



# Prévision de la demande par quartier à Hambourg

Oliver Schulz & Stefan Liehr

en coopération avec HAMBURG WASSER et ifo Institute Munich

[schulz@isoe.de](mailto:schulz@isoe.de)   [liehr@isoe.de](mailto:liehr@isoe.de)   [www.isoe.de](http://www.isoe.de)

Séminaire « Prévoir l'évolution de la demande en eau potable à long terme: enjeux, méthodes et pratiques en France et à l'international » de BRGM & AFB

Vincennes, 14 décembre 2017



# Plan de la présentation

1. Introduction – ISOE et projets de recherche sur l'eau
2. Prévion de la demande en eau à Hambourg
  - Situation actuelle et exigences de la prévision
  - Concept du modèle de prévision
  - Données et méthodes
  - Modèle de prévision
  - Résultats
3. Résumé et perspectives

# 1. Introduction

## ISOE et projets de recherche sur l'eau



Source: ISOE





## Organisation

- Fondé en 1989 en tant qu'entreprise à but non lucratif, engagé dans la **recherche pour la durabilité** en Allemagne
- ISOE a actuellement 50 employés, dont 36 en capacité de chercheurs.
- Financement : **projets sur fonds publics, contrats avec l'industrie, les collectivités ou associations**, financement institutionnel de la part de l'état de Hesse

## Approche de recherche et production

- Projets de recherche **interdisciplinaires/transdisciplinaires** : mise en commun des points de vue des sciences sociales et naturelles et intégration de l'expérience et expertise de partenaires professionnels.
- ISOE fournit des connaissances pour la prise de décision et des **concepts pour le futur à destination des décisionnaires, de la société civile et des entreprises/industries** – au niveau régional et international

# Projets de recherche sur l'eau et les infrastructures à l'ISOE



## Thématiques des projets (sélection)

- Prévisions de la demande en eau (Allemagne, Europe centrale, Inde)
  - [Hambourg I: → 2030 \(en 2007\)](#)   [Hambourg II: → 2045 \(en 2014\)](#)   [[Hambourg III: → 2050 \(en 2018\)](#)]
- Technologies innovantes pour les infrastructures d'eau urbaine (Allemagne, Chine, Inde)
- Gestion intégrée des ressources en eau (Afrique du Sud, Iran)
- Implémentation de la Directive Cadre sur l'Eau européenne (Allemagne)

## Tâches de l'ISOE dans le cadre des projets (sélection)

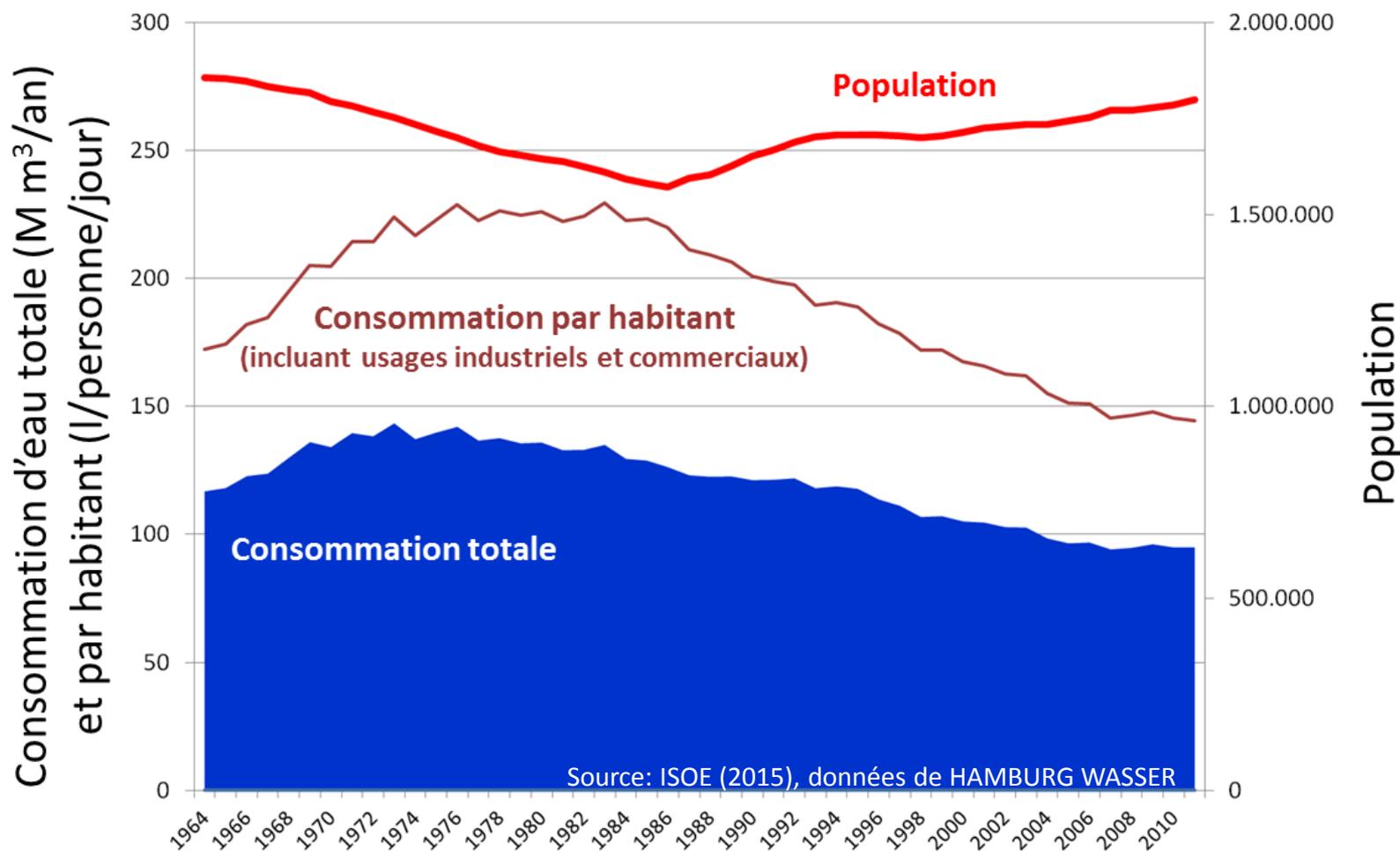
- Développement de modèles
- Participation, gestion de la coopération, évaluation

## 2. Prévision de la demande en eau   Hambourg

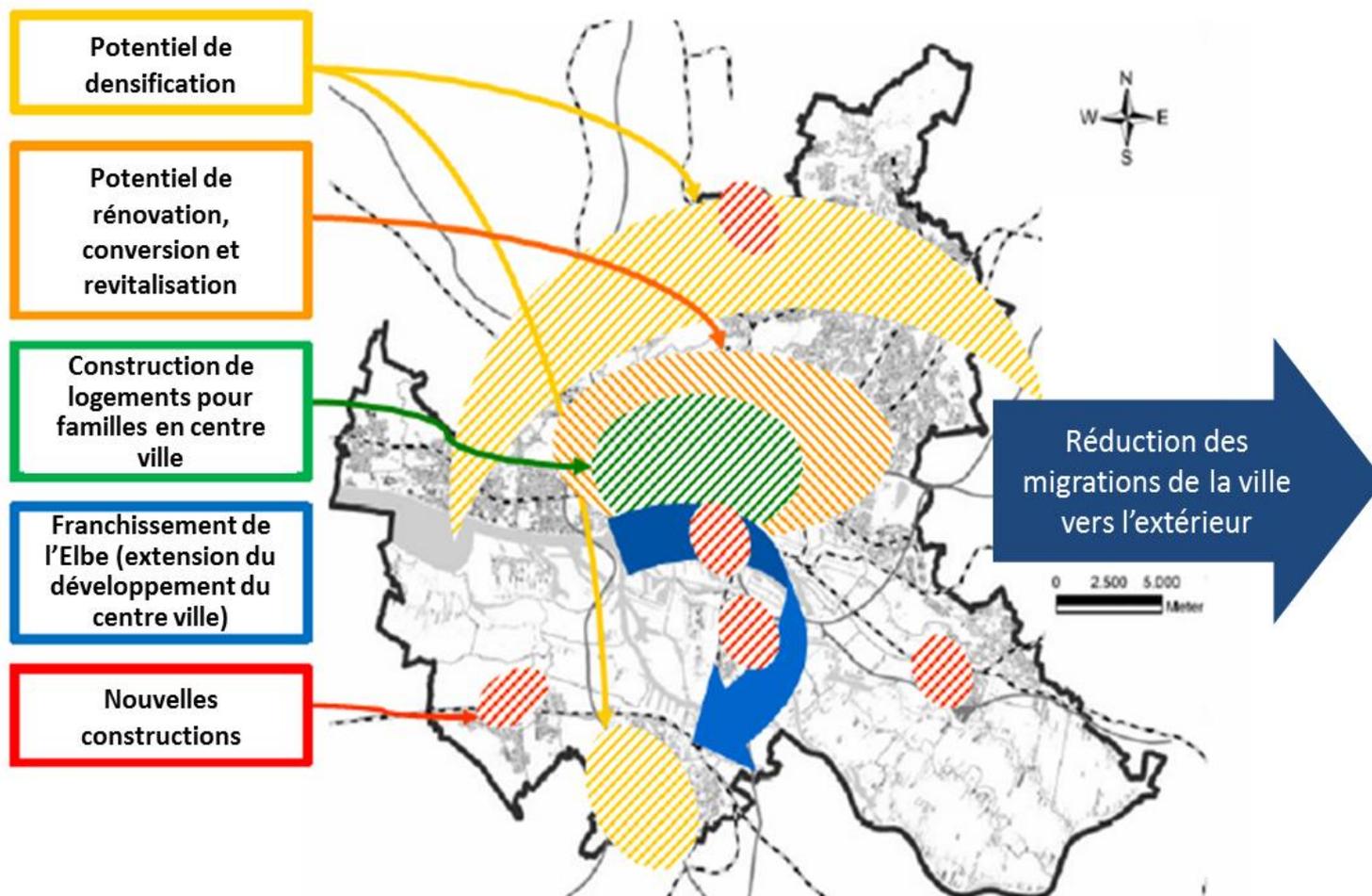


Source: PantherMedia – Hackman

# Historique de l'approvisionnement en eau et de l'évolution démographique à Hambourg depuis 1964



# Hypothèses d'évolution de l'aménagement urbain de Hambourg



Source: Ville de Hambourg (Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt Hamburg, 2007) adapté de ISOE (2015)



# Exigences de la prévision

La prévision devait répondre aux exigences suivantes :

## Résultat de la prévision

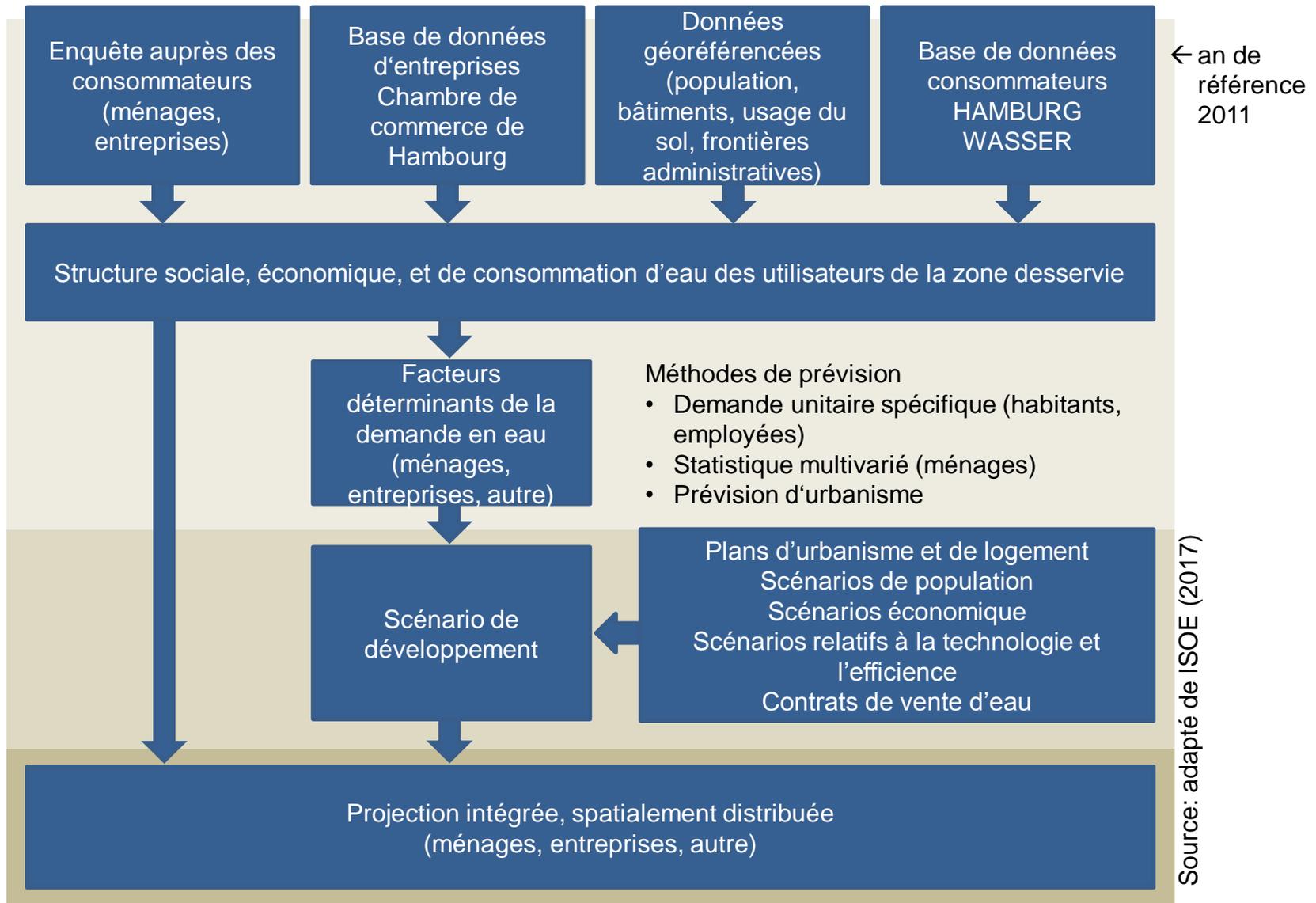
- Intégrer tous les types d'usages
- Différentiation par quartier et municipalités avoisinantes
- Produire des résultats de qualité, pour nourrir les processus de réglementation de l'eau et de gestion interne à HAMBURG WASSER

## Modèle de prévision

- Représentation des principaux facteurs déterminants et tendances, en incluant les économies d'eau
- Transparence de la méthode et du modèle, et documentation
- Facile d'utilisation, mise à jour gérable par les services d'eau



# Concept et approche de la prévision



# Analyse statistique multivariée des facteurs déterminants



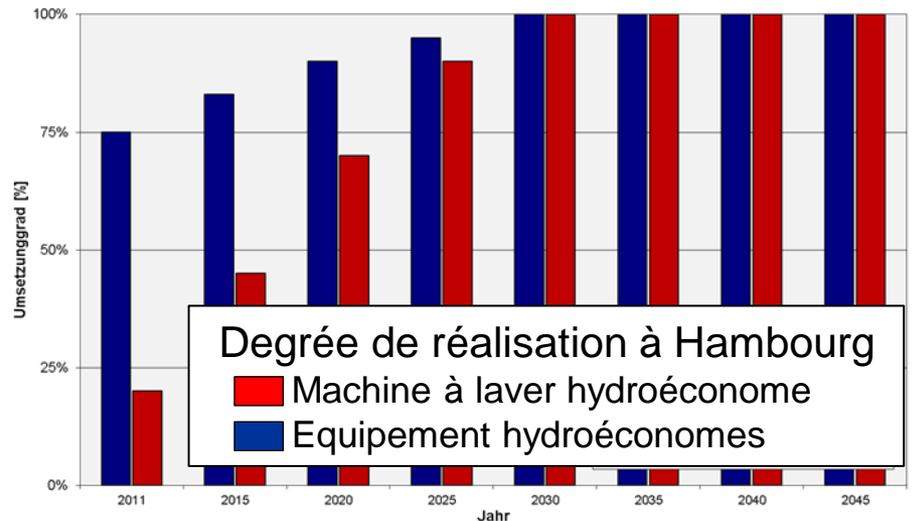
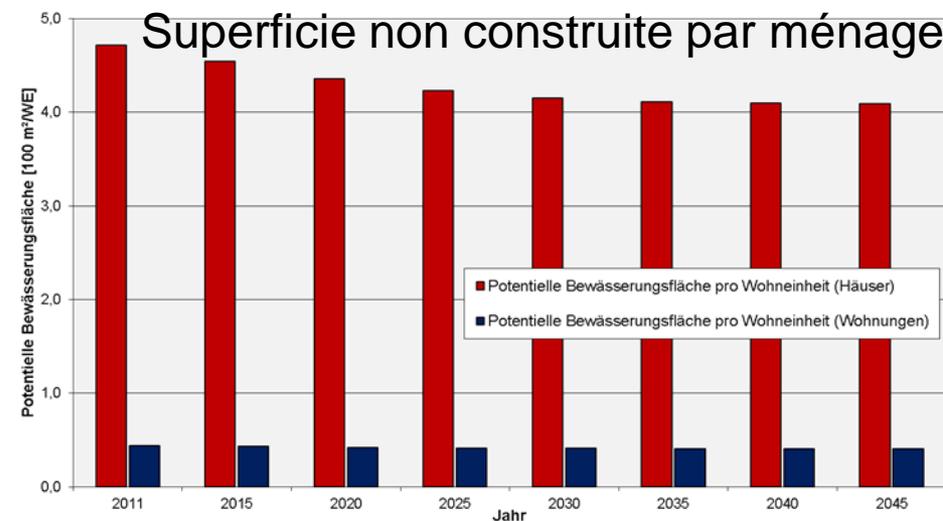
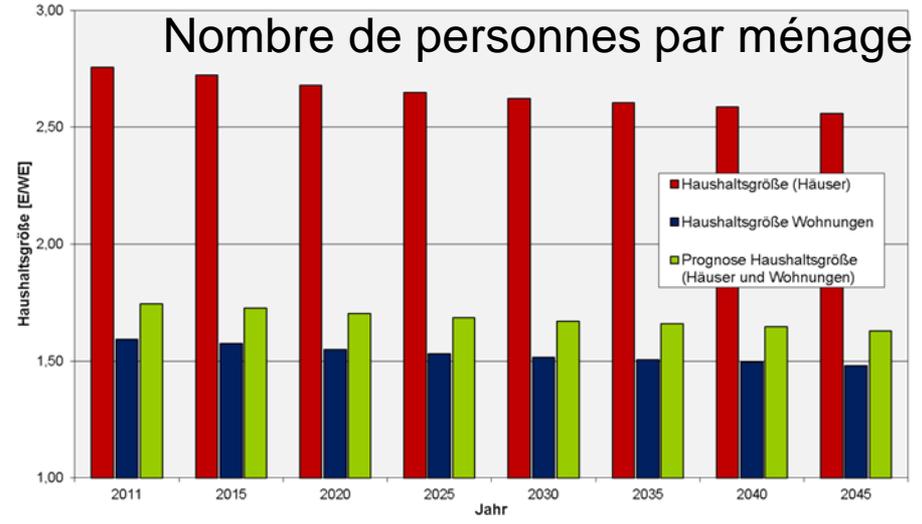
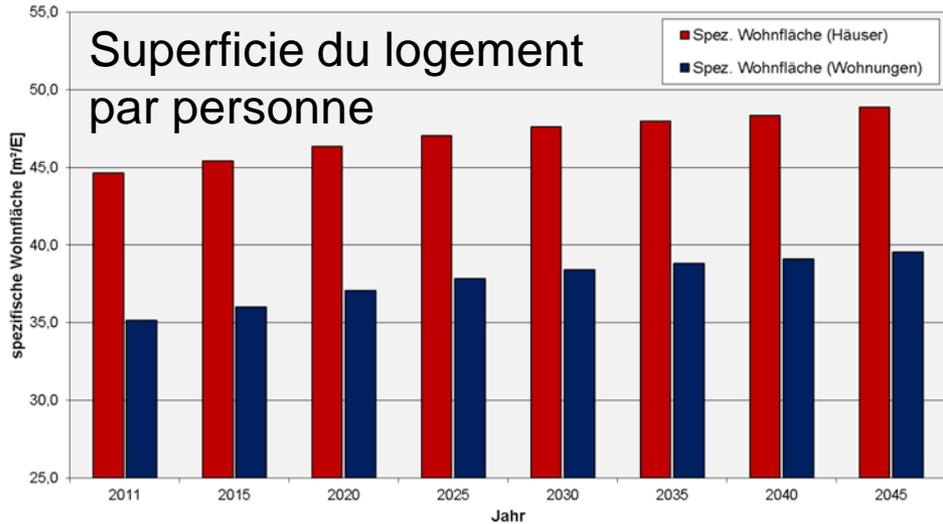
	Facteurs déterminants	Coefficients (m <sup>3</sup> /personne/an par unité de facteur)
Base de données géoréférencée	Nombre de personnes par ménage	-2,44 (habitat individuel); -2,33 (habitat collectif)
	Superficie du logement (m <sup>2</sup> /personne)	0,16 (individuel); 0,11 (collectif)
	Superficie non construite	0,45 m <sup>3</sup> /100m <sup>2</sup> (individuel)
Enquêtes auprès des ménages	Adoption d'équipements hydroéconomes Machines à laver hydroéconomes	-8,1 -1,4 (scénario 4 :-2,2)
	Comportement économe en eau	-2,7 (seulement scénario 4)
Données météorologiques	Température	Augmentation jusqu'à 0,4 % de demande totale en 2045
	Précipitations	-0,01 (négligeable)

Source: adapté de ISOE (2015)

# Estimation de l'évolution des facteurs déterminants à Hamburg 2011-2050



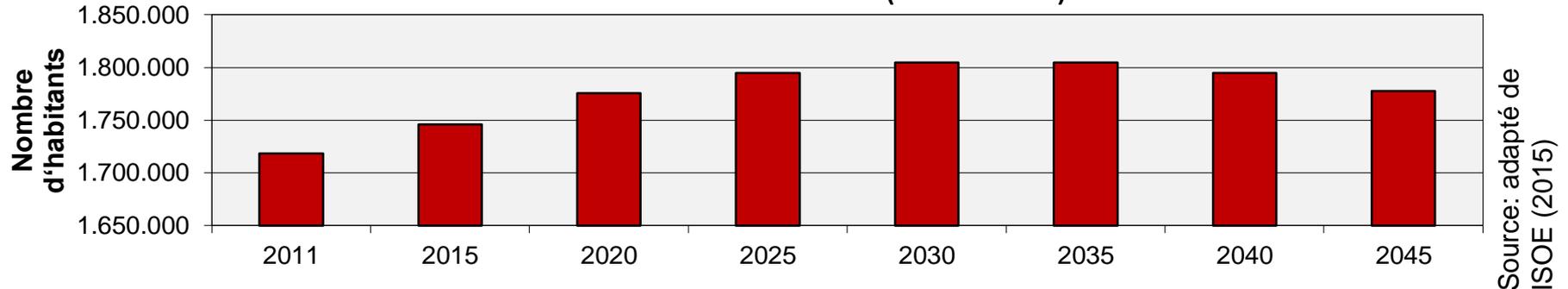
- Habitat individuel
- Habitat collectif



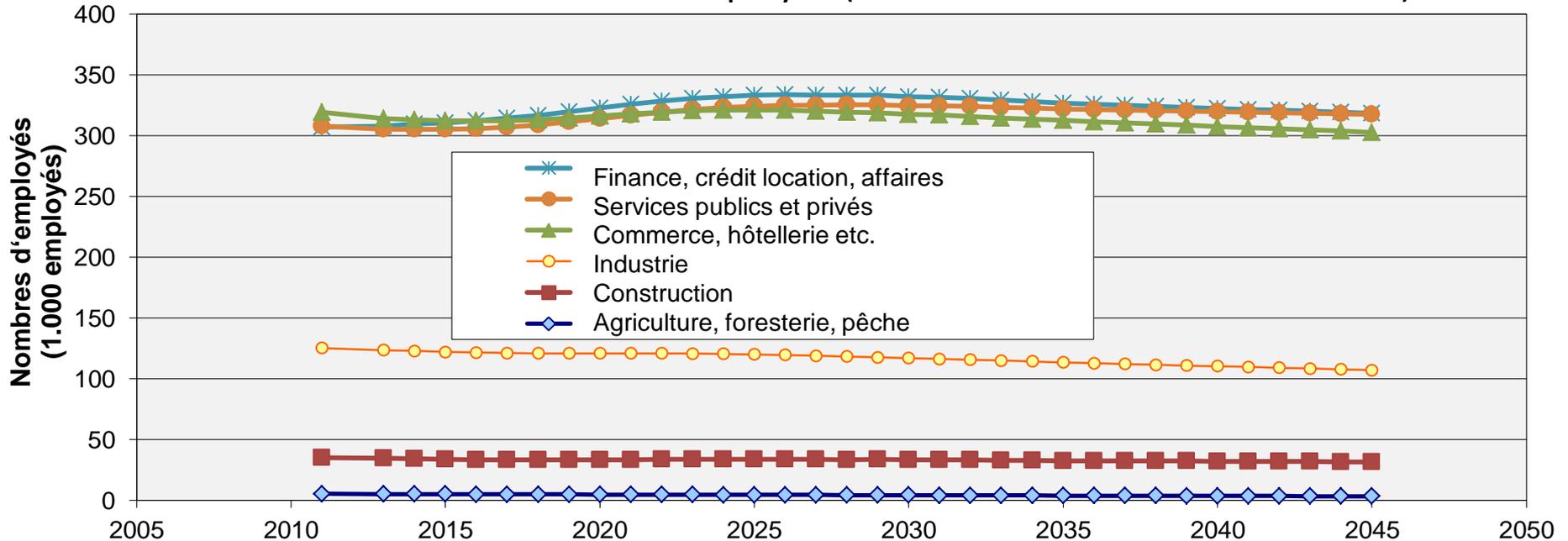
# Scénarios d'évolution du nombre d'habitants et d'employés à Hambourg (2011-2045)



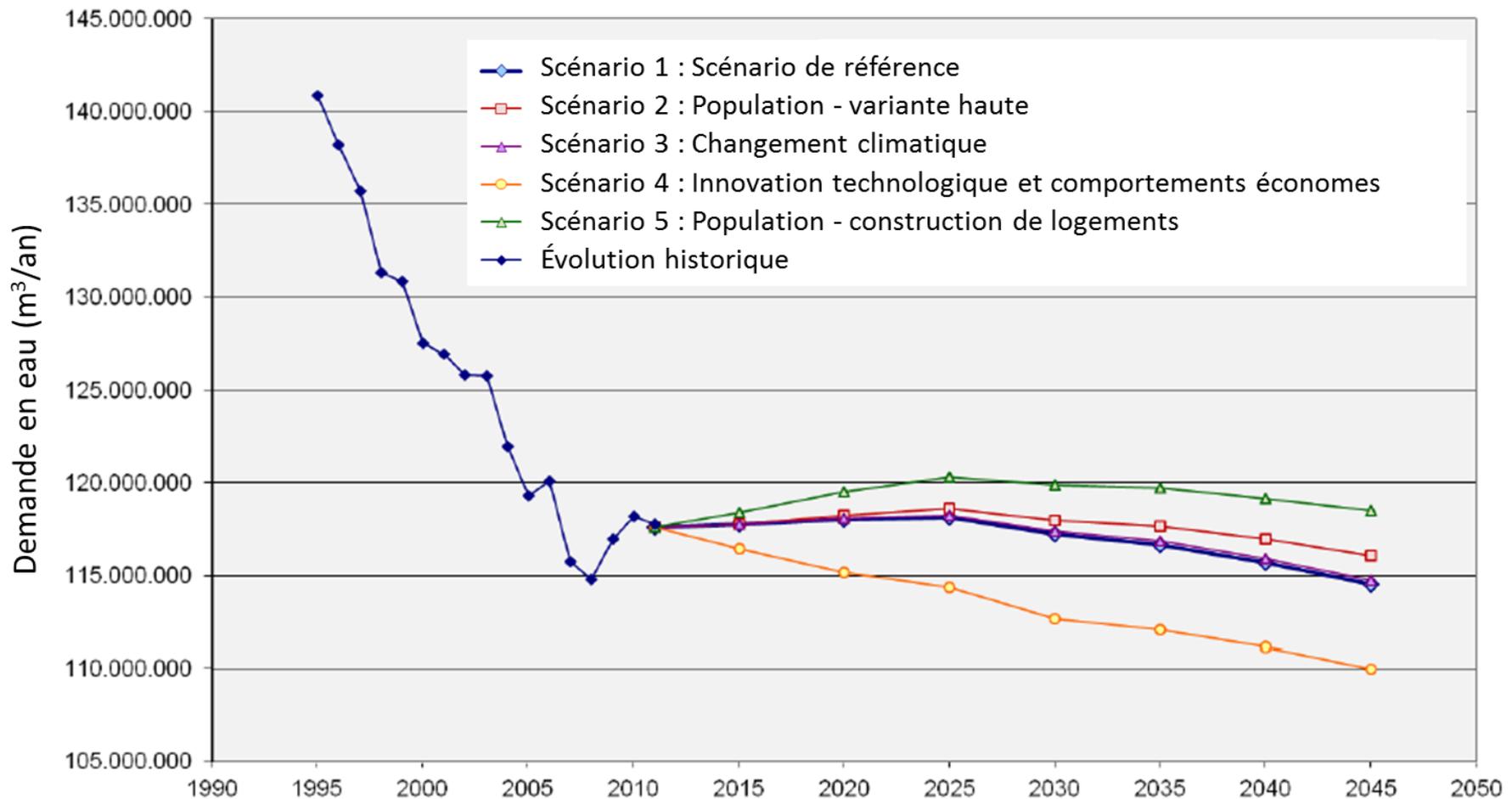
Scénario du futur nombre d'habitants (référence)



Scénario du futur nombre d'employés (secteurs industriel et commercial)

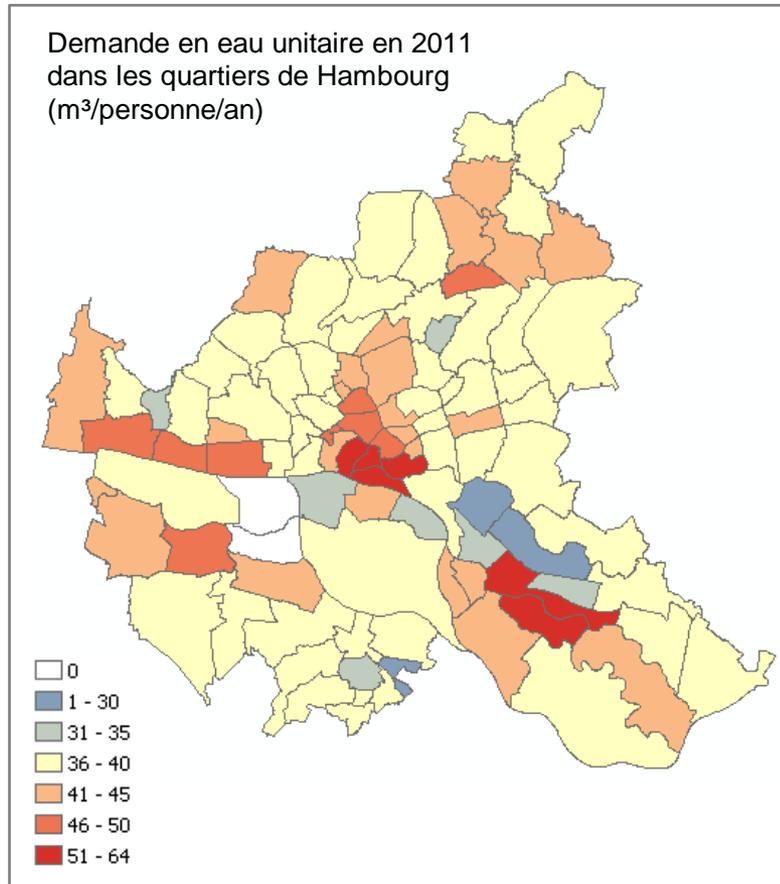


# Résultats des scénarios pour la zone desservie par Hamburg Wasser

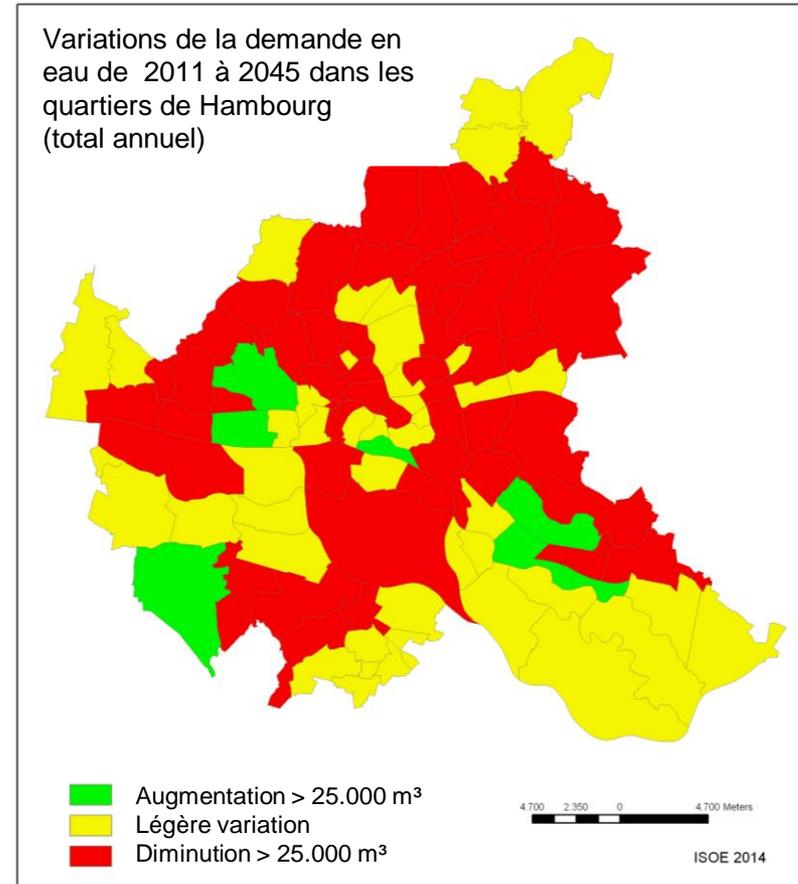


Source: adapté de ISOE (2015)

# Résultats spatialement distribués pour Hambourg (scénario de référence)



Sources: Hamburg Wasser (2012), Statistikamt Nord (2012)



Source: adapté de ISOE (2015)



### 3. Résumée et perspectives

HWW - Water demand forecast 2030						
	State 2005	2010	2015	Forecast 2020	2025	2030
<b>Active Scenario: Scenario 1: Reference Scenario</b>						
<b>Water demand</b>						
	[m³/a]	[m³/a]	[m³/a]	[m³/a]	[m³/a]	[m³/a]
City of Hamburg	96.477.728	95.364.507	94.152.427	93.774.205	93.239.941	92.799.088
Households	71.552.143	70.214.517	68.679.329	67.936.254	67.179.370	66.480.864
Industry	2.544.424	2.555.057	2.505.428	2.469.501	2.435.568	2.423.971
Commercial	18.506.140	18.768.113	19.160.987	19.570.435	19.819.443	20.073.240
Public institutions	2.478.579	2.430.378	2.410.241	2.401.573	2.409.118	2.424.570
Others	1.396.442	1.396.442	1.396.442	1.396.442	1.396.442	1.396.442
Urban hinterland municipalities	9.682.227	9.427.429	9.236.946	9.172.316	8.957.646	8.778.069
Households	8.005.988	7.752.942	7.551.103	7.473.074	7.270.991	7.102.500
Industry	237.265	223.448	212.664	202.776	188.311	175.420
Commercial	1.183.877	1.197.421	1.220.787	1.245.267	1.242.955	1.240.914
Public institutions	230.957	229.478	228.252	227.059	231.249	235.095
Others	24.140	24.140	24.140	24.140	24.140	24.140
Re-distributors	3.348.000	3.882.000	3.882.000	3.882.000	3.882.000	3.882.000
<b>Sum of total water delivery</b>	<b>109.507.955</b>	<b>108.673.937</b>	<b>107.271.373</b>	<b>106.828.521</b>	<b>106.079.587</b>	<b>105.459.157</b>
Corridor for dry and wet years (+/-)	5.475.398	5.433.697	5.363.569	5.341.426	5.303.979	5.272.958
Own requirements & Losses	9.795.000	8.649.464	8.649.464	8.649.464	8.649.464	8.649.464
Own requirements	5.232.000	3.877.346	3.877.346	3.877.346	3.877.346	3.877.346
Losses of pipeline network	4.563.000	4.772.118	4.772.118	4.772.118	4.772.118	4.772.118
<b>Sum of raw water volume</b>	<b>119.302.955</b>	<b>117.323.401</b>	<b>115.920.837</b>	<b>115.477.986</b>	<b>114.729.051</b>	<b>114.108.621</b>
<b>Water demand without own requirements &amp; losses</b>						
Supply zone Center	29.786.502	29.529.506	29.249.008	29.227.455	29.072.597	28.949.238
Supply zone North-East	30.040.816	30.222.463	29.728.602	29.539.112	29.239.404	28.960.815
Supply zone South	14.127.694	14.152.636	14.129.859	14.205.299	14.222.545	14.258.771
Supply zone West	35.552.943	34.769.332	34.163.905	33.856.655	33.545.042	33.290.333
<b>Sum of total supply area</b>	<b>109.507.955</b>	<b>108.673.937</b>	<b>107.271.373</b>	<b>106.828.521</b>	<b>106.079.587</b>	<b>105.459.157</b>
<b>Population</b>						
	[Inhabitants]	[Inhabitants]	[Inhabitants]	[Inhabitants]	[Inhabitants]	[Inhabitants]
City of Hamburg	1.743.627	1.778.436	1.795.641	1.803.996	1.800.117	1.790.171
Urban hinterland municipalities	182.758	183.829	184.823	185.817	182.523	179.229
<b>Specific water demand</b>						
	[m³/Inh/a]	[m³/Inh/a]	[m³/Inh/a]	[m³/Inh/a]	[m³/Inh/a]	[m³/Inh/a]
Households in City of Hamburg	41,04	39,48	38,25	37,66	37,32	37,14
Households in urban hinterland Mun.	43,81	42,17	40,86	40,22	39,84	39,63
Total in City of Hamburg	55,33	53,62	52,43	51,98	51,80	51,84

Sorties du modèle : table

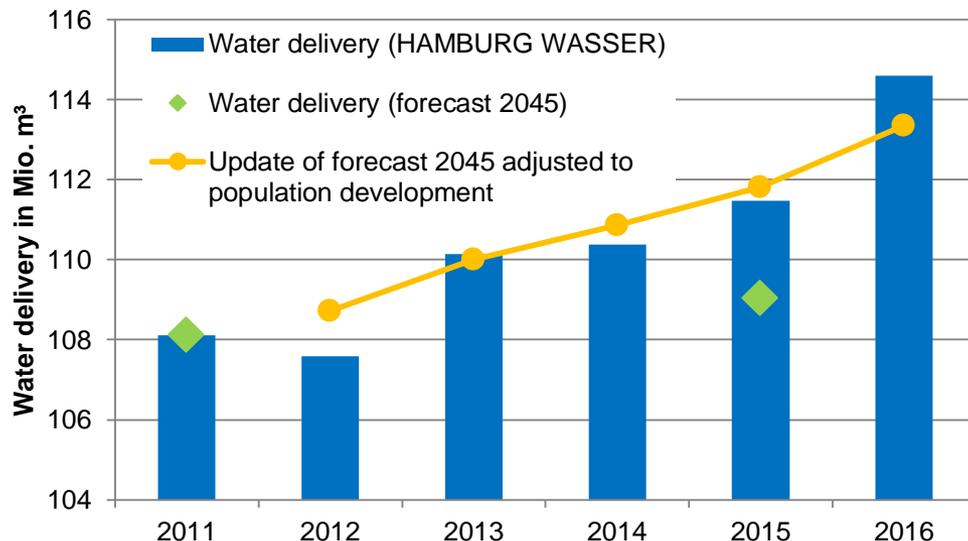
Source: adapté de ISOE (2008)

# Défis de la prévision et mise à jour par Hamburg Wasser



## Situation actuelle à Hambourg

- Augmentation de population plus importante que prévu par les scénarios officiels (migrations nationales et internationales)
  - L'augmentation de la consommation est plus importante que prévue dans l'exercice de prévision précédent (« prévision 2045 »)
- Ajustement nécessaire pour appliquer le modèle à la gestion de l'eau (prévisions de financement, développement d'infrastructure)



**Volumes effectivement délivrés (Hamburg Wasser)**

**Prévision précédente**

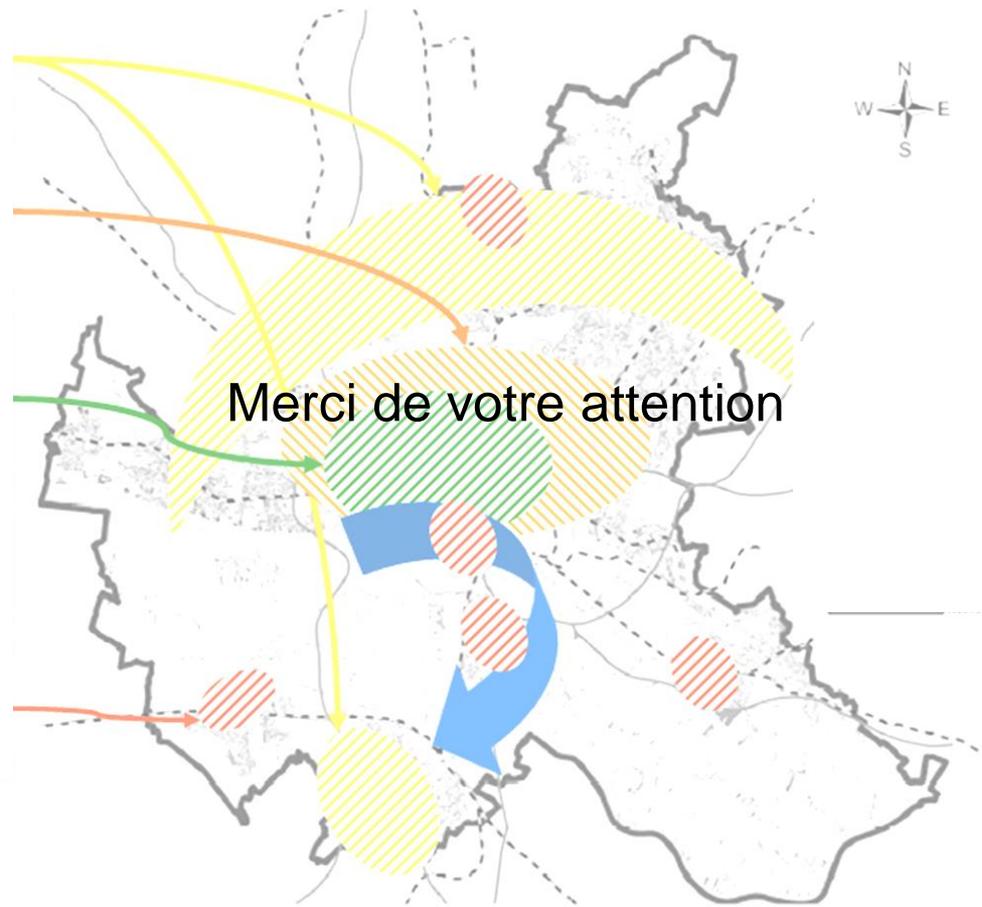
**Mise à jour de la prévision précédente pour prendre en compte la croissance démographique imprévue**

Source: adapté de ISOE (2017)



# Le modèle de Hambourg

- Analyse et prévision spatialisées par quartiers de la ville et zones d'approvisionnement en eau → avantage pour la planification des réseaux d'eau potable
- Approche comparative (changements dans le futur par rapport à la situation actuelle)
- Le modèle de prédiction intègre des données relatives à la socio-économie, la démographie et l'urbanisme
- Les scénarios permettent de considérer différents futurs possibles
- L'approche et le développement du modèle mettent à profit toutes les données spatiales disponibles
- Structure modulaire du modèle, adaptable à d'autres régions
- HAMBURG WASSER met à jour la prévision en interne, avec les nouvelles données disponibles, et utilise les résultats pour la planification de la gestion de l'eau
- Mise à jour de la structure du modèle et de la consommation spécifique → nouvelle prévision planifiée (2018)



# Sources

## ISOE (2015)

Liehr, S., Schulz, O., Kluge, T., Sunderer, G. & J. Wackerbauer (2015):  
Wasserbedarfsprognose für Hamburg und Umland bis 2045. ISOE Studientexte 24.  
Institut für sozial-ökologische Forschung, Frankfurt am Main. 144 pages (en allemand)  
<http://www.isoe.de/fileadmin/redaktion/ISOE-Reihen/st/st-24-isoe-2015.pdf>

## ISOE (2017)

Schulz, O., Liehr, S. & J. Grossmann (2017): Das Prognosemodell für den Wasserbedarf  
von Hamburg. energie | wasser-praxis 8/2017, pp. 58-63 (en allemand)