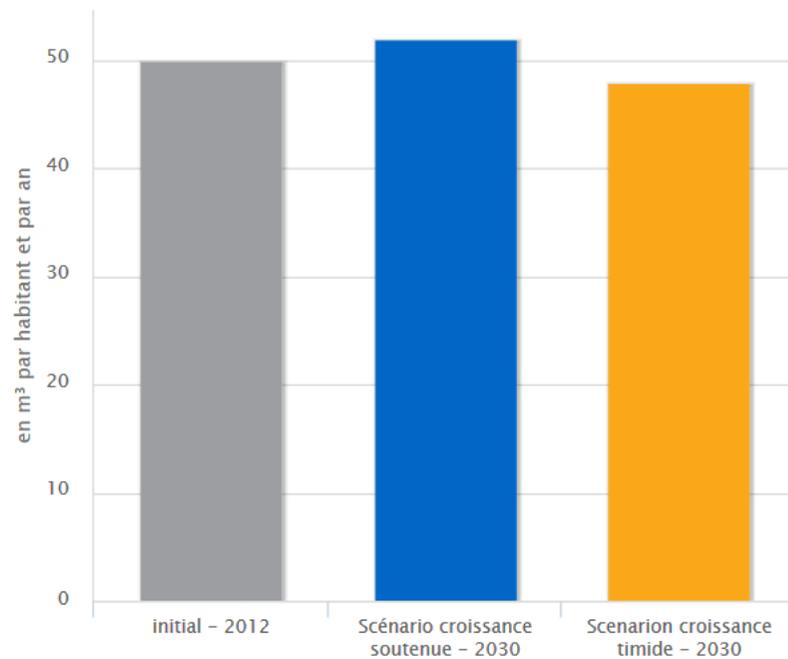
Indicateur à visualiser :

Consommation d'eau totale rapportée au nombre d'habitant ▼

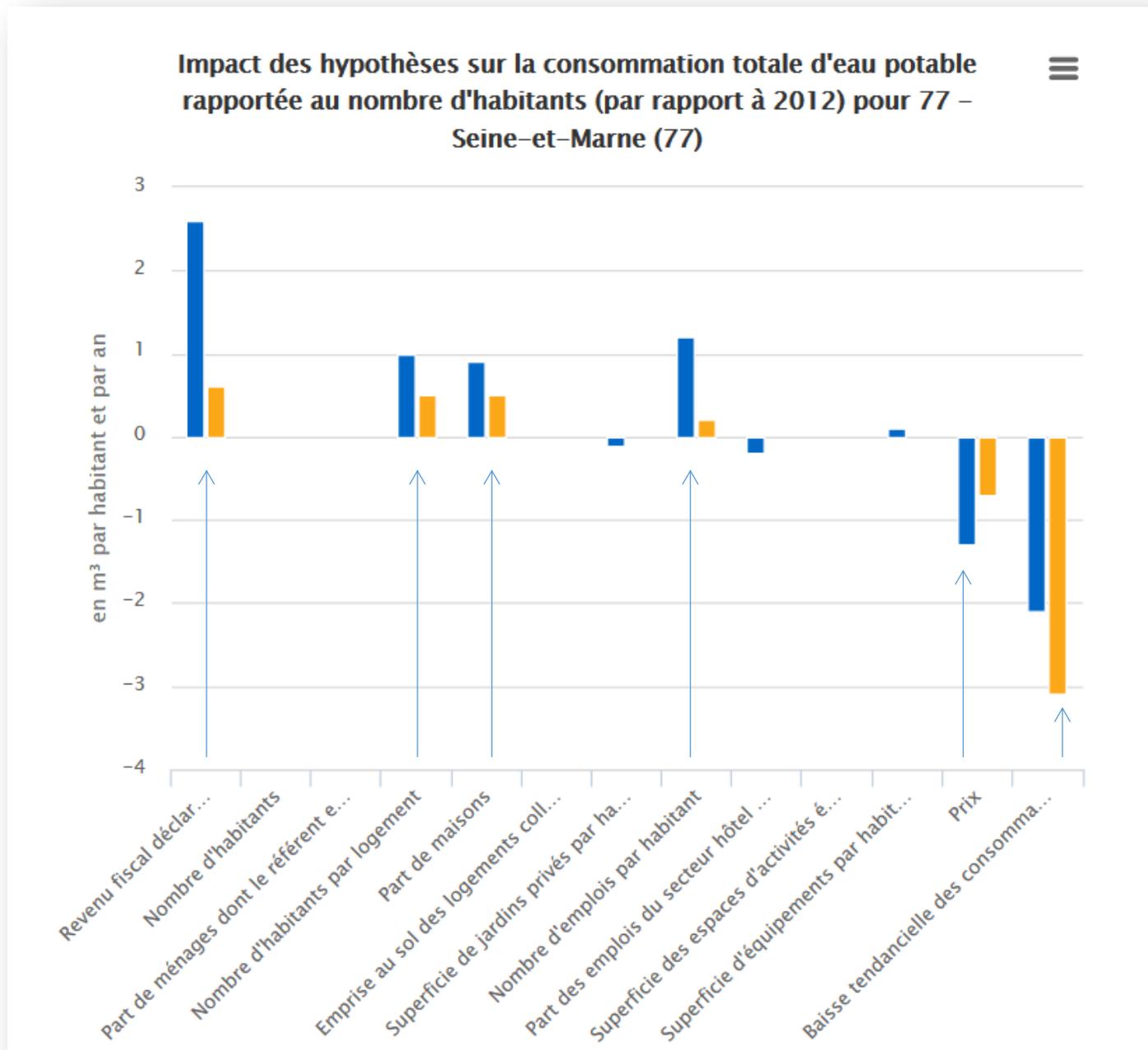
Territoire :

77 - Seine-et-Marne (77) ▼

Consommation d'eau potable rapportée au nombre d'habitants pour 77 - Seine-et-Marne (77)



Résultats (2/5)



Résultats (3/5)

Pour 77 - Seine-et-Marne (77)

	initial - 2012	Scénario croissance soutenue - 2030	Scenarion croissance timide - 2030
Consommation totale d'eau potable rapportée au nombre d'habitants (m³/habitant.an)	50 ±7	52 ±8 (+4%)	48 ±7 (-4%)
<i>Impact des hypothèses sur la consommation totale d'eau potable rapportée au nombre d'habitants par rapport à 2012</i>			
Revenu fiscal déclaré médian par unité de consommation	-	2,6 m ³ /hab.an	0,6 m ³ /hab.an
Nombre d'habitants	-	0,0 m ³ /hab.an	0,0 m ³ /hab.an
Part de ménages dont le référent est diplômé BAC+3 et plus	-	0,0 m ³ /hab.an	0,0 m ³ /hab.an
Nombre d'habitants par logement	-	1,0 m ³ /hab.an	0,5 m ³ /hab.an
Part de maisons	-	0,9 m ³ /hab.an	0,5 m ³ /hab.an
Emprise au sol des logements collectifs par habitant	-	0,0 m ³ /hab.an	0,0 m ³ /hab.an
Superficie de jardins privés par habitant	-	-0,1 m ³ /hab.an	0,0 m ³ /hab.an
Nombre d'emplois par habitant	-	1,2 m ³ /hab.an	0,2 m ³ /hab.an
Part des emplois du secteur hôtel café restaurant	-	-0,2 m ³ /hab.an	0,0 m ³ /hab.an
Superficie des espaces d'activités économiques par habitant	-	0,0 m ³ /hab.an	0,0 m ³ /hab.an
Superficie d'équipements par habitant	-	0,1 m ³ /hab.an	0,0 m ³ /hab.an
Prix	-	-1,3 m ³ /hab.an	-0,7 m ³ /hab.an
Baisse tendancielle des consommations d'eau (effet temps)	-	-2,1 m ³ /hab.an	-3,1 m ³ /hab.an
Total :	-	2,0 m³/hab.an	-2,0 m³/hab.an

Note : l'incertitude des résultats est associée à un intervalle de confiance de 90%. **i**

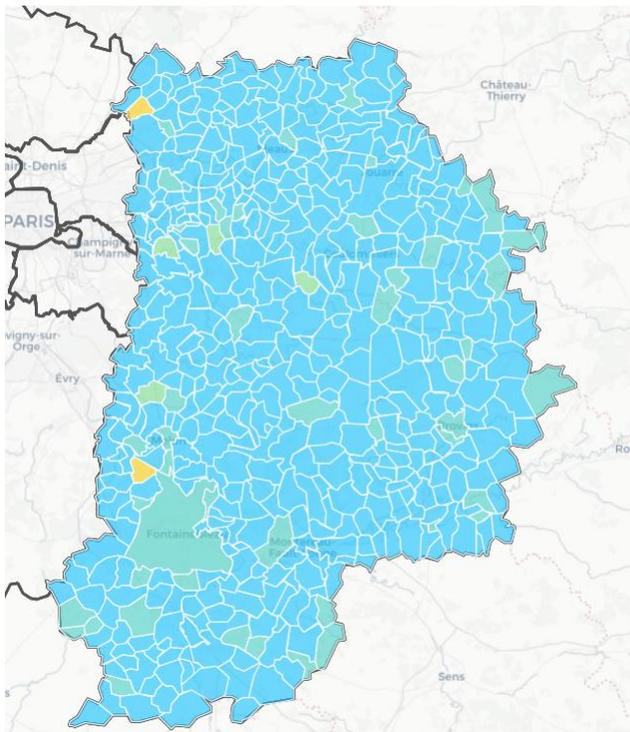
Résultats (4/5)

Détail par commune de la consommation totale d'eau potable rapportée au nombre d'habitant (m³/habitant.an)

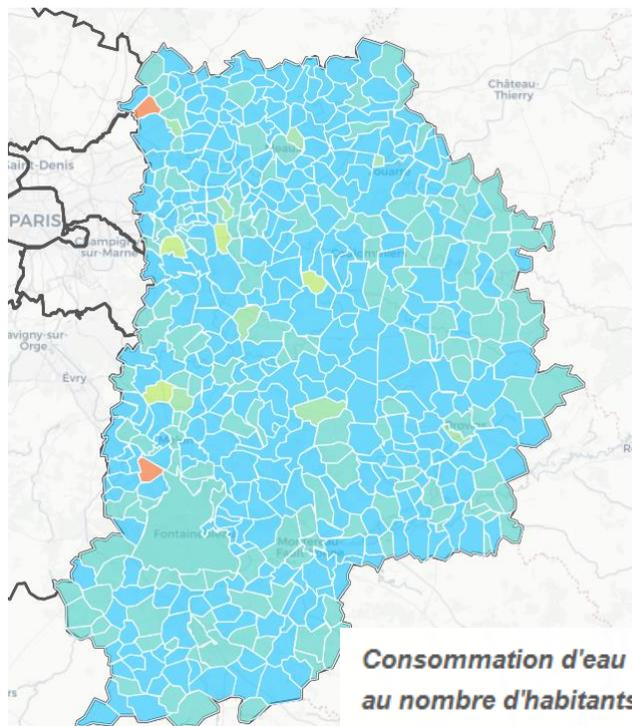
	initial - 2012	Scénario croissance soutenue - 2030	Scenarion croissance timide - 2030
77 - Seine-et-Marne (77)	50 ±7	52 ±8 (+4%)	48 ±7 (-4%)
Achères-la-Forêt (77001)	43 ±8	47 ±8 (+10%)	42 ±7 (-2%)
Amillis (77002)	65 ±14	67 ±15 (+4%)	63 ±14 (-3%)
Amponville (77003)	46 ±10	49 ±11 (+7%)	45 ±10 (-2%)
Andrezel (77004)	54 ±12	57 ±12 (+6%)	53 ±11 (-2%)
Annet-sur-Marne (77005)	46 ±8	50 ±9 (+9%)	45 ±8 (-2%)
Arbonne-la-Forêt (77006)	47 ±10	50 ±11 (+7%)	46 ±10 (-2%)
Argentières (77007)	45 ±10	48 ±11 (+8%)	44 ±10 (-1%)
Armentières-en-Brie (77008)	24 ±4	29 ±5 (+17%)	25 ±4 (+1%)
Arville (77009)	68 ±15	71 ±16 (+5%)	66 ±14 (-3%)
Aubepierre-Ozouer-le-Repos (77010)	47 ±10	50 ±11 (+7%)	46 ±10 (-2%)

Résultats (5/5)

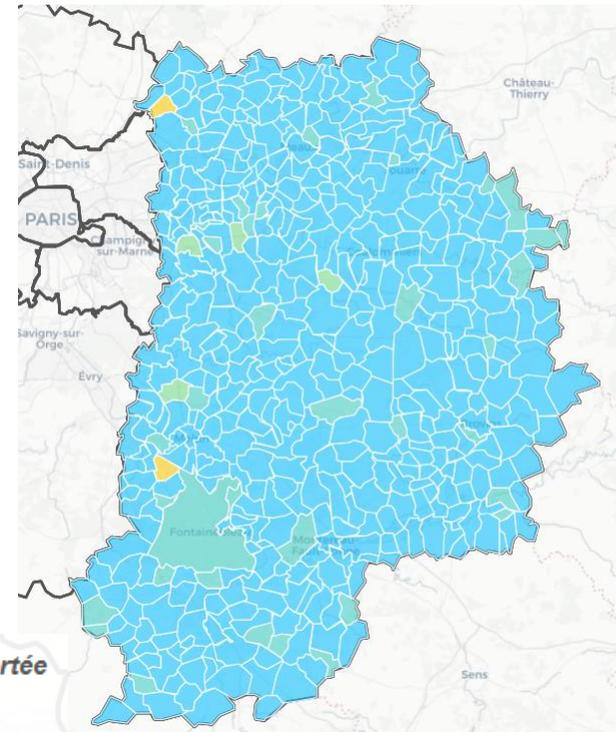
Situation actuelle



Scénario croissance soutenue



Scénario croissance timide



**Consommation d'eau rapportée
au nombre d'habitants (en
m³/hab.an)**

