

Présentation de thèse
doctorat en océanographie biologique

Le succès de recrutement de la moule bleue : influence de la qualité de la ressource trophique



Nicolas Toupoint

le 24 janvier 2012



Sous la direction de : Réjean Tremblay¹, Bruno Myrand², Frédéric Olivier^{1,3}

¹ ISMER-Université du Québec à Rimouski;

² MERINOV, Îles-de-la-Madeleine, Centre d'innovation de l'aquaculture et des pêches du Québec;

³ MNHN, Cresco - Station Marine de Dinard, France.



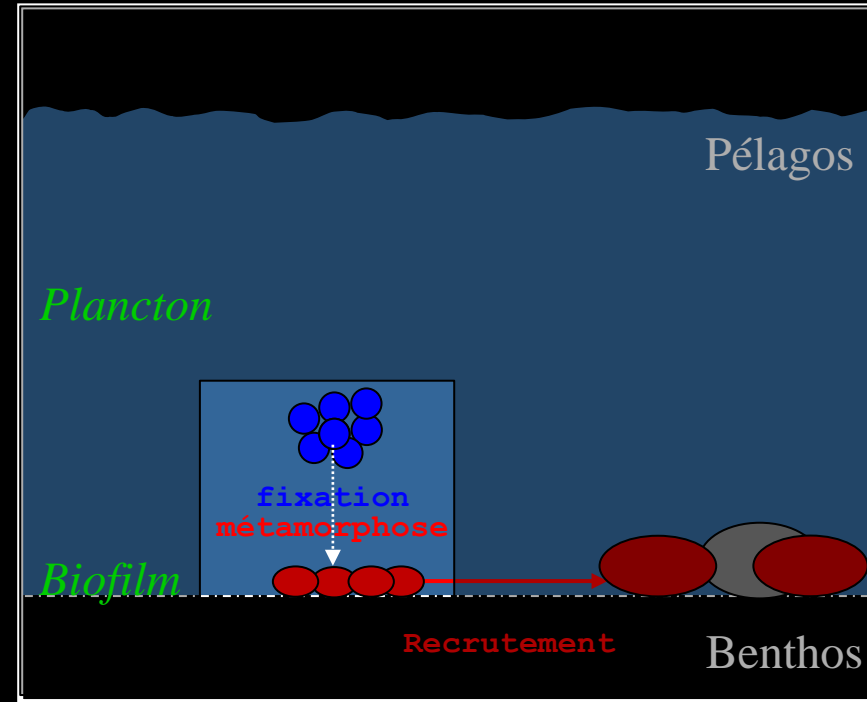
Invertébrés marins à cycle de vie benthopélagique

⇒ Influence de la qualité de la nourriture ?

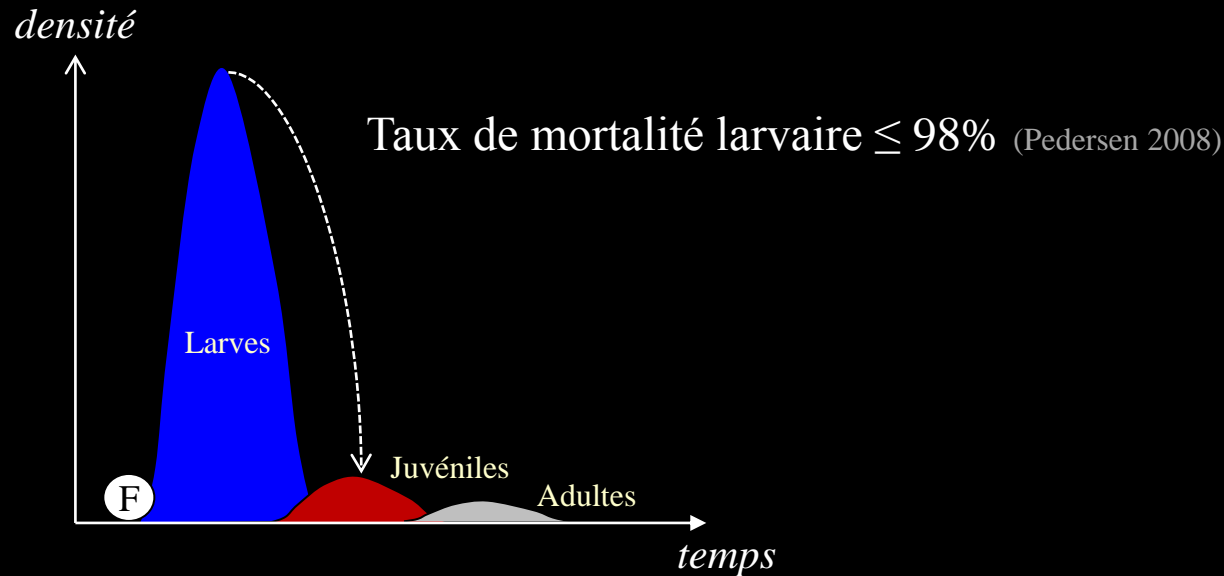
Introduction

- I. Match/mismatch entre le stock larvaire de *Mytilus edulis* et la qualité du seston.
- II. Effet de l'âge du biofilm sur la fixation de *Mytilus edulis*.
- III. Variation spatio-temporelle de la fixation et conditions physiologiques des post-larves.

Conclusion



- Plus de 70% espèces invertébrés marins tempérés → phase larvaire planctonique (Thorson, 1950)



- Succès de recrutement \leftrightarrow tout facteur régulateur de la dynamique des populations, de la reproduction jusqu'à la vie adulte

- Ambigüité: A quel moment parle-t-on de recrue?

\Rightarrow **RECRUTEMENT** = Nombre d'individus à un temps t de la phase benthique (Caley et al. 1996)

- Fixation/métamorphose = fin de la vie pélagique (Thorson 1966)

Taux de fixation = facteur déterminant pour le succès de recrutement (Gaines et Roughgarden 1985)

Fixation ↔ comportement (Rodríguez 1993)

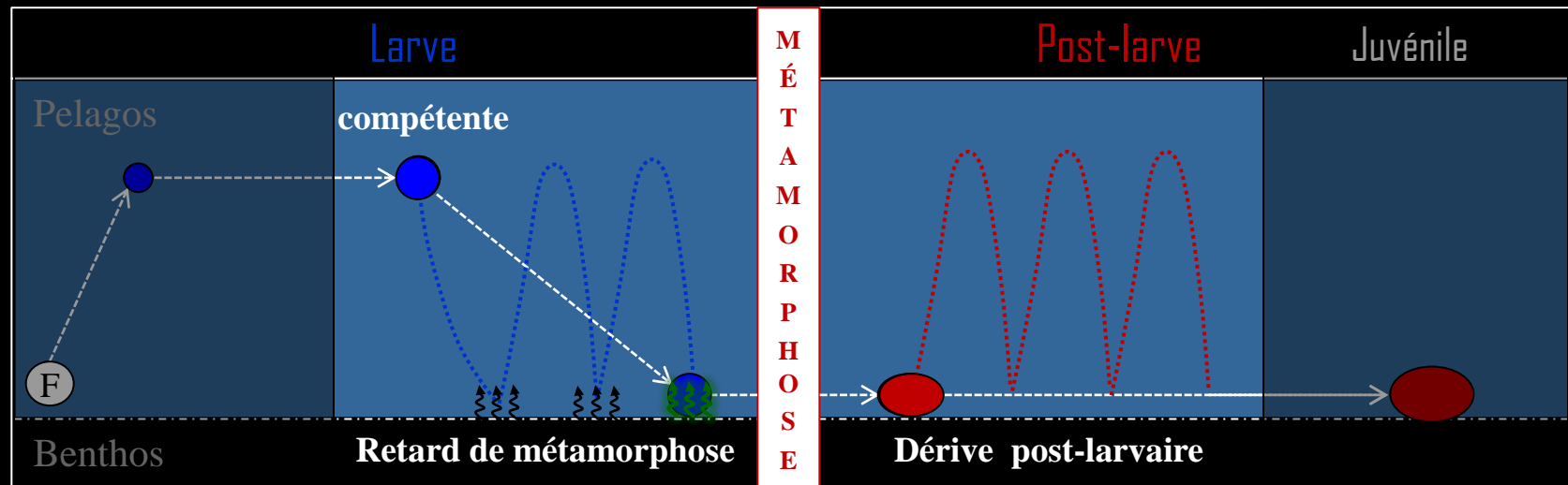
- 1. prospection de l'habitat
- 2. initiation de la métamorphose

- Phase planctonique plus risquée que la phase benthique (Thorson 1950)

Mais, processus post-fixation → rôle important dans la régulation des populations
(Gosselin et Qian 1996, 1997; Hunt et Scheibling 1997; Bownes et Mcquaid 2009)

+ Stress des larves ⇒ développement post-larvaire (*effet latent*) (Pechenik 2006)

⇒ **Recrutement ↔ tout facteur endo-/exogène affectant les stades péri-métamorphiques**

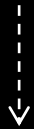


Johan Hjort (1869-1948)
Succès du recrutement

*Larves
planctotrophes*

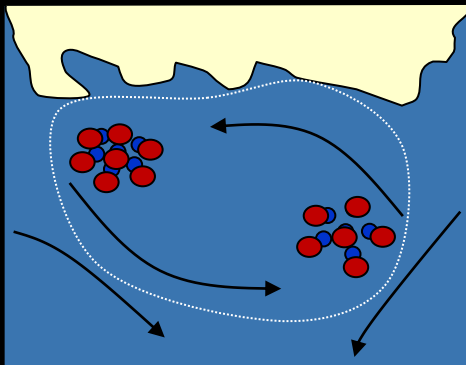
Dispersion des larves

« *transport* » (1926)



HYPOTHESES SPATIALES

Rétention physique



« *Member-Vagrant* »

(Sinclair and Illes 1989)

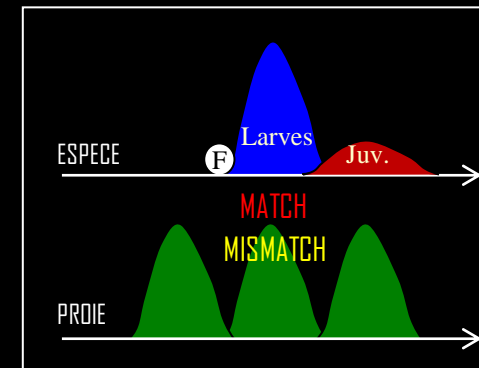
Proies lors de la 1^{ère} alimentation

« *période critique* » (1914)



HYPOTHESES TROPHIQUES

Succès d'alimentation



« *Match-Mismatch* »

(Cushing 1972, 1990)

- Besoins nutritionnels \leftrightarrow QUANTITÉ + QUALITÉ des aliments (Baldwin et Newell 1995)

LIPIDES

- Source majeure d'énergie métabolique des larves (Bergé and Barnathan 2005)
- Matériel essentiel pour cellules et tissus

Grandes classes

Acides gras

TAG: triacylglycerols

Énergie primaire de réserve (Holland 1978)

Indice de qualité larvaire (Fraser 1989)

- Neutres (*réserves*), Polaires (*membranes*)

- Degré d'insaturation (*nb. double-liaison*)

SFA: *Saturés*



MUFA: *Monoinsaturés*



PUFA: *Polyinsaturés*



- Acides gras essentiels (EFA)

Source exogène \leftrightarrow *phytoplancton*

(e.g. Dalsgaard et al. 2003; Glencross et al. 2009)

SFA
MUFA \leftrightarrow Hétérotrophes

PUFA
EFA \leftrightarrow Autotrophes

**Ressource
trophique**

\Rightarrow TAG \rightarrow influencent la fixation-métamorphose et le recrutement

(Thiyagarajan et al. 2002, Pernet et al. 2003)

\Rightarrow PUFA/EFA \rightarrow indispensables pour développement larvaire optimal

(DeMoreno 1976, Soudant et al. 1998)

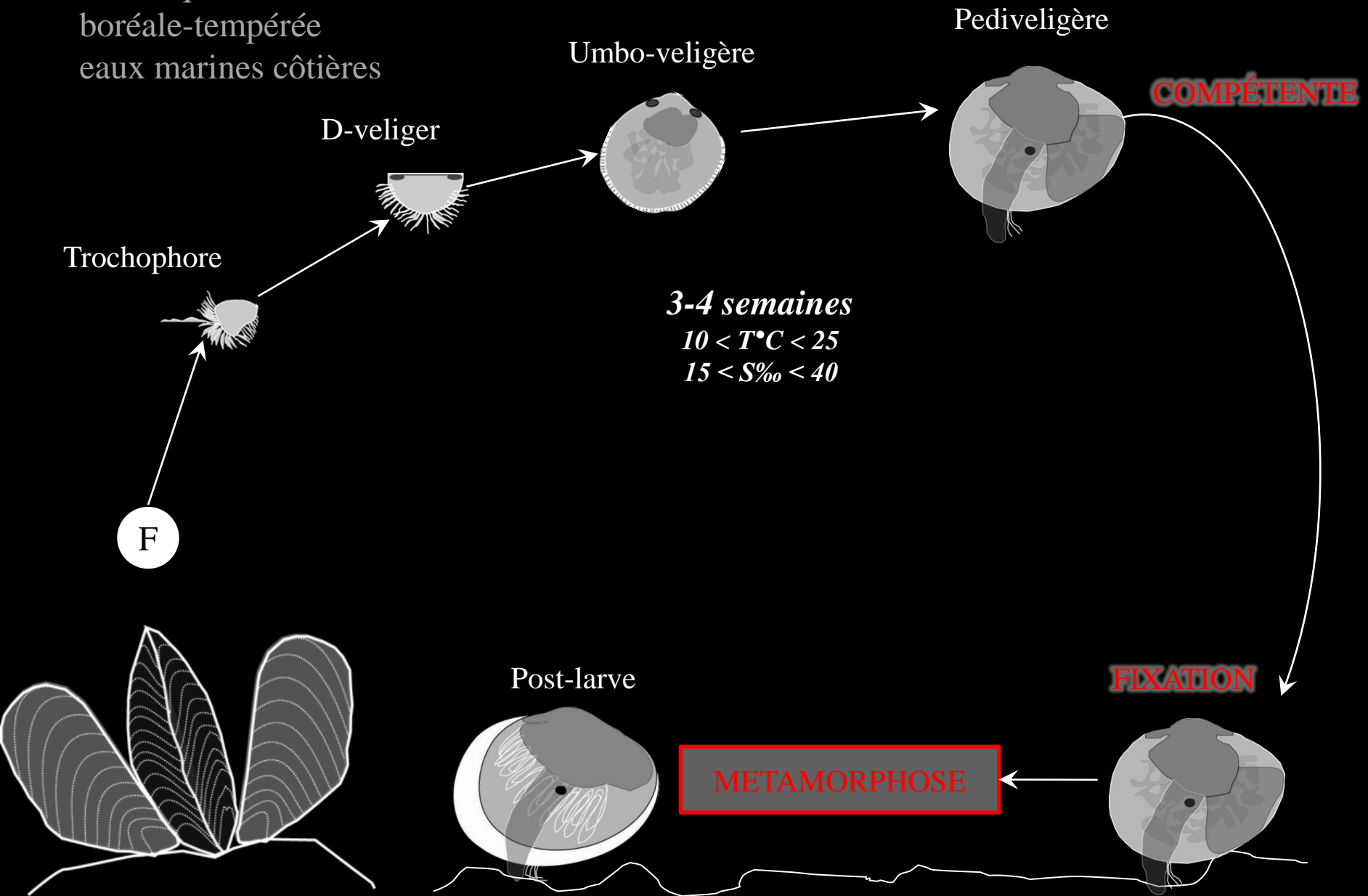
(Lut et Kennish 1992; Bayne 1976)

Mytilus edulis (Linné, 1758)

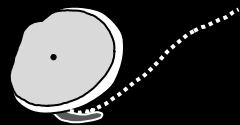
mollusque bivalve

boréale-tempérée

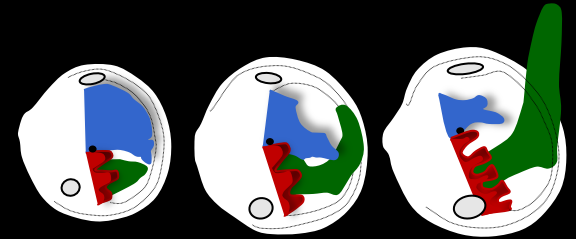
eaux marines côtières



Dérive bysso-pélagique
 $\leq 2\text{ mm}$



Retard de métamorphose
 $\leq 6\text{ semaines}$



(Bayne 1965)

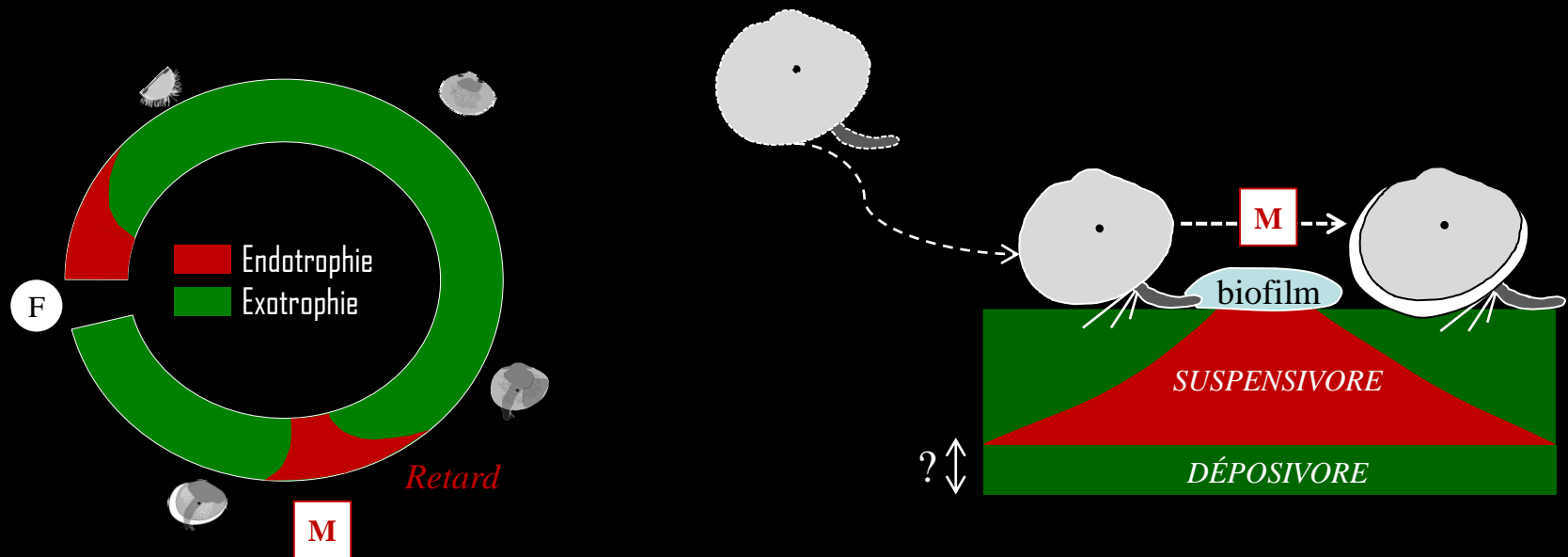
Post-larve

Pediveligère



→ Régime alimentaire

Omnivore

Bactéries, phyto- et zoo-plancton = Pico- (0.2-2 μm) + nanoplancton (2-20 μm)*préférendum* < 5 μm (Riisgard 1980; Raby 1997)→ Modes d'alimentationSuspensivore \leftrightarrow vélum (larves) et branchies (post-larves)Dépositivore \leftrightarrow « *pedal feeding* » (Reid et al. 1992; Cannuel et al. 2009)

⇒ Influence de la qualité de la ressource trophique sur le succès de recrutement de *M. edulis* en milieu naturel ?

Bassin du Havre-Aubert: 3 Km² / prof. moy. 2-3 m / marn. moy. 0.4 m



- Suivi des cohortes larvaires
De la production à la fixation

- Lagunes oligotrophes
Réseau trophique bactérien dominant
Fortes abondances d'hétérotrophes
Blooms de phytoplancton courts et ponctuels
(Trottet 2007)

Chapitre 1:

Comparaison de 2 saisons successives ⇒ effet de la qualité du plancton sur le recrutement?

Chapitre 2:

Biofilm, source potentielle de nourriture ⇒ effet de la qualité biofilm sur la fixation?

Chapitre 3:

Suivi spatio-temporel à fine échelle ⇒ comportement des stades péri-métamorphiques?
⇒ conditions physiologiques après fixation?

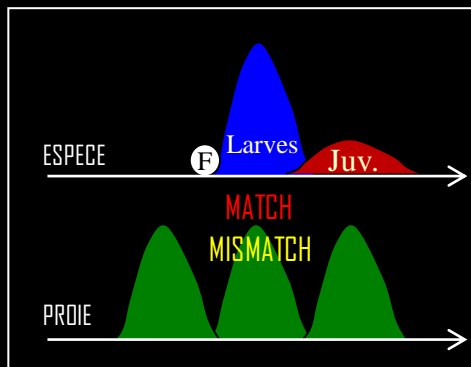
Match/mismatch between the *Mytilus edulis* larval supply and seston quality: effect on recruitment

Nicolas Toupoint, Lisandre Gilmore-Solomon, François Bourque, Bruno Myrand, Fabrice Pernet, Frédéric Olivier, Réjean Tremblay

Journal : Ecology (accepté)

Contexte:

- Les hétérotrophes sont pauvres en PUFA/EFA (e.g. Sargent 1999)
- Besoin de PUFA /EFA pour la croissance et la fixation-métamorphose (e.g. Soudant 1998; Pernet 2004)



« Match-Mismatch »

(Cushing, 1972; 1990)

Hypothèses:

Le contenu en PUFA/EFA dans la ressource trophique

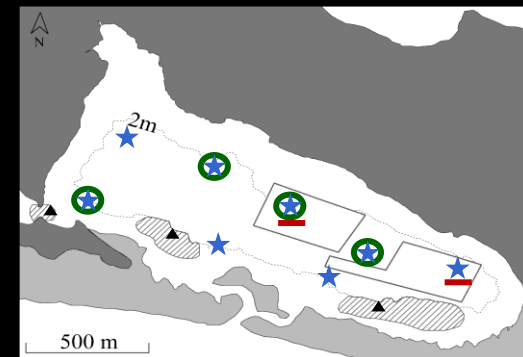
Fixation (H1)

Recrutement (H2)

2007	Date	Variables dépendantes	Réplicats	Ech.
	12	Géniteurs → Ponte	3	10 moules
	25	Environn ^t → Température Salinité	8	1 mesure
			8	1 mesure
		Larves → Abondance	8	1000 L
	11	Post-larves → Fixation Recrutement	2	5 collecteurs
			2	5 collecteurs
	14	Seston → Quantité	4	2 L
	7	Seston → Acides gras	4	2 L

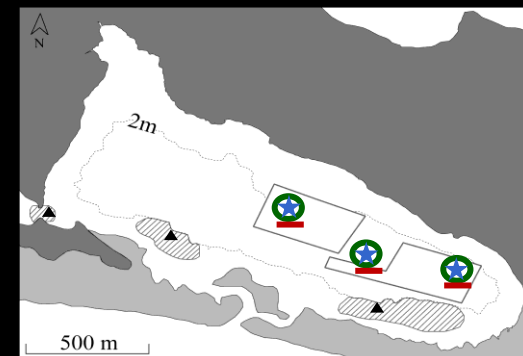
2008	Date	Variables dépendantes	Réplicats	Ech.
	9	Géniteurs → Ponte	3	10 moules
	17	Env ^t → Température Salinité	3	3 mesures
				3 mesures
		Larves → Abondance		3x1000 L
		Post-larves → Fixation		3 collecteurs
		Seston → Concentration Acides gras		3x2 L
	3x2 L			
		Seston → Composition	3x4.5 mL	
	12	Post-larves → Recrutement	3	3 collecteurs

A l'échelle du bassin



Variabilité temporelle:
ANOVAs à mesures répétées
 Différences inter-annuelles:
Test-t
 Co-variations:
Corrélations de Pearson
 2008: *Régression multiple*

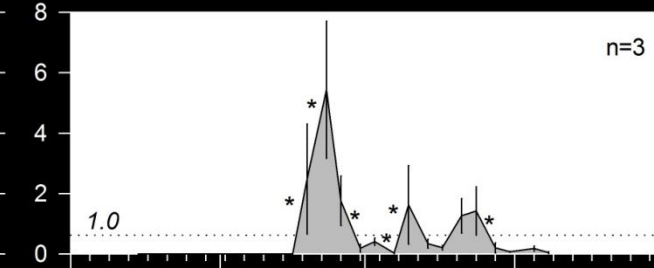
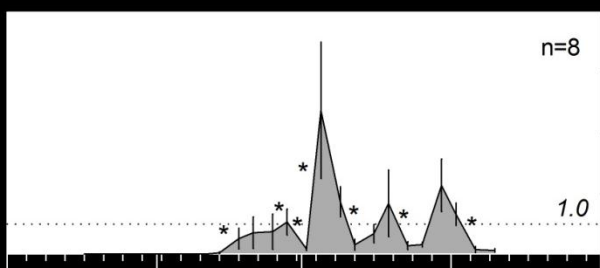
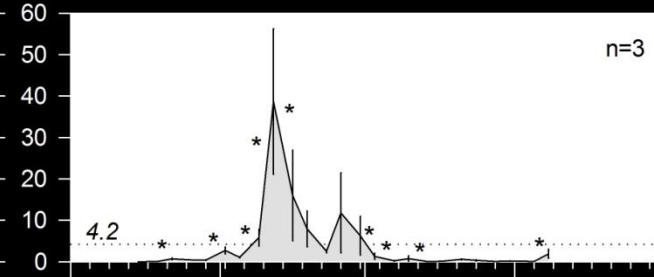
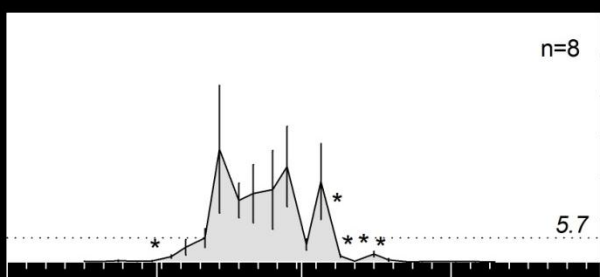
A l'échelle des concessions mytilicoles



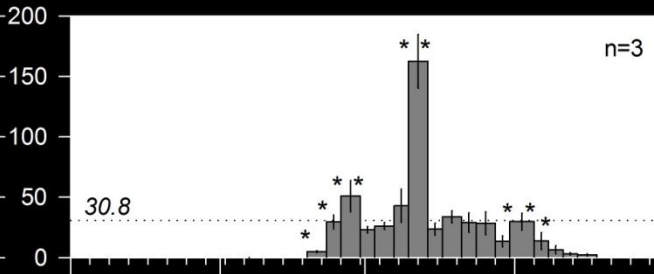
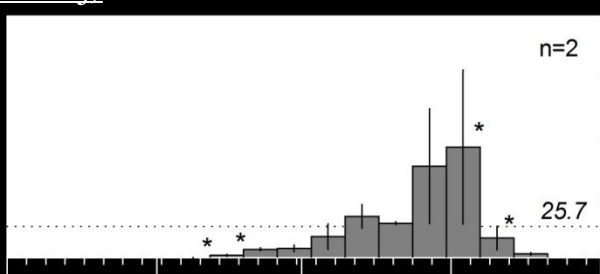
Concentration larvaire (Ind/L)

2007

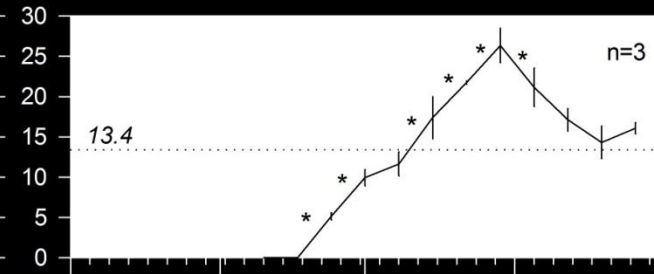
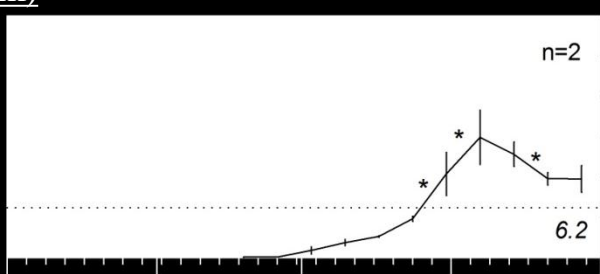
2008



Taux de fixation (Ind/m/j)



Recrutement (Ind/m)



Mai Juin Juil Août Sept Mai Juin Juil Août Sept

2007 vs 2008

Véligères	p
moy	0.71
max	0.23
Pédiveligères	
moy	0.61
max	0.87
Taux de fixation	
moy	0.29
max	0.29
Recrutement	
moy	0.02
max	0.06
Fin Août	0.03

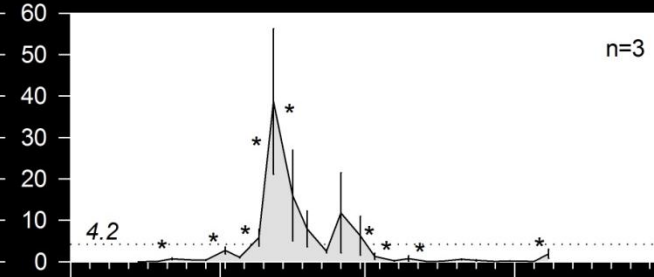
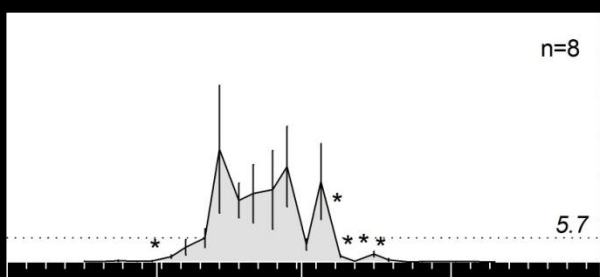


**MOINDRE
RECRUTEMENT
EN 2007**

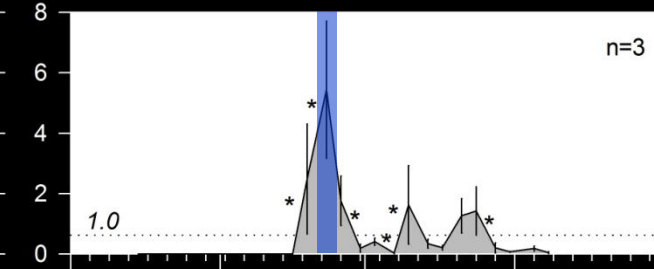
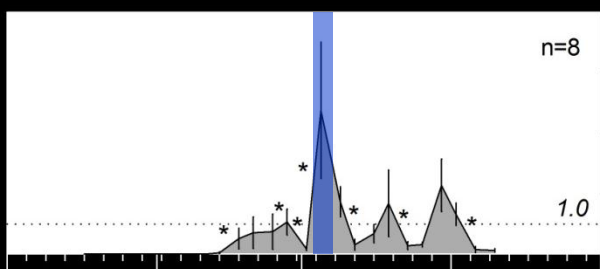
Concentration larvaire (Ind/L)

2007

2008

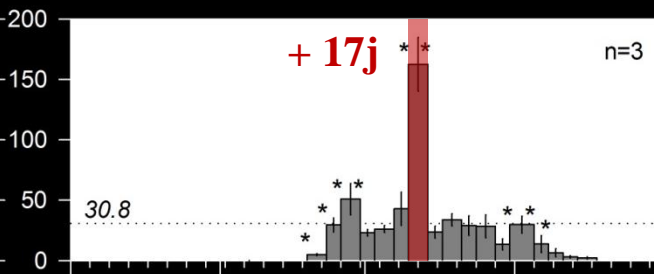
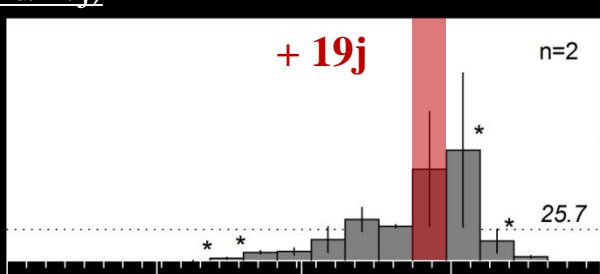


- variabilité spatiale FORTE



-Véli / Pédi CORRÉLÉES

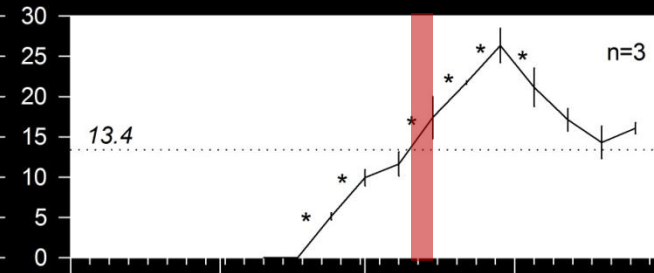
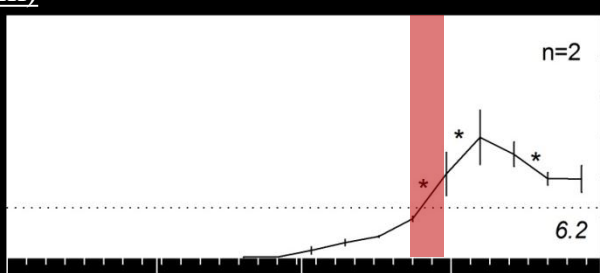
Taux de fixation (Ind/m/j)



- Pédi / Post NON CORRÉLÉES

RETARD DE MÉTAMORPHOSE

Recrutement (Ind/m)



- Pic de fixation

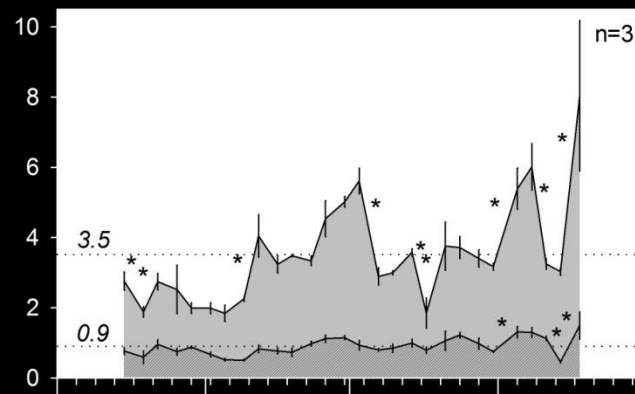
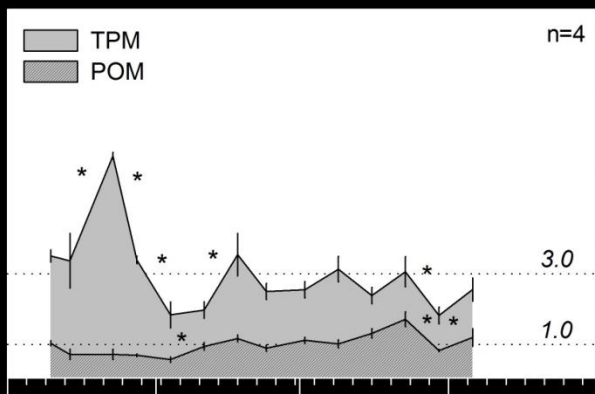
↑↑ Recrutement

Mai Juin Juil Août Sept Mai Juin Juil Août Sept

Concentration du seston (mg/L)

2007

2008



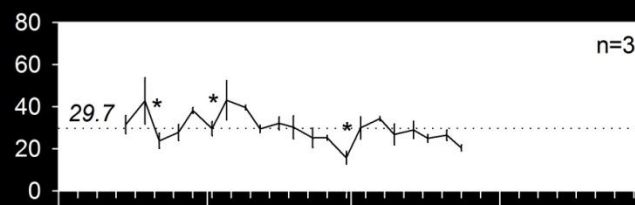
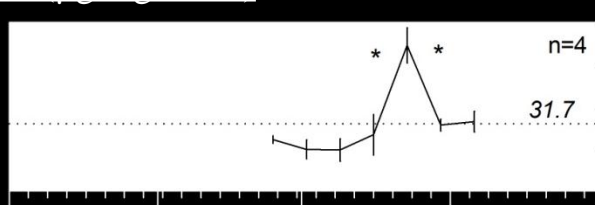
2007 vs 2008

Seston	p
TPM	0.22
PIM	0.07
POM	0.60
POM/TPM	0.02
MTFA	0.99
SFA	0.00
MUFA	0.00
PUFA	0.00
EFA	0.00

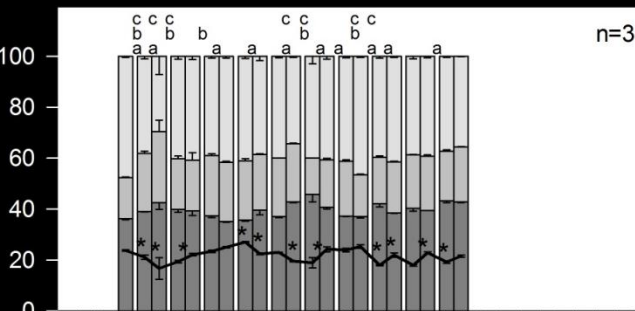
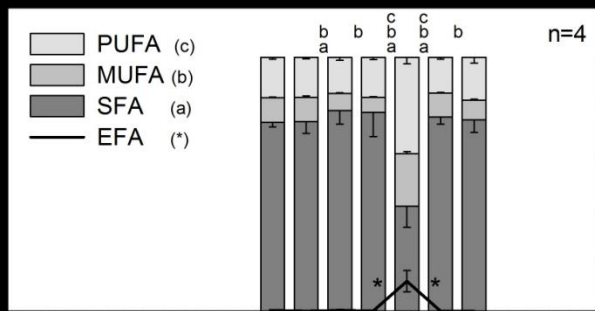


**QUALITÉ
LIPIDIQUE ≠**

Contenu en acide gras (µg/mg POM)



Composition en acides gras(%)



(%)	2007	2008
SFA	71	40
MUFA	10	20
PUFA	19	40
EFA	1.7	22

Mai Juin Juil Août Sept

HÉTÉROTROPHES

Mai Juin Juil Août Sept

AUTOTROPHES

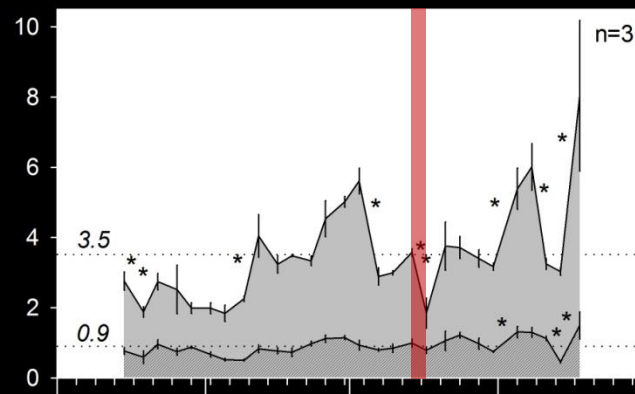
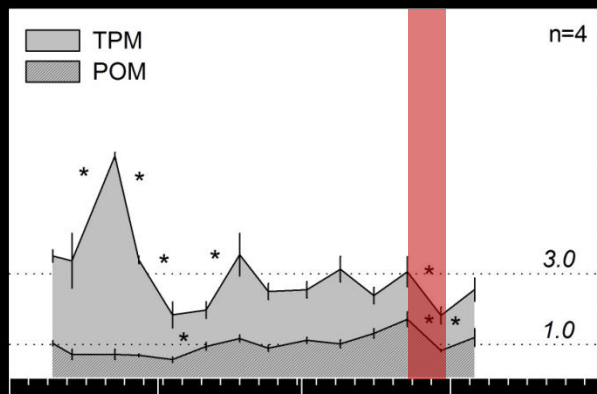
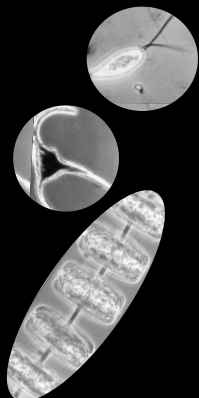
2007: très faible [EFA] ↔ mauvais recrutement

→ **MATCH/MISMATCH avec la qualité de la ressource trophique**

Concentration du seston (mg/L)

2007

2008



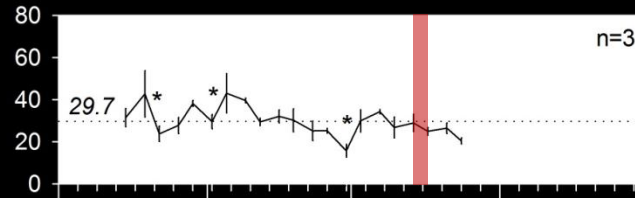
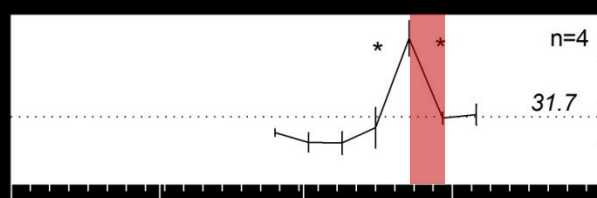
2007 vs 2008

Seston	p
TPM	0.22
PIM	0.07
POM	0.60
POM/TPM	0.02
MTFA	0.99
SFA	0.00
MUFA	0.00
PUFA	0.00
EFA	0.00

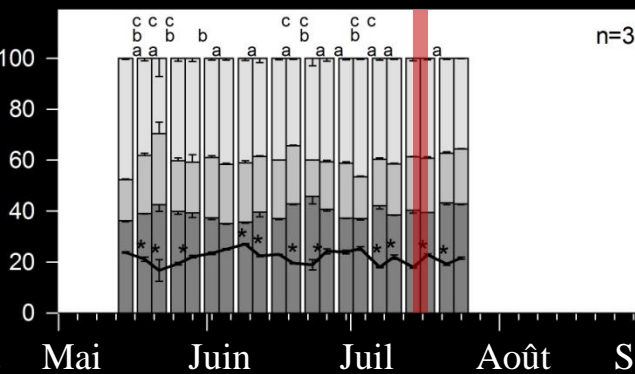
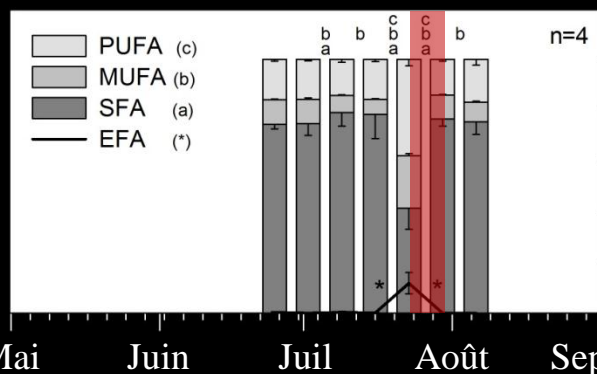


QUALITÉ LIPIDIQUE ≠

Contenu en acide gras (µg/mg POM)



Composition en acides gras(%)



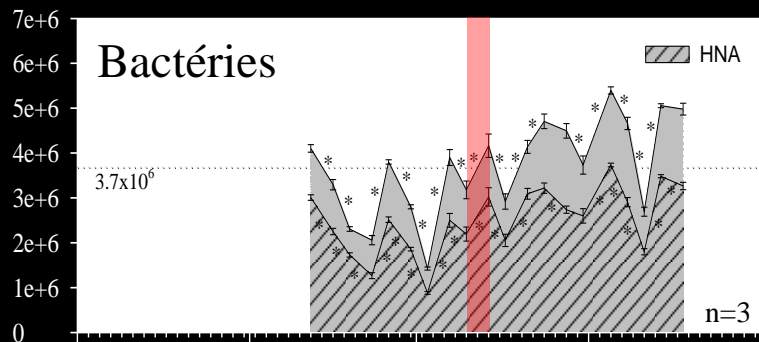
(%)	2007	2008
SFA	71	40
MUFA	10	20
PUFA	19	40
EFA	1.7	22

Mai Juin Juil Août Sept Mai Juin Juil Août Sept

2007: Pic de concentration et de PUFA/EFA

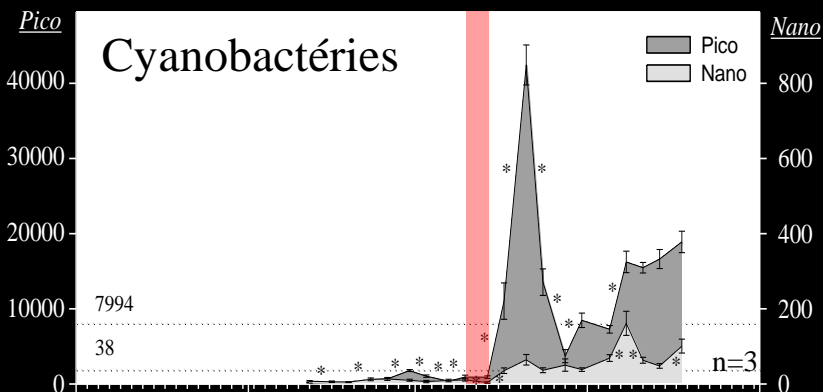
→ **Bloom phytoplancton précède le pic de fixation**

Abondance (cell/mL)



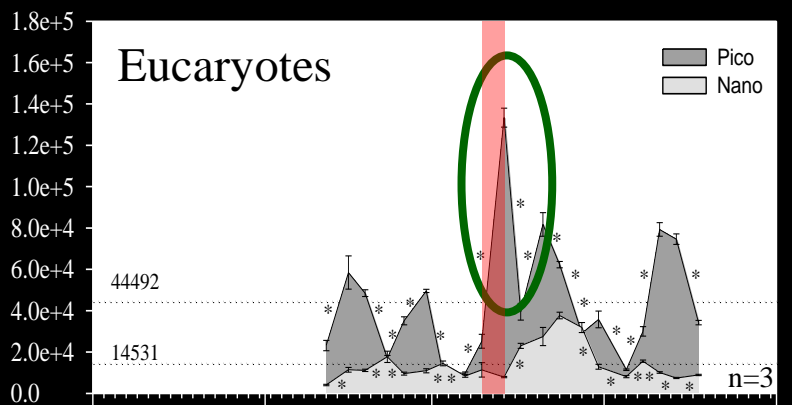
....SAUF POUR LA COMPOSITION TAXONOMIQUE DU SESTON

2008: Pic de concentration en picoeucaryotes
 → **Bloom phytoplancton ↔ pic de fixation**



Régression « Stepwise »

Variable	R ² partiel	R ² modèle	F	p
Picoeucaryotes	0.59	0.59	39.4	<.0001
Nanoeucaryotes	0.20	0.79	23.9	<.0001
Picocyanobactéries	0.04	0.83	5.5	0.027



⇒ **Fixation déclenchée par un changement de:**
 - 2007: **qualité** de la ressource
 - 2008: **quantité**

Mai Juin Juil Août Sept

⇒ (H1) Fixation ↔ EFA dans la ressource



2007



2008



Mais, indices de RETARD DE MÉTAMORPHOSE (Bayne 1965, Bishop 2006, Pechenik 2006)

Pic de fixation DÉCLENCHÉ par un bloom d'autotrophes: « trophic settlement trigger » (TST)

⇒ (H2) Recrutement ↔ EFA dans la ressource



2007



2008

À quantité similaire de nourriture, MATCH/MISMATCH avec la qualité



Les 2 processus sont indépendants l'un de l'autre
& TST est complémentaire en augmentant substantiellement le succès de recrutement.

Effect of the biofilm age on *Mytilus edulis* settlement

Nicolas Toupont, Vani Mohit, Isabelle Linossier, Nathalie Bourgougnon,
Bruno Myrand, Frédéric Olivier, Conie Lovejoy, Réjean Tremblay

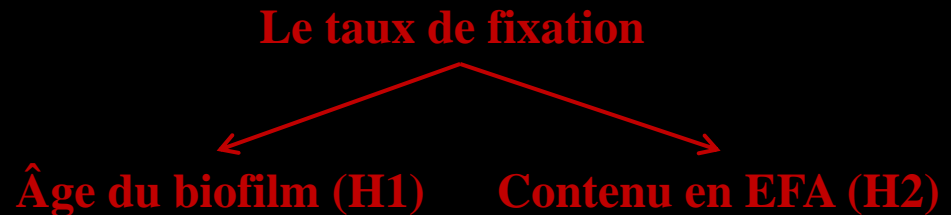
Journal : Biofouling (à soumettre)

Contexte:

- Allélopathie: perception de signaux biochimiques émis par substrat + eau (Ganesan et al. 2010)
- Moule: relation positive entre succès de fixation et âge biofilm (Bao et al. 2007; Peteiro 2007)
- Biofilm: déclencheur de la fixation, mais quelle est sa fonction écologique?



Hypothèses:

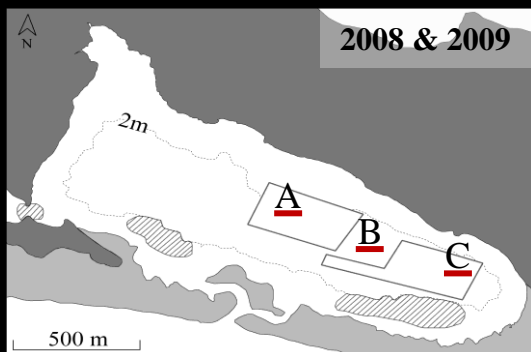


1. Conditionnement:

3 âges de biofilm: 1, 2 et 3 semaines (T1, T2, T3)

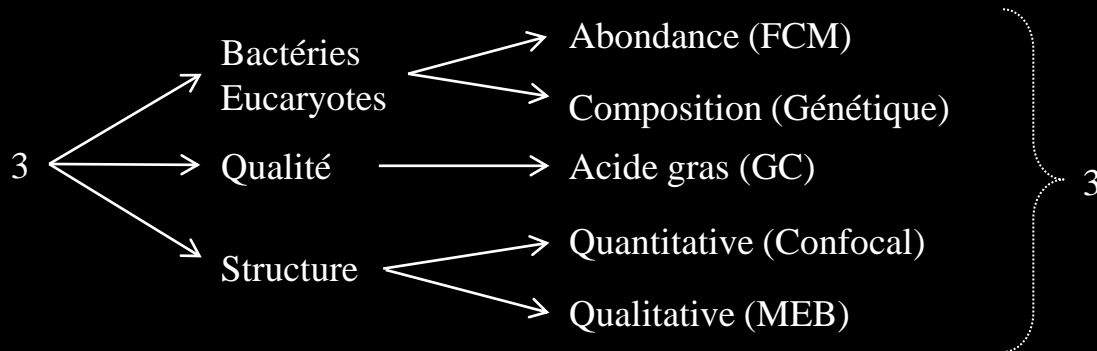
Année	Session	Conditionnement	Fixation
2008	B1	5 - 19 juin	26 juin (4)
	B2	19 juin – 3 juillet	10 juillet (4)
	B3	3 – 17 juillet	24 juillet (4)
2009	B4	16 – 30 juillet	6 août (7)

2. Fixation:



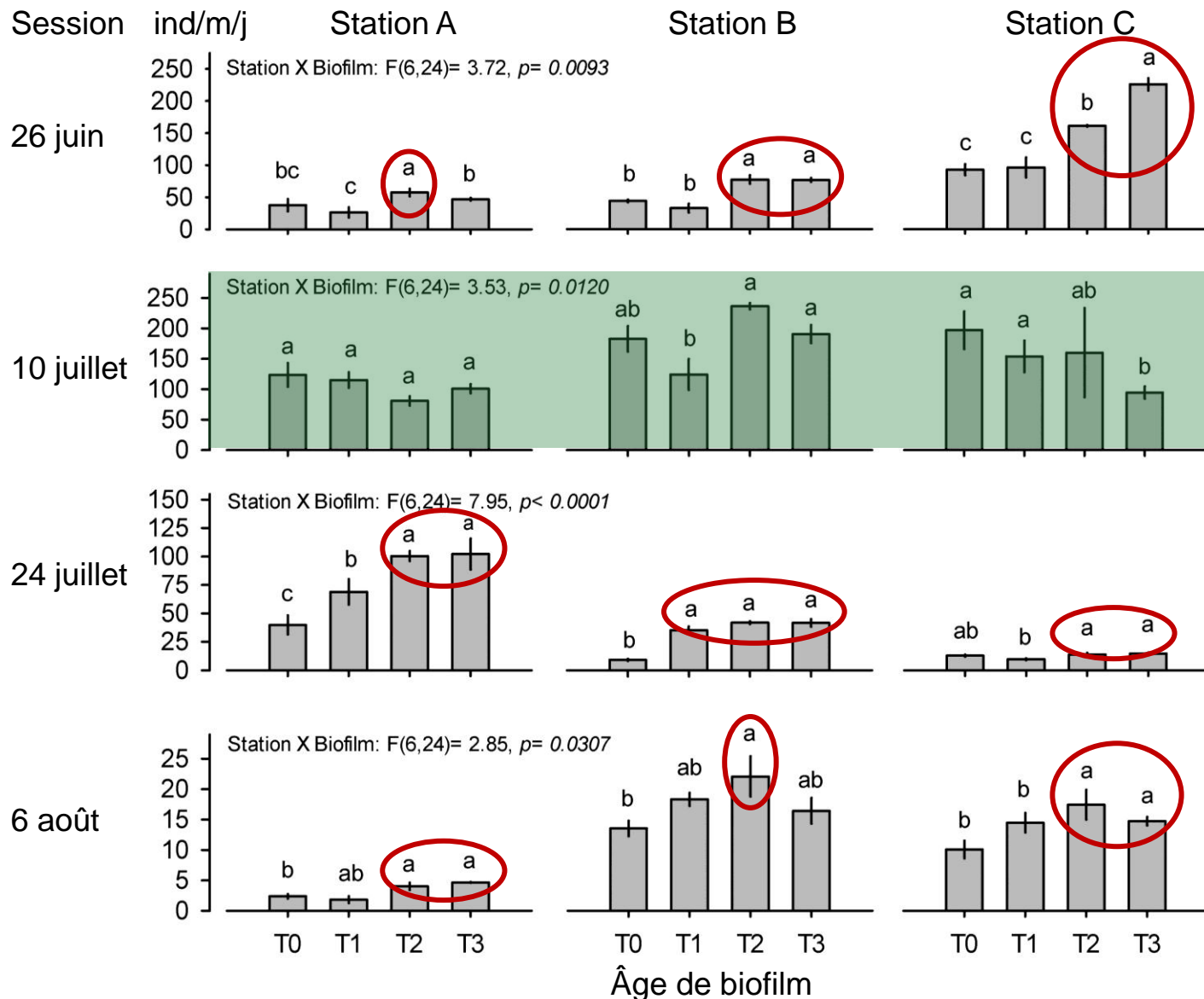
Effet âge et site:
ANOVAs à 2 facteurs

3. Caractérisation du biofilm (2009):



Varibilité temporelle:
ANOVAs à mesures répétées
Communautés:
PERMANOVAs
nMDS
SIMPER





- VARIABILITÉ SPATIALE importante

- PAS D'EFFET BIOFILM bloom de picoeucaryotes (Chap.1: TST)

- EFFET BIOFILM VARIABLE

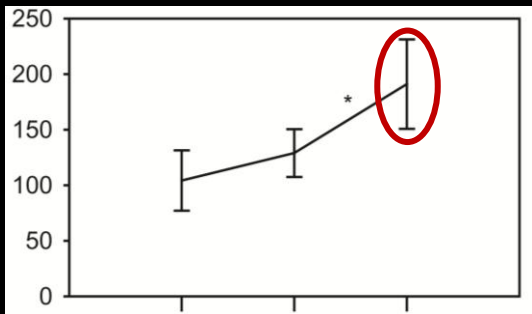
↓
POSITIF
≥ 2 semaines

Concentration (mg/cm²)

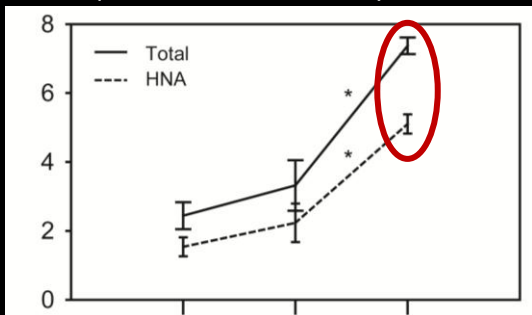
PAS DE DIFFÉRENCE

moy = 0.91

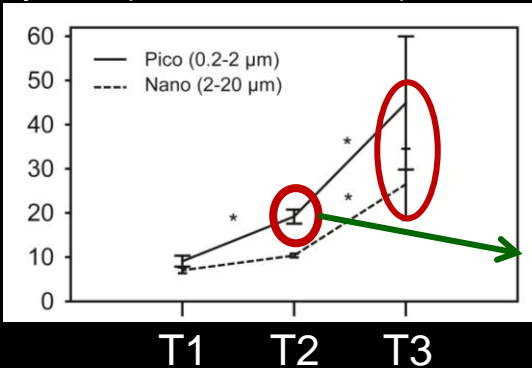
Masse d'acides gras (µg/mg)



Bactéries (millions cell./cm²)



Eucaryotes (milliers cell./cm²)



PICOEUCARYOTES

- PAS DE DIFFÉRENCE DE QUALITÉ

Autotrophes: PUFA (EFA) = 40 (17) %

- MODIFICATION DES COMMUNAUTÉS

Bactérienne

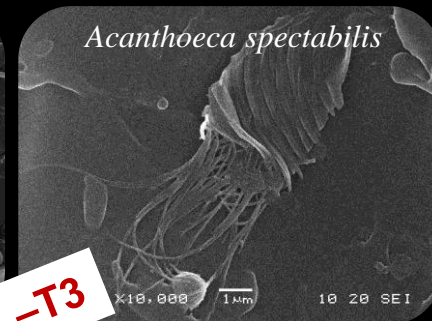
Classes : *α-Protéobactéria*
Planctomycètes



Genres : *Loktanella sp.*
Teredinibacter



Eucaryotes



T2-T3



⇒ **(H1) Fixation ↔ âge du biofilm**



a) conditions trophiques normales



b) bloom phytoplanctonique

a) ⇒ fixation sur des biofilms âgés de 2-3 semaines

b) TST: pic de fixation synchronisée par un bloom de picoeucaryotes (Chapitre.1)

⇒ *Signaux pélagiques* >> *signaux benthiques*

⇒ **(H2) Fixation ↔ qualité lipidique du biofilm [EFA]** 

Fixation = f(âge biofilm) ↔ $\underbrace{\begin{array}{l} \text{Abondances} \\ \text{Composition des communautés} \end{array}}_{\uparrow \text{picoeucaryotes}}$

⇒ *Biofilm pourrait constituer une ressource trophique non négligeable*

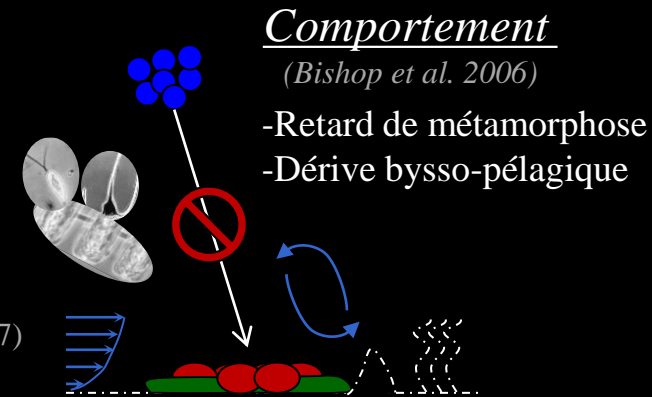
Spatio-temporal variations in settlement and physiological conditions of blue mussel post-larvae

Nicolas Toupoint, Lisandre Gilmore-Solomon, François Bourque,
Bruno Myrand, Frédéric Olivier, Réjean Tremblay

Journal : Marine Ecology Progress series (à soumettre)

Contexte:

- Fixation/métamorphose = étape pivot du recrutement (Hunt et Scheibling 1998)
- Découplage benthopélagique (Miron et al. 1995, Porri et al. 2006)
- Chapitre 1 : indices de variation spatiale
indices de retard de métamorphose
TST = influence de la ressource planctonique
→ *prime sur l'effet biofilm (Chap.2)*
- Comportement ↔ conditions physiologiques (Tremblay et al. 2007)



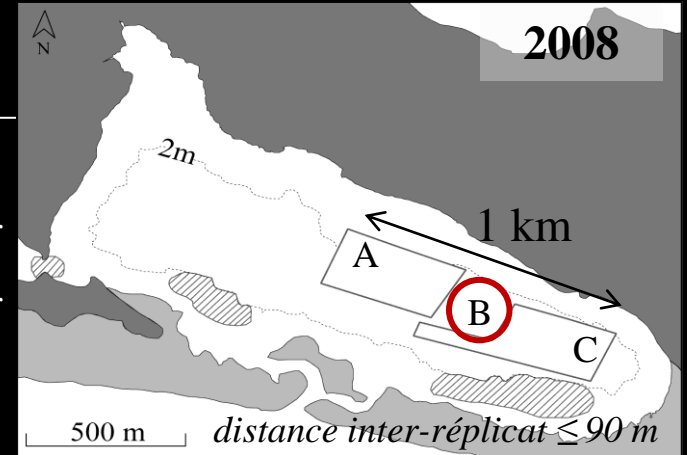
Hypothèses:

- (H1) Forte variabilité spatiale à petite échelle des abondances de larves et jeunes recrues**
- (H2) Le découplage benthopélagique ↔ Retard de métamorphose + Dérive bysso-pélagique**
- (H3) TST ⇒ amélioration des conditions physiologiques post-larvaires**

1. Variabilité spatio-temporelle:

Date	Station	Variables dépendantes	Réplicats	Ech.
28	3	Larves → Abondance	3	1000 L
		Post-larves → Fixation		
14	3	Post-larves → Recrutement		1 collecteur

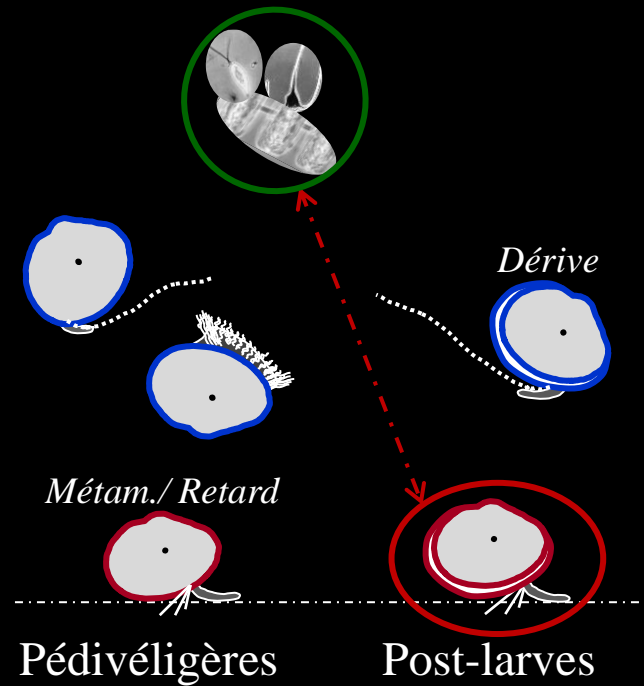
ANOVAs à mesures répétées à 2 facteurs
Corrélations de Pearson



2. Qualité post-larvaire:

Date	Fraction	Variables dépendantes	Réplicats	Ech.
12	Seston	Acides gras	3	2 L
	Post-larves	Classes lipides		
	2	Post-larves		Acides gras*

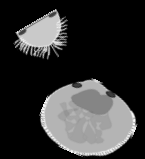
Variabilité temporelle:
ANOVAs à mesures répétées
* ANOVAs à mesures répétées à 2 facteurs
Comparaison post-larves/seston:
ANOVAs à 1 facteur



P
É
L
A
G
O
S

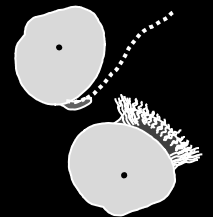
B
E
N
T
H
O
S

Larves véligères

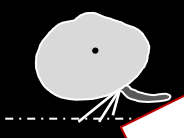


-80 %

Larves pédivéligères

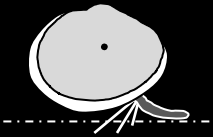


Larves pédivéligères



≤50%
des recrues

Post-Larves



ANOVA rep. 2F	Date x Station		
	Df	F	p
Pélagos			
Véligères	46	4.33	<0.0001
Pédivéligères	28	4.91	<0.0001
Benthos			
Pédivéligères	30	11.22	<0.0001
Post-larves	32	11.33	<0.0001
% Pédi.	30	2.64	0.0004

-FORTE VARIABILITÉ SPATIALE <1 km

→Pédi: <90 m

CORR	Pearson (ρ)		
Véli/Pédi+	0.5	0.9	0.7
Pédi/Pédi	0.6	0.5	0.6
Pédi/Post	ns	0.6	0.4
Pédi/Post	ns	ns	ns

-COUPLAGE BENTHO-PÉLAGIQUE

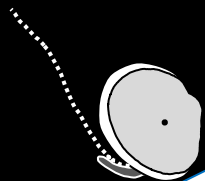
Pédi/Pédi

Recrutement

ANOVA rep. 2F	Date x Station		
	Df	F	p
Benthos			
Post-larves	24	2.11	0.0114

-PAS DE DIFFÉRENCE EN FIN DE SAISON

Post-larves pélagiques

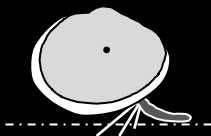


≤50%
des compétentes

ANOVA rep. 2F	Df	Date	p	Station	Date x Station
		F			
Proportion	12	2.20	0.0357	ns	ns
Concentration	12	3.29	0.0012	ns	ns

- PAS DE VARIABILITÉ SPATIALE <1 km

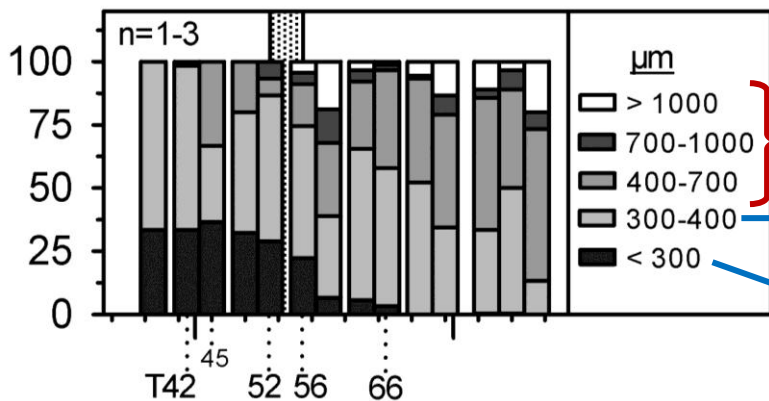
Post-larves benthiques



ANOVA rep. 1F	Df	Date	p
		F	
Taille	13	15.20	< 0.0001
Masse	13	9.96	0.0001

- Variation temporelle après le pic de fixation

Fréquences de taille (%)



Acquisition de la compétence: 260 μm

dérive bysso-pélagique

≤87%

retard de métamorphose

≤67%

pas de retard de métamorphose

≤37%

COMPORTEMENTS IMPORTANTS

Post-larves

Classes de lipides

- TAG & TAG/ST

Pas de variation ↔ pic de fixation

- TAG: non détectés lorsque fixation secondaire <13%

Épuisement des réserves après métamorphose

Acides gras

- Pas d'interaction Date x Fraction

- Peu de variation temporelle

Pas de relation claire ↔ pic de fixation

Seston

Acides gras

- Peu de variation temporelle

↔ Chapitre 1

besoins physiologiques

- Profils moyens -

Acides gras	POST-LARVES			F ₍₂₎	ANOVA		
	PL	NL	Seston		p	post-hoc	
Σ SFA	33.1 ± 1.89	34.45 ± 1.11	39.7 ± 0.99	5.81	0.0048	* S	NL PL
Σ MUFA	17.19 ± 0.59	22.60 ± 0.66	20.69 ± 0.41	23.97	<0.0001	* NL	* S PL
Σ PUFA	49.72 ± 2.34	42.95 ± 1.28	39.57 ± 1.11	9.63	0.0002	* PL	NL S
Σ EFA	27.63 ± 1.85	18.38 ± 0.82	22.2 ± 0.8	16.60	<0.0001	* PL	* S NL

⇒ RÉTENTION PUFA/EFA DANS LIPIDES POLAIRES ↔ BESOIN NUTRITIONNEL

⇒ (H1) Variabilité spatiale à petite échelle (<1 km)



Plusieurs échelles de variations ↔ Stades pélagiques

⇒ *Comportement pélagique est un facteur important à considérer*

Variabilité de la fixation n'a pas d'effet sur le recrutement final

⇒ *Importance des facteurs post-fixation*

⇒ (H2) Découplage benthopélagique ↔ comportement



Pédi / Post

Découplage opère après la fixation primaire

⇒ *Importance de distinguer les différents stades*

Retard de métamorphose et dérive bysso-pélagique

⇒ *Comportement benthique est un facteur important à considérer*



~~Pédi / Pédi~~

⇒ (H3) TST ⇒ avantages physiologiques



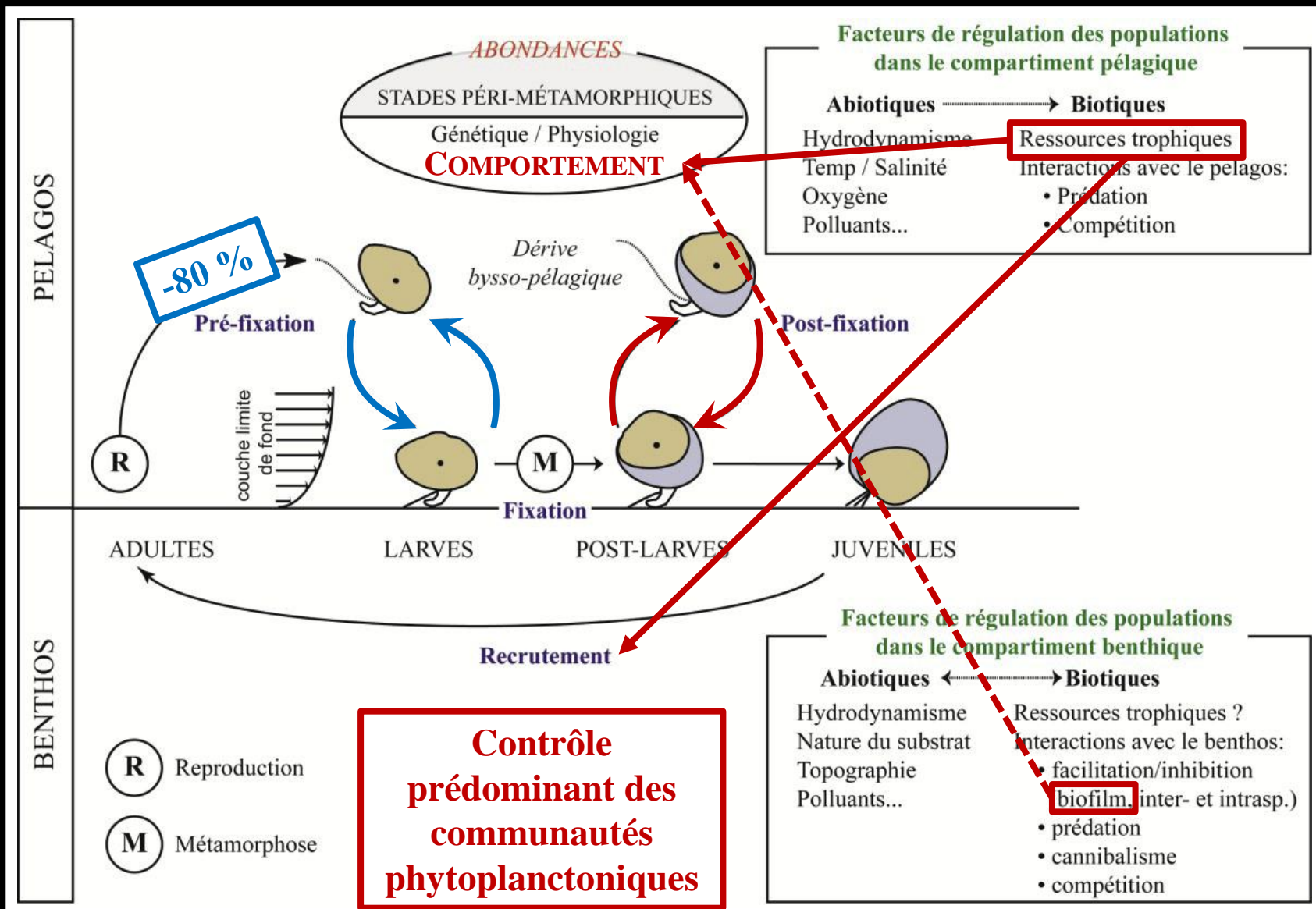
Déclencheur ↔ chimiotactisme? Mais, réponse floue due au mélange de taille

⇒ *Importance de distinguer les différents stades*

⇒ *Acides gras essentiels sont importants pour le métabolisme des jeunes recrues*

↔ *production autotrophe en milieu naturel*

Première étude → influence de la composition lipidique de la ressource sur le recrutement, en milieu naturel

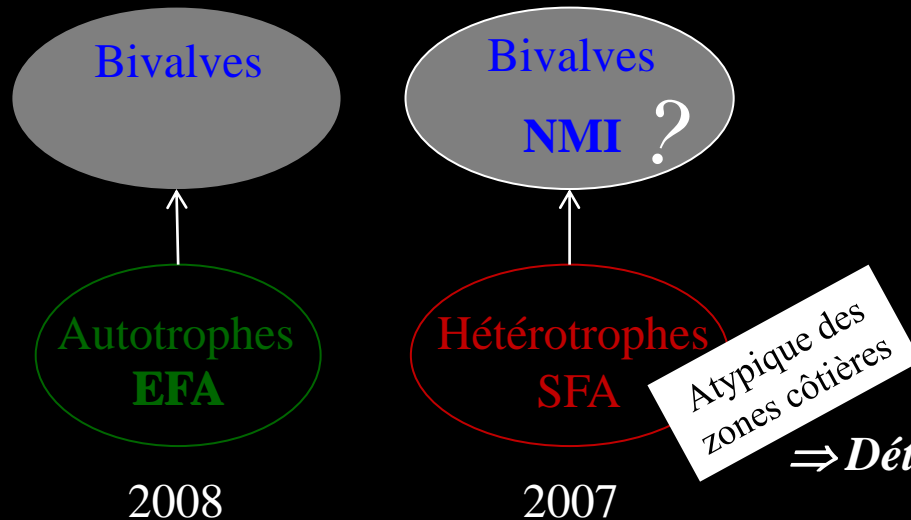


MATCH/MISMATCH avec la qualité de la nourriture

Chap.1: Recrutement $\uparrow \leftrightarrow$ [EFA] \uparrow
 Chap.3: EFA accumulés par les post-larves } Avantage physiologique des EFA
 ↓
 meilleure survie post-fixation

PERSPECTIVES

⇒ Évaluation de la qualité des post-larves en conditions hétérotrophiques



⇒ Détermination de la composition planctonique

⇒ Modèle de productivité \leftrightarrow export des larves hors du bassin

LE COMPORTEMENT DE LA FIXATION

Chap.1 & 3: Variabilité spatio-temporelle importante

Chap.3: Patrons de variation ~ au cours de l'ontogénie

Chap.3: Importance de la fixation secondaire

Larves et post-larves pélagiques

≠

Particules inertes

PERSPECTIVES

Rôle de la dérive bysso-pélagique? Critères de sélection?

⇒ *Études de l'influence du biofilm au cours de l'ontogénie post-larvaire*

Rôle trophique du biofilm?

⇒ *Études du contenu biochimique des post-larves fixées sur différents biofilms*

UN DÉCLENCHEUR TROPHIQUE DE LA FIXATION (TST)

Habituellement, les inducteurs sont associés au substrat, et non à la colonne d'eau

Chap.2: âge du biofilm = critère de sélection

SAUF

Chap.1: bloom phytoplanctonique synchronise le pic de fixation

} *picoeucaryotes*
(0.2-2 μm)

PERSPECTIVES

Études sur le recrutement:

⇒ *Prise en compte de la ressource trophique pélagique*

Spécificité du TST?

⇒ *Études dans d'autres systèmes aquatiques, avec d'autres espèces*

Espèce(s) inductrice(s)?

⇒ *Caractérisation de la communauté picoplanctonique*

Validation du phénomène:

⇒ *Expérimentations en laboratoire (utilisation de marqueurs)*

Merci de votre attention



Directeurs

Réjean Tremblay

Bruno Myrand

Frédéric Olivier

Partenaires financiers



MERCI

À tous ceux qui ont contribué à la réalisation de ce projet

MAPAQ / MERINOV

Îles de la Madeleine

Chargés de projet:

François Bourque

Techniciens:

Carole Cyr

Jacques Richard

Jules Arseneau

Francine Aucoin

François Galien

Ouvriers:

Yvon Chevarie

Claude Poirier

Étudiants:

Jessica

Vanessa

Camille

MYTILICULTEURS

Îles de la Madeleine

Michel Fournier

Carlo Eloquin

ISMER

Rimouski

Professeurs:

Suzanne Roy

André Rochon

Agents de recherche:

Richard Saint-Louis

Claude Belzile

Simon Senneville

Sophie Gauthier-Clerc

Auxiliaire de recherche:

Iften Redjah

Techniciens:

Gilles Desmeules

Sylvain Leblanc

Pascal Rioux
Sonia Belvin
Dominique Lavallée

Étudiants:

Lisandre Gilmore-Solomon
Erwann Fraboulet
Sarah Granier
Oscar-G Casas-Monroy
Marie Parenteau
Eva Alou-Font
Nicolas Lemaire

Membres administratifs:

Sylvie Filion
Jocelyne desgagné
Nycole bérubé

RESEAU AQUACULTURE QUEBEC
Rimouski

Directeur scientifique:

Céline Audet

Auxiliaire de recherche:

Renée Gagnée

INSTITUT DE RECHERCHE
EN ZONES CÔTIÈRES

Shippagan

Agent de recherche:

Claude Pelletier

Étudiant:

Isabelle Thériault

UNIVERSITÉ LAVAL

Québec

Professeurs:

Conie Lovejoy

Étudiants:

Vani Mohit

Consultants statistique:

Gaétan Daigle
Hélène Crépeau

IFREMER

Sète

Agent de recherche:

Fabrice Pernet

UNIVERSITÉ BRETAGNE OCCIDENTALE

Brest

Maîtres de conférence:

Edouard Kraffe

UNIVERSITÉ BRETAGNE SUD

Lorient

Professeurs:

Nathalie Bourgougnon

Maîtres de conférence:

Isabelle Linossier

Étudiants:

Gaëlle Legendre

Techniciens:

Laure Taupin

Anthony

MUSEUM NATIONAL D'HISTOIRE

NATURELLE

Paris

Maître de conférence:

Tarik Meziane

MUSÉE CANADIEN DE LA NATURE

Ottawa

André Martel

Michel Poulin

SPECIALISTES

Sylvie Lessard (IML)

Marie-Josèphe Chretiennot

Véronique Martin-Jézéquel (Nantes)

MERCI DE VOTRE PRÉSENCE