



UNIVERSITÉ
TOULOUSE III
PAUL SABATIER



Université
Gustave Eiffel

Calage multi-bassins versants du modèle hydrologique TEB-Hydro à l'échelle du Grand Paris : mise en œuvre et évaluation

Emilie Bernard^{1,2}, Katia Chancibault¹, Cécile de Munck², Alexandra Mosset¹

¹Université Gustave Eiffel/GERS/LEE

²Centre National de Recherches Météorologiques



Plan

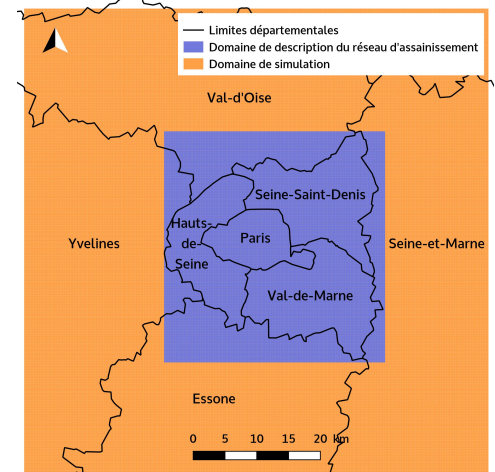
Contexte

1. Le modèle hydrologique TEB-Hydro
2. Qualification des observations
3. Classification des bassins versants
4. Méthode de calage
5. Evaluation du modèle

Conclusion

Contexte

Sujet de thèse : Réponse hydro-climatique de Paris et sa petite couronne au climat futur

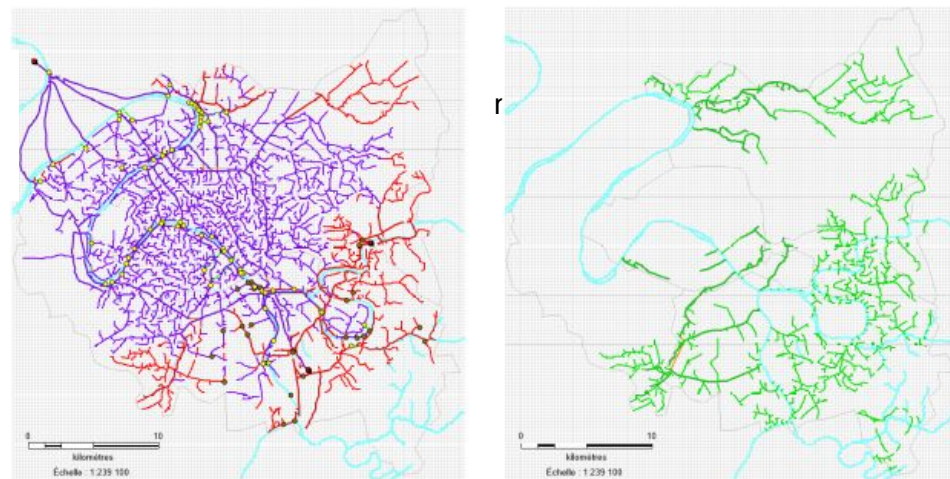


Contexte

Sujet de thèse : Réponse hydro-climatique de Paris et sa petite couronne au climat futur

Réseau d'assainissement urbain (PIREN-Seine Phase VII, 2015-2019) — **Réseau d'assainissement reconstruit avec TOHR**

— combined network — waste water network — stormwater network



(PIREN-Seine Phase VII, 2015-2019, Chancibault et al., 2019)

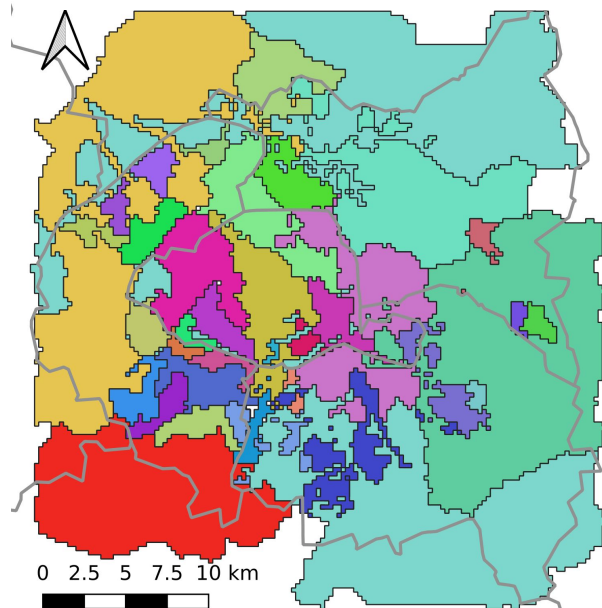
Contexte

Sujet de thèse : Réponse hydro-climatique de Paris et sa petite couronne au climat futur

Bassins versants déterminés avec TOHR

Réseau d'assainissement urbain (PIREN-Seine Phase VII, 2015-2019)

39 bassins versant (THOR, the Tool for Hydrographic network Reconstruction, Lotfi et al., 2016)



Contexte

Sujet de thèse : Réponse hydro-climatique de Paris et sa petite couronne au climat futur

Bassins versants déterminés avec TOHR

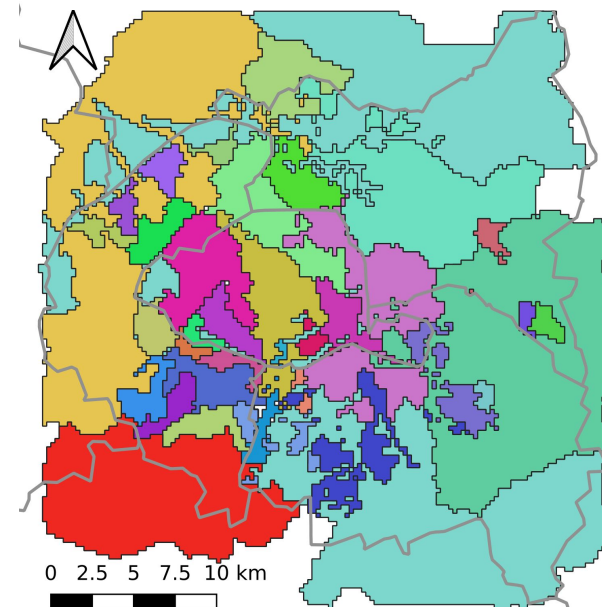
Réseau d'assainissement urbain (PIREN-Seine Phase VII, 2015-2019)

39 bassins versant (THOR, the Tool for Hydrographic network Reconstruction, Lotfi et al., 2016)

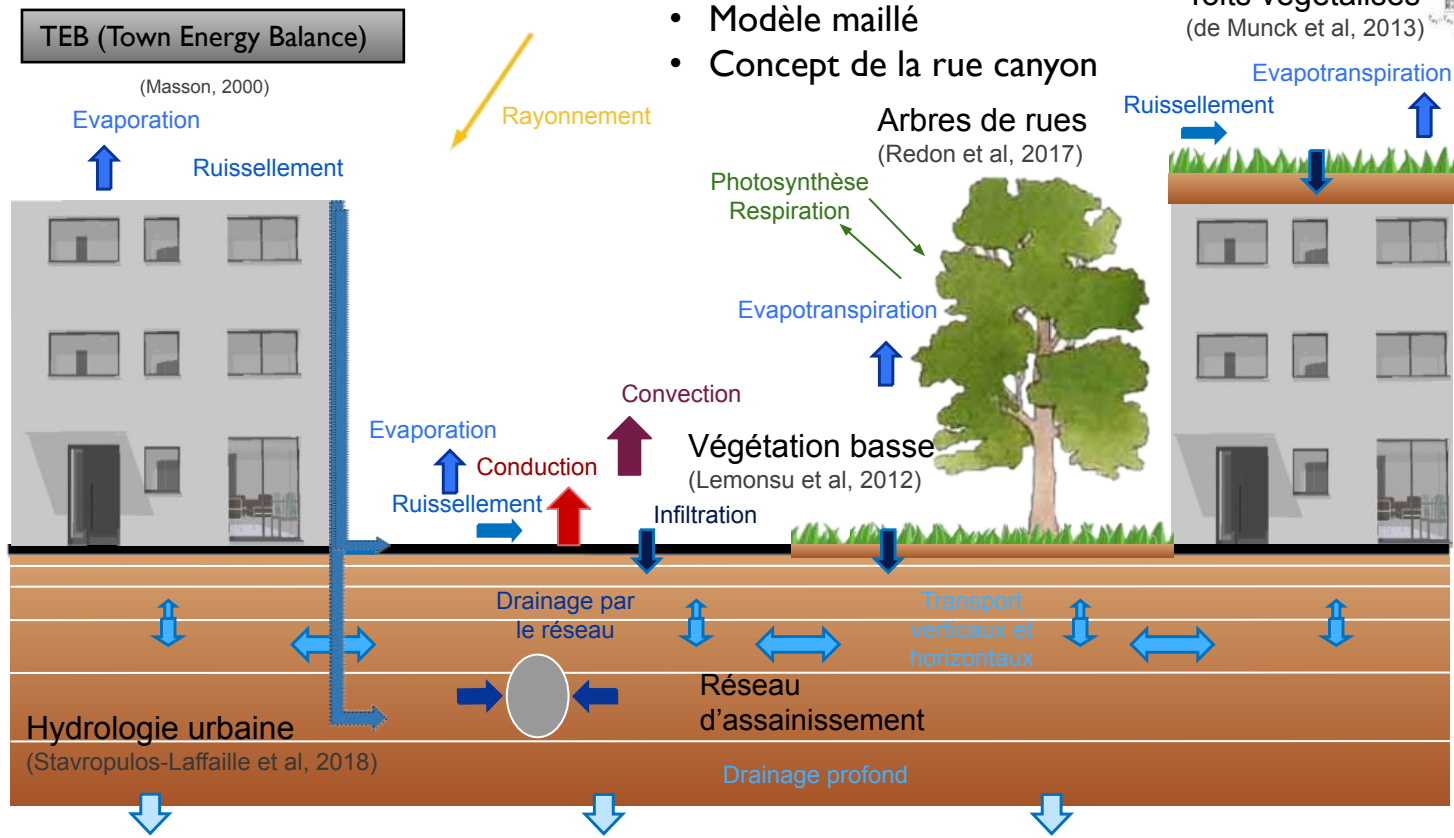
Objectif : Caler le modèle TEB-Hydro sur l'ensemble du domaine

Défis :

- Taille du domaine
- Nombreux bassins versants urbains
- Observations disponibles



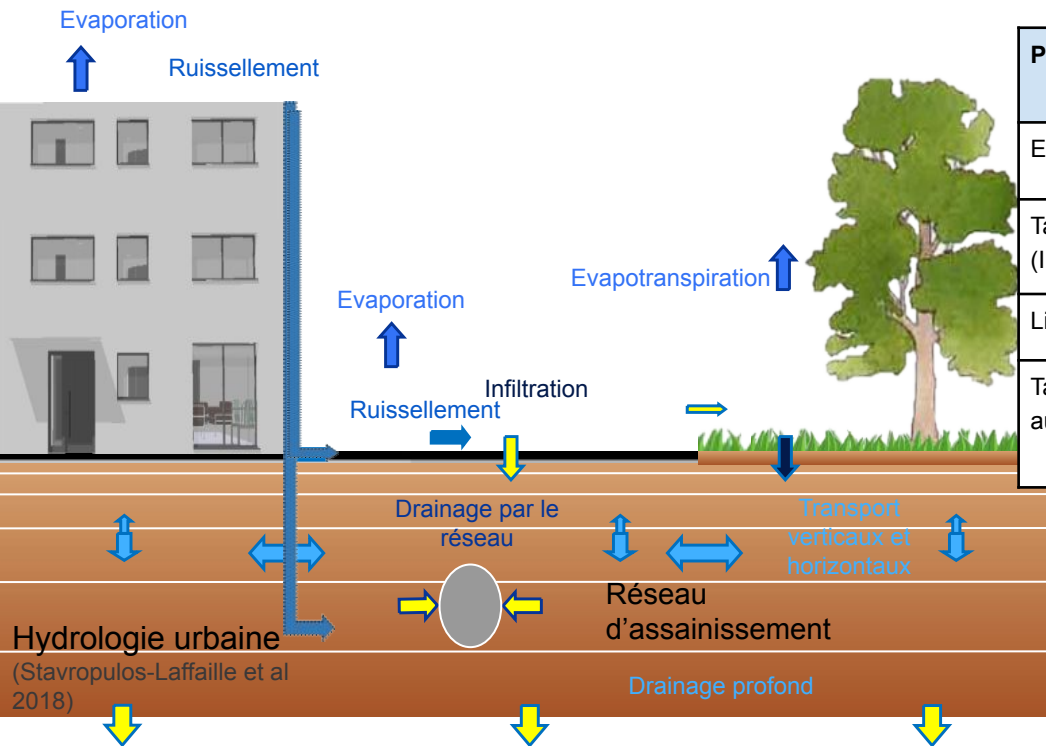
1. Le modèle hydrologique TEB-Hydro



1. Le modèle hydrologique TEB-Hydro

Les paramètres de calage

Paramètres de TEB-Hydro les plus sensibles (Stavropoulos-Laffaille, 2019)



Paramètres	Min	Max	Valeurs à simuler
Étanchéité du réseau (IPsewer)	0.1	10	0.1;1;10
Taux d'infiltration dans la voirie (Iroad en mm.s-1)	10^{-5}	10^{-3}	10^{-5} ; 10^{-4} ; 5.10^{-4} ; 10^{-3}
Limitation du drainage (Urbdrain)	0.00	0.02	0.00 ; 0.02
Taux de connexion des surfaces imperméables au réseau d'assainissement (Connex)	0.6	0.9	0.6 ; 0.7 ; 0.8 ; 0.9

2. Qualification des observations

Traitement des observations

Départements	Nombre de stations	Période couverte
Paris (75)	2 Points de transfert	2014
Hauts-de-Seine (92) (ensemble des données)	33 Points de transfert 73 DO 18 Pluviomètres	2012-2018
Seine-Saint-Denis (93) (sélection avec l'équipe de gestion)	7 Points de transfert 4 DO 3 EP 7 Pluviomètres	2000-2018
Val-de-Marne (94) (ensemble des données)	15 points de transfert 11 DO 31 Pluviomètres	2002-2007 + 2014 2002-2008

2. Qualification des observations

Traitement des observations

Préqualification automatique

Départements	Nombre de stations	Période couverte
Paris (75)	2 Points de transfert	2014
Hauts-de-Seine (92) (ensemble des données)	33 Points de transfert 73 DO 18 Pluviomètres	2012-2018
Seine-Saint-Denis (93) (sélection avec l'équipe de gestion)	7 Points de transfert 4 DO 3 EP 7 Pluviomètres	2000-2018
Val-de-Marne (94) (ensemble des données)	15 points de transfert 11 DO 31 Pluviomètres	2002-2007 + 2014 2002-2008

2. Qualification des observations

Traitement des observations

Départements	Nombre de stations	Période couverte
Paris (75)	2 Points de transfert	2014
Hauts-de-Seine (92) (ensemble des données)	33 Points de transfert 73 DO 18 Pluviomètres	2012-2018
Seine-Saint-Denis (93) (sélection avec l'équipe de gestion)	7 Points de transfert 4 DO 3 EP 7 Pluviomètres	2000-2018
Val-de-Marne (94) (ensemble des données)	15 points de transfert 11 DO 31 Pluviomètres	2002-2007 + 2014 2002-2008

Préqualification automatique



Qualification experte

2. Qualification des observations

Traitement des observations

Départements	Nombre de stations	Période couverte
Paris (75)	2 Points de transfert	2014
Hauts-de-Seine (92) (ensemble des données)	33 Points de transfert 73 DO 18 Pluviomètres	2012-2018
Seine-Saint-Denis (93) (sélection avec l'équipe de gestion)	7 Points de transfert 4 DO 3 EP 7 Pluviomètres	2000-2018
Val-de-Marne (94) (ensemble des données)	15 points de transfert 11 DO 31 Pluviomètres	2002-2007 + 2014 2002-2008

Préqualification automatique



Qualification experte



Réalisme de la
reconstruction du réseau à
fine échelle

2. Qualification des observations

Traitement des observations

Départements	Nombre de stations	Période couverte
Paris (75)	2 Points de transfert	2014
Hauts-de-Seine (92) (ensemble des données)	33 Points de transfert 73 DO 18 Pluviomètres	2012-2018
Seine-Saint-Denis (93) (sélection avec l'équipe de gestion)	7 Points de transfert 4 DO 3 EP 7 Pluviomètres	2000-2018
Val-de-Marne (94) (ensemble des données)	15 points de transfert 11 DO 31 Pluviomètres	2002-2007 + 2014 2002-2008

Préqualification automatique



Qualification experte



Réalisme de la
reconstruction du réseau à
fine échelle



Extraction du signal EU de
l'unitaire

2. Qualification des observations

Traitement des observations

Départements	Nombre de stations	Période couverte
Paris (75)	2 Points de transfert	2014
Hauts-de-Seine (92) (ensemble des données)	33 Points de transfert 73 DO 18 Pluviomètres	2012-2018
Seine-Saint-Denis (93) (sélection avec l'équipe de gestion)	7 Points de transfert 4 DO 3 EP 7 Pluviomètres	2000-2018
Val-de-Marne (94) (ensemble des données)	15 points de transfert 11 DO 31 Pluviomètres	2002-2007 + 2014 2002-2008



Départements	Nombre de stations	de	Période couverte
Hauts-de-Seine (92) (ensemble des données)	9 Points de transfert 5 DOeq	de	2012-2018
Seine-Saint-Denis (93) (sélection avec l'équipe de gestion)	3 Points de transfert 3 DO	de	2000-2018
Val-de-Marne (94) (ensemble des données)	3 points de transfert 4 DO	de	2002-2007 + 2014

2. Qualification des observations

Observations qualifiées

Départements	Nombre de stations	Période couverte
Hauts-de-Seine (92) (ensemble des données)	9 Points de transfert 5 DOeq	2012-2018
Seine-Saint-Denis (93) (sélection avec l'équipe de gestion)	3 Points de transfert 3 DO	2000-2018
Val-de-Marne (94) (ensemble des données)	3 points de transfert 4 DO	2002-2007 + 2014

Bassins versant jaugés



3. Classification des bassins versants

Objectif : Calage des 39 BV du domaine

Bassins versant jaugés

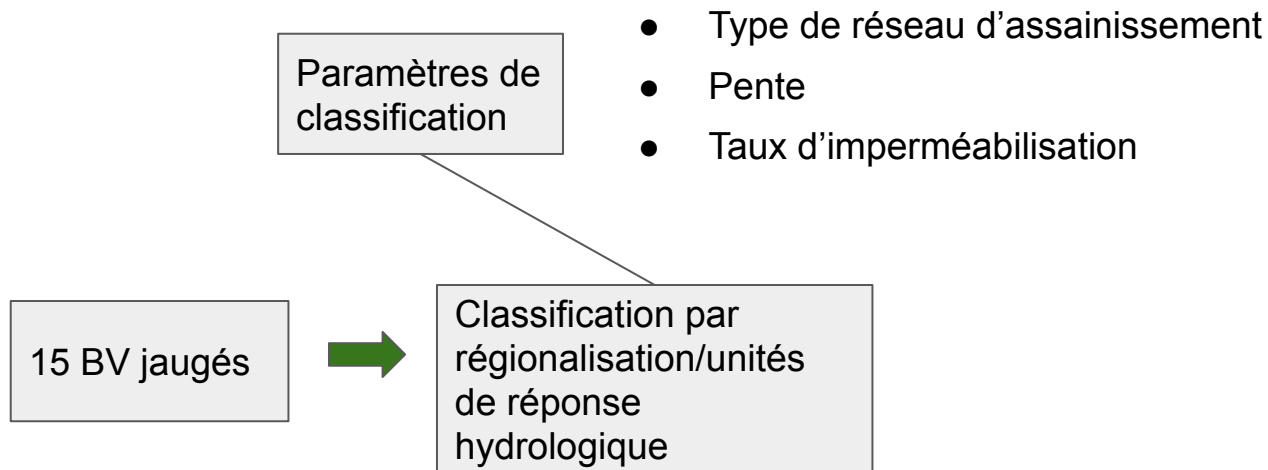
15 BV jaugés



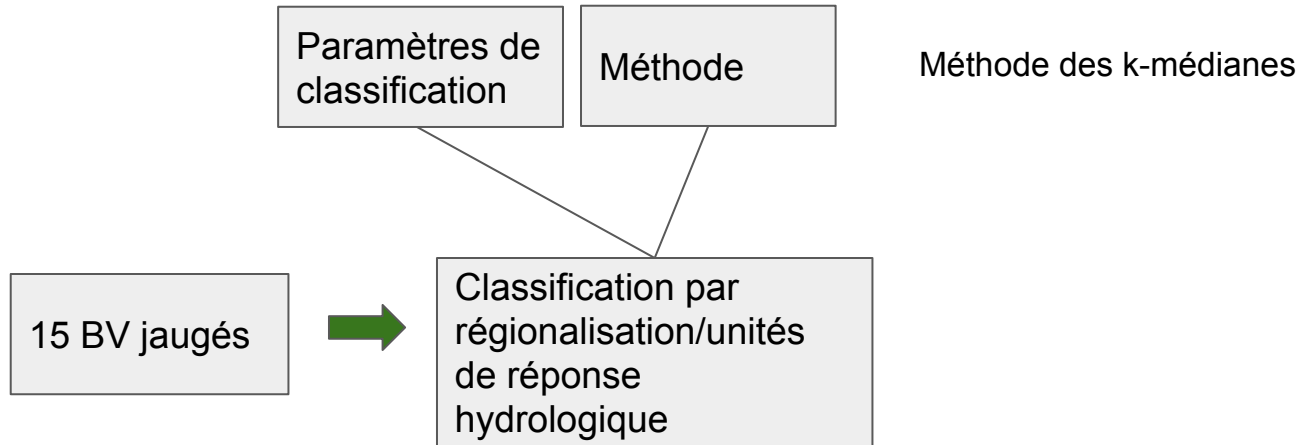
Classification par régionalisation/unités de réponse hydrologique



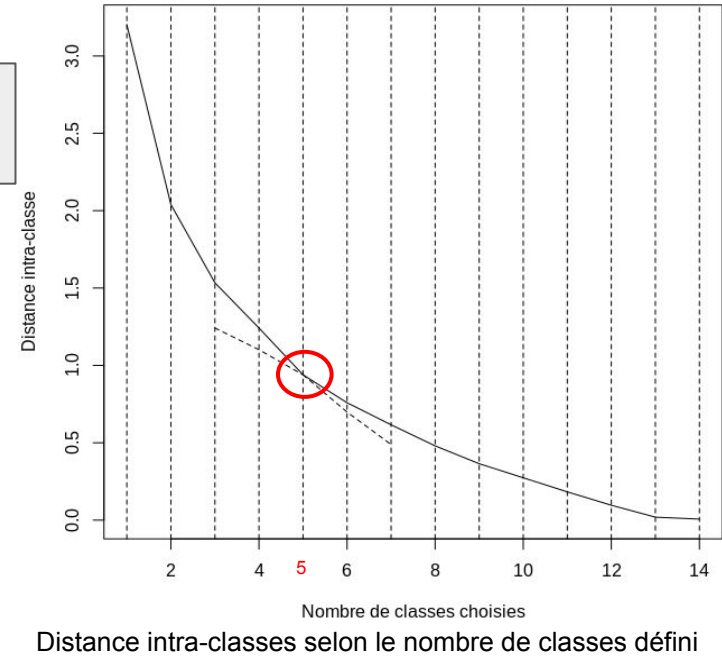
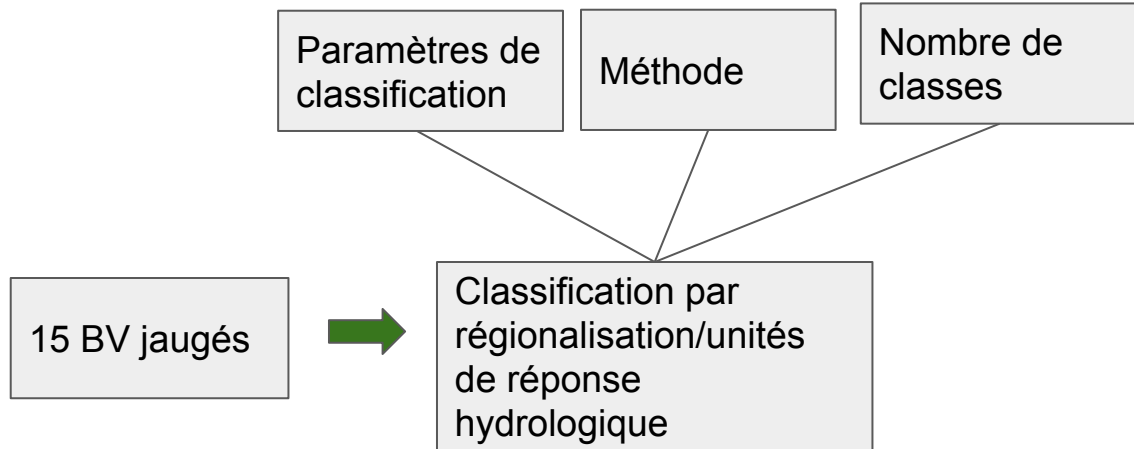
3. Classification des bassins versants



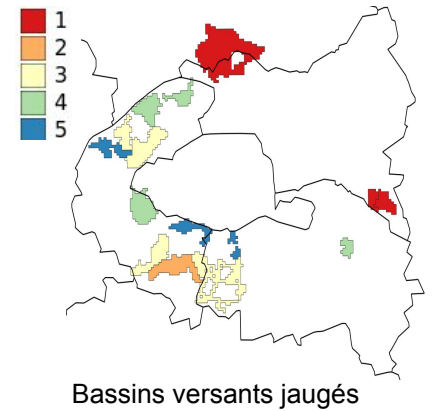
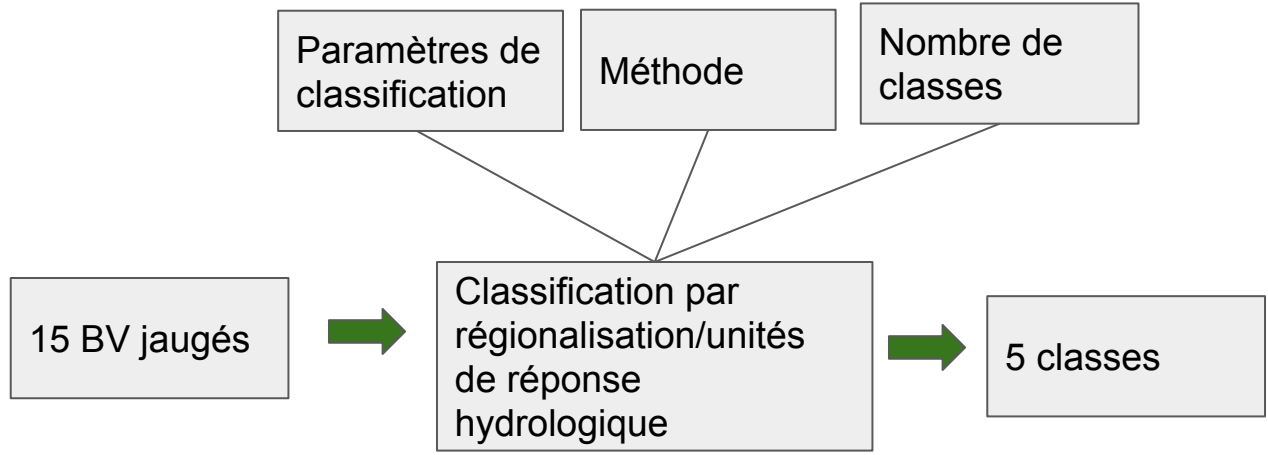
3. Classification des bassins versants



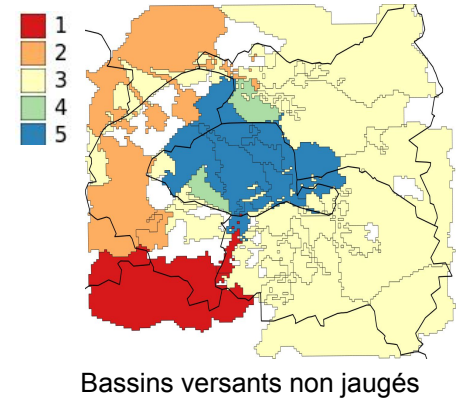
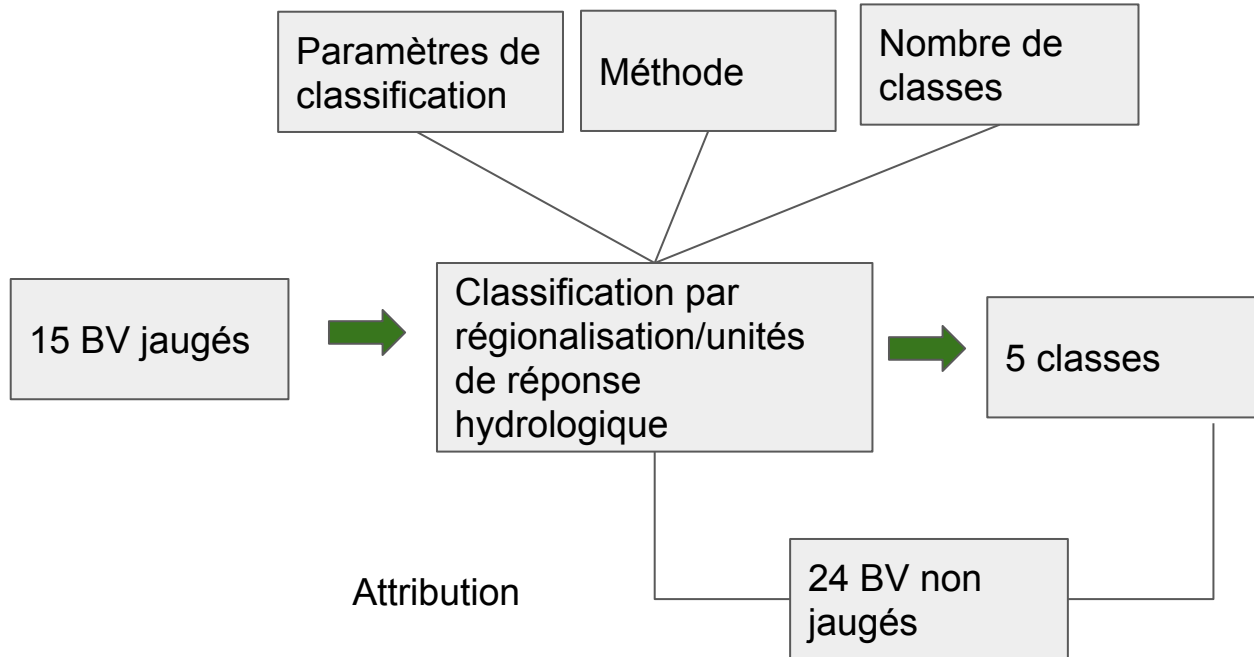
3. Classification des bassins versants



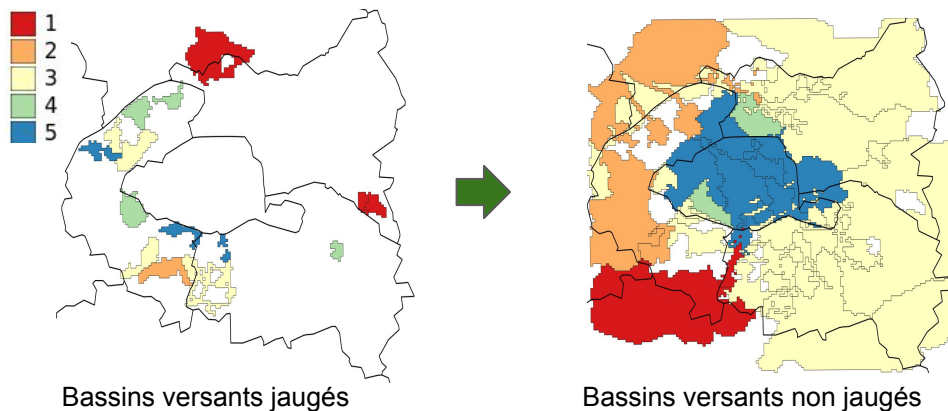
3. Classification des bassins versants



3. Classification des bassins versants



3. Classification des bassins versants



Classes	Noms	Nombre de bassins versant jaugés	Nombre de bassins versant non jaugés
1	Pentu - Faible Imperm. - EP	3	5
2	Pentu - Faible Imperm. - Uni	1	3
3	Pentu - Med. Imperm. - Uni	4	14
4	Plat - Med. Imperm. - Uni	4	6
5	Pentu - Forte Imperm. - Uni	3	10

4. Méthode de calage

3 valeurs

2 valeurs

4 valeurs

4 valeurs

IPsewer

Urbdrain

Iroad

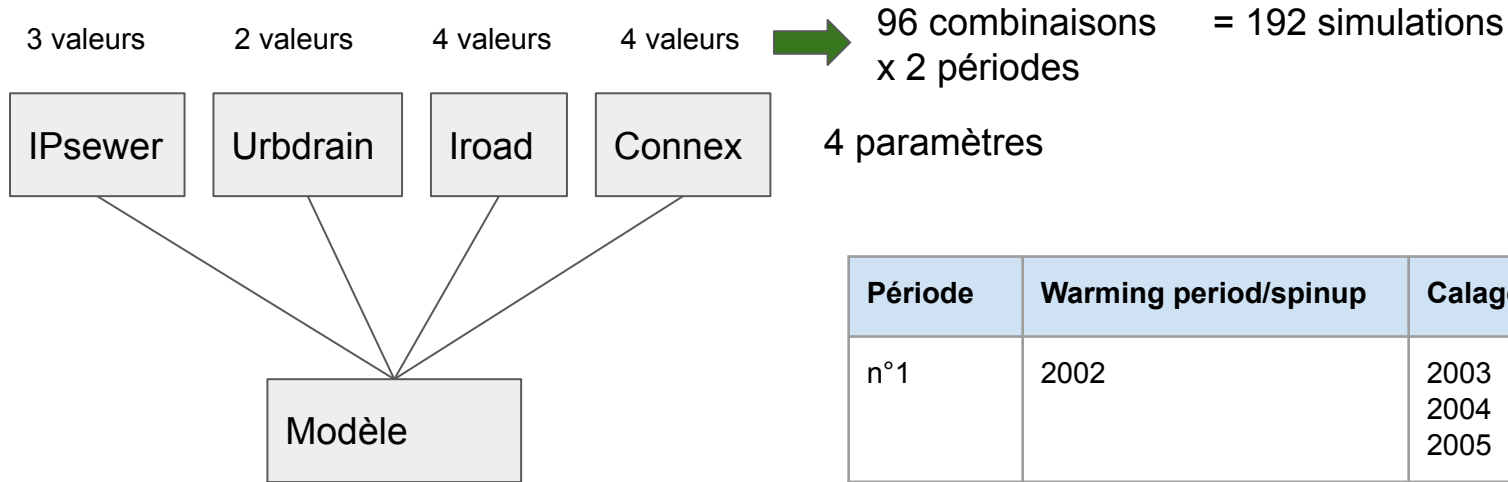
Connex

4 paramètres

Modèle

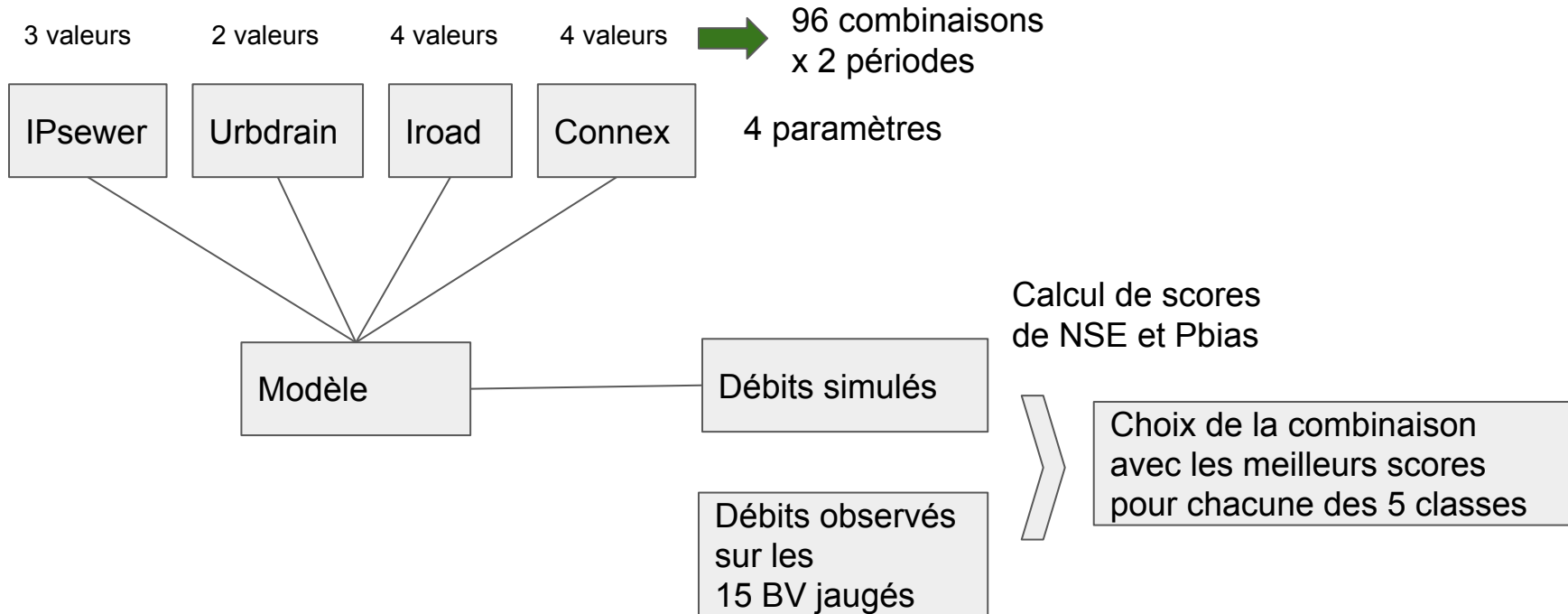
```
graph TD; IPsewer --> Modèle; Urbdrain --> Modèle; Iroad --> Modèle; Connex --> Modèle;
```

4. Méthode de calage



Période	Warming period/spinup	Calage	Evaluation
n°1	2002	2003 2004 2005	2006 2007 +2014
n°2	2011	2015 2016 2017	2012 2013 2014

4. Méthode de calage



5. Evaluation du modèle

- Simulation en temps présent :
2000-2017 (18 ans)
- Débitmétrique

Période	Evaluation
n°1	2006 2007 +2014
n°2	2012 2013 2014

Départements	Nombre de stations	Période couverte
Paris (75)	2 Points de transfert	2014
Hauts-de-Seine (92) (ensemble des données)	9 Points de transfert 5 DOeq	2012-2018
Seine-Saint-Denis (93) (sélection avec l'équipe de gestion)	3 Points de transfert 3 DO	2000-2018
Val-de-Marne (94) (ensemble des données)	3 points de transfert 4 DO	2002-2007 + 2014

5. Evaluation du modèle

- Simulation en temps présent : 2000-2017 (18 ans)
- Débitmétrique
- Tmax/Tmin spatialisé (DIRIC)
- Contenu en eau du sol (2015-2017)
- Flux de chaleur latente et flux de chaleur sensible (2004-2014)

Période	Evaluation
n°1	2006 2007 +2014
n°2	2012 2013 2014

Départements	Nombre de stations	Période couverte
Paris (75)	2 Points de transfert	2014
Hauts-de-Seine (92) (ensemble des données)	9 Points de transfert 5 DOeq	2012-2018
Seine-Saint-Denis (93) (sélection avec l'équipe de gestion)	3 Points de transfert 3 DO	2000-2018
Val-de-Marne (94) (ensemble des données)	3 points de transfert 4 DO	2002-2007 + 2014

Conclusion

- Application d'une méthode de classification par unités de réponse hydrologique en milieu urbain
 - Réponse à la problématique du calage multi-bassins versant notamment avec peu d'observations
- ⇒ Etude de la réponse hydro-climatique de Paris et sa petite couronne

Perspectives :

Données supplémentaire pour affiner le choix de paramètres pour la classification

Augmentation du nombre de BV jaugés ou adaptation du nombre de classes