



CARACTÉRISATION DES PROCESSUS ET FORÇAGES DES FLUX BENTHIQUES PAR UN MODÈLE DE DIAGÉNÈSE PRÉCOCE

AXE 1 ET 2

Journée COPIL – Projet IMPRO – le 27/05/2021

La diagénèse précoce :

Ensemble des transformations que subissent les sédiments après leur dépôt

Reactive Transport Model « RTM » :

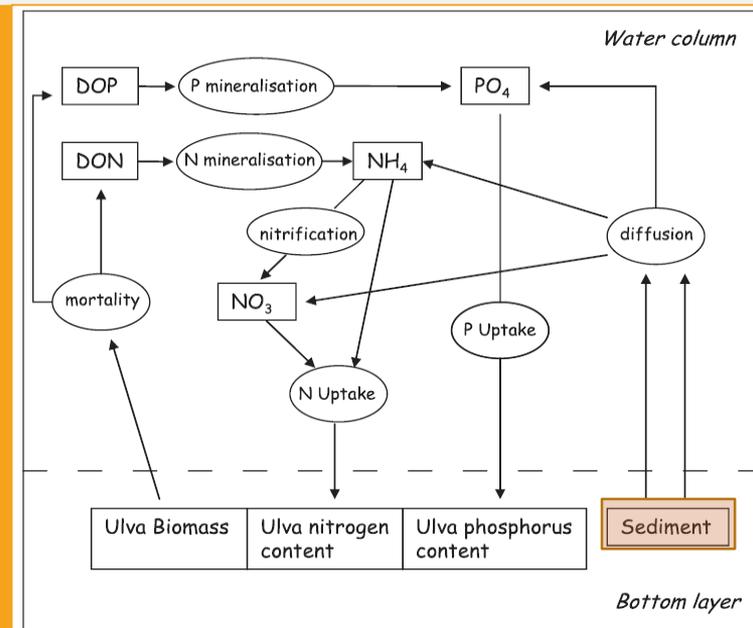
Simulation des flux à l'interface eau-sédiment en prenant en compte :

- Transport des substances dissoutes et particulaires par diffusion, advection, bioirrigation, bioturbation
- Réactions biogéochimiques (e.g. adsorption, précipitation, minéralisation de la MOS par l'activité bactérienne)

Objectifs :

Identifier les processus clefs contrôlant les flux benthiques d'azote et phosphore, et pouvant à terme être **intégrés dans un futur module « sédimentaire »** couplé à l'actuel modèle 3D EcoMARS-Ulve.

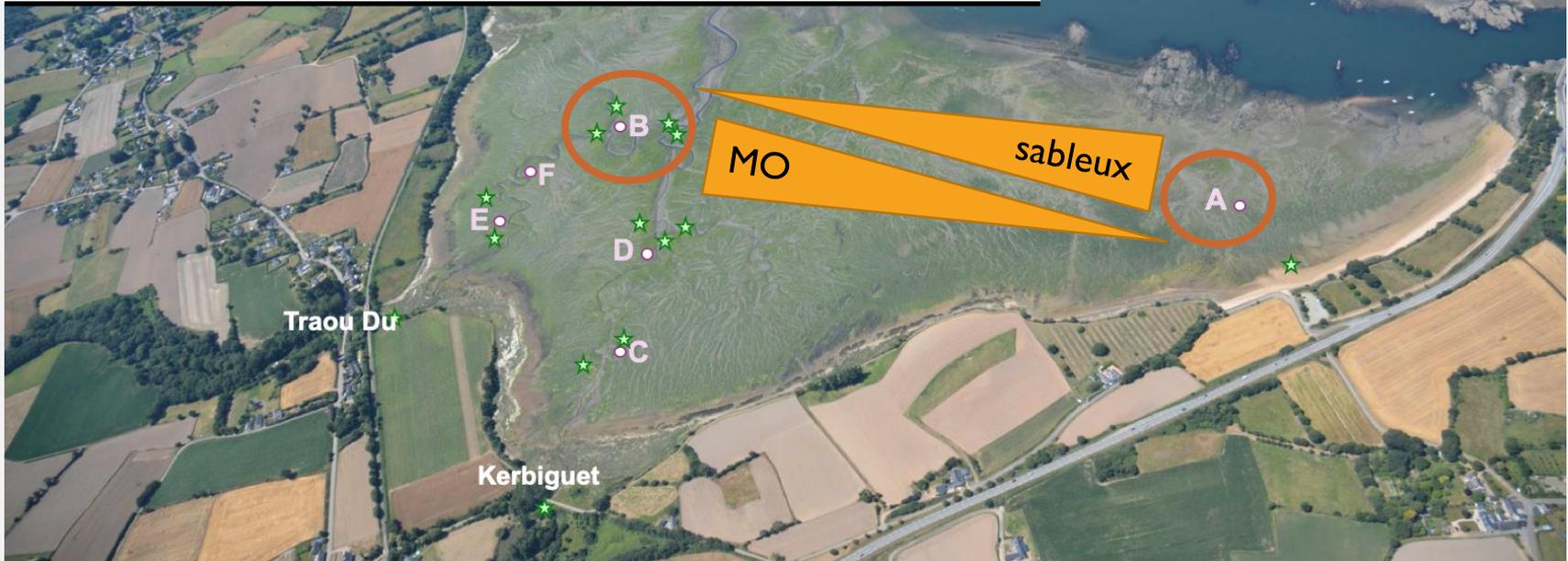
Identifier les forçages clefs contrôlant les flux benthiques d'azote et phosphore (e.g. les concentrations en oxygène et nitrate dans la colonne d'eau, les flux d'apport en matière organique)



Calibration du modèle par les profils saisonniers d'eau porale + mesures des flux par incubation réalisés dans l'axe 2 dans l'estuaire du Trieux

Caractéristiques sédiment de surface (0-5cm)

	Site A	Site B
Porosité %	57 ± 4	74 ± 3
Vase (argile + limon) %	46.7 ± 0,9	73.7 ± 4,1
TOC %	0.96 ± 0,31	2.47 ± 0,42
TN %	0.11 ± 0,01	0.25 ± 0,05
Phaeopigment (µg.g ⁻¹)	11.1 ± 10,8	40.4 ± 14,7



Calibration du modèle par les profils saisonniers d'eau porale + mesures des flux par incubation réalisés dans l'axe 2 dans l'estuaire du Trieux

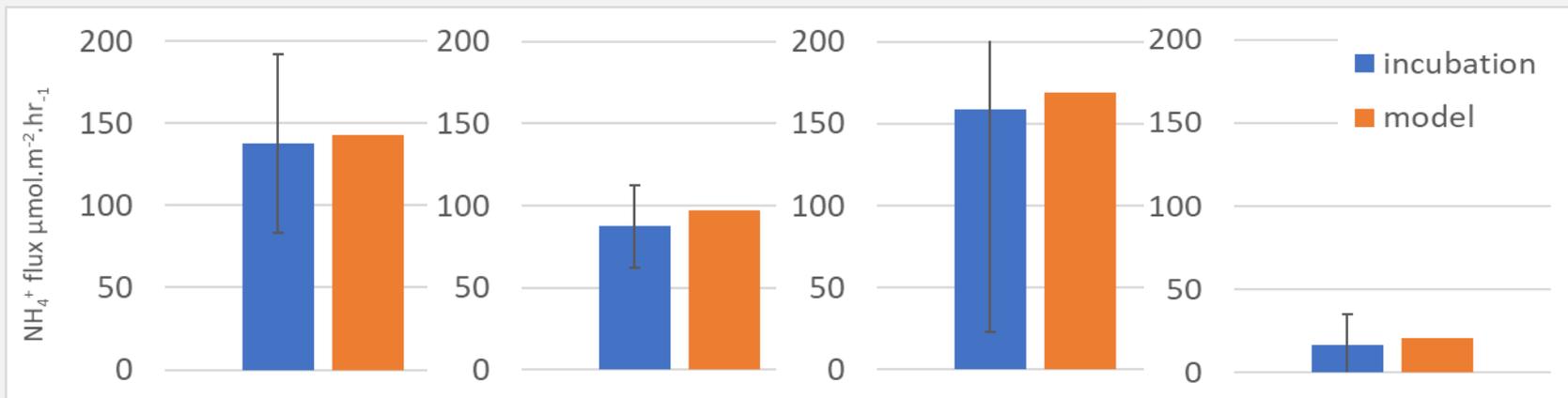
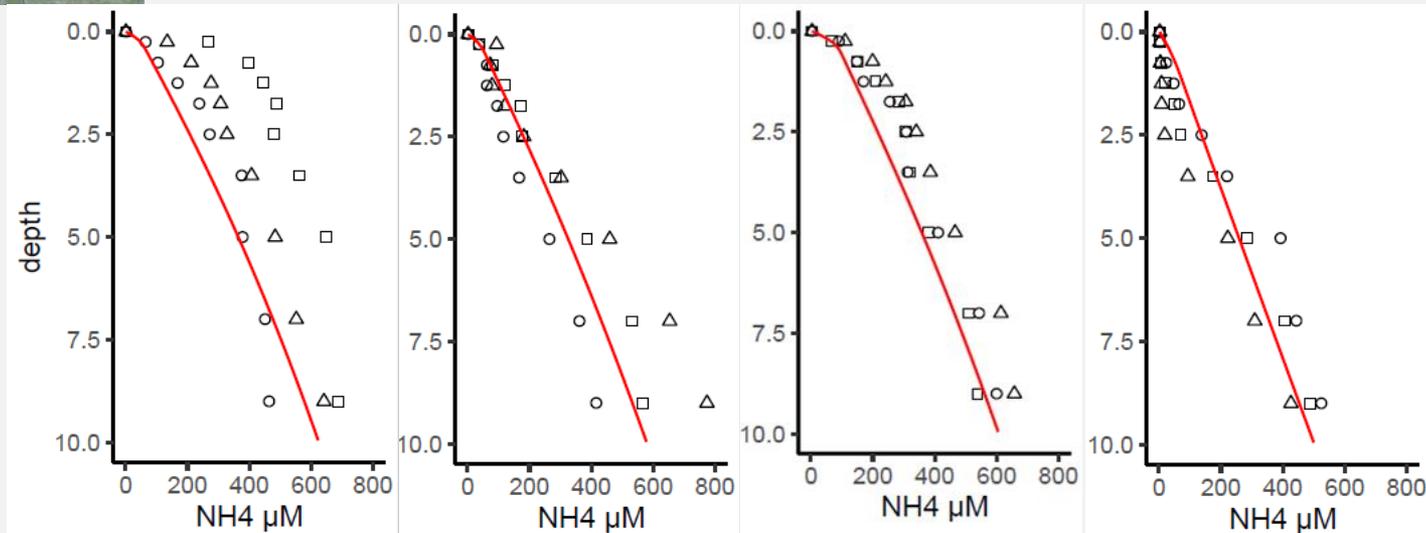
NH_4^+

Avril

Octobre

Février

Juillet



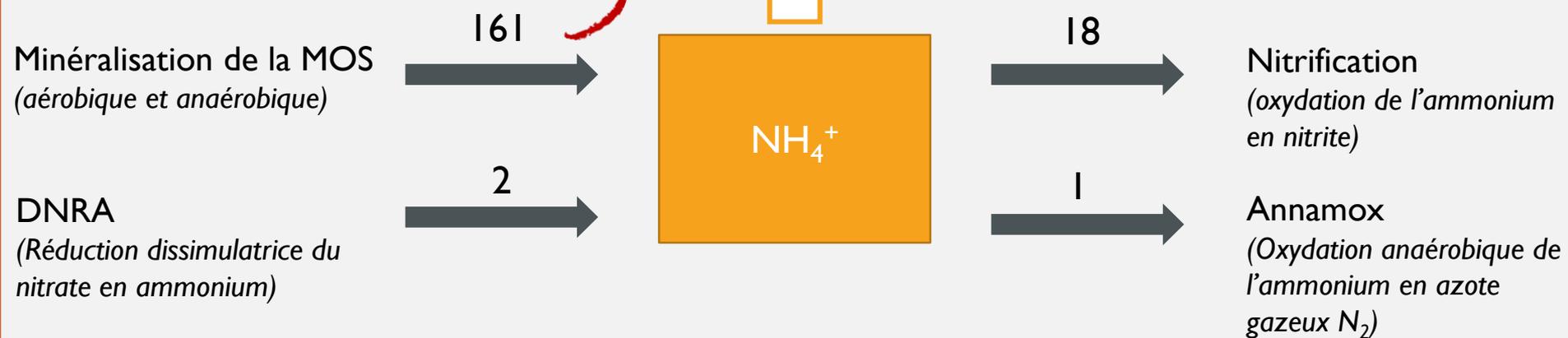
Processus impliqués dans les flux de NH_4^+ à l'interface sédiment-eau
Exemple : AVRIL (flux et taux de production/consommation en $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{hr}^{-1}$)



OM oxydation aérobie: 128
Sulfato-réduction : 25

143

Flux à l'interface
(bio-irrigation, advection, diffusion)





Analyse de sensibilité

Exemple : AVRIL (flux et taux de production/consommation en $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{hr}^{-1}$)

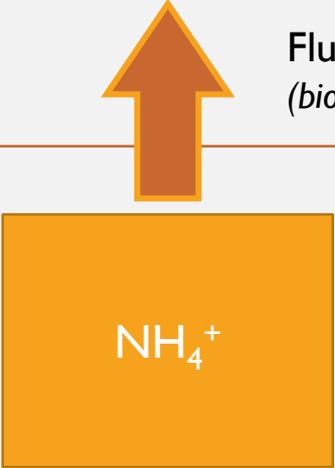
	Anoxie [O ₂ = 0]	Flux OM x2 (C:N = 7)	Flux OM x2 (C:N = 21)	[NO ₃ ⁻] x2
Scénario 1	x			
Scénario 2		x		
Scénario 3			x	
Scénario 4				x
Scénario 5	x	x	x	x

Dénitrification : 37
Sulfato-réduction : 81

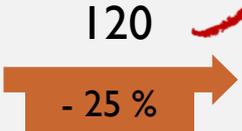
129

- 10 %

Flux à l'interface
(bio-irrigation, advection, diffusion)



Minéralisation de la MOS
(anaérobie)



DNRA
(Réduction dissimulatrice du nitrate en ammonium)



Nitrification
(oxydation de l'ammonium en nitrite)



Annamox
(Oxydation anaérobie de l'ammonium en azote gazeux N₂)



Analyse de sensibilité

Exemple : AVRIL (flux et taux de production/consommation en $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{hr}^{-1}$)

	Anoxie [O ₂ = 0]	Flux OM x2 (C:N = 7)	Flux OM x2 (C:N = 21)	[NO ₃ ⁻] x2
Scénario 1	x			
Scénario 2		x		
Scénario 3			x	
Scénario 4				x
Scénario 5	x	x	x	x

OM oxydation aérobie: 217
Sulfato-réduction : 68

284

+ 99 %

Flux à l'interface
(bio-irrigation, advection, diffusion)

Minéralisation de la MOS
(aérobie et anaérobie)

296
→
+ 84 %



13
→
- 28 %

Nitrification
(oxydation de l'ammonium
en nitrite)

DNRA
(Réduction dissimulatrice du
nitrate en ammonium)

2
→

1
→

Annamox
(Oxydation anaérobie de
l'ammonium en azote
gazeux N₂)



Analyse de sensibilité

Exemple : AVRIL (flux et taux de production/consommation en $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{hr}^{-1}$)

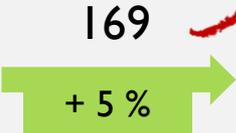
	Anoxie [O ₂ = 0]	Flux OM x2 (C:N = 7)	Flux OM x2 (C:N = 21)	[NO ₃ ⁻] x2
Scénario 1	x			
Scénario 2		x		
Scénario 3			x	
Scénario 4				x
Scénario 5	x	x	x	x

OM oxydation aérobie: 133
Sulfato-réduction : 28

153

+ 7 %

Flux à l'interface
(bio-irrigation, advection, diffusion)



Minéralisation de la MOS
(aérobie et anaérobie)

Nitrification
(oxydation de l'ammonium en nitrite)

DNRA
(Réduction dissimulatrice du nitrate en ammonium)

Annamox
(Oxydation anaérobie de l'ammonium en azote gazeux N₂)



Analyse de sensibilité

Exemple : AVRIL (flux et taux de production/consommation en $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{hr}^{-1}$)

	Anoxie [O ₂ = 0]	Flux OM x2 (C:N = 7)	Flux OM x2 (C:N = 21)	[NO ₃ ⁻] x2
Scénario 1	x			
Scénario 2		x		
Scénario 3			x	
Scénario 4				x
Scénario 5	x	x	x	x

OM oxydation aérobie: 126
Sulfato-réduction : 24

144

+ 0,7 %

Flux à l'interface
(bio-irrigation, advection, diffusion)



Nitrification
(oxydation de l'ammonium en nitrite)



Annamox
(Oxydation anaérobie de l'ammonium en azote gazeux N₂)

Minéralisation de la MOS
(aérobie et anaérobie)



DNRA
(Réduction dissimulatrice du nitrate en ammonium)





Analyse de sensibilité

Exemple : AVRIL (flux et taux de production/consommation en $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{hr}^{-1}$)

	Anoxie [O ₂ = 0]	Flux OM x2 (C:N = 7)	Flux OM x2 (C:N = 21)	[NO ₃ ⁻] x2
Scénario 1	x			
Scénario 2		x		
Scénario 3			x	
Scénario 4				x
Scénario 5	x	x	x	x

Dénitrification : 91
Sulfato-réduction : 140

254

+ 78 %

Flux à l'interface
(bio-irrigation, advection, diffusion)



0
- 100 %

Nitrification
(oxydation de l'ammonium en nitrite)

1

Annamox
(Oxydation anaérobie de l'ammonium en azote gazeux N₂)

Minéralisation de la MOS
(aérobique et anaérobique)

223
+ 39 %

DNRA
(Réduction dissimulatrice du nitrate en ammonium)

22
+ 1000 %

ANNEXES

BOUNDARIES CONDITIONS MODEL RTM

Bottom water concentration	april	october	february	july
BC_o2 ($\mu\text{mol.cm}^{-3}$)	0.260	0.241	0.279	0.260 * (mean)
BC_no3 ($\mu\text{mol.cm}^{-3}$)	0.0137	0.0051	0.1821	0.0023
BC_mo_l ($\mu\text{mol.g}^{-1}$)	1.2	0.9	1.2	0.5
BC_foh ($\mu\text{mol.g}^{-1}$)	51.7	65.5	49.8	47.0
BC_so4 ($\mu\text{mol.cm}^{-3}$)	26.7	27.8	18.9	26.2
BC_mn ($\mu\text{mol.cm}^{-3}$)	0.001165	0.0002	0.0004	0.0007
BC_hpo4 ($\mu\text{mol.cm}^{-3}$)	0.00014	0	0.0008	0
BC_nitrite ($\mu\text{mol.cm}^{-3}$)	0.000051	0.000090	0.0004	0.0001
BC_nh4 ($\mu\text{mol.cm}^{-3}$)	0.00098	0.00170	0.00370	0.00250
BC_fe ($\mu\text{mol.cm}^{-3}$)	0	0	0.0004	0

PARAMETERS MODEL RTM

MODIFIED FROM AKBARZADEH ET AL., 2018

	April	October	Februar y	July	unit	description
C:N OM1	106:15	106:15	106:15	106:15		
C:N OM2	106:5	106:5	106:5	106:5		
BC OM1	1000	700	1100	50	$\mu\text{mol.cm}^{-2}.\text{yr}^{-1}$	Deposition flux of OM1
BC OM2	800	800	1000	500	$\mu\text{mol.cm}^{-2}.\text{yr}^{-1}$	Deposition flux of OM2
knit1	80	80	80	5	$\mu\text{mol.cm}^{-3}.\text{yr}^{-1}$	Maximum rate for nitrification step 1
knit2	400	400	400	100	$\mu\text{mol.cm}^{-3}.\text{yr}^{-1}$	Maximum rate for nitrification step 2
kmNH4ao	10	10	10	50	μM	Half saturation constant of NH_4^+ for nitrification step 1
kmO2ao	10	10	10	50	μM	Half saturation constant of O_2 for nitrification step 1
K1 / K2	10 / 1	10 / 1	10 / 1	10 / 1	yr-1	Rate constant for aerobic oxidation of OM1 and OM2
K3 / K4	10 / 1	10 / 1	10 / 1	10 / 1	yr-1	Rate constant for denitrification and DNRA of OM1 and OM2
K5 / K6	1 / 0.1	1 / 0.1	1 / 0.1	1 / 0.1	yr-1	Rate constant for oxidation of OM1 and OM2 by MnO_2
K7 / K8	1 / 0.1	1 / 0.1	1 / 0.1	0 / 0	yr-1	Rate constant for oxidation of OM1 and OM2 by $\text{Fe}(\text{OH})$
K9 / K10	0.1 / 0	0.1 / 0	0.1 / 0	0.1 / 0	yr-1	Rate constant for oxidation of OM1 and OM2 by SO_4^{2-}
kO	8	8	8	8	μM	Half saturation constant of O_2 for aerobic oxidation
kNO	10	10	10	10	μM	Half saturation constant of NO_3^- for denitrification
kFOH	50.10^3	50.10^3	50.10^3	50.10^3	μM	Half saturation constant of $\text{Fe}(\text{OH})$ for OM oxidation
kMO	1	1	1	1	μM	Half saturation constant of MnO_2 for OM oxidation
kSO	20.10^3	20.10^3	20.10^3	20.10^3	μM	Half saturation constant of SO_4^{2-} for OM oxidation
porosity	0.7	0.7	0.7	0.7		