



Centre d'Etude et de Valorisation
des Algues
Presqu'île de Pen Lan
BP 3 / 22610 PLEUBIAN
02 96 22 93 50
02 96 22 84 38
e-mail : algue@ceva.fr

Programme d'intervention du CEVA
en faveur de l'action régionale et interdépartementale
pour la maîtrise des phénomènes de marées vertes

CIMAV 2010

RAPPORT SUR LE PROJET 3

Compléments d'études sur les processus biologiques,
hydrologiques et sédimentologiques
impliqués dans la marée verte



ANNEE 2010



Projet 3 :
**Compléments d'études sur les processus
biologiques, hydrologiques et sédimentologiques
impliqués dans la marée verte**

1- CONTEXTE ET OBJECTIFS

Les actions proposées dans ce programme sont avant tout destinées à l'**opérationnalisation du modèle écologique Mars-ulves**, mais aussi, d'une manière plus large, à la **consolidation, par méthode expérimentale, des connaissances sur le fonctionnement écologique des blooms macroalgaux**. La crédibilité des acquis scientifique sur l'origine, conditions de développement et moyens de limitation des marées vertes, nécessite, au regard des enjeux, d'être en permanence consolidée, les argumentations scientifiques étant encore, nous l'avons vu à la période récente, facilement remis en cause en situation de crise.

Parmi le nombre d'actions engagées depuis 2008, nous proposons de poursuivre en priorité quatre d'entre elles commencées en 2009 et ayant donné des résultats encourageants après mise en place des protocoles expérimentaux permettant de les réaliser.

- ✓ Poursuite d'expérimentations écophysologiques pour la mesure de paramètres nutritionnels de la croissance des algues:
 - Complément de mesure en armoire de culture et sur **milieu synthétique** des valeurs de Q1 P et **Q0 P** mesurées pour les Ulves en 2009. Ces données sont de première importance pour valider le diagnostic d'effet sub-limitant à limitant du phosphore à certaines périodes dans certains sites. Les protocoles d'appauvrissement en bassins non renouvelés, comme en bacs de 20 litres, ont permis d'obtenir en 2009 de premières valeurs satisfaisantes pour Q1 P mais n'ont pas permis de déterminer clairement Q0 P en raison de teneurs déjà élevées dans l'eau de mer de pompage. La longueur des expérimentations, liée aux durées nécessaires à l'appauvrissement du milieu en P, a même engendré une certaine variabilité dans la mesure Q1P (par altération possible, sur la durée d'expérimentation, de la qualité physiologique des algues dans ces conditions de culture). Nous proposons de déterminer précisément la valeur du **quota de subsistance Q0 P** (tout en confirmant au passage celle du quota critique Q1 P) en utilisant un milieu artificiel totalement dépourvu de phosphore.

- Consolidation des valeurs de paramètres d'absorption de NO₃ pour les ulves en bassins à flux continu, avec tests pour des **ulves de vasières**. Ces données sont nécessaires à la modélisation biologique sur vasière.
- ✓ Mesures, sur les bases méthodologiques établies en 2009 en bassins à flux continu, de la **production de matière organique** dissoute et particulaire au cours de la croissance des ulves et estimation du potentiel de recyclage sur site des sels nutritifs dans l'alimentation d'une marée verte. Ces données sont essentielles à la calibration du modèle et peuvent aussi, indirectement, influencer les stratégies saisonnières de ramassage (notamment l'activité de ramassage en période estivale sera plus efficace s'il s'avère qu'une grande partie de la marée verte peut se recycler sur place en cette période de flux minimaux).
- ✓ Acquisition, sur les bases méthodologiques établies en 2009 en bassins à flux continu, de données réalistes sur le **facteur d'auto-ombrage** qui peut être considéré comme un des paramètres de contrôle de la croissance des algues le moins bien connu au niveau du modèle. La connaissance de ce facteur est aussi un des points les plus importants à considérer pour estimer la faisabilité d'opérations de déstockages de sites. L'argument d'un regain de production des algues dans des conditions d'accès à la lumière améliorées par le ramassage est le plus souvent avancé pour mettre en doute l'efficacité d'opérations de ramassage intensif.

2- RESULTATS :

2.1. Acquisition expérimentale de paramètres nutritionnels :

2.1.1. Cultures en laboratoire pour la consolidation des valeurs de Q1P et Q0P :

➤ Méthodologie :

- La croissance des ulves en fonction de leurs quotas phosphorés, a fait l'objet d'une expérimentation réalisée en conditions contrôlées de température et de lumière, en bacs de 20 litres (cf rapport P3-2009). Un milieu de culture artificiel permet, cette année, d'obtenir une élimination complète du phosphore à disposition des ulves et un effet de limitation nutritionnelle sur leur croissance plus marqué et rapide. La chute de croissance des ulves cultivées dans les bacs appauvris ainsi que leur arrêt de croissance ont été obtenus sur une durée d'expérience de 17 jours.
- Les ulves utilisées dans l'expérimentation ont été récoltées le 04/11/2010 en Baie de Saint Michel en Grève. Au laboratoire, elles sont stockées dans de grands bacs avec un fort bullage. Les plus belles algues sont triées et mises dans les conditions expérimentales.

- 10g d'algues sont disposés dans 4 aquariums de 20 litres d'eau de mer artificielle. La pesée des algues est standardisée par 3 essorages successifs de 20 secondes avec remobilisation des algues entre chaque essorage.
- L'eau de mer artificielle est fabriquée à partir d'eau douce déminéralisée, avec adjonction proportionnée des éléments anioniques Na, K, Mg, Ca, et cationiques Cl, SO₄, HCO₃ pour l'obtention une eau de mer de base aux caractéristiques de composition locales. Le milieu est complété en micro éléments et enrichi en azote et, éventuellement, en phosphore (cas de la culture témoin) selon la formule du milieu F/2 Provasoli et tamponné à l'aide d'une solution de Tris (1ml/l d'une solution à 9g/l). Une agitation est entretenue par bullage.
- Une photopériode est appliquée : (LD :16/8). La température est fixée à 16°C.
- Le phosphore P est apporté par la solution de NaH₂PO₄ (1ml/l d'une solution à 5g/l) du milieu F/2 Provasoli dans les quatre bacs jusqu'à reprise des croissances. Le 09/11/2010, trois bacs sont carencés en P jusqu'à la fin de l'expérience le 25/11/2010.
- Le milieu est renouvelé quotidiennement à heure fixe et la biomasse des ulves réajustée à 10g par bac. L'excédent de matière fraîche est pesé pour mesurer la croissance journalière et conservé séché pour dosages en P total. En fin d'expérience, les faibles croissances ne permettent plus de réajuster à 10g. Ainsi la prise d'essai de tous les bacs est réajustée à 9g le 22/11, 8 g le 23/11 et 7 g le 24/11.
- La composition tissulaire en P des échantillons d'ulves prélevés chaque jour de l'expérimentation a été analysée pour déterminer les valeurs de quotas critiques et de quotas létaux (ou de subsistance) pour la croissance des ulves, selon les nouveaux protocoles de dosages tissulaires du phosphore validés en 2008.

➤ Résultats (Fig.1):

- Les résultats d'évolution de la croissance et de la composition en phosphore des ulves au cours du temps, montrent que la croissance du témoin enrichi en phosphore et celle du témoin appauvri se séparent nettement à partir du 7^{ième} jour, moment où le quota phosphoré du lot appauvri se situe entre 0.1 et 0.15% de la matière sèche. Nous retiendrons une valeur Q1P de **0.12%** pour caractériser ce quota critique à un niveau de limitation certain pour la croissance. Cette valeur est cohérente avec l'ensemble des résultats obtenus en armoire de culture et en bassins en 2009.

- L'expérimentation de 2010 a permis de préciser les quotas létaux pour le phosphore. Le minimum de quotas atteint pour le lot appauvri est 0.05% de la matière sèche, avec arrêt de la croissance au bout de quelques jours quand ce niveau est atteint. Cette valeur de **0.05%** sera retenue pour le quota létaux QOP. Le léger regain de quotas en toute fin d'expérimentation est probablement causé par un re-minéralisation de phosphore dans le milieu de culture à partir d'une fonte de 20% de la biomasse au 17^{ième} jour.

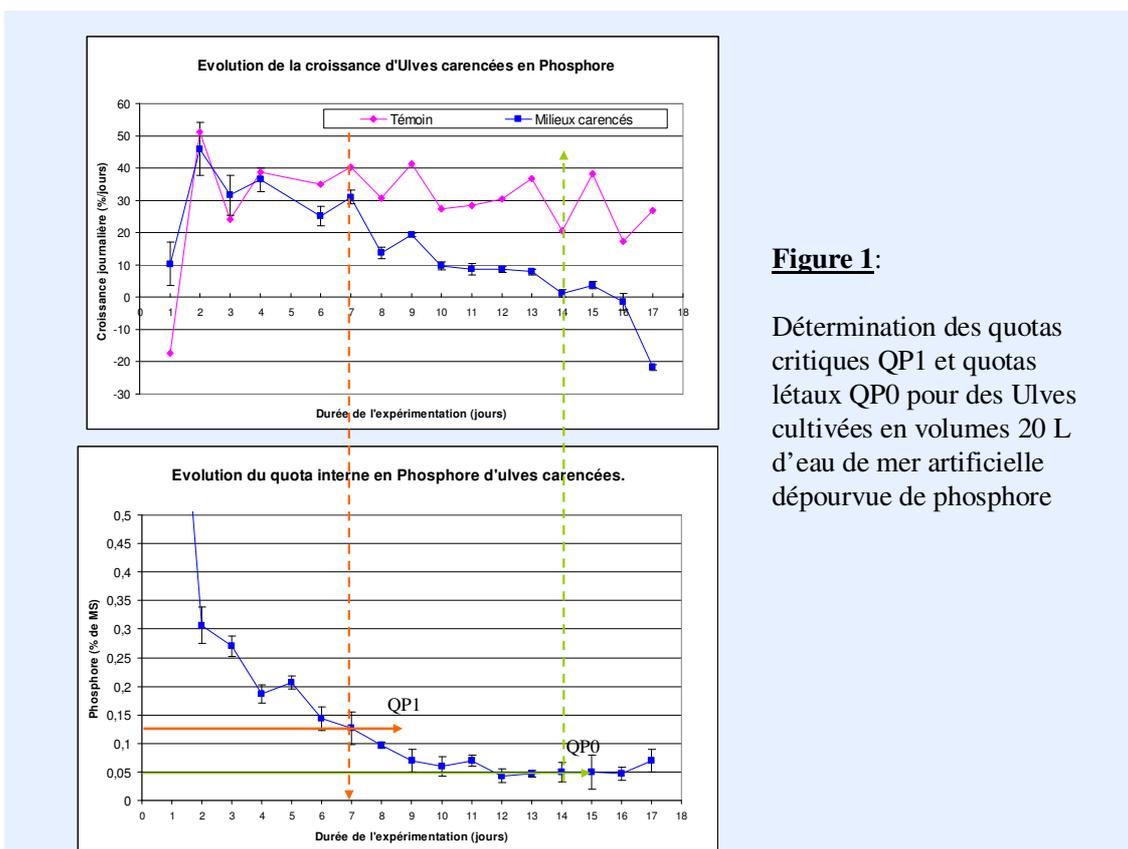


Figure 1:

Détermination des quotas critiques QP1 et quotas létaux QP0 pour des Ulves cultivées en volumes 20 L d'eau de mer artificielle dépourvue de phosphore

2.1.2. Cultures en bassins extérieurs à flux continu pour la mesure comparée de paramètres V_{max} et K_m d'Ulves de milieux ouverts et de vasières:

➤ Methodologie :

Quelques expérimentations ont été réalisées en cultures continues dans des bassins à flux contrôlés d'eau de mer et de sels nutritifs, afin de préciser en conditions sub-naturelles, les valeurs de V_{max} et K_m pour l'absorption de l'azote à deux périodes pour des ulves prélevées sur sites ouverts et sur vasière. Les protocoles utilisés en 2010 sont proches de ceux présentés dans le rapport sur l'action P3 en 2009. Un bassin supplémentaire est utilisé pour étendre le gradient vers de plus fortes concentrations.

- Réalisation de cultures continues dans des bassins extérieurs à flux contrôlés d'eau de mer et de sels nutritifs (Fig. 2). Cette approche permet pour les algues de se rapprocher de leurs conditions de vie naturelles (grands volumes, densités d'algues réalistes, flux continus, intensités lumineuses naturelles) pour préciser leurs valeurs

de V_{max} et K_m pour l'absorption de l'azote. Pour se rapprocher le plus possible des conditions naturelles, les flux d'eau et les concentrations d'algues sont calculés pour que l'activité biologique de ces algues impacte à minima les différentes concentrations expérimentales en sels nutritifs.

- Les expérimentations utilisent à chaque fois 7 bassins de 1 m³ bénéficiant d'une alimentation en continu en eau de mer (cinq renouvellements par jour), diversement enrichie en NO₃ par pompe doseuse. Le maintien en suspension des algues et l'homogénéisation du milieu sont assurés par agitation du milieu à l'aide d'un bullage (Fig.2).

Figure 2 : Présentation des bassins de culture avec leurs suspensions d'algues et leurs alimentations régulées en eau de mer et sels nutritifs.



- Les flux d'azote sont initialement équilibrés de manière différentielle dans les bassins pour former un gradient de concentration de 0, 5, 10, 20, 50, 100 et 200 $\mu\text{moles N-NO}_3 /\text{L}$, correspondant aux concentrations des apports de renouvellement dans les différents bassins. L'alimentation en PO₄ n'est pas limitante pour la croissance et ajustée à 50 $\mu\text{moles P-PO}_4/\text{L}$ pour tous les bassins. Les concentrations résiduelles de N-NO₃ des différents bassins chargés d'algues sont mesurées à partir de prélèvements réalisés en sorties de bassin.
- Trois récoltes de *Ulva armoricana* ont été successivement réalisées pendant la période de développement des marées vertes et mises en expérimentation le lendemain de leur récolte :

- *Ulva armoricana* (baie de Michel en Grève), 21/04/2010
- *Ulva armoricana*(vasière de la Ville-es-Nonais en Rance), 12/05/2010
- *Ulvaria armoricana* (baie de Saint Michel en Grève), 30/07/2010

Les dates et lieux de récolte permettent de comparer les paramètres cinétiques d'absorption de *U.armoricana* à deux périodes du développement de la marée verte et dans deux systèmes, en baie ouverte et sur vasière estuarienne.

- 800 g d'algues (poids frais essoré) sont introduits à chaque expérimentation dans chaque bassin. Les concentrations entrantes et sortantes en NO₃ sont analysées après 24h de stabilisation (36 analyses). La mesure de consommation (écart du flux d'azote entre l'entrée et la sortie du bassin) est effectuée au maximum photosynthétique de la journée, autour de 15 heures. Les dosages ont été confiés à l'IPL de Gravelines après avoir été conditionnés au Ceva (filtration à 1,2 µm et congélation -20°C)
- Les matières sèches, par rapport auxquelles rapporter mesures d'absorption dans chaque bassin, sont mesurées en fin d'expérimentation par le laboratoire analytique du Ceva.

➤ Résultats :

Les figures 3 et 4 présentent les résultats d'absorption de N-NO₃ par les ulves pour les différentes saisons et lieux de prélèvement testés.

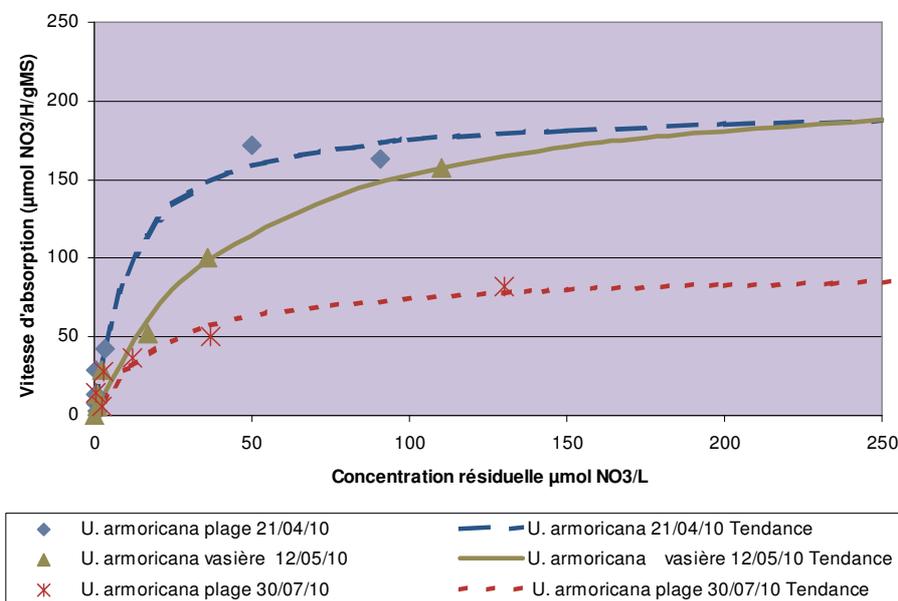


Figure 3 : Évolution des vitesses d'absorption de N- NO₃ en fonction des concentrations résiduelles dans le milieu. Courbes de tendance tracées selon le modèle Michaelis-Menten.

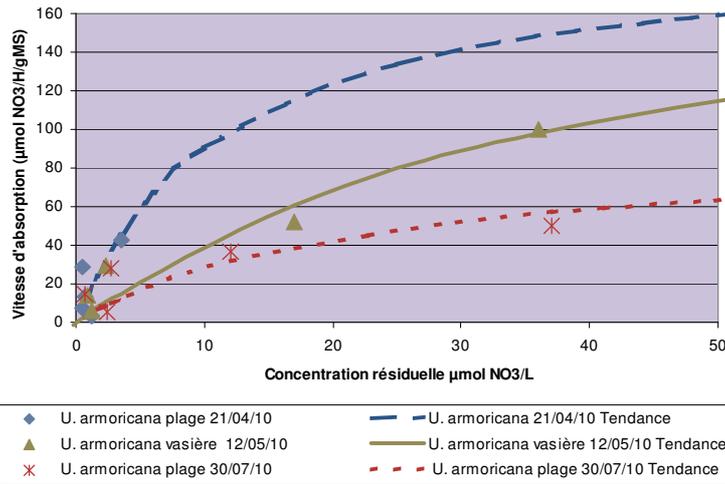


Figure 4 :
Détail de l'évolution des vitesses d'absorption de N-NO₃ dans les faibles concentrations résiduelles

Tableau 1 :
Valeurs de Vmax (vitesse maximale d'absorption à fortes concentrations de NO₃) et de Km (concentrations de NO₃ correspondant à Vmax/2) en fonction de la saison et selon l'origine des algues

U. armoricana plage 21/04/10	Km: 12 μmol NO ₃ /L
	Vmax: 196 μmol NO ₃ /H/gMS
U. armoricana vasière 12/05/10	Km: 46 μmol NO ₃ /L
	Vmax: 223 μmol NO ₃ /H/gMS
U. armoricana plage 30/07/10	Km: 22 μmol NO ₃ /L
	Vmax: 92 μmol NO ₃ /H/gMS

- Les expérimentations ont permis d'obtenir des mesures réalistes d'absorption de N-NO₃ par des ulves prélevées dans les différentes situations, notamment dans les plus faibles concentrations naturelles (gamme 0 à 20 μmoles N-NO₃ /L) qui sont les plus couramment rencontrées par les ulves et sur lesquelles peu de données expérimentales existent. Les paramètres cinétiques de l'absorption de N-NO₃ par les ulves sont résumés dans le tableau 1 et sont intégrables au module biologique du modèle Mars-ulves.
- Les résultats révèlent une différence marquée de l'état physiologique et de la capacité d'absorption entre ulves de printemps et ulves d'été. Cette différence, depuis longtemps soupçonnée et mal prise en compte dans les modélisation, est pour la première fois établie expérimentalement en conditions sub-naturelles.
- Les paramètres d'absorptions des ulves de milieux ouverts et de vasières ne sont pas fondamentalement différents au printemps, mais on ne peut exclure qu'ils le seraient peut-être à une autre période.

2.2. Mesure de l'impact de l'auto-ombrage sur la croissance des Ulves :

Quatre expérimentations ont été réalisées en bassins extérieurs pour établir la relation pouvant exister entre densité des ulves (cultivées entre 150g et 3000 g /m²) et leur croissance (mesurée de manière journalière). Deux expérimentations ont été réalisées au printemps, deux autres en été et, à chaque saison, une expérimentation a été conduite en milieu non enrichi en azote, l'autre en milieu non enrichi pour tester l'importance éventuelle de ce facteur dans la résistance physiologique de l'algue soumise à de forts éclaircissements en situation de faible densité.

- Afin d'établir des relations numériques entre la densité algale (créant un phénomène d'auto-ombrage) et la croissance de *U. armoricana*, un gradient de densité a été établi à l'aide de 6 bassins extérieurs (1m³) alimentés en flux continu (5 renouvellements par jour). Ce gradient de densité a été fixé à 0.2, 0.5, 1, 2, 3 et Kg PF/bassin. Ces densités par bassin correspondent respectivement à des densités/m² de 120g, 310g, 620g, 1240g, 1860g et 3100g de poids frais essoré/m² et à une hauteur de suspension d'algues de 50 cm. Cette gamme de densité a été déterminée en fonction de ce que l'on peut retrouver comme valeurs dans le rideau de bas de plage et au niveau du fond en infralittoral.
- Les expérimentations d'auto ombrage sont initiées dans les bassins à 4 dates : 28/04 (AO1), 21/05(AO2), 13/08(AO3) et 26/08(AO4). Le matériel algal expérimental provient à chaque fois de la baie de St Michel en Grève. Il est placé une nuit en bassin de stockage avant d'être trié et mis en culture le lendemain dans les conditions du gradient de densité.
- Dans les séries enrichies (AO1 et AO3), chaque bassin de culture est alimenté en entrée par un flux d'eau de mer avec concentration théorique de 100 µmol N-NO₃/L et de 50 µmol P-PO₄/L/L. Pour les expériences sans enrichissement en nitrate (AO2 et AO4), la concentration en nitrate en entrée de bassin est quasi nulle (~ 0,15 à 3 µmol/L).
- Pendant la durée de l'expérimentation (4 à 5 jours), un suivi de la croissance et du taux de matière sèche (% MS), ainsi que des paramètres pH, température et intensité lumineuse, a été réalisé quotidiennement. Chaque jour, la biomasse est aussi collectée, essorée, pesée et réajustée à la densité initiale du bassin.

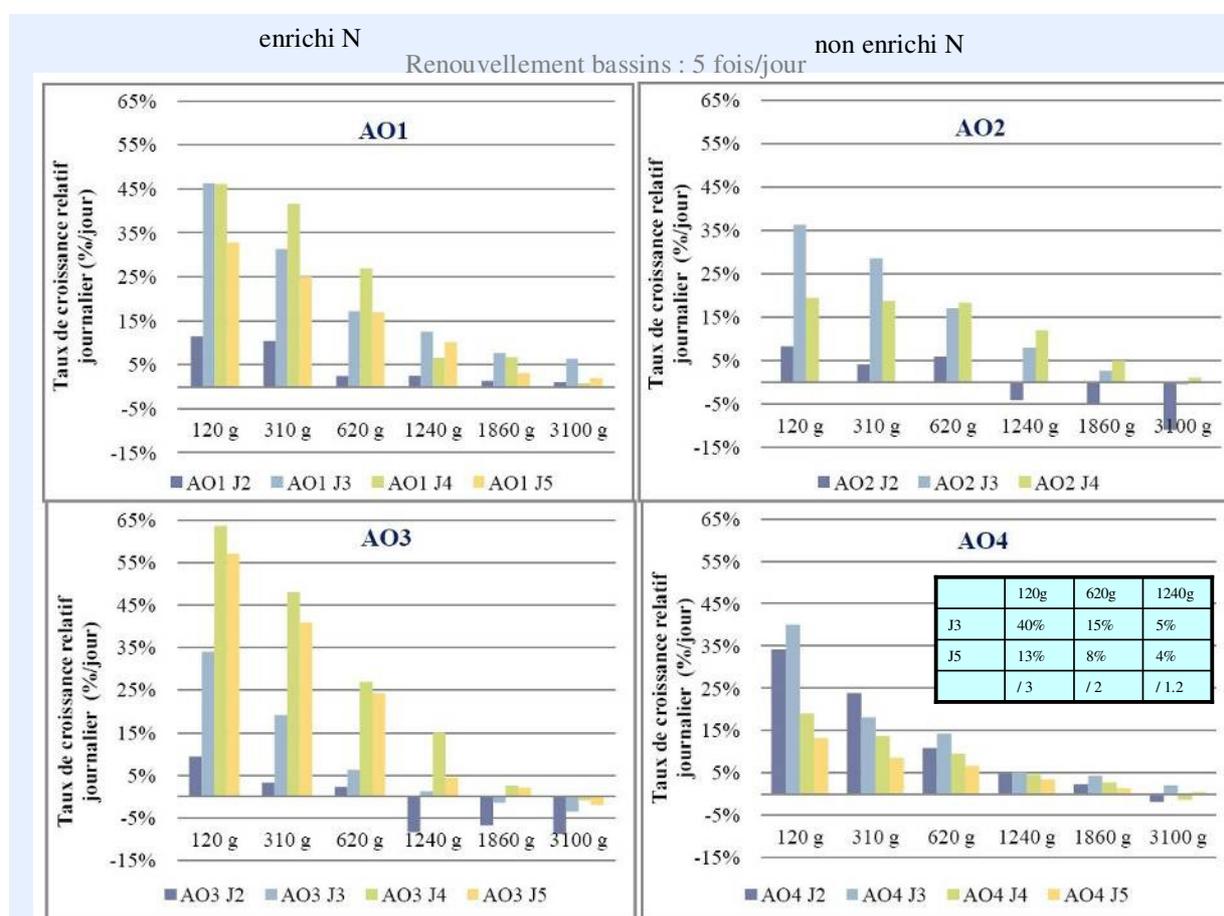
➤ Résultats :

La synthèse des résultats expérimentaux est présentée Fig.5

- Quelque soit l'expérimentation (AO 1 à 4) et quelle que soit la densité d'algues dans les bassins, 2 à 3 jours d'acclimatation semblent nécessaires pour obtenir un taux de croissance relatif optimal pour les algues.

- La croissance est maximale à J+4 pour les expérimentations en milieu enrichi, à J+3 en milieu non enrichi. Ensuite la croissance diminue de jour en jour, probablement en raison de mauvaises conditions physiologiques liées, même en milieu enrichi, à une limitation de la croissance par l'azote. Cette limitation interviendrait dès J+3 en milieu non enrichi au lieu de J+4 en milieu enrichi.
- Ces croissances maximales sont toujours obtenues pour les plus faibles concentrations d'algues, mais avec des performances qui sont meilleures dans les séries enrichies (près de 65% de croissance journalière à J+4 pour la densité 120 g/m² dans la série AO3).

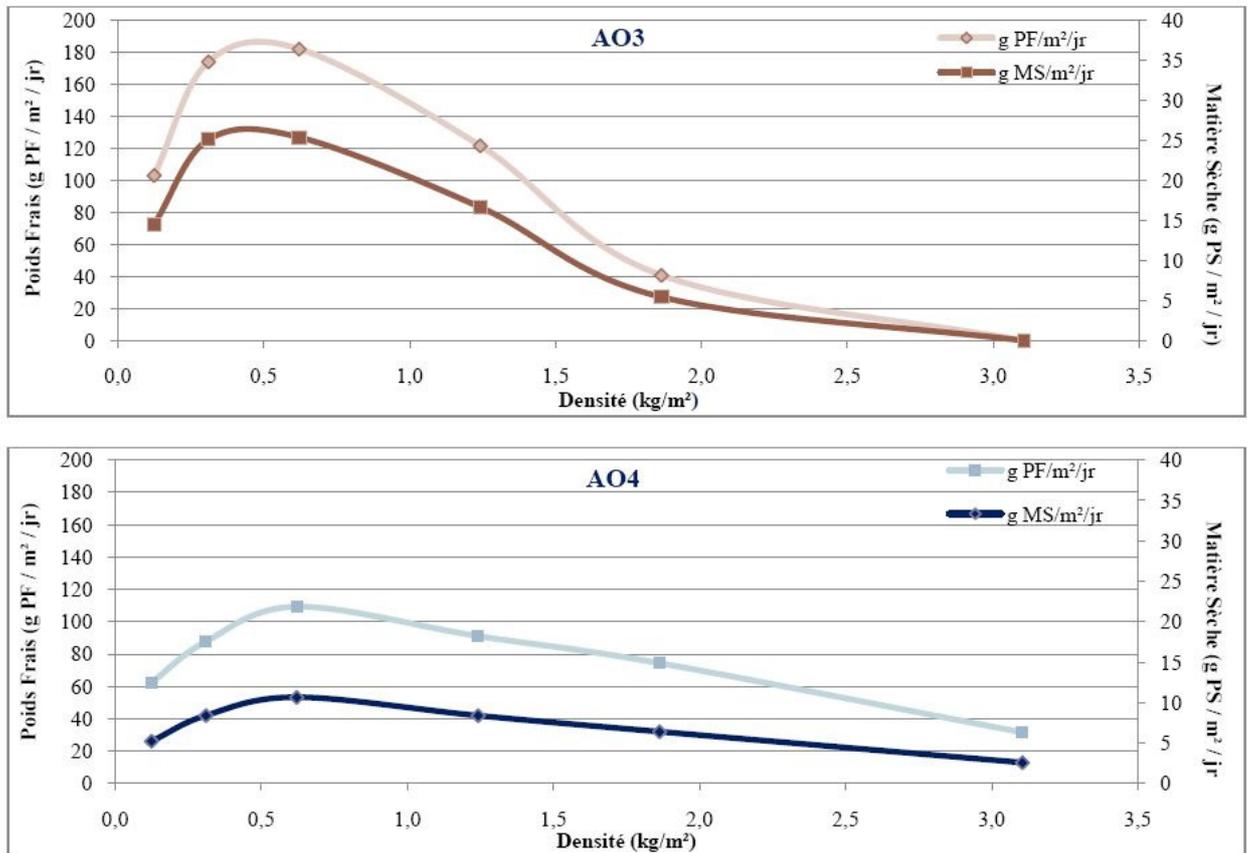
Figure 5 : Résultats des différentes expérimentations de l'effet de la densité des ulves sur leur croissance en bassins à quatre dates : 28/04 (AO1), 21/05(AO2), 13/08(AO3) et 26/08(AO4). La croissance n'est reportée qu'à partir du jour J+2. Le tableau inclus en AO4 récapitule les évolutions de taux de croissance entre J+3 et J+5 pour trois densités.



- A partir de ces valeurs maximales enregistrées aux faibles densités, la croissance journalière diminue régulièrement dans tous les cas vers les plus fortes densités d'algues et il est possible de construire des courbes d'abattement de la croissance en fonction de la densité beaucoup plus réalistes que celles actuellement utilisées dans le modèle Mars-ulves. Ces abattements peuvent être exprimés en taux de

croissance (Fig.5) comme en données de production algale par unité de surface (Fig.6).

Figure 6 : données de production algale /m² en fonction de la densité de culture, pour les expérimentations AO3 (enrichi-16/08/2010) au jour J+4 et AO4 (non enrichi-23/08/2010) au jour J+3. Croissance surfacique exprimée en production journalière de matière fraîche (PF) et de matière sèche (PS).



- Il apparaît aussi, plus particulièrement en conditions non enrichies en azote (Fig.5, AO2 et AO4), que les conditions de faibles densités pourraient au cours du temps altérer le potentiel de croissance spécifique rapportée à la biomasse d'algue, peut-être en raison d'un effet négatif progressif de quantités trop importantes de lumière sur la physiologie des algues au cours de l'expérimentation (phénomène connu du photo-bleaching). La série AO2 montre, entre J3 et J4, un abattement relatif du taux de croissance la croissance d'autant plus important que les densités sont faibles, avec un plafonnement à J4 des valeurs de taux de croissance à 16 – 17% entre les densités 120 et 620g/m². Il semble qu'il en soit de même pour la série AO4, entre les jours J3 et J5., où le taux de croissance diminue de 20% à 1250g/m², de 1/3 à 620g et de 2/3 à 120g. Cet effet potentiel de la lumière sur le taux de croissance, qui se développe au cours du temps, pourra être mieux démontré avec des expérimentations plus longues, une alimentation en azote moins limitante et plus équilibrée par rapport aux besoins des différentes quantités d'algues dans les bassins et avec des dosages de quotas internes qui permettraient de vérifier que les réductions de taux de croissance ne sont pas dues uniquement à

une limitation directe de la croissance par l'azote qui serait d'autant plus rapide que cette croissance est élevée avec la disponibilité de lumière des faibles densités.

2.3. Mesures de production de matière organique dissoute et particulaire au cours de la croissance des Ulves :

Les expérimentations de croissance en gradient d'auto ombrage ont été utilisées pour réaliser des échantillonnages d'eau en entrées et en sorties de bassins, en vue d'analyser leur contenu en matière organique dissoute. Ces analyses ont pour but l'obtention de données de croissance brute réalistes des algues (croissance nette de la biomasse + production de matières organiques recyclables en sels nutritifs), paramètres qui sont très peu connus par mesures directes alors qu'ils constituent deux paramètres associés importants du modèle contrôlant les valeurs de quotas des ulves et l'alimentation d'un compartiment détritique.

➤ Méthodologie :

- Des prélèvements d'eau de mer en entrées et sorties de bassins ont été effectués les 28/04/, 21/05, 13/08 et 26/08/2010 entre 15h00 et 16h00.
- Les échantillons d'eau sont dirigés vers le laboratoire d'analyse pour un dosage de COD (carbone organique dissous). Les dosages ont été confiés à l'IPL de Gravelines après avoir été conditionnés au Ceva (filtration à 1,2 µm et congélation - 20°C).
- Les valeurs de concentration en COD sont exploitées pour estimer une production/ heure de COD par la suspension d'algues du bassin, dont le flux de renouvellement d'eau est connu (3.5 L/mn).
- Les valeurs de production de la COD sont multipliées par 3 pour obtenir des équivalents MOD (matière organique dissoute) en MS (matière sèche) qui puissent être comparées aux productions nettes correspondantes de MS d'ulves.
- Dans la mesure où les productions de MOD sont calculée à l'heure, à un moment précis de la journée, et que les productions d'ulves sont mesurées par cycles journaliers, deux hypothèses sont proposées pour faire correspondre les deux types de données dans un même pas de temps. Hypothèse 1 : on ramène la croissance journalière des ulves à une croissance en 15h00 et 16h00 déduite de l'enregistrement de lumière effectué pendant les 24 heures de croissance. Hypothèse 2 : On extrapole à 24 h00 les données de production horaire de MOD entre 15h00 et 16h00 en les considérant constantes.

➤ Résultats :

Les Figs. 6 et 7 présentent les résultats selon les deux hypothèses.

- Quelque soit l'hypothèse, la production totale de matière organique par les ulves (production brute = production nette de biomasse + MOD) fait apparaître une **forte composante en MOD**, au moins dans les cultures enrichies du 28/04 et 16/08 et plus particulièrement dans celle du 28/04 où la valeur en MS de la MOD produite est équivalente à celle de la production de biomasse d'ulves.

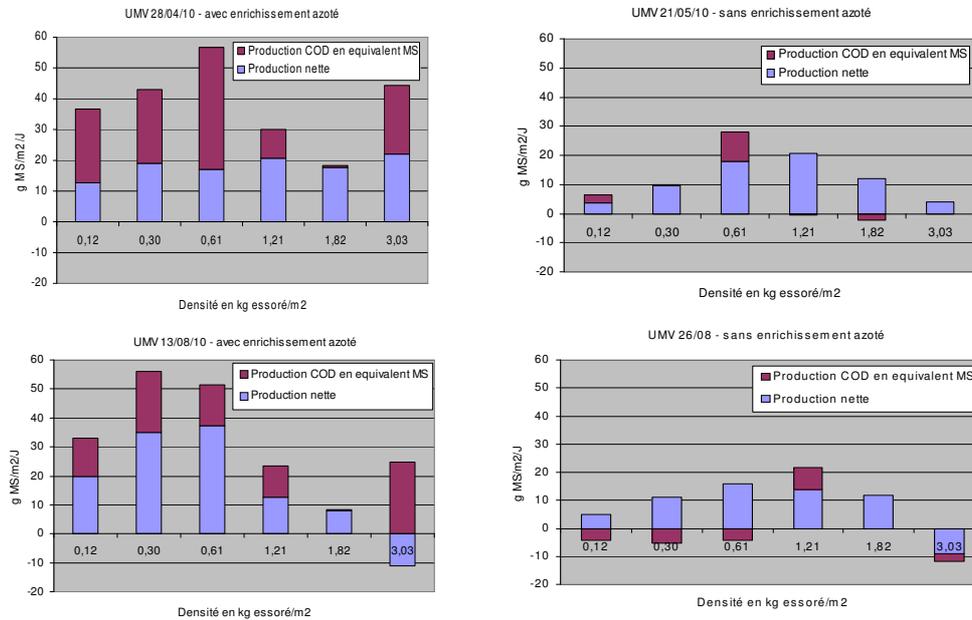


Figure 6: estimation comparée de la production nette des ulves et de leur production de MOD

Hypothèse 1:

Production journalière d'ulves mesurée

Production journalière extrapolée de MOD (CODx3) considérée constante sur 24 heures

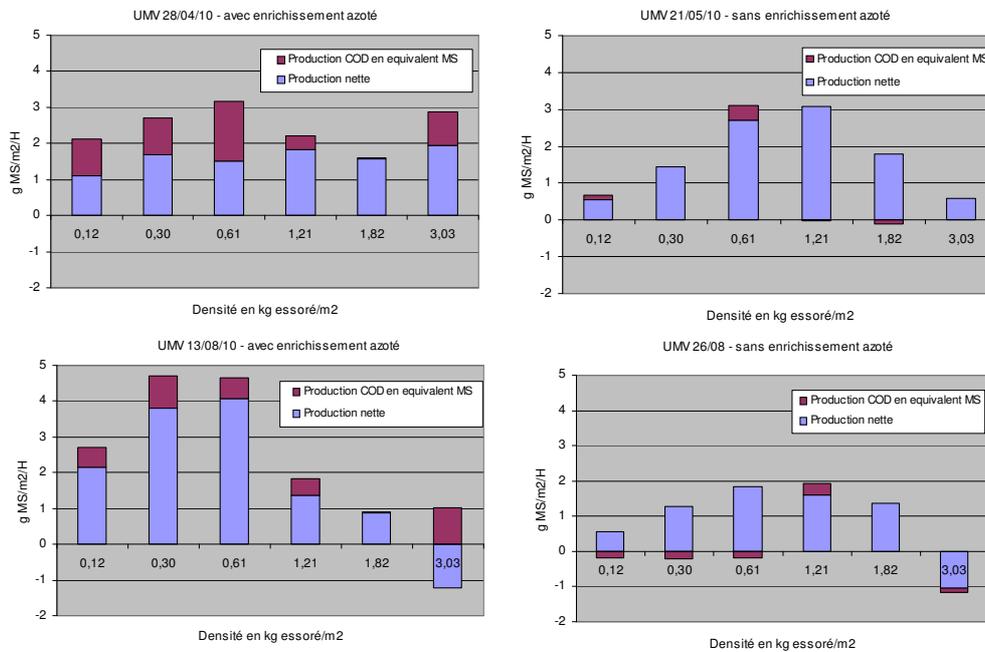


Figure 7: estimation comparée de la production nette des ulves et de leur production de MOD

Hypothèse 2:

Production nette d'ulves extrapolée à l'heure (calculée en fonction de l'intensité lumineuse)

Production de MOD (COD x 3) mesurée à l'heure

- Cette situation est moins manifeste dans les cultures d'ulves à croissance fortement limitées en azote, sans que l'on puisse pour l'instant l'expliquer. On observe même des bilans négatifs pour la production de MOD, notamment pour la culture analysée le 26/08, ce suggère qu'un processus de re-minéralisation de la MOD pourrait intervenir rapidement dans le bassin.
- L'ensemble de ces résultats expérimentaux apportent déjà une information plus réaliste que celle utilisée en calibration du modèle sur la production brute des ulves et les possibilités de recyclage de sels nutritifs par cette production.
- Pour valider et mieux intégrer l'apport de telles données, il serait nécessaire de reconduire des expérimentations plus ciblées, avec des prélèvements horaires réguliers pour les mesures de COD, une analyse directe des valeurs de MOD (extrapolées à partir de valeurs de CODx3) et de leurs fractions C/N (la MOD produite est peut être sous forme polysaccharidique très pauvre en N et P) et, aussi, avec une prise en compte des MOP (matières organiques particulières) >1,2 µm, écartées de l'analyse par la filtration. Il sera enfin indispensable d'analyser ces paramètres dans le milieu naturel où se développent les ulves.

2.4. Données complémentaires pour l'élaboration de modules biologiques :

Quelques données complémentaires, dont l'acquisition n'était pas prévue dans le projet initial, peuvent être apportées en temps que contribution à la construction de modules biologiques d'espèces de blooms macro-algaux. Il s'agit en l'occurrence de *Pylaiella littoralis* de la baie de la Fresnaye (Fig.8). L'aspect investigué du module biologique est la relation croissance/température.

Figure 8 : illustrations du développement de *Pylaiella littoralis* en baie de la Fresnaye



➤ Méthodologie :

- Des suspensions de filaments sont obtenues après traitement à l'oxyde de germanium (pour éliminer les diatomées) et broyage d'échantillons du terrain prélevés en janvier 2011.
- Ces suspensions sont cultivées dans des erlens contenant 150 ml d'eau de mer artificielle enrichie (cf. § 2.1.1) et agitée par bullage.
- Les cultures sont distribuées sur une plaque à gradient de températures et reçoivent un éclairage de 100 μmol . PFD réglé en photopériode LD :12/12.
- Les expérimentations ont une durée de 4 jours, au terme de laquelle on mesure des accroissements de biomasse qui sont en final transformés en taux de croissance journaliers sur la période.

➤ Exemple de résultat :

Un exemple de résultat est donné Fig.8 pour une expérimentation de 4 jours menée fin janvier 2011.

- Le type de profil obtenu est de qualité et intégrable dans le module biologique de *Pylaiella* en vue d'une modélisation éventuelle de la production écologique de cette espèce dans les sites où elle se développe.
- L'observation directe de ce profil permet de constater que *Pylaiella* est une espèce capable de se développer en eau froide, mais avec la possibilité de maintenir une croissance optimale à sub-optimale ente 10 et 20°C, ce qui pourrait lui donner un avantage compétitif sur les ulves en année climatique à démarrage printanier froid.

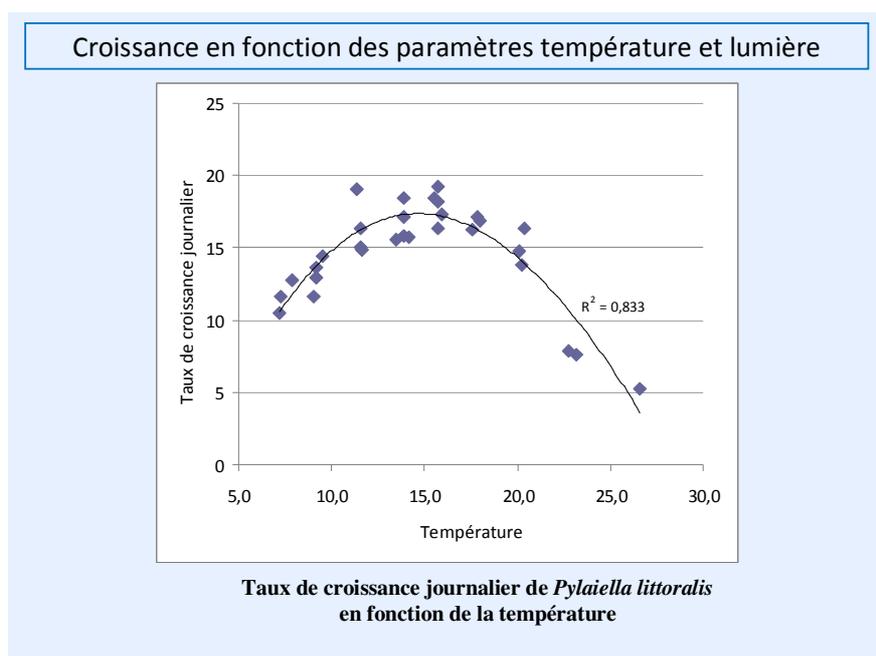


Figure 8 : Profil croissance / température obtenu pour *Pylaiella littoralis*