

Calibration d'un modèle intégré pour la qualité de l'eau usée en temps sec et en temps de pluie

37^{ème} Symposium
sur les eaux usées

Québec

9 octobre 2014

Thibaud Maruéjols, Paul Lessard et **Peter A. Vanrolleghem**



Chaire de recherche du Canada
en modélisation de la qualité de l'eau



Systeme intégré des eaux usées ?

- **Définition**
Approche globale du cycle des eaux usées urbaines
- **Objectifs**
Optimiser les coûts et la gestion du système urbain tout en réduisant l'impact sur l'environnement
- **Défis majeurs**
Comprendre les mécanismes en jeu et l'interaction entre les différents sous-systèmes malgré l'échelle



2



Systeme intégré des eaux usées ?

- Limites du système
Bassin versant / Réseau / StaRRE / Rivière
- Échelle trop grande pour une observation *in situ* sur la totalité du système
Modélisation est l'outil indispensable permettant d'agglomérer les connaissances
- Grande complexité
Encore assez théorique, seulement quelques études à travers le monde

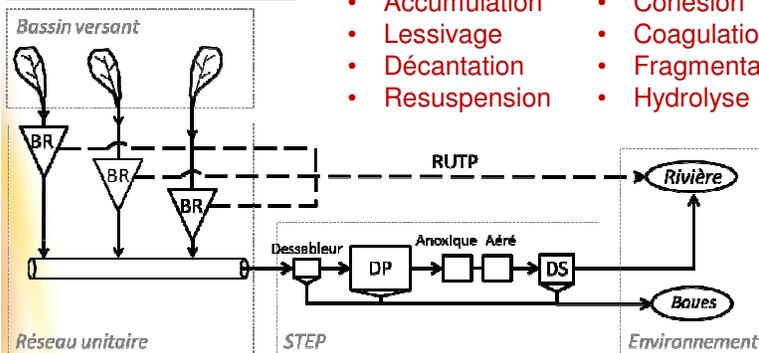
Systeme intégré des eaux usées

Mécanismes

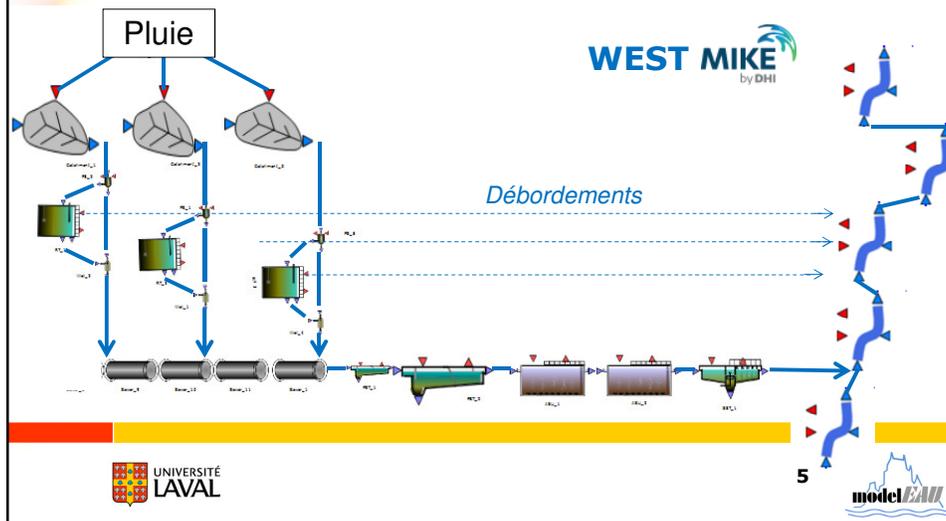
BR	Bassin de rétention
DP	Décanteur primaire
DS	Décanteur secondaire
RUTP	Rejet urbains en temps de pluie

Mécanismes guidant les polluants particulaires tout au long du système

- Accumulation
- Lessivage
- Décantation
- Resuspension
- Cohésion
- Coagulation
- Fragmentation
- Hydrolyse



Système intégré des eaux usées



Distribution de la Vitesse de Chute des Particules (DVCP)

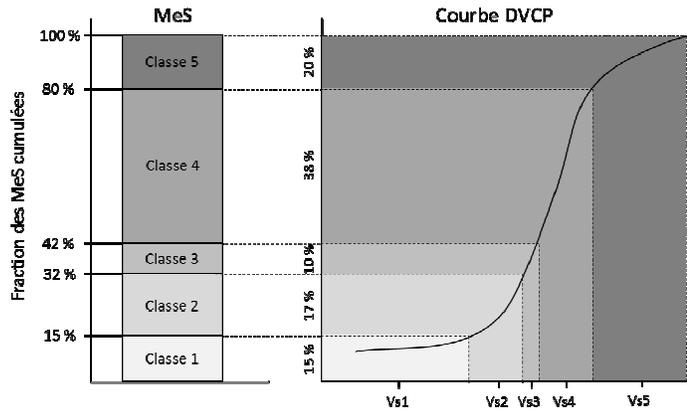
ViCAs (Vitesse de Chute en Assainissement)

Mesure de la DVCP en assainissement urbain d'une manière simple et rapide (2h)

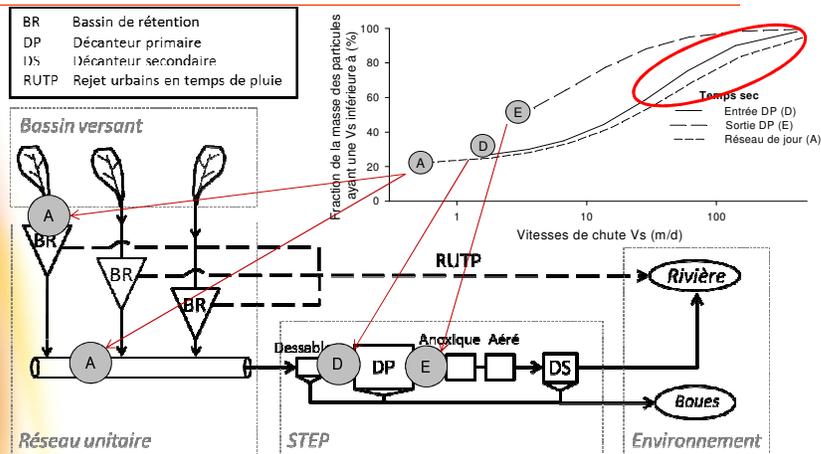


Gromaire et Chebbo, 2009

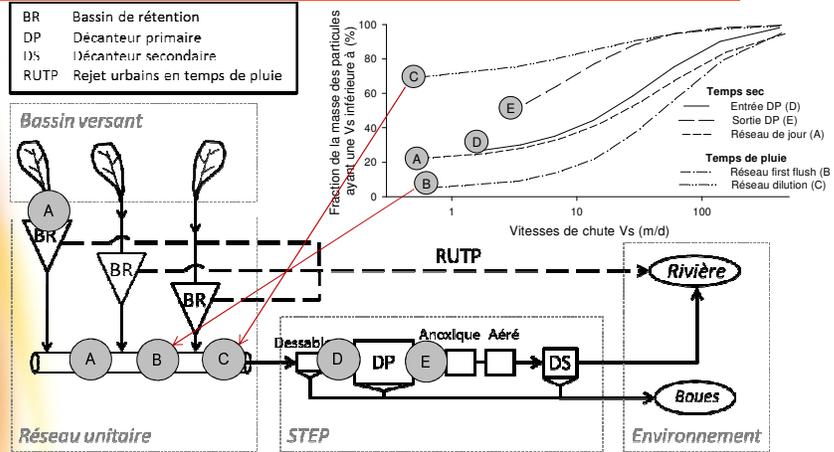
Distribution des Vitesses de Chute des Particules (DVCP)



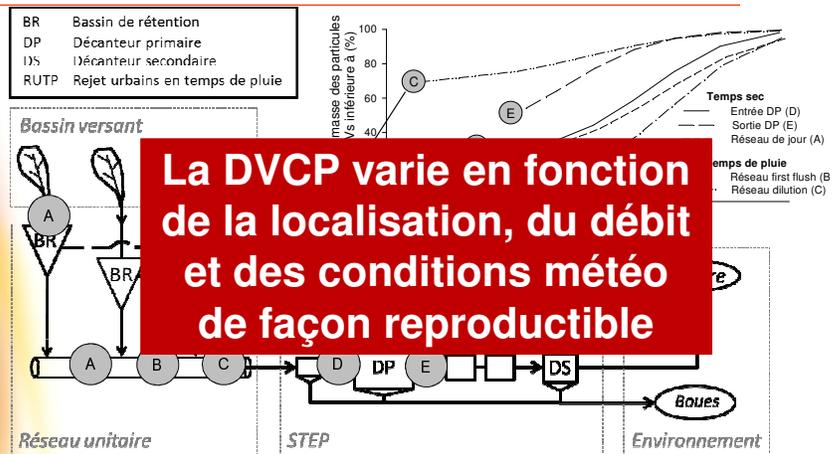
DVCP en temps sec



DVCP en temps de pluie



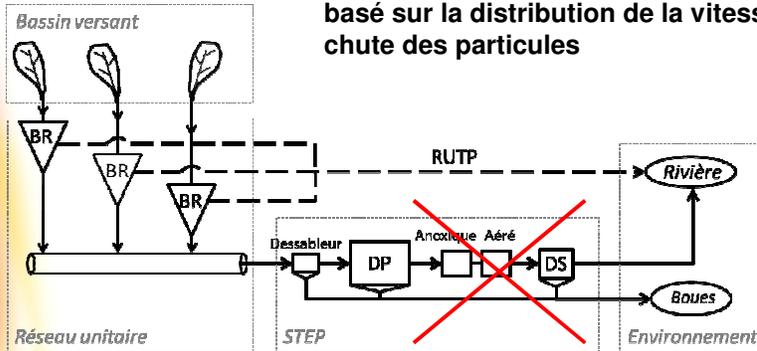
DVCP en temps de pluie



Modèle intégré développé

BR Bassin de rétention
 DP Décanteur primaire
 DS Décanteur secondaire
 RUTP Rejet urbains en temps de pluie

Modèle décrivant la variation des MeS basé sur la distribution de la vitesse de chute des particules



Modèle intégré développé: Calibration

Sous-système physique					Conditions		Variables	Publications
BV	BR	Rés.	Dess.	DP	TS	TP		
	X					X	Q, MeS	Marujouls et al. (2012)
		X				X	Q	Marujouls et al. (2013)
				X	X		Q, MeS	Bachis et al. (2014)
X					X	X	Q, MeS, DVCP	Non publié
X	X	X	X	X	X	X	Q, MeS, DVCP	Non publié

Modèle intégré

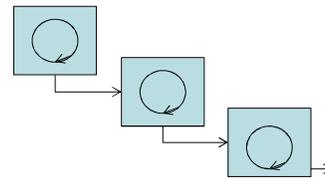
Bassin versant (KOSIM-WEST)

Hydrologie

- TS: Respect de la densité de population et de la consommation journalière/personne
- Ruissellement: 3 réserv. linéaires en série (2 param.)
- Captage indirect: 1 réserv. linéaire (2 param.)

Qualité

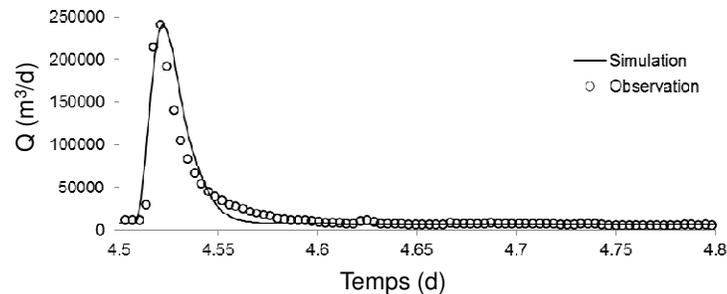
- TS: patron journalier fonction de la densité de population
- TP: accumulation et lessivage des polluants en surface de bassin versant (2 param.)



Modèle intégré

Bassin versant (KOSIM-WEST)

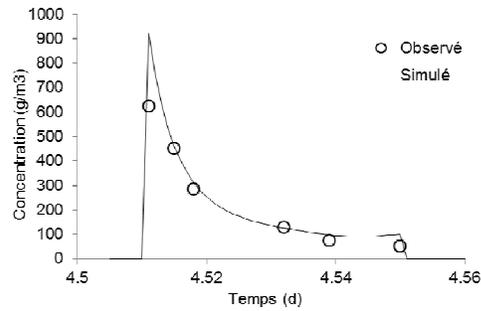
Résultats de calibration de l'hydraulique en TP



Modèle intégré

Bassin versant (KOSIM-WEST)

Résultats de calibration de la qualité en TP
Pic de concentration (effet « first flush »)
suivi d'une période de dilution



Modèle intégré

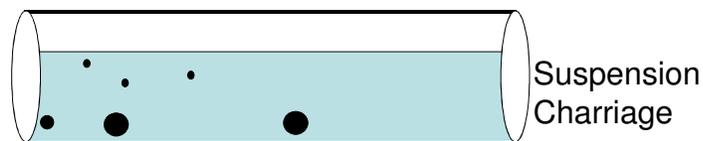
Réseau

Hydraulique

- 10 réservoirs linéaires en cascades

Qualité

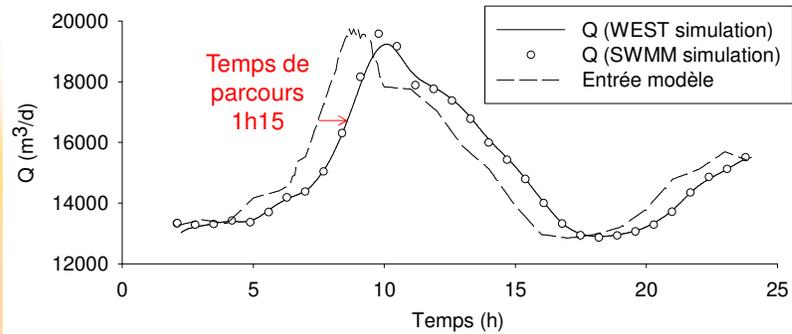
- Sédimentation en fonction de la vitesse de chute des particules et remise en suspension en fonction du débit (3 paramètres)



Modèle intégré

Réseau

Calibré selon la méthode de Kalinin-Miljukov



Modèle intégré

Bassins de rétention par pompage

Qualité

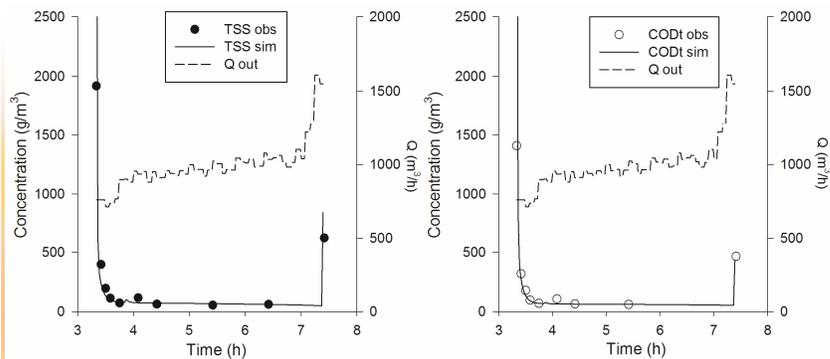
- Modèle en couche (2 pour le bassin et 3 pour le puits)
- Sédimentation en fonction de la vitesse de chute des particules et remise en suspension en fonction du débit de pompage et des couches



Modèle intégré

Bassins de rétention par pompage

Calibré et validé, voir Maruéjols *et al.* (2012)

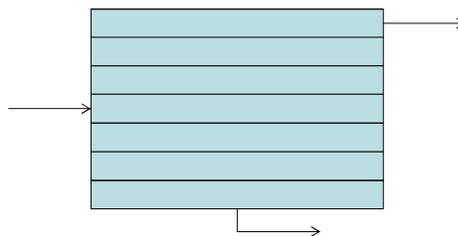


Modèle intégré

Décanteur primaire

Qualité (Bachis *et al.* 2014) (Cal/Val)

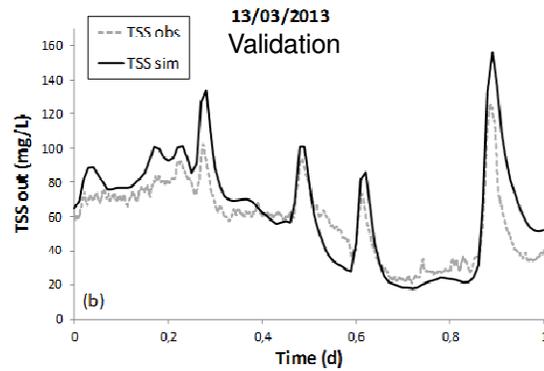
- Modèle en couche
- Sédimentation en fonction de la vitesse de chute des particules



Modèle intégré

Décanteur primaire

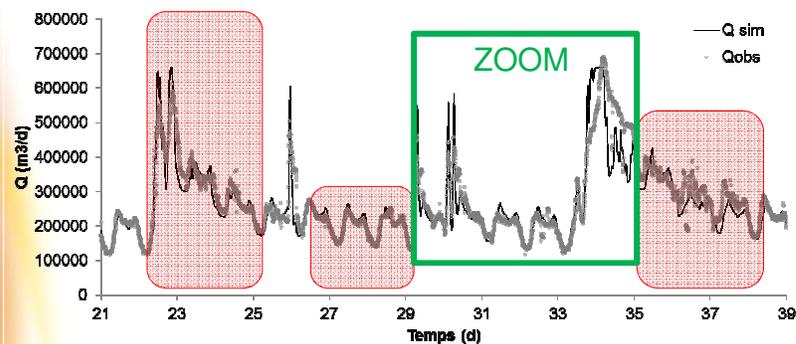
Calibré et validé en TS, voir Bachis *et al.* (2014)



Résultats

Hydraulique

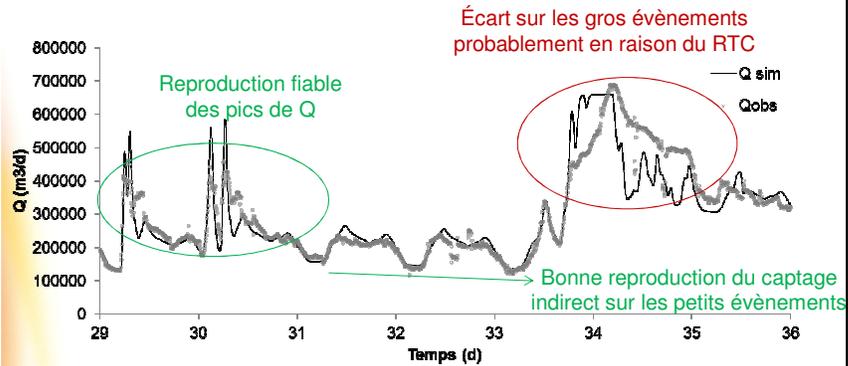
Calibration et validation



Résultats

Hydraulique

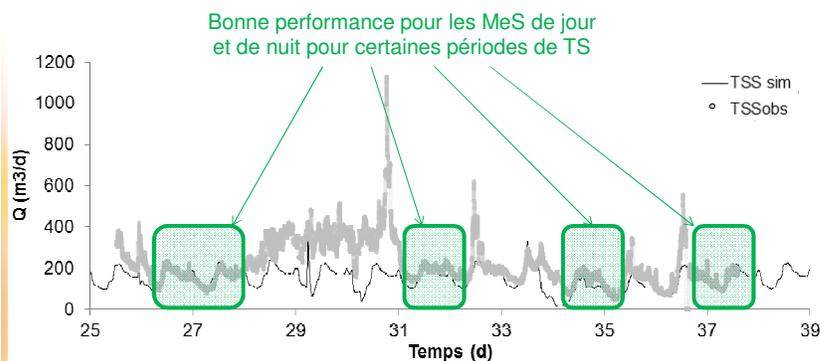
Calibration et validation



Résultats

Qualité

Calibration

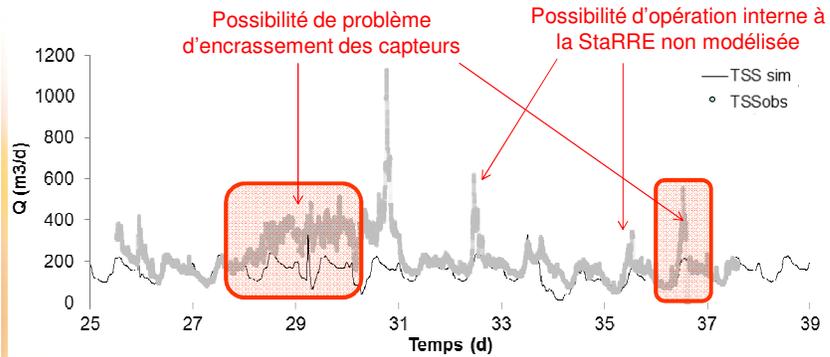


Résultats

Qualité

Calibration

Performance moins bonnes pendant certaines périodes



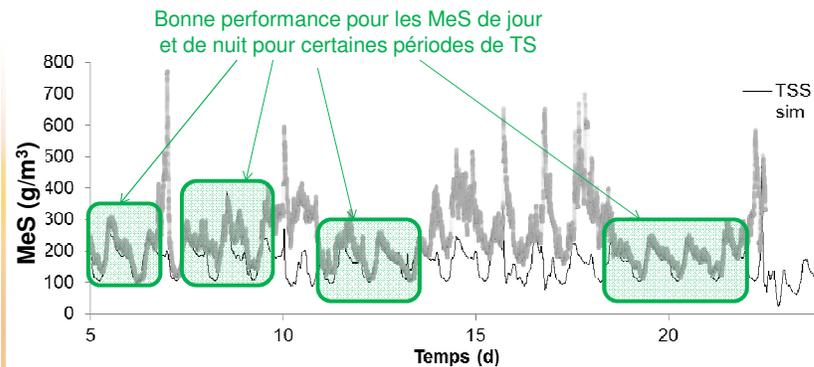
25



Résultats

Qualité

Calibration



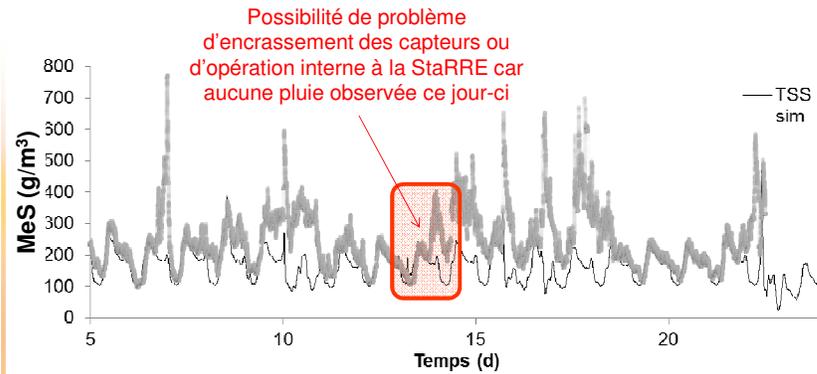
26



Résultats

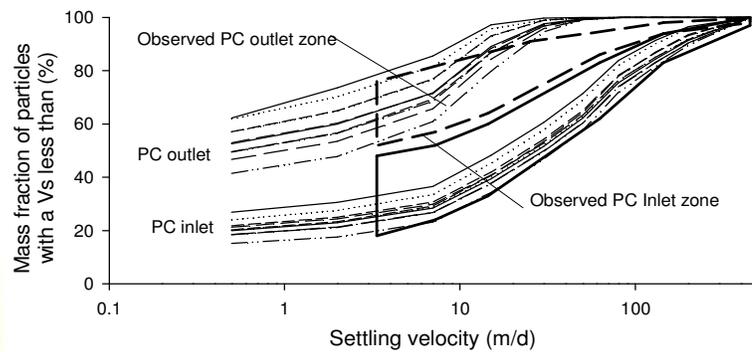
Qualité

Calibration



Résultats prévision PSVD

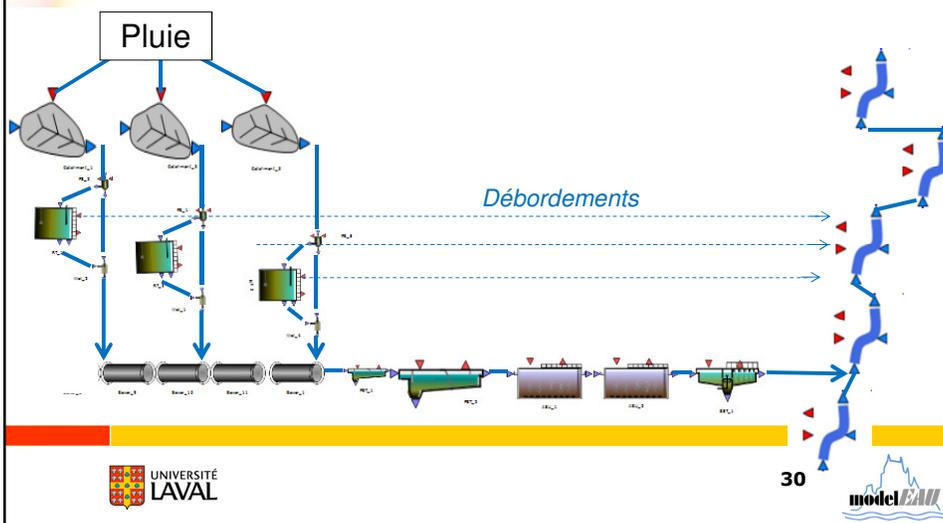
Simulation vs. observation



Conclusions

- Un modèle intégré décrivant la variation de la distribution des vitesses de chute des particules a été développé
- Une première phase de calibration intégrée a été réalisée avec les données disponibles (entrée dessableur) -> résultats encourageants
- La seule entrée du modèle est une série temporelle d'intensité de pluie

Conclusions



Perspectives

- Mieux comprendre les données:
 - Identifier les opérations internes à la StaRRE (décolmatage des décanteurs, retour d'épaississeurs)
 - Identifier les erreurs de mesure
- Valider le modèle intégré sur un jeu de données plus complet (campagne en cours)
 - Entrée StaRRE avant retours et sortie décanteur

Remerciements

