

## Suivi, compréhension et modélisation d'un étang aéré à capacité augmentée avec la technologie à biofilm KAMAK<sup>MC</sup>

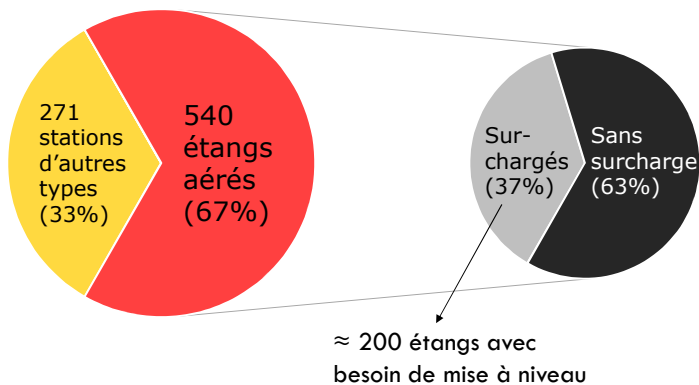
Bernard Patry, Paul Lessard et Peter Vanrolleghem

Symposium sur la gestion de l'eau, Montréal, 23 octobre 2019



### Étang aéré à capacité augmentée : pourquoi ?

- Au Québec (données de 2013) :

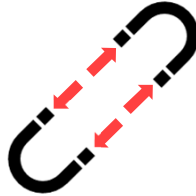


- Solution sans volume additionnel à prioriser dans certains cas  
**FORTE CHARGE**
- Solution avec TRS augmenté pour favoriser la nitrification dans certains cas  
**BIOFILM**

## Étang aéré à capacité augmentée : pourquoi ?

- **Nitrification dans les étangs aérés :**

- Conception ne vise typiquement pas la nitrification
  - Pas de recirculation des boues
  - Long TRH = faible température d'opération en hiver



- **Préoccupations actuelles et réglementation :**

- Limiter la toxicité ( $\text{NH}_3$ ) et l'eutrophisation (TN)

## Étang aéré à capacité augmentée : pourquoi ?

AVANT



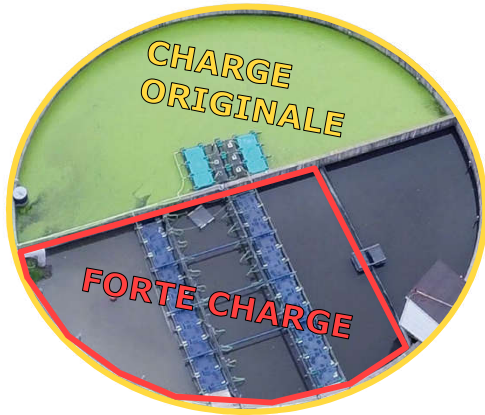
APRÈS



**Trouvez les différences !**

Réacteurs à biofilm du système KAMAK<sup>MC</sup> de Bionest Technologies

## Étang aéré à capacité augmentée : qu'est-ce que c'est ?

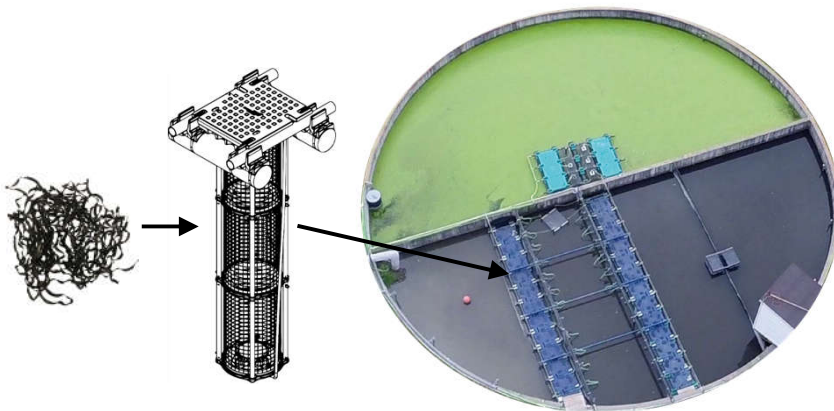


	Étang original	KAMAK <sup>MC</sup>
TRH (d)	17,5	6,2
TCO (gDBO <sub>5</sub> C/m <sup>3</sup> d)	8,5	23,9

© Patry, 2019

5

## Étang aéré à capacité augmentée : qu'est-ce que c'est ?

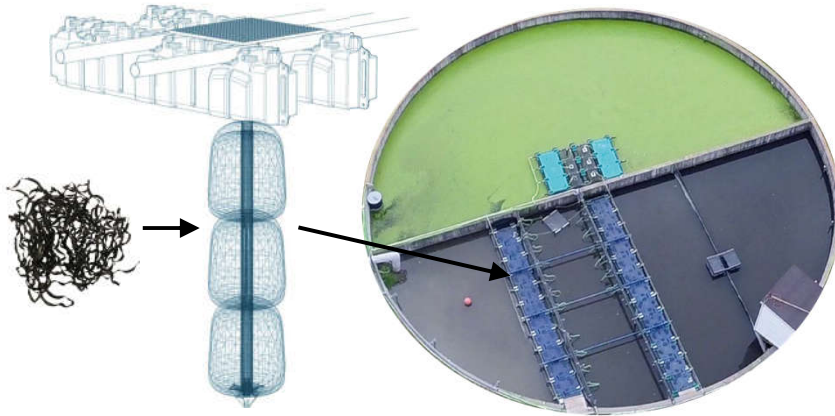


Amélioré avec support pour biofilm (**130 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>** de colonne)  
Surface totale disponible = **2127 m<sup>2</sup>**

© Patry, 2019

6

## Étang aéré à capacité augmentée : qu'est-ce que c'est ?

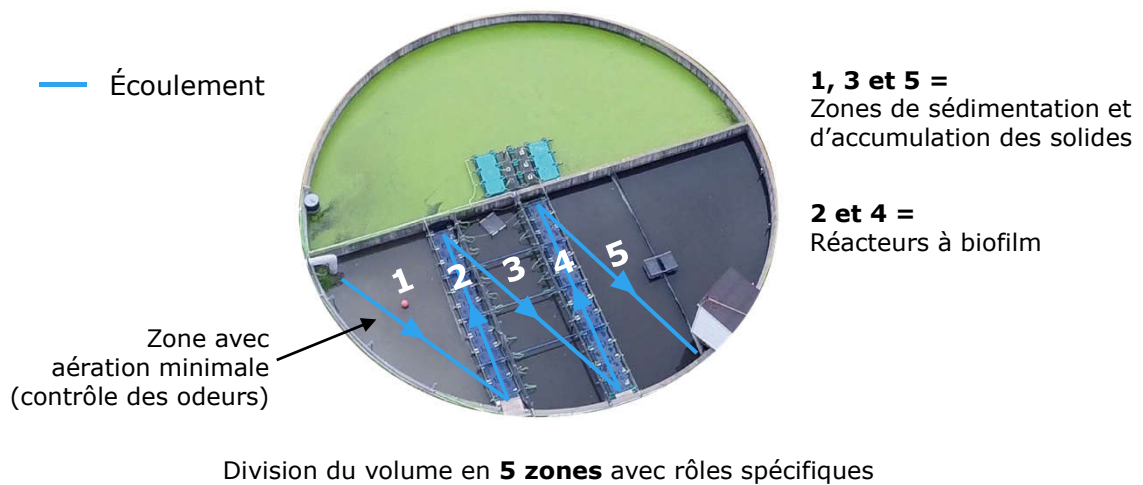


Amélioré avec support pour biofilm (**130 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>** de colonne)  
Surface totale disponible = **2127 m<sup>2</sup>**

© Patry, 2019

7

## Étang aéré à capacité augmentée : qu'est-ce que c'est ?



© Patry, 2019

8

## Objectifs de recherche

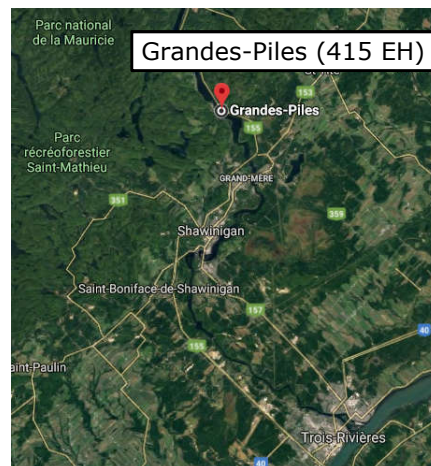
- Focussant sur la nitrification :
  - Quantifier les performances du système à **forte charge organique** sur une **année entière**
  - Évaluer la **viabilité** du système KAMAK<sup>MC</sup> pour la mise à niveau des étangs
  - Expliquer la **dynamique** des performances de nitrification à l'aide d'un **modèle** mathématique

## Cas d'étude

- Installation KAMAK<sup>MC</sup> pleine échelle (première)
- 84 m<sup>3</sup>/d
- Taux de charge moyens :

	Volumétrique (g/m <sup>3</sup> d)	Surfacique (g/m <sup>2</sup> d)
DBO <sub>5</sub> C	23.9	5.8
NH <sub>4</sub> -N	3.7	0.9

> optimal pour la nitrification  
dans les réacteurs à biofilm



## Méthodologie

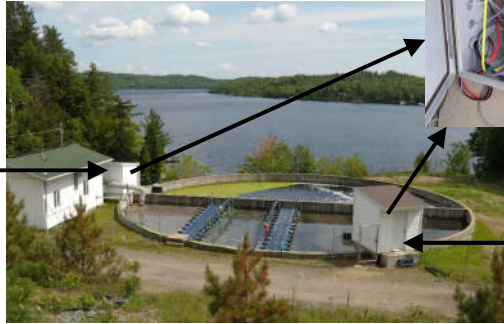
- Suivi de la qualité de l'eau

### En ligne :

DCO  
DCOf  
MES  
NO<sub>3</sub>-N  
NH<sub>4</sub>-N  
pH  
Température  
Conductivité

### Labo. (composite) :

TN  
DBO<sub>5</sub>C  
+ validation des  
mesures en ligne



## Stations RSM30 de Primodal



### En ligne :

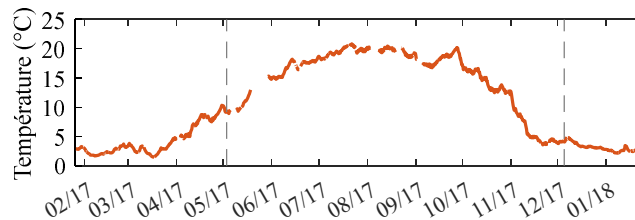
Mêmes + OD

### Labo. (ponctuel) :

Mêmes

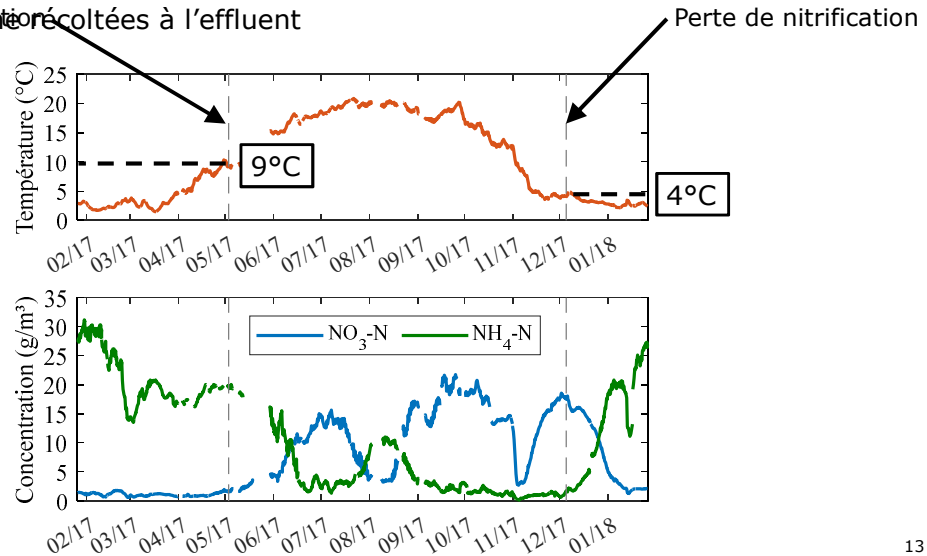
## Résultats : nitrification

- Données en ligne récoltées à l'effluent

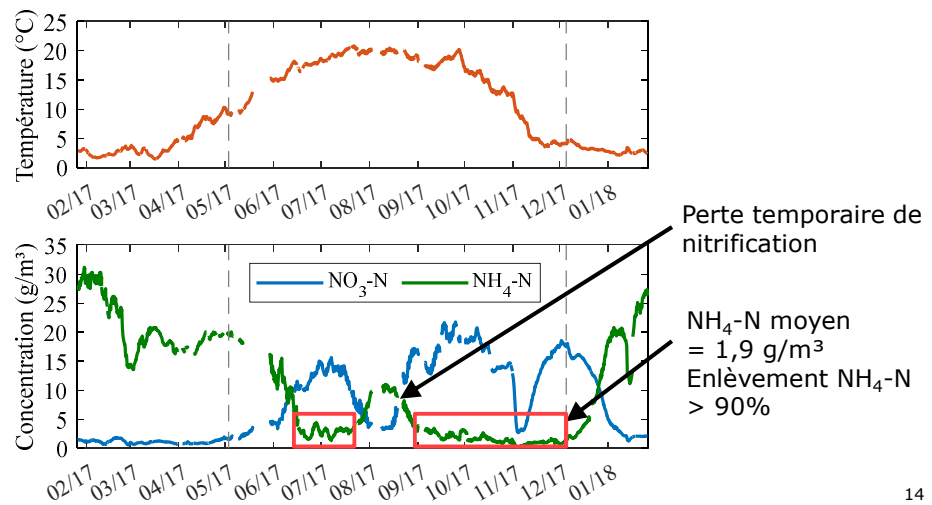


## Résultats : nitrification

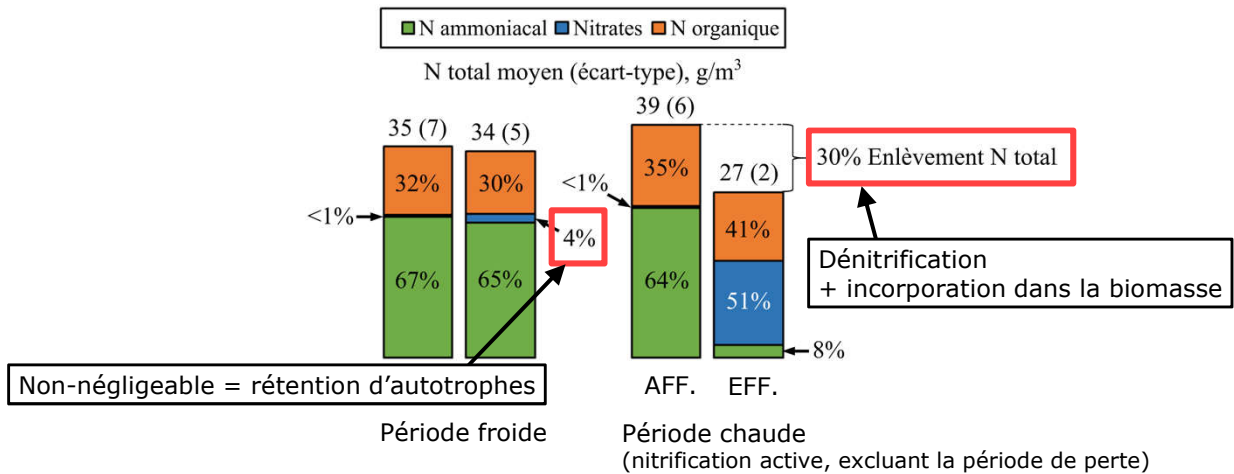
- Débits nitrifiés recoltés à l'effluent



## Résultats : nitrification



## Résultats : fractionnement de l'azote



© Patry, 2019

15

## Résultats : viabilité du système

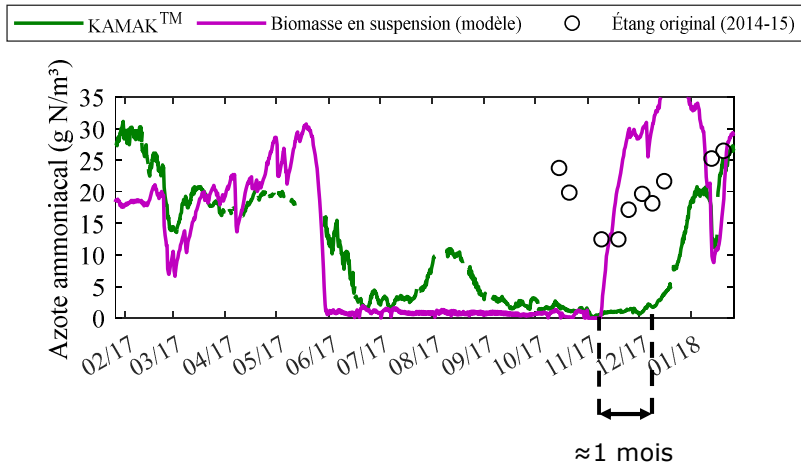
- Modélisation pour simulations comparatives :
  - Logiciel WEST de DHI
  - 1 réacteur à boues activées complètement mélangé
  - Modèle ASM1
    - Paramètres cinétiques et stœchiométriques par défaut
    - Volume et température d'opération = mêmes que pour le KAMAK<sup>MC</sup> réel

© Patry, 2019

16



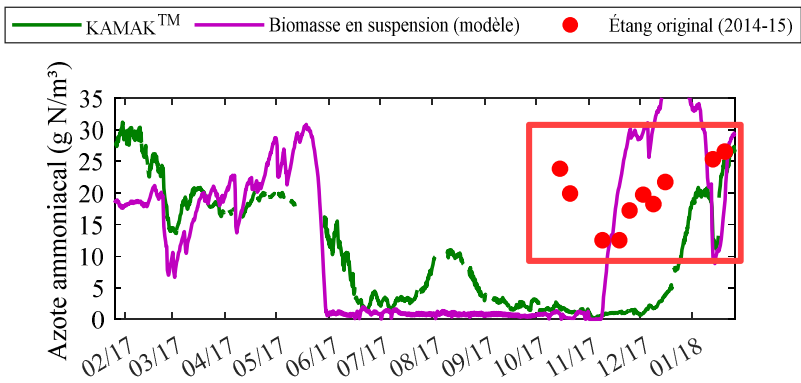
## Résultats : viabilité du système



© Patry, 2019

17

## Résultats : viabilité du système



© Patry, 2019

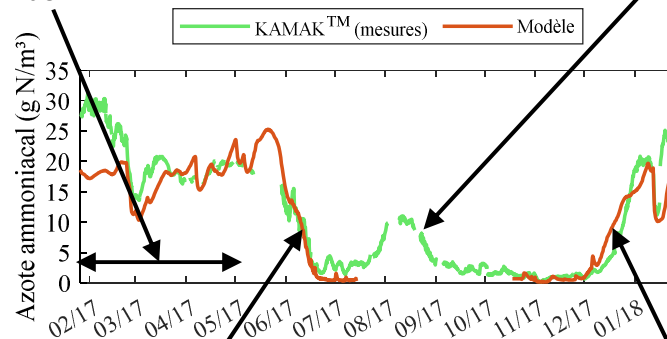
18

## Résultats : modélisation

- Modélisation pour description et analyse de scénarios :
  - Logiciel WEST de DHI
  - Modèle complet incluant les 5 zones du système KAMAK
  - Sous-modèles de biofilm (1-D dynamique), de sédimentation et de digestion anaérobie

## Résultats : modélisation

**Conc. autotrophes :**  
> 1 g/m<sup>3</sup> de RX



**En cours :**

Simuler la perte temporaire de nitrification → évolution dynamique des propriétés du biofilm

**Démarrage de la nitrification :**  
Taux de croissance max. des autotrophes < valeur typique ASM1

**Perte de la nitrification :**  
Basé sur Delatolla et al. (2009), effet de la température sur croissance autotrophe = f(temps)

## Conclusion

Objectif 1 : Quantifier les performances du système à forte charge organique sur une année entière

- **Nitrification max. (>90%) = mi-juin à début décembre, même avec charge organique élevée (>5 gDBO<sub>5</sub>C/m<sup>2</sup>·d)**
- **Production de nitrates toute l'année = rétention de la biomasse nitrifiante dans le biofilm**

Objectif 2 : Évaluer la viabilité du système KAMAK<sup>MC</sup> pour la mise à niveau des étangs

- **KAMAK<sup>MC</sup> vs biomasse suspendue → ajout biofilm ≈ 1 mois d'extension de la période de nitrification** 🌡️ 4°C

Objectif 3 : Expliquer la dynamique des performances de nitrification à l'aide d'un modèle mathématique

- **Départ de la nitrification au printemps** → 📈 **taux de croissance des nitrifiantes**
- **Perte de la nitrification en automne** → effet 🌡️ **sur croissance = f(temps)**

## Merci !

