




FREDON
BRETAGNE

Expérimentation de techniques pour la gestion des algues sur les cales de port



FREDON Bretagne
5, rue Antoine de Saint-Exupéry
35235 THORIGNÉ FOUILLARD

	RAPPORT D'ESSAI Version n°1 du 6 mai 2022	Année : 2021
	Code de l'essai : ZNA2101	

Synthèse d'essai réalisée par Thomas CHARPENTIER et Mathieu DOMAGNE de FREDON Bretagne.

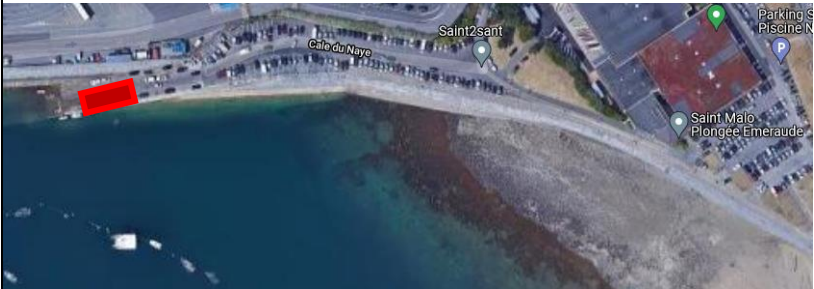
VALIDATION DU COMPTE RENDU

Nom des personnes validant le compte-rendu	Date de validation	Signature
Gérard ANGOUJARD Directeur du Réseau d'Expérimentation	6 mai 2022	

OBJECTIF DE L'ESSAI

L'objectif est d'évaluer l'efficacité technique (capacité à supprimer les algues, temps d'intervention nécessaire et estimation des fréquences d'interventions) de solutions alternatives aux biocides chimiques actuellement utilisés pour la gestion des algues sur les cales de mise à l'eau.

CONTACTS

<u>Responsable d'essai</u>	Thomas CHARPENTIER
	FREDON Bretagne - ZA Bellevue
	5, rue Antoine de Saint Exupéry
	35 235 THORIGNE-FOUILLARD
	Tel : 02 23 21 18 18
	Email : thomas.charpentier@fredon-bretagne.com
<u>Contact du donneur d'ordre (région Bretagne)</u>	Alice LANDAIS
	Région Bretagne
	Chargée des questions environnementales Ports & Aéroports régionaux
	Tél bureau : 02 90 09 17 35
	Email : alice.landais@bretagne.bzh
<u>Coordonnées de l'exploitant</u>	Stéphane HORVAIS
	Port des Sablons - 35400 SAINT-MALO
	Responsable technique
	Tél. 02 99 81 71 34
	Email : shorvais@saint-malo.fr
<u>Localisation de l'expérimentation</u> (Ille-et-Vilaine) <i>Cale du Naye St Malo</i> ■ Essai	

SOMMAIRE

SOMMAIRE	4
RESUME	6
INTRODUCTION	7
Pourquoi cette expérimentation	7
Rappel sur les conditions de mise en œuvre d'une expérimentation :	7
MATERIELS ET METHODES	8
Les modalités étudiées	8
Tableaux des modalités étudiées	8
Descriptif des modalités	9
Seuil d'intervention.....	11
Le dispositif expérimental et le site d'expérimentation	11
Le dispositif experimental.....	11
Présentation de la cale du Naye	11
Identification des carrés concernés par l'expérimentation	12
Plan de l'essai	13
Les données collectées	14
Les notes de recouvrement des algues	14
Consommation et temps d'intervention	15
RESULTATS	16
Détermination des espèces d'algues.....	16
Présentation des résultats	16
Evolution du recouvrement par les algues dans le témoin	16
Evaluation du temps moyen d'intervention des modalités.....	17
Evaluation du délai de réintervention	17
Detail par modalité.....	19
DISCUSSION	29
Limite de l'essai	29
Paramètres pouvant influencer la notation	29
Paramètres pouvant influencer le délai de réintervention.....	29
Paramètres pouvant influencer le temps d'application	30
Autres paramètres pouvant influencer les résultats d'efficacité des produits	30

Interprétations et extrapolations	31
Nombre d'interventions par an	31
Durée d'intervention par an.....	32
Coût d'entretien d'une cale au m ² /an.	33
Quatre mois après la dernière intervention...faut-il réellement intervenir sur les cales pour enlever les algues ? .	36
PERSPECTIVES.....	37
CONCLUSION	38
REMERCIEMENTS.....	39
ANNEXES.....	41
Données météo	41
Calendrier des interventions.....	42
Conditions de réalisation des traitements	43
Point de vue expérimentateur qui a suivi l'expérimentation	45

RESUME

Afin de trouver des alternatives aux biocides chimiques utilisés pour contrôler les algues sur les cales de port, une expérimentation a été conduite par la FREDON Bretagne pour le compte de la Région Bretagne selon le référentiel « Bonnes Pratiques d'Expérimentation ».

L'essai a été réalisé du 3 septembre au 13 décembre 2021. Différentes techniques ont été testées pour évaluer leur efficacité contre le développement par les algues.

- Des techniques mécaniques seules :
 - Nettoyeur haute pression (Photo 3)
 - Eau Chaude (photo 2)
 - Brosse mécanique (photo 1)
- Des techniques en pulvérisation (Photo 4)
 - Rénoface qui sert de référence
 - Démoucort qui sert de seconde référence
 - Vinaigre à 6 et 10 %
- Un système de revêtement :
 - Novaplak (photo 4)
- Des techniques combinées (action mécanique et pulvérisation).

L'essai a débuté le 3 septembre 2021 par la mise en œuvre de chaque technique en dehors du témoin. Ensuite une notation par semaine a été réalisée pour évaluer la couverture en algues sur chaque micro-parcelle.

A l'issue de l'expérimentation, les données ont été traitées puis transposées sur une année complète. Des techniques comme la brosse métallique, l'eau chaude, le nettoyeur haute pression et le novaplak apparaissent comme des alternatives intéressantes aux biocides chimiques conventionnels, mais cela reste à valider par les gestionnaires de cales en fonction de leurs exigences esthétiques et de leurs contraintes d'entretien. Quant au vinaigre, il présente une efficacité intéressante mais n'a pas actuellement d'autorisation en tant que biocide.

INTRODUCTION

POURQUOI CETTE EXPERIMENTATION

La présence d'algues sur les cales des ports rend le sol glissant. Afin d'assurer la sécurité des usagers, les communes littorales utilisent, le plus souvent, des biocides d'origine chimique. Pour faire évoluer les pratiques d'entretien de ces cales tout en assurant la sécurité des usagers, la Région Bretagne a confié la réalisation d'une expérimentation à la FREDON Bretagne. La FREDON Bretagne possède l'agrément « Bonnes Pratiques d'Expérimentation » garantissant ainsi la réalisation de l'expérimentation selon les méthodes internationales de la profession. Cette expérimentation vise à définir quelles sont les techniques les plus adaptées à la gestion des algues, en testant et en comparant entre-elles, différentes solutions. En l'occurrence, il s'agit de connaître l'efficacité technique (capacité à « détruire » les algues, temps d'intervention nécessaire et évaluation des fréquences d'interventions) de solutions alternatives aux biocides chimiques actuellement utilisés.

RAPPEL SUR LES CONDITIONS DE MISE EN ŒUVRE D'UNE EXPERIMENTATION :

Pour qu'une expérimentation soit reconnue fiable et que ses résultats soient validés, il est nécessaire qu'elle réponde à des exigences normées dans un référentiel. Le référentiel BPE étant le plus exigeant pour cadrer une expérimentation, c'est celui-ci qui est appliqué dans toutes les expérimentations faites par la FREDON Bretagne.

En fonction des essais réalisés, ce référentiel impose de suivre des méthodes internationales et lorsqu'elles n'existent pas, de se référer aux méthodes les plus proches.

Afin de comparer les techniques entre elles, il est donc nécessaire d'avoir un témoin et des références chimiques. Ainsi, il est ensuite possible de positionner l'efficacité technique des solutions testées (dans le cas présent, des techniques alternatives) par rapport au témoin et aux produits chimiques de référence.

Pour cette expérimentation, deux références chimiques sont sélectionnées : le Rénoface et le Démoucert. L'un des produits est jugé par la profession comme étant la référence en terme d'efficacité technique sur les algues (quel que soit le support), l'autre produit est le produit biocide référencé dans le marché de la Région pour la gestion de ses ports. Les modalités où ces deux produits sont utilisés en plus des techniques alternatives permettent de cadrer l'efficacité de la technique alternative seule sans produit.

Nous avons de plus, souhaité évaluer le vinaigre qui a dernièrement été autorisé en tant que substance de base pour du désherbage, mais qui n'a pas d'homologation en tant que biocide.

Cette expérimentation n'a en aucun cas pour objectif de promouvoir telle ou telle méthode, mais d'apporter des éléments factuels de résultats sur les solutions mises en œuvre.

MATERIELS ET METHODES

LES MODALITES ETUDIEES

TABLEAUX DES MODALITES ETUDIEES

Modalités	Produit	Dose spécialité	Volume d'application	Application
01	Témoin	/	/	/
02	Rénoface	Pure	2000L/ha	A/C
03	Nettoyeur Haute Pression (NHP)	A 207 bars	/	A/C
04	Eau Chaude	120°C – 90bars	/	A/C
05	Brosse	Nb tour minute	/	A/B
06	Démoucort	Concentré à 70 % (30 % d'eau)	1000L/ha	A/B
07	Vinaigre 6 %	Vinaigre dilué à 6%	1000L/ha	A/B
08	Novaplak	/	/	A
09	NHP +	207 bars	/	A/C
	Démoucort	Concentré à 70 %	1000L/ha	
10	NHP +	207 bars	/	A/C
	Vinaigre 6%	Vinaigre dilué à 6%	1000L/ha	
11	Eau chaude	120°C – 90 bars	/	A/C
	+ Démoucort	Concentré à 70%	1000 L/ha	
12	Eau chaude +	120°C – 90bars	/	A/C
	Vinaigre 6%	Vinaigre dilué à 6 %	1000L/ha	
13	Brosse +	/	/	A/B
	Démoucort	Concentré à 70%	1000L/ha	
14	Brosse +	/	/	A/B
	Vinaigre 6%	Vinaigre dilué à 6%	1000L/ha	
15	Vinaigre 10 %	Vinaigre dilué à 10%	1000L/ha	A/B

Tableau n°1 : les 15 modalités étudiées pendant l'essai

Modalités	Périodes d'intervention
02 ;03 ;04 ;05 ;06 ;07 ;08 ;09 ;10 ;11 ;12 ;13 ;14 ;15	A (03 septembre 2021)
05 ;06 ;07 ;13 ;14 ;15	B (10 octobre 2021)
02 ;03 ;04 ;09 ;10 ;11 ;12	C (05 novembre 2021)

Tableau n°2 : périodes d'application et leurs modalités

DESCRIPTIF DES MODALITES

- **Le Rénoface (référence)**

Le Rénoface est un biocide algicide principalement utilisé dans le bâtiment pour la rénovation des toitures et des façades de maison. Il est composé de chlorure de benzalkonium et d'hydroxyde de sodium.

C'est un produit classé H410 : très toxique pour les organismes aquatiques qui entraîne des effets néfastes à long terme.

Sur l'essai il est utilisé pur à 2000L/ha. Il a un effet visible instantanément car les algues brunissent.

- **Le Démoucet (référence)**

Le Démoucet est un éco-détergent composé d'éthanol et d'acide lactique. Pour l'essai il a été dilué à 70% avec 30% d'eau. Il a été appliqué à la dose de 1000l/Ha.

- **Le vinaigre**

Le vinaigre utilisé est un vinaigre blanc ménagé concentré à 14% puis dilué à l'eau pour obtenir un vinaigre à 6 ou 10 % en fonction des modalités. Le vinaigre 6 ou 10 % a été appliqué à la dose de 1000l/ha.

- **La brosse**

Le porte brosse utilisé est un Rapid Mondo (Innovations et Paysage) de 9cv associé à une monobrosse dure (brins en métal).



Photo n°1 : Brosse mécanique (Innovations & paysage)

- **Le nettoyeur haute pression (NHP)**

Le nettoyeur haute pression utilisé est un Brendon LTB à une pression de 207 bars avec un débit de 15l/min et équipé d'une rotobuse.



Photo n°2 : Nettoyeur haute pression (NHP)

- **L'eau chaude**

La machine utilisée pour les modalités eau chaude est une Houat 500 haute-pression de la marque Oeliatec réglée à 120°C et une pression de 90 bars. L'eau chaude est appliquée avec une cloche hydrojet de 30cm de diamètre.



Photo n°3 : Eau chaude(Oeliatec)

- **Le Novaplak**

Le Novaplak est un revêtement ayant des propriétés antidérapantes, conditionné sous forme de plaque de 1 m de large par 1.8 m de long sur une épaisseur de 12 mm. Il est fixé sur la cale avec des goujons d'ancrage.



Photo n°4 : Novaplak

- **Le pulvérisateur pour l'application du Rénoface, du Démoucet et du vinaigre**

L'application du Rénoface, du Démoucet et du vinaigre a été réalisée avec un pulvérisateur d'expérimentation de marque ATH équipé d'une rampe de 1m25 de large avec cinq buses Teejet XR 80015VS utilisées à 2 bars de pression. Ce matériel suit les procédures de contrôles et d'étalonnage en conformité avec les procédures du référentiel de bonnes pratiques d'expérimentation (BPE).



Photo n°5 : Pulvérisation des produits chimiques

SEUIL D'INTERVENTION

Les fréquences d'intervention ont été programmées toutes les 3 semaines à plus ou moins 3 jours. Les notations ont permis de valider le déclenchement des différentes modalités. En effet, l'application de chaque modalité n'a été réalisée que si le seuil fixé correspondant à une note supérieure à 2 était dépassé.

Ce seuil a été déterminé au préalable à la suite d'échanges avec le gestionnaire Mr Scoubart, responsable technique port des sablons.

LE DISPOSITIF EXPERIMENTAL ET LE SITE D'EXPERIMENTATION

LE DISPOSITIF EXPERIMENTAL

L'essai est composé de 15 modalités répétées quatre fois (A, B, C et D) et disposées en bloc de Fischer. Pour chaque répétitions les modalités ont été disposées de façon aléatoire. Ceci permet de contrôler l'influence que pourrait avoir une distribution hétérogène des algues. Les micros parcelles ont une dimension de 1.25 m X 2m.

PRESENTATION DE LA CALE DU NAYE

La cale, propriété de la Région Bretagne, se situe au sein du port des Sablons, dans la commune de Saint Malo. Elle est gérée par la ville de Saint Malo.

Elle présente une largeur d'environ 14m et est quadrillée de « carrés » de 6.5m par 6m.

Il a été décidé, après des échanges avec Mr SCOUBART, responsable technique du port des sablons, d'utiliser la moitié droite de la largeur de la cale du fait de la fréquentation des pêcheurs, des plaisanciers et des promeneurs.



Photos n°6 : photos illustratives de la cale du Naye.

IDENTIFICATION DES CARRES CONCERNES PAR L'EXPERIMENTATION

La partie basse de la zone de test est située à une côte marine de 5,3 m et la partie haute à une côte marine de 7,7 m.

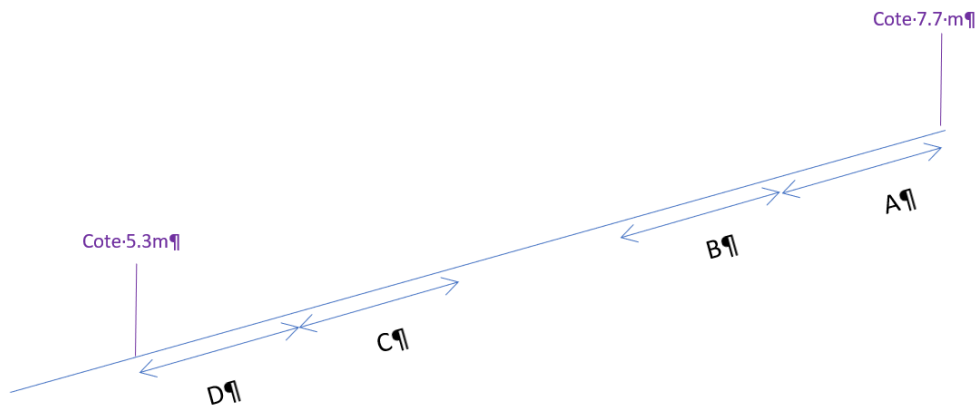


Schéma n°1 : Positionnement des blocs sur la cale

PLAN DE L'ESSAI

Nettoyeur Haute Pression
Eau Chaude
Brosse

N°	Modalités
1	Témoin
2	Rénoface
3	Nettoyeur Haute Pression
4	Eau chaude
5	Brosse
6	Démouçert
7	Vinaigre 6%
8	Novapleck
9	Nettoyeur Haute Pression + Démouçert
10	Nettoyeur Haute Pression+ Vinaigre 6%
11	Eau chaude + Démouçert
12	Eau chaude + Vinaigre 6%
13	Brosse + Démouçert
14	Brosse + Vinaigre 6%
15	Vinaigre 10%

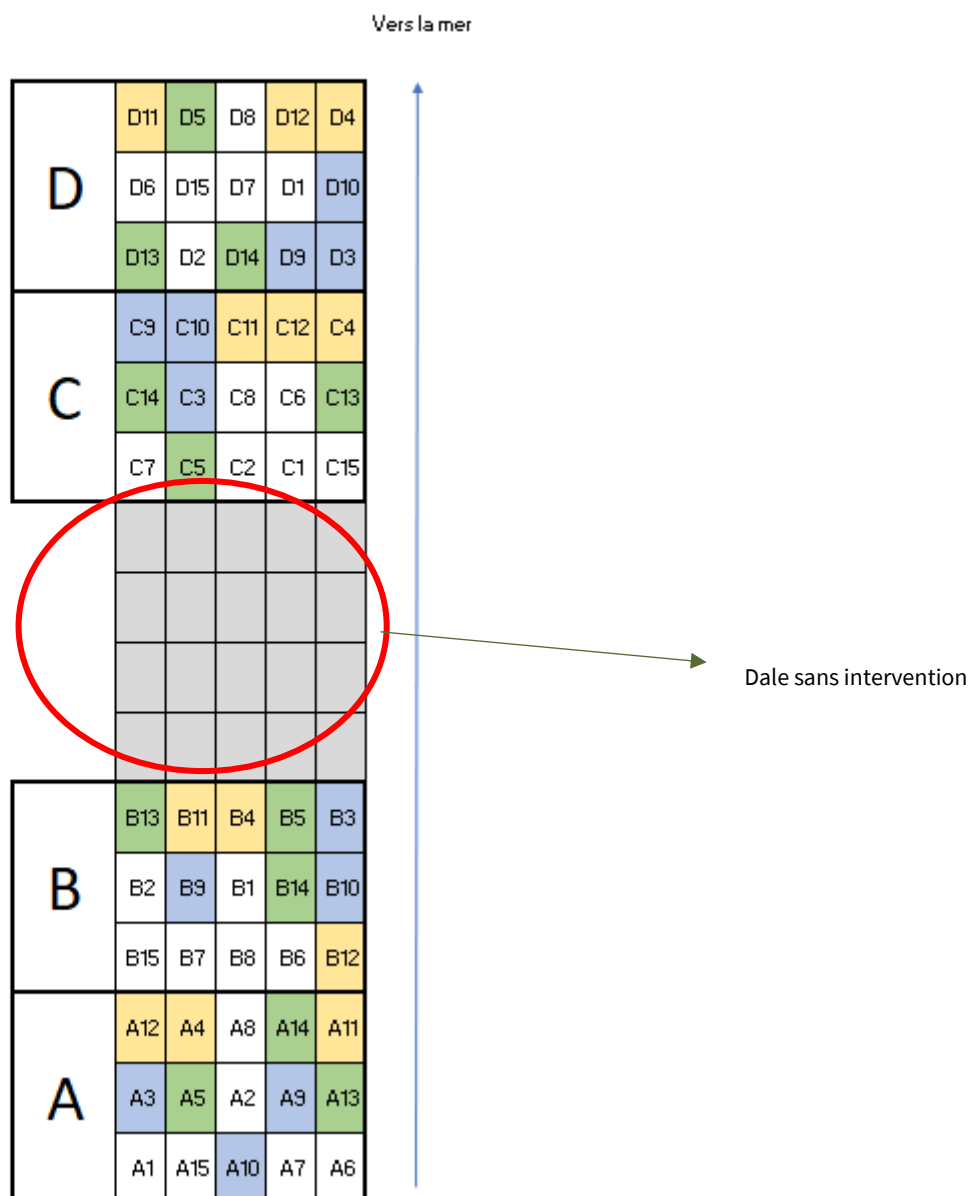


Schéma n°2 : Plan de l'essai.

LES NOTES DE RECOUVREMENT DES ALGUES

Une notation hebdomadaire a été effectuée à l'aide d'un abaque et d'une prise de photo de chaque micro-parcelle.

Elle a permis de déterminer le taux de recouvrement de chaque micro-parcelle.

Pour l'abaque, nous avons choisi une échelle allant de 1 à 4, 1 étant le plus « propre » et 4 le plus « recouvert d'algue ».

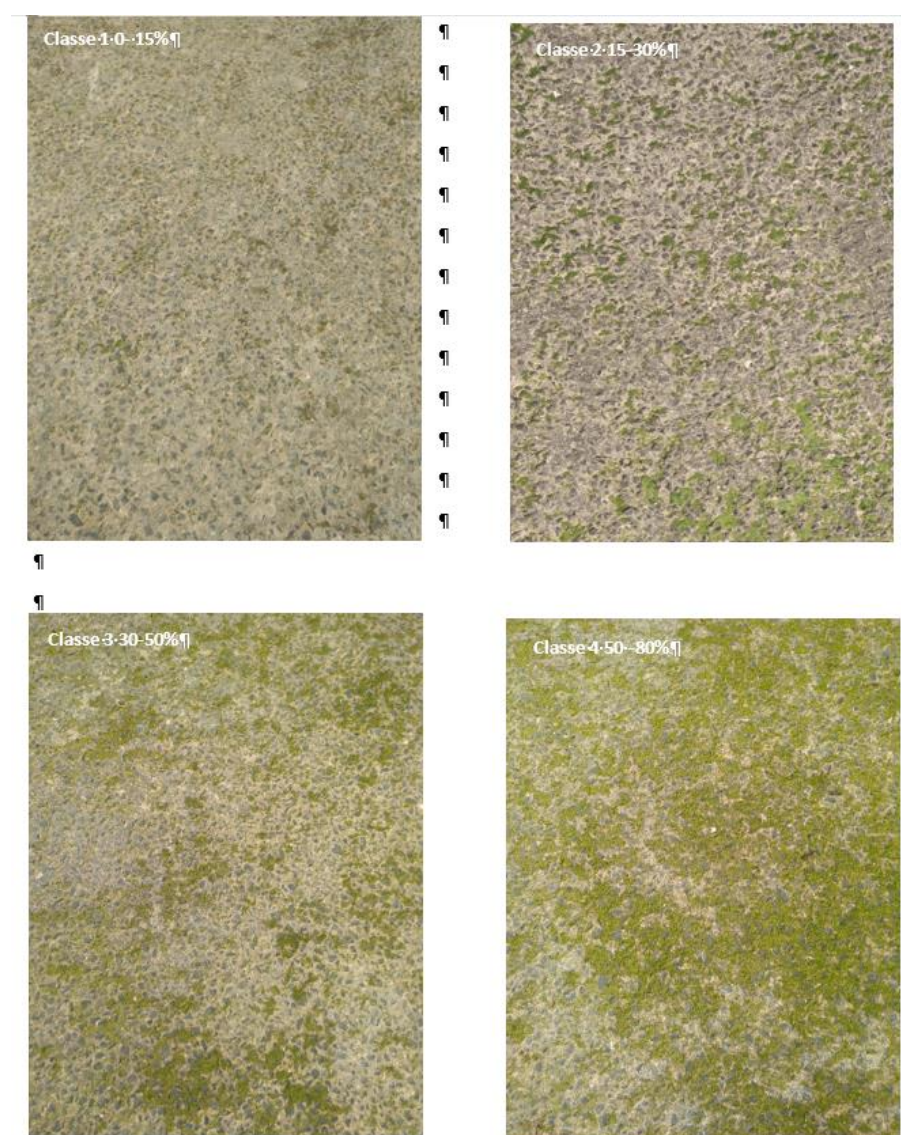


Photo n°7 : abaque des classes de notation

CONSOMMATION ET TEMPS D'INTERVENTION

Pour chaque technique le temps d'intervention est chronométré par micro parcelles afin d'en déterminer un rendement (min/m²). Par ailleurs, la consommation des consommables est évaluée pour chaque technique soit directement sur le terrain lors de la conduite de l'essai, soit recueillie auprès des fabricants.

RESULTATS

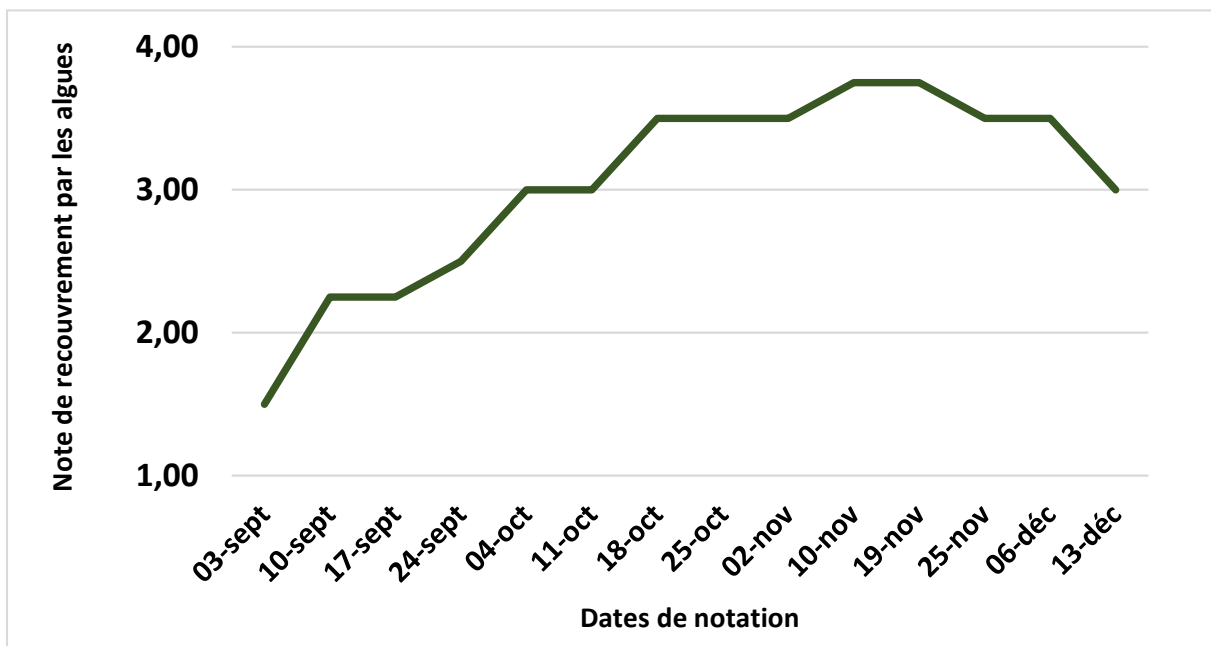
DETERMINATION DES ESPECES D'ALGUES

Les algues ont été identifiées par Mr Le Goff du CEVA (Centre d'étude et de valorisation des algues) comme appartenant aux genres :

- *Blindingia marginata* et *Ulva* sp (début septembre)
- *Fucus* sp et *Ulva* sp. (fin d'expérimentation)

PRESENTATION DES RESULTATS

EVOLUTION DU RECOUVREMENT PAR LES ALGUES DANS LE TEMOIN



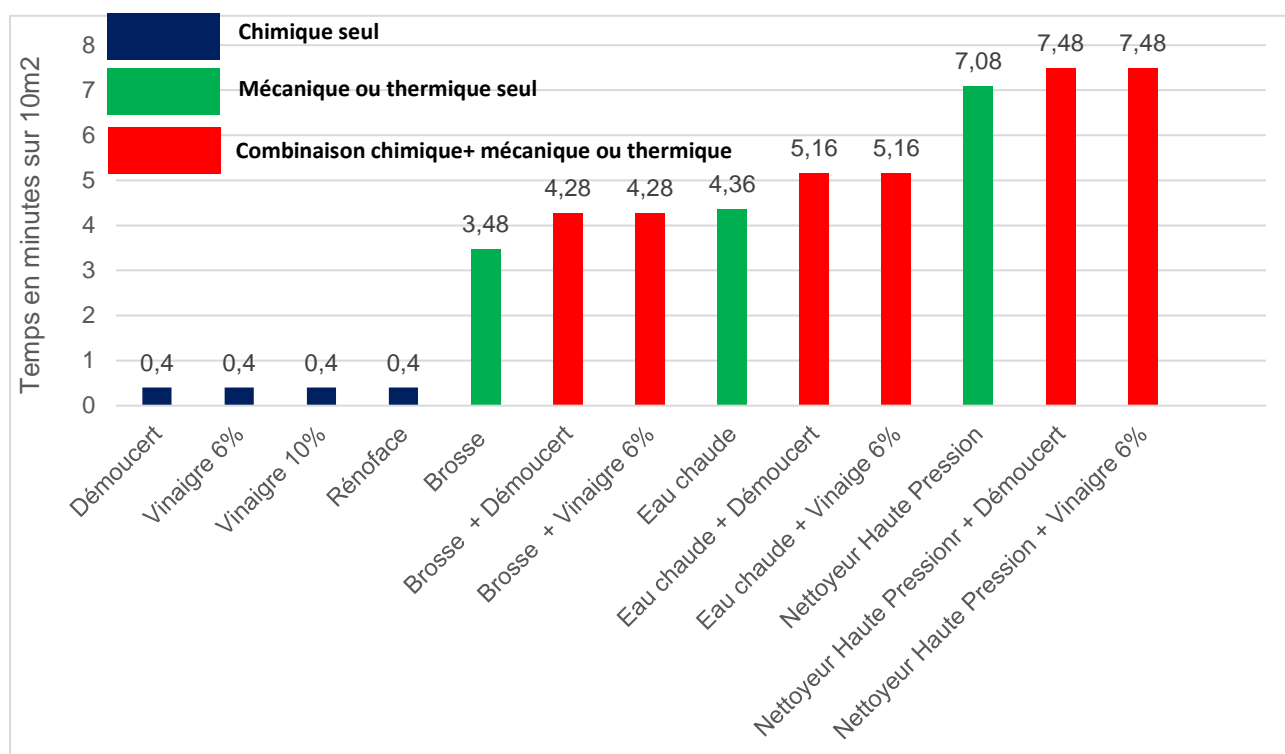
Graphique n°1 : Evolution de la note de recouvrement dans les témoins sur la période de l'essai

Le suivi du développement des algues dans le témoin montre que le recouvrement augmente de semaine en semaine. Cela permet de s'assurer que la réduction du recouvrement dans les modalités testées est bien liée à l'utilisation du produit et/ou de l'intervention mécanique.

La baisse du recouvrement constatée à partir de fin novembre semble être liée à la régression saisonnière des populations d'algues.

EVALUATION DU TEMPS MOYEN D'INTERVENTION DES MODALITES

Le temps d'intervention ne prend pas en compte le temps d'installation/rangement du matériel. Il ne prend en compte que le temps de mise en œuvre de la modalité (chronométrée sur chaque micro-parcelle).



Graphique n°2 : Temps d'application des différentes modalités sur 10m²

On note que les modalités pulvérisées sont de 6 à 10 fois plus rapides à mettre en œuvre que les modalités mécaniques. Elles sont suivies de la brosse, de l'eau chaude et du nettoyeur haute pression (mise en œuvre minutieuse).

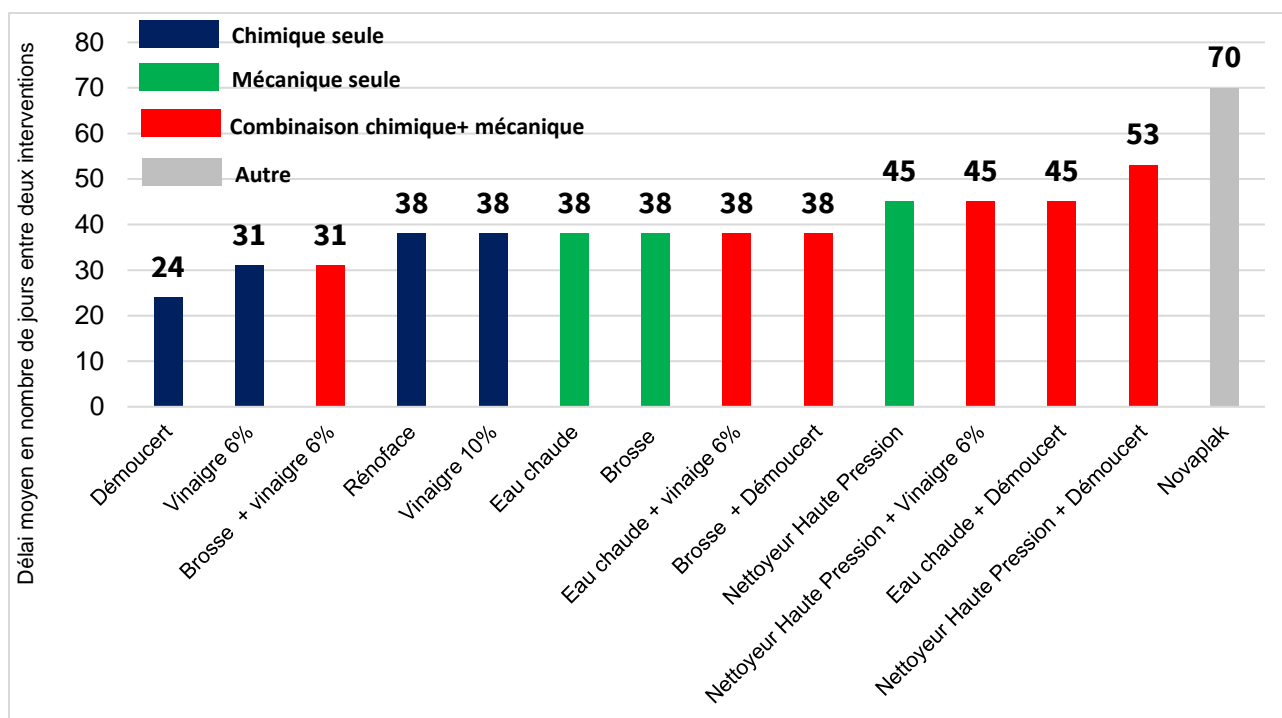
Les modalités combinées cumulent les temps d'interventions des deux types d'intervention.

Le Novaplak n'a pas été nettoyé durant la période de l'expérimentation. Le fournisseur préconise un entretien avec un nettoyeur haute pression.

EVALUATION DU DELAI DE REINTERVENTION

Le calcul est déterminé par le nombre de jours entre la première notation (date initiale T0) et la date dont la moyenne des notes est supérieure à 2.

Le T0 a été défini au 10 septembre, soit une semaine après le 1^{er} traitement. A cette date, l'ensemble des modalités, hors témoin, avait une note de 1.



Graphique n°3 : Durée écoulée en jour avant d'obtenir une note supérieure à 2 (note définie pour réintervenir)

- **Les interventions en pulvérisation :**

Le Démoucert (référence 1) est la modalité la moins efficace en atteignant une note supérieure à 2 au bout de 24 jours seulement.

Le Rénoface (référence 2) apporte une efficacité plus importante que le Démoucert avec un délai de 38 jours.

Le vinaigre à 6% apporte une efficacité plus importante que le Démoucert avec un délai entre deux interventions de 31 jours. Par contre, lorsqu'il est mis à 10%, son efficacité s'accroît pour être équivalente à celle du Rénoface (38 jours entre deux interventions).

- **Les interventions mécanique ou thermique :**

L'eau chaude et la brosse montrent une efficacité similaire au Rénoface et au vinaigre à 10% qui est de 38 jours entre deux interventions.

Concernant le nettoyeur haute pression, le délai entre deux interventions est de 45 jours en moyenne ce qui en fait l'intervention la plus efficace des modalités non combinées.

- **Les interventions combinées :**

En application combinée la brosse a montré des résultats difficilement exploitables :

- Associée à du vinaigre à 6%, l'efficacité semble plus faible que la brosse seule ;
- Associée à du Démoucert, on observe aucune différence par rapport à la brosse seule.

- **Le nettoyeur haute pression et l'eau chaude combiné avec des biocides ou du vinaigre :**

Que ce soit avec le nettoyeur haute pression ou l'eau chaude, l'application combinée avec du vinaigre à 6% n'apporte pas une meilleure efficacité. Par contre, lorsque ces techniques sont combinées avec le Démoucert, cela permet de gagner une semaine de délai entre deux interventions.

- **Le Novaplak :**

Après la pose du Novaplak, une intervention était nécessaire au bout de 70 jours si l'on tient compte de la note de recouvrement attribuée par le protocole. Pour autant, même avec une note de recouvrement supérieure à 2, grâce à ces caractéristiques, le Novaplak n'était toujours pas glissant.

En se basant sur le risque de glissade et non sur la note de recouvrement, Il est donc possible que le délai d'intervention avec un nettoyeur haute pression soit largement supérieur à 70 jours

DETAIL PAR MODALITE

- **Modalité 02 Rénoface :**

Les modalités par pulvérisation étaient les plus rapides à mettre en œuvre avec une pénibilité physique assez faible.

Le produit donne un très bon rendu final 15 jours après application (cf photos ci-dessous).



Photo n°8 : Rénoface juste après application (05/11/2021)



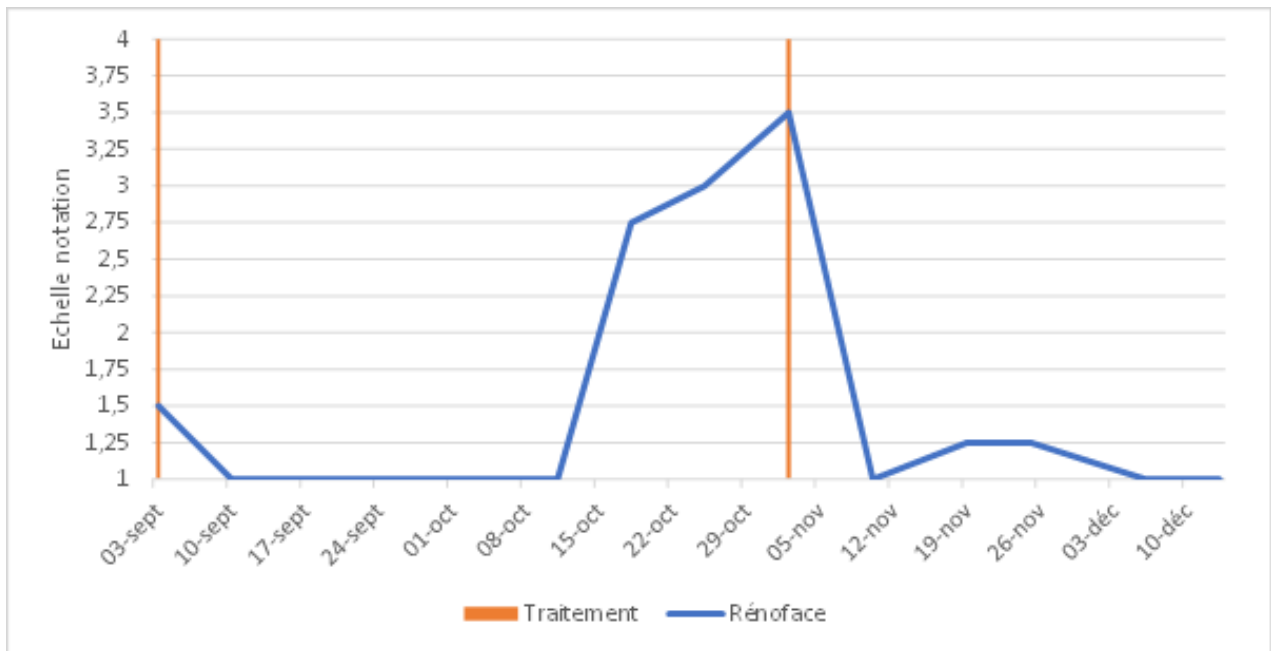
Photo n°9 : Rénoface le 10/11/2021 5 jours après traitement.



Photo n°10 : Rénoface le 19/11/2021 deux semaines après application

Cette modalité a présenté une bonne efficacité dès le début de l'essai pendant 38 jours du 3 septembre 2021 au 18 octobre 2021. A partir de cette date, le développement des algues a été très rapide. En trois semaines la

modalité est passée de tolérable à inacceptable, avec un développement important de la population d'algues (cf photos ci-dessous).



Graphique n°4 : Evolution de la modalité Rénoface sur la période de l'essai



Photo n°11 : Rénoface 11/10/2021 note 1



Photo n°12 : Rénoface 18/10/2021 note 2



Photo n°13 : Rénoface 25/10/2021 note 3



Photo n°14 : Rénoface 02/11/2021 note 4

Après la deuxième application, le 5 novembre 2021 le produit a montré une efficacité immédiate qui a duré dans le temps jusqu'à la fin des notations le 13 décembre 2021.

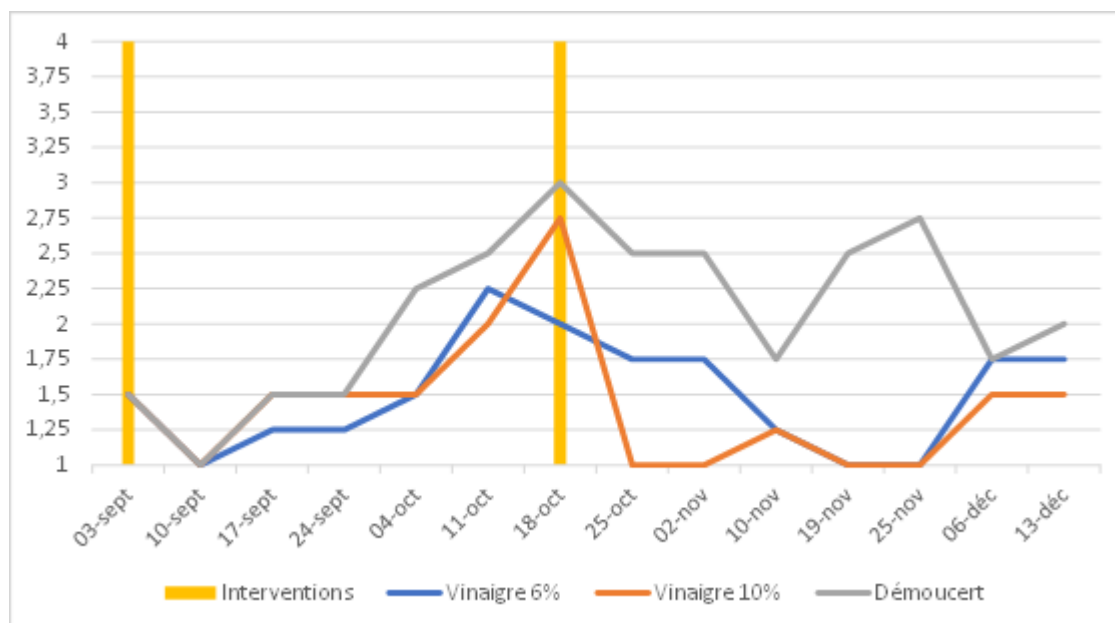
- **Modalités 06 Démoucert, 07 Vinaigre à 6% et 15 Vinaigre à 10%**

Les modalités par pulvérisation étaient les plus rapides à mettre en œuvre avec une pénibilité physique assez faible.

On constate que pour ces trois modalités les algues sont vite revenues mais de manière progressive jusqu'à la deuxième application, le 18 octobre 2021.

Le vinaigre et le Démoucert ont un « temps d'action » sensiblement équivalent, c'est à dire qu'il faut attendre une quinzaine de jours pour voir l'efficacité.

En comparant les deux modalités vinaigre, on constate une dégradation plus rapide des algues avec un vinaigre concentré à 10%.



Graphique n°5 : Evolution des efficacités des modalités en pulvérisation

- **Modalité 03 nettoyeur haute pression, 09 nettoyeur haute pression + démoucert et 10 nettoyeur haute pression + Vinaigre 6% :**

Le nettoyeur haute pression est une technique avec une efficacité immédiate qui est longue à mettre en œuvre et présente une pénibilité assez forte.

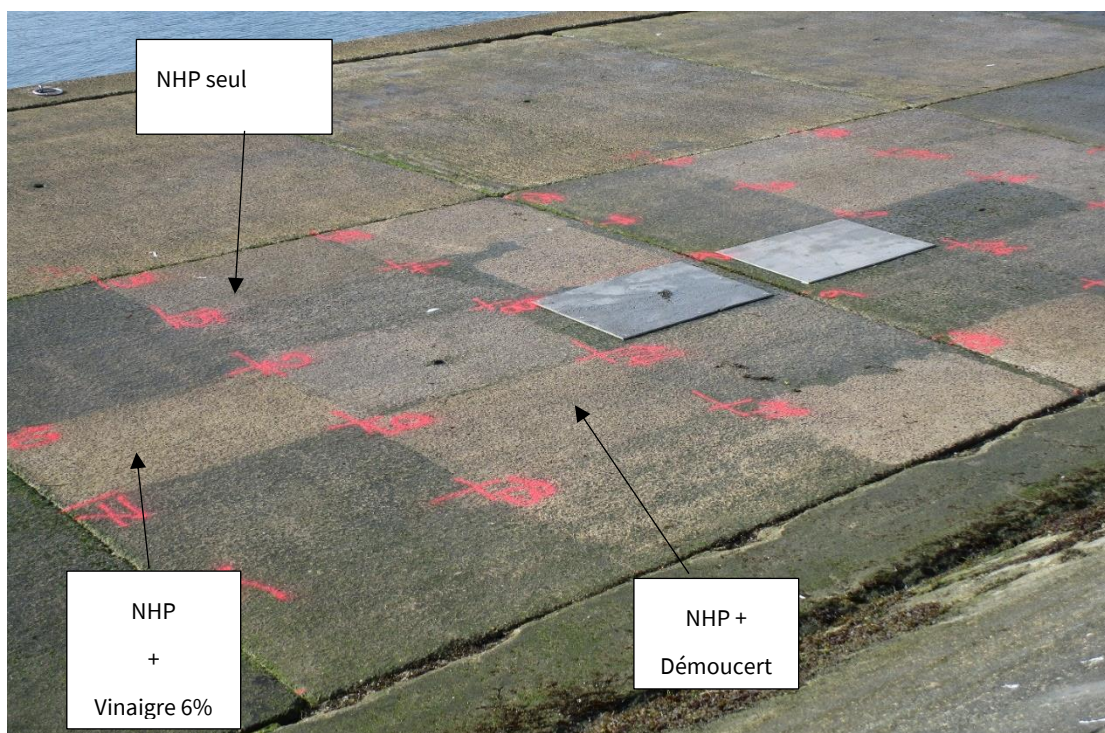
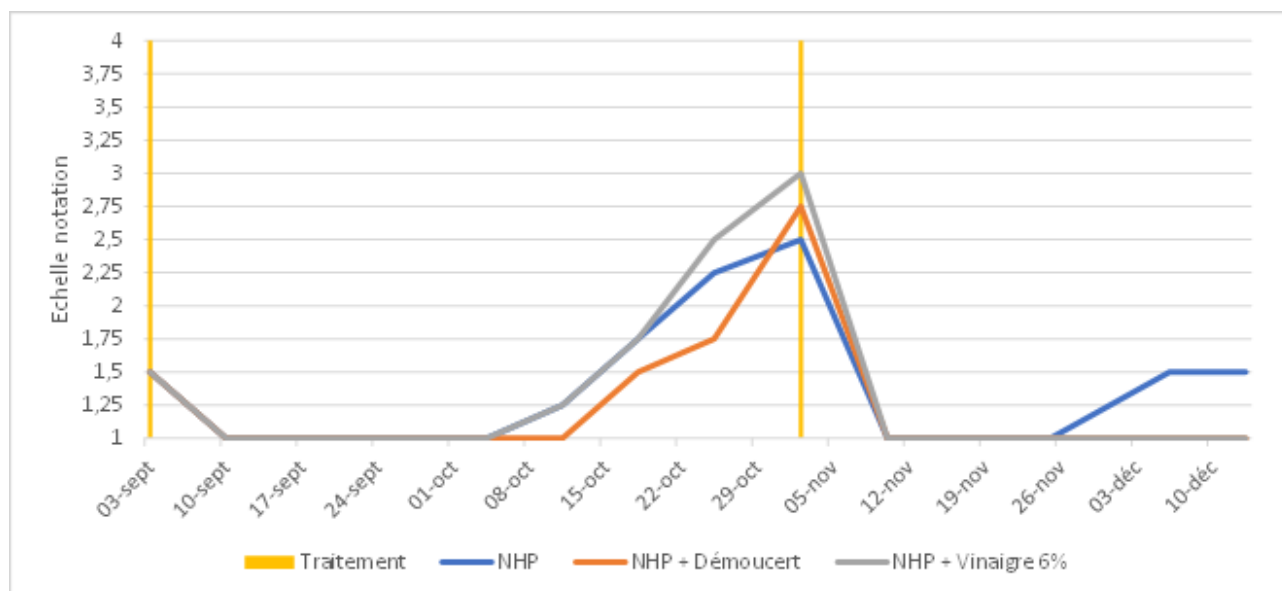


Photo n°15 : Bloc A le 17/09/2021 (15 jours après la 1^{er} application)



Graphique n°6 : Evolution de l'efficacité des différentes modalités avec NHP

Sur la modalité nettoyeur haute pression, la combinaison avec le vinaigre à 6% n'apporte pas d'efficacité supplémentaire. Par contre lorsque le nettoyeur haute pression est combiné avec du Démoucert, on gagne une semaine entre deux interventions.

Il faut tout de même noter que sur la fin de l'essai on pouvait voir une différence entre la modalité nettoyeur haute pression seul et les modalités nettoyeur haute pression + Démoucert et nettoyeur haute pression +

vinaigre 6% (photo ci-dessous). On a en effet constaté un léger gain en efficacité pour les modalités combinées, qui ne s'est cependant pas répété pas sur les 4 blocs.

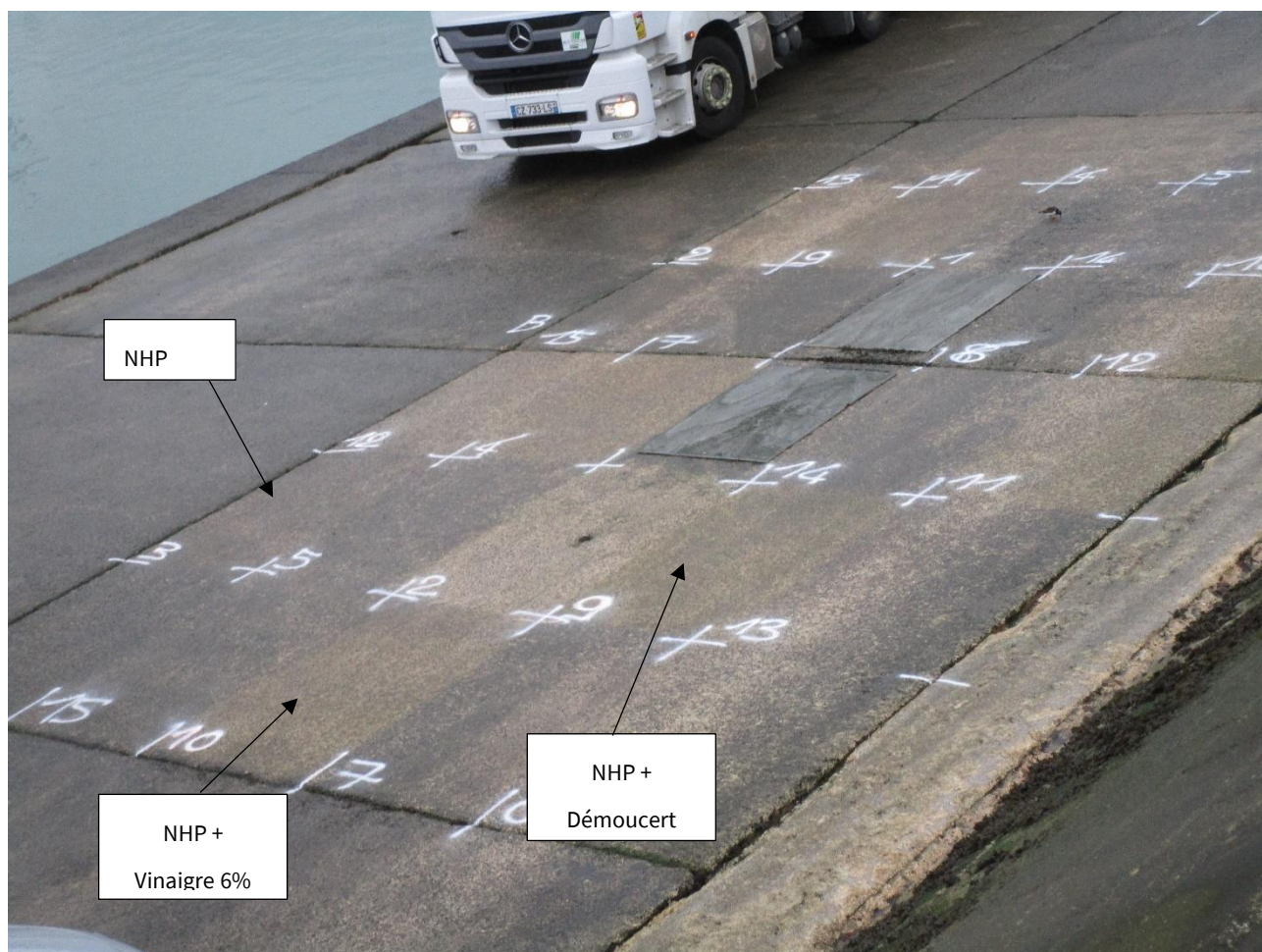


Photo n°16 : Bloc A le 13 décembre 2021 à la fin de l'essai 38 jours après la deuxième intervention

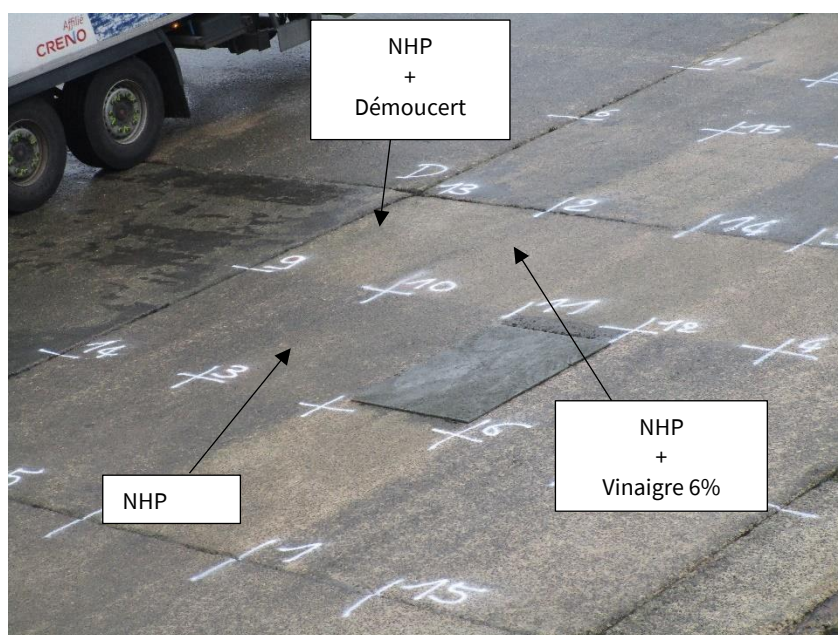
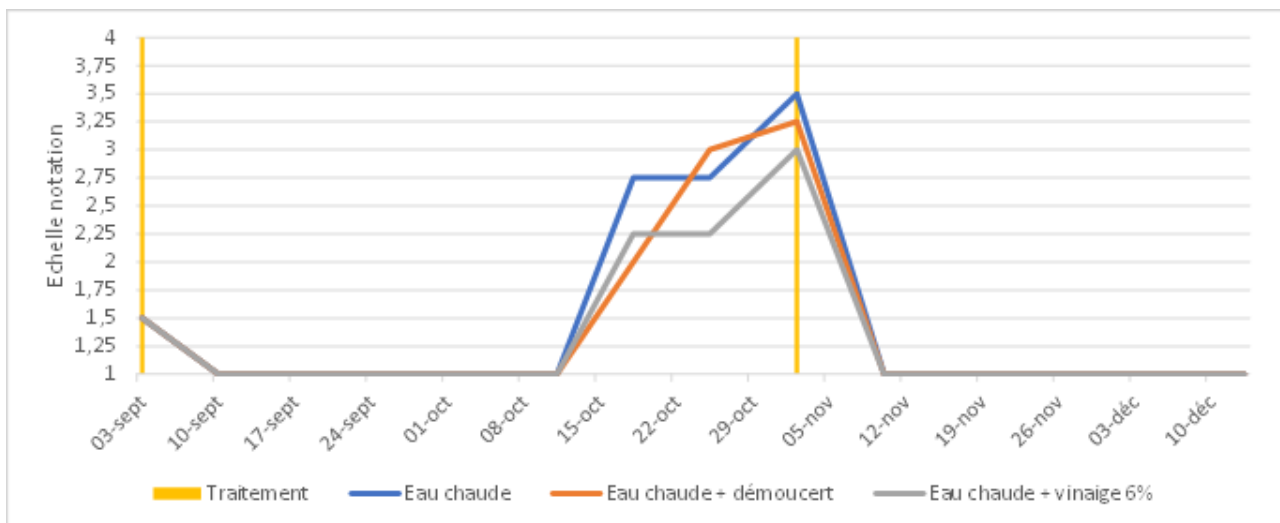


Photo n°17 : Bloc C le 13/12/2021

- **Modalité 04 eau chaude / 11 eau chaude + démoucert / 12 eau chaude + vinaigre 6%**

Le mode d'application est long et présente une pénibilité moyenne.

Avec le nettoyeur haute pression, cette méthode a donné le meilleur aspect visuel juste après l'intervention.



Graphique n°7 : Evolution des notes des différentes modalités eau chaude

Par contre les différentes modalités traitées à l'eau chaude seule ou en combiné ont connu le développement des algues le plus soudain et le plus important à partir du 18 octobre 2021. Cette situation ne s'est pas reproduite après la deuxième application d'eau chaude le 5 novembre 2021.

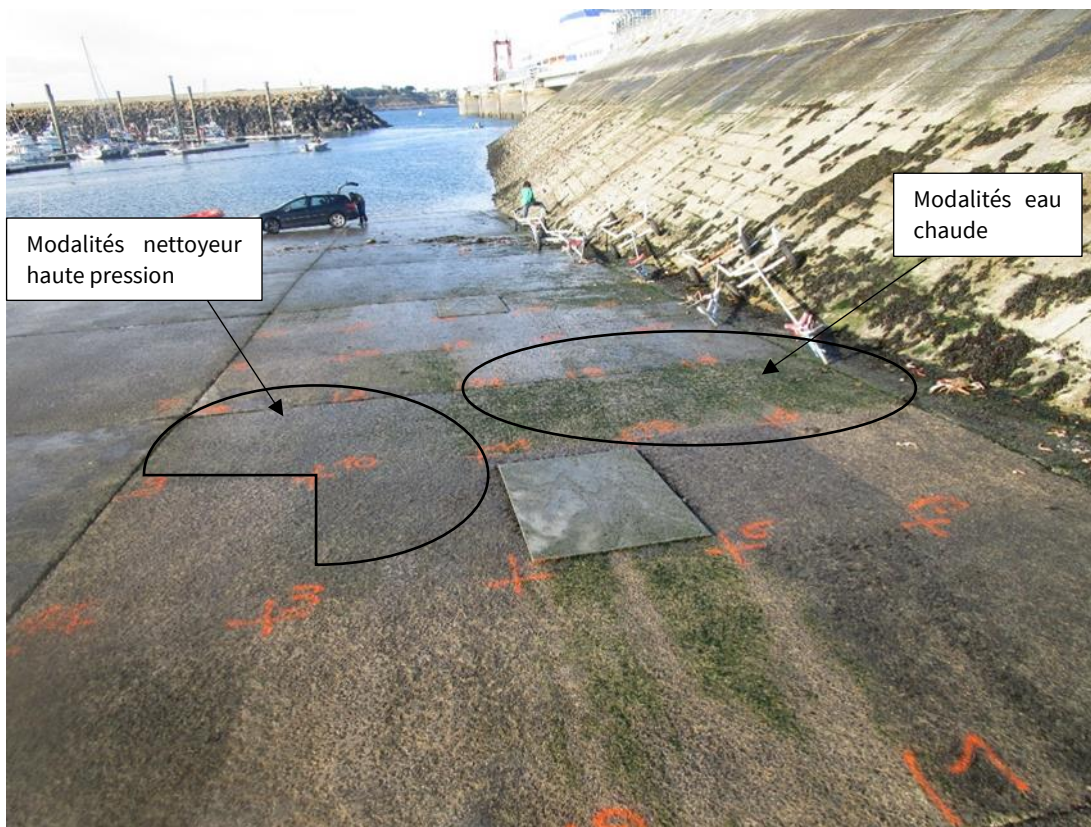


Photo n°18 : Bloc C le 02 décembre 2021 avant la deuxième intervention.



Photo n°19 : Bloc C4 (eau chaude seule) le 11/10/2021



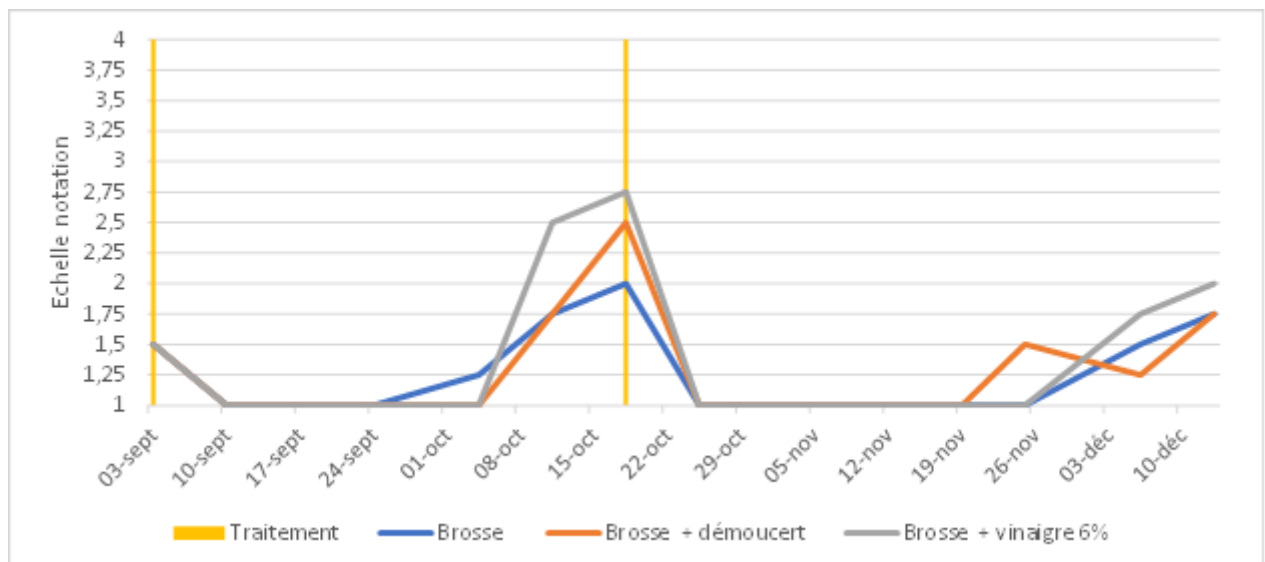
Photo n°20 : Bloc C4 (eau chaude seule) le 18/10/2021

Ces deux photos ont été prises sur la même micro parcelle à 7 jours d'intervalle, le 11 octobre 2021 la note était de 1 et le 18 octobre 2021, la note est passée à 4.

- **Modalité 05 Brosse / 13 Brosse + Démoucert / 14 Brosse + Vinaigre 6%**

Hormis les traitements au pulvérisateur, la brosse est la technique la plus rapide à mettre en œuvre. Elle génère cependant une pénibilité assez forte.

Par contre, après le passage de la machine, le rendu laisse un dépôt grisâtre et les algues ont commencé à se développer plus rapidement.



Graphique n°8 : Evolution des notes des différentes modalités avec la brosse

Les courbes des notes montrent qu'après la première application, les algues ont commencé à se développer à partir du 11 octobre 2021 soit 37 jours après la première mise en œuvre et à partir du 6 décembre 2021, soit 49 jours après la deuxième intervention.



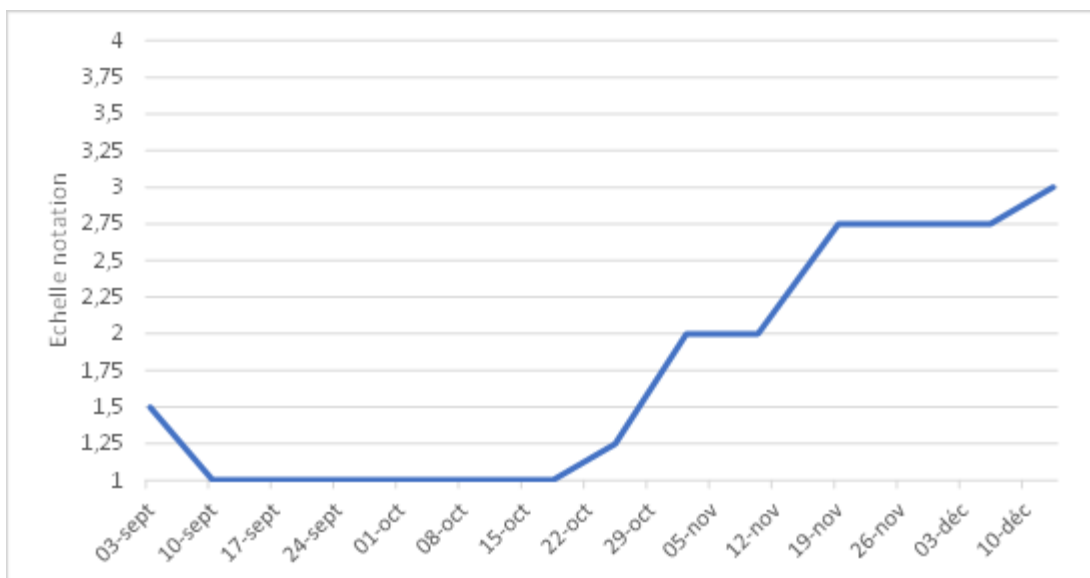
Photo n°21 : Aspect grisâtre après le passage de la brosse

- **Modalité 08 Novaplak**

Sur cette modalité aucune intervention de nettoyage n'a été réalisé au cours de l'essai.



Photo n°22 : Novaplak le 10/09/2021 juste après la pose.



Graphique n°9 : évolution des notes sur le Novaplak.

Les algues ont commencé à apparaître à partir du 2 novembre 2021 soit 60 jours après la pose. C'est la modalité qui a été colonisée par les algues le plus tardivement. Cette modalité a dépassé la note de 2 (seuil limite d'intervention) le 19 novembre 2021 soit 70 jours après la mise en place de l'essai. Sur la période de l'expérimentation, les algues n'ont colonisé que les anfractuosités des plaques mais ses propriétés anti-dérapantes ont fait qu'il n'a pas été nécessaire d'intervenir.



Photon°23 : Novaplak le 10 novembre 2021 en gros plan.



Photo n°24 : Novaplak le 10 novembre 2021



Photo n°25 Novaplak bloc A le 13 décembre 2021



Photo n°26: Novaplak Bloc A le 13 décembre 2021



Photo n°27 : Novaplak bloc B le 13 décembre 2021



*Photo n°28 : Novaplak bloc B le 13 décembre 2021
(plaque plus lisse sans colonisation d'algue)*

DISCUSSION

LIMITE DE L'ESSAI

PARAMETRES POUVANT INFLUENCER LA NOTATION

Les notations ont pu être influencées par l'humidité de la cale et les conditions météorologiques. En effet la présence d'eau sur le béton, tout comme les conditions de luminosité influent sur la perception des algues.

Chaque modalité a une efficacité « immédiate » (dès l'application de la modalité) différente avec un taux de couverture en algue variable. Néanmoins, les notations peuvent cependant conduire à l'obtention de la même note pour un résultat esthétiquement différent. Les photos ci-dessous illustrent la situation. Elles ont été prises 7 jours après la première intervention. Ces deux modalités ont une note de 1 (0 à 15% de recouvrement) mais la modalité 14 (brosse + vinaigre) et la modalité 11 (eau chaude + démouçert) n'ont le même rendu esthétique.



Photo n°29 : modalité A14 le 10 septembre 2021 note de 1



Photo n°30 : A11 le 10 septembre 2021 note de 1

L'effet notateur est à prendre également en compte, car bien que la notation soit faite avec un abaque, il subsiste une différence d'appréciation entre les personnes qui font la notation. Ainsi, pour gommer cet effet, une seule personne a réalisé les notations durant toute la durée de l'essai.

PARAMETRES POUVANT INFLUENCER LE DELAI DE REINTERVENTION

L'essai a été mené durant trois mois en automne, de septembre à décembre. Il est probable que la période ne soit pas la plus optimale pour la vitesse de croissance des algues, du fait de la diminution progressive de la durée et de la quantité d'ensoleillement.

Cet aspect influence probablement l'évaluation du délai de réintervention de chaque modalité. Il est donc probable qu'en période plus favorable pour les algues, le délai de réintervention soit plus court.

Nous avons constaté des pics de croissance des algues entre le 11 et le 25 octobre 2021. L'évolution du recouvrement des algues a été très rapide, sans explications à ce jour.

L'orientation et l'exposition de la cale peut influencer le développement d'algue mais aussi, peut-être, la présence d'un seuil à l'entrée du port qui limite la force des vagues et le brassage de l'eau du bassin.

L'utilisation de la cale par les usagers a probablement contribué à une répartition un peu hétérogène des algues notamment par l'écrasement lié au passage d'engins.

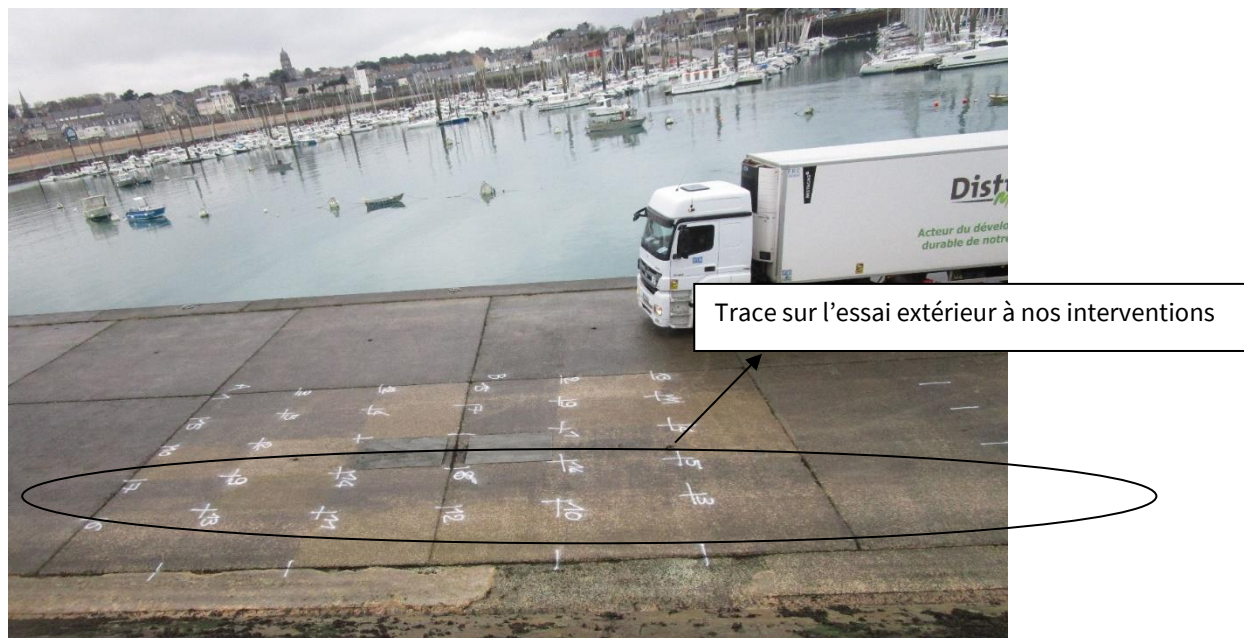


Photo n°31 : illustration de l'influence des usagers de la cale sur l'essai

PARAMETRES POUVANT INFLUENCER LE TEMPS D'APPLICATION

L'effet opérateur a peu d'influence sur le temps d'application des produits chimiques, dépendant de la dose d'application. Par contre, les passages de la brosse et de l'eau chaude ont été réalisés par les entreprises qui commercialisent les appareils. Le nettoyeur haute pression a été appliqué par un opérateur de la FREDON Bretagne n'ayant probablement pas la même méthode d'intervention qu'un opérateur habituel sur cette cale. Dans ce contexte, le temps de passage pour chacune de ces trois techniques a pu être sous-estimé ou sur-estimé en fonction de l'appréciation du rendu de chaque technique faite par chaque opérateur.

La taille des micro-parcelles est potentiellement trop petite pour évaluer correctement le temps d'intervention. En effet, plus la surface d'intervention est grande, plus le chronométrage du temps d'intervention est précis lorsqu'on calcule le rendement au m².

AUTRES PARAMETRES POUVANT INFLUENCER LES RESULTATS D'EFFICACITE DES PRODUITS

L'application des produits chimiques sur une surface humide peut entraîner un ruissellement pouvant impacter légèrement l'efficacité au début des parcelles adjacentes.



Photo illustrant le ruissellement. Ici du Rénoface sur une parcelle traitée au vinaigre. Le Rénoface a une action directe après application (brunissement), ce qui n'était pas le cas du vinaigre.

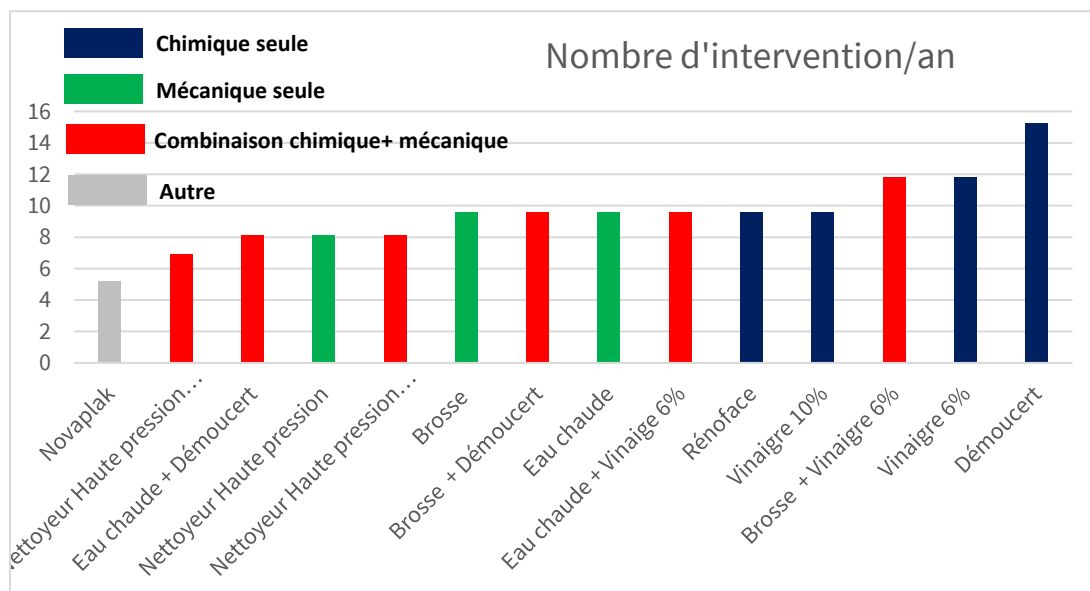
Photo n°32 : ruissellement des modalités traitées

INTERPRETATIONS ET EXTRAPOLATIONS

L'ensemble des interprétations suivantes est conditionné par le seuil d'intervention, ici fixé à une note de 2. Il s'agit ici d'une extrapolation des données obtenues durant les trois mois d'expérimentation sur une année entière mais ne prend pas en considération la variabilité saisonnière du développement des algues.

NOMBRE D'INTERVENTIONS PAR AN

Calcul : délai d'intervention théorique pendant un an (365 jours).



Graphique n°10 : nombre théorique d'interventions par an

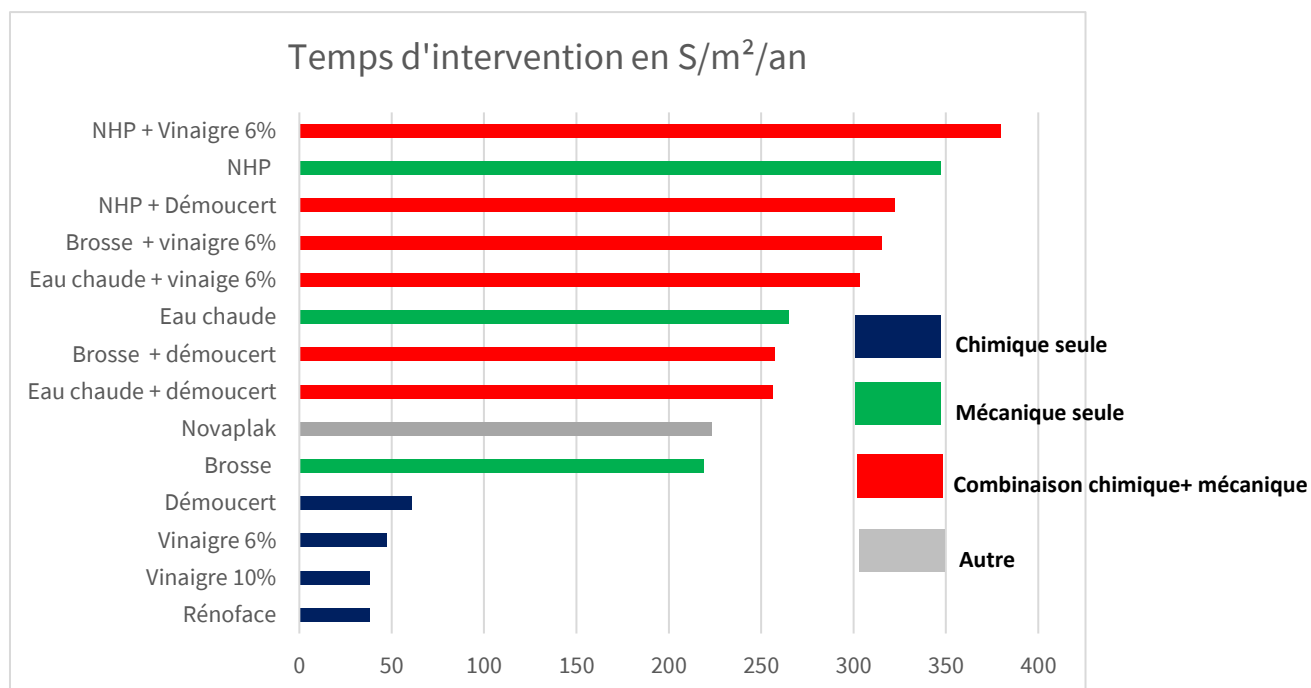
Le nombre théorique d'interventions varie de 5 à 15 passages par an suivants les modalités.

Ainsi dans les conditions de l'expérimentation :

- Le Novaplak nécessite le moins d'interventions, avec 5.2 passages par an
- Le Démoucort nécessite le plus d'interventions, avec 15.2 passages par an
- Les méthodes mécaniques nécessitent moins d'interventions par an que les modalités pulvérisées.

DUREE D'INTERVENTION PAR AN

- **Calcul : Nombre d'intervention/an X temps d'intervention (S/m²)**



Graphique n°11 : Temps d'intervention théoriques en seconde par m² et par an

Les temps d'intervention théoriques varient suivant les modalités de 38 secondes à 6 minutes et 19 secondes par m² et par an.

Ainsi dans les conditions de l'expérimentation :

- Les méthodes pulvérisées nécessitent le moins de temps d'interventions annuel.
- Le Rénoface et le Vinaigre à 10 % ont le temps d'intervention annuel le plus faible, avec 38 secondes par m² et par an
- Le Nettoyeur Haute Pression, associé au Vinaigre 6% ont le temps d'intervention annuel le plus élevé, avec 6 minutes et 19 secondes par m² et par an

- **Durée d'intervention annuelle**

Modalité	Temps à l'année /m ²
Rénoface	38 sec
Vinaigre 10%	38sec
Vinaigre 6%	47sec
Démoucert	1min
Brosse	3min 39sec
Novaplak	3min 43sec
Eau chaude + démoucert	4min 16sec
Brosse + démoucert	4min 16sec
Eau chaude	4min 15sec
Eau chaude + vinaigre 6%	5 min 3sec
Brosse + vinaigre 6%	5min 15sec
NHP + Démoucert	5 min 22 sec
NHP	5min 47sec
NHP + Vinaigre 6%	6min 19sec

Tableau n°3 : temps d'intervention mesuré par m² par modalité

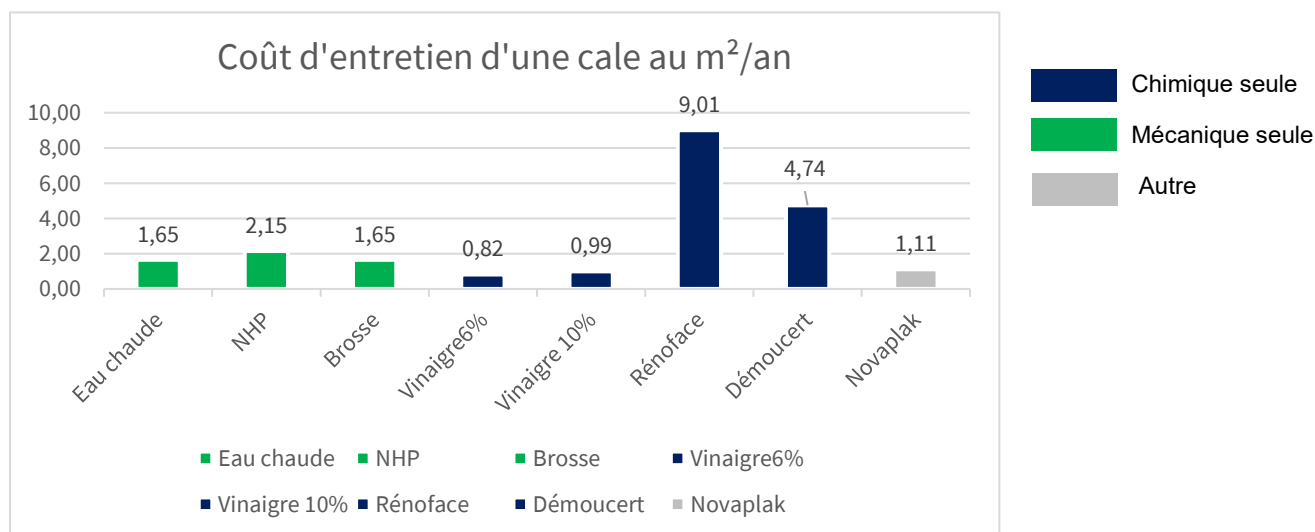
- **Limites :**

Le nettoyeur haute pression a été passé de manière méticuleuse, ce qui explique peut-être que la durée d'intervention soit longue.

Le Novaplak n'a pas été nettoyé durant l'expérimentation car il n'était pas nécessaire d'intervenir. Par contre lors de la dernière notation, une intervention au nettoyeur haute pression aurait été nécessaire si l'expérimentation avait été poursuivie. Pour le calcul du temps d'intervention au nettoyeur haute pression sur le Novaplak, nous avons pris les données de la modalité « nettoyeur haute pression seul ». Or, il est possible que le passage aurait été plus rapide sur le Novaplak du fait de sa texture.

COUT D'ENTRETIEN D'UNE CALE AU M²/AN.

Ce calcul prend en compte la main d'œuvre, le prix des consommables (carburant, eau, brosse, produit) et le prix de l'entretien du matériel.



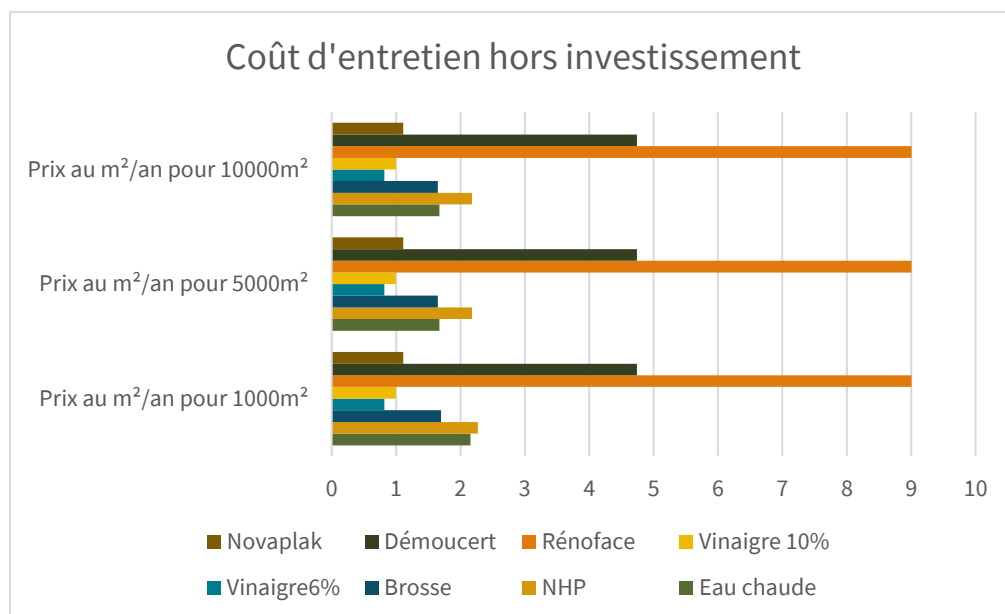
Graphique n°12 : Coût d'entretien au m²/an

Les coûts d'entretien théoriques varient, suivants les modalités de 82 centimes d'euros à 9.01 euros par m² et par an.

Ainsi, suivants les données disponibles :

- Le Vinaigre à 6 % a le coût d'entretien annuel le plus faible, avec 82 centimes d'euros par m² et par an
- Le Rénoface a le coût d'entretien annuel le plus élevé, avec 9.01 euros par m² et par an.
- Les méthodes mécaniques ont un coût d'environ 2 à 3 fois inférieur à celui du Démoucet.

Le calcul ci-dessous prend en compte la superficie à entretenir.



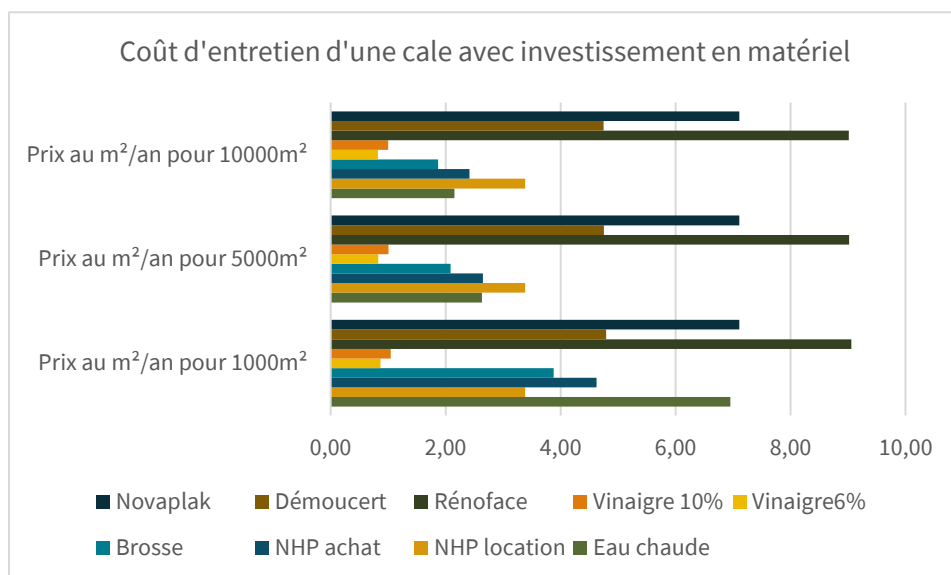
Graphique n°13 : Coût d'entretien hors investissement

Les coûts d'entretien théoriques, hors investissement, varient uniquement pour les modalités mécaniques notamment liés aux maintenances des machines.

Ainsi, suivants les données disponibles :

- L'eau chaude a le coût au m² qui varie le plus en fonction de la surface entretenue, allant de 2.15€ par m² et par an pour 1000m² à 1.67€ par m² et par an pour 5000m².
- L'évolution des coûts d'entretien avec le NHP et la brosse ne varient respectivement que de 9 et 5 centimes avec l'augmentation des surfaces entretenues.

Le calcul ci-dessous prend en compte, en plus, l'amortissement sur 5 ans du matériel et une longévité de 15 ans pour le Novaplak.



Graphique n°14 : Coût d'entretien au m²/an

Les coûts d'entretien théoriques avec l'amortissement du matériel, ne sont pas variables pour les modalités « nettoyeur haute pression » en location et le Novaplak.

Ainsi, suivants les données disponibles :

- L'eau chaude a un coût au m² qui varie le plus en fonction de la surface entretenue, allant de 6.95€ par m² et par an pour 1000m² à 2.15€ par m² et par an pour 10000m².
- Le nettoyeur haute pression a un coût au m² qui varie de 4.63€ par m² et par an pour 1000m² à 2.41€ par m² et par an pour 10000m².
- La brosse a un coût au m² qui varie de 3.88€ par m² et par an pour 1000m² à 1.87€ par m² et par an pour 10000m². Cette technique a le coût d'entretien de la cale le plus faible des modalités mécaniques avec achat. Ce qui est cependant à nuancer, du fait du rendu esthétique contestable.
- Le nettoyeur haute pression en location, a le coût d'entretien le plus faible des modalités mécaniques pour une surface de 1000m².
- L'eau chaude a, à partir de 5000m², un coût d'entretien inférieur à celui du nettoyeur haute pression en achat.
- Le Novaplak a un coût d'entretien, comprenant un amortissement sur 15 ans de 7.11€ par m² et par an, quelle que soit la surface entretenue. C'est la technique la plus onéreuse après celle qui utilise du Rénoface.

Limites :

Les données n'ont pas été attestées sur le terrain, elles se réfèrent à des informations fournies par les fabricants et les distributeurs.

QUATRE MOIS APRES LA DERNIERE INTERVENTION...FAUT-IL REELLEMENT INTERVENIR SUR LES CALES POUR ENLEVER LES ALGUES ?



N°	Modalité
01	Témoin
02	Rénoface
03	Kärcher
04	Eau chaude
05	Brosse cylindrique
06	Démoucert
07	Vinaigre 6%
08	Novaplack
09	Kärcher + démoucert
10	Kärcher + vinaigre 6%
11	Eau chaude + démoucert
12	Eau chaude + vinaigre 6%
13	Brosse cylindrique + démoucert
14	Brosse cylindrique + vinaigre 6%
15	Vinaigre 10%

Photo n° 34 : Observation des Blocs A et B le 15 février 2022

L'observation ci-dessus a été faite presque quatre mois après la dernière intervention du 18 octobre 2021, pour les modalités 5,6,7,13,14 et 15 et trois mois après la dernière intervention du 5 novembre 2021, pour les modalités 2, 3,4,9,10,11 et 12.

Lors de cette observation faite hors protocole, on constate que les micro-parcelles qui ont été entretenues avec les techniques « les plus efficaces », suivant les critères de l'expérimentation (les plus agressives pour le support), sont celles dont la colonisation en algue est le plus important trois à quatre mois après la dernière intervention.

Pour les modalités pulvérisées, seule le « rénovation » est concerné par cette re-colonisation rapide. En ce qui concerne les modalités mécaniques, seule la brosse semble être épargnée par ce phénomène.

Ce phénomène semble pouvoir s'expliquer par la mise à nu du support qui pourrait engendrer une déstabilisation du milieu et ainsi favoriser la recolonisation par les algues.

Au regard de cette observation hors protocole, on peut légitimement se questionner sur l'intérêt d'utiliser des méthodes qui agressent le support, ce qui peut conduire au final à une recolonisation du support par les algues de plus en plus rapide. Cette observation pourrait inviter les gestionnaires à mettre en œuvre des pratiques d'entretien différencié en fonction des usages observés et de la période de l'année.

Pour vérifier ce point, une expérimentation sur plusieurs années permettrait d'évaluer l'efficacité à moyen terme des différentes modalités expérimentées et donc de confirmer ou infirmer cette observation.

PERSPECTIVES

Cette expérimentation a permis d'évaluer l'efficacité technique des modalités entre-elles, sur une durée réduite à trois mois.

La mise en place d'une expérimentation sur deux années, permettrait d'estomper les effets liés à la saisonnalité et aux conditions météorologiques qui peuvent influencer la croissance des algues. Par ailleurs, sur une expérimentation sur une durée de deux ans permettrait de voir si les techniques qui agressent le plus le support, provoquent, par la mise à nu de celui-ci, une recolonisation en algues de plus en plus rapide et ainsi de répondre aux questions posées lors de l'observation faite hors protocole quatre mois après la fin de l'essai (voir point « *Quatre mois après la dernière intervention... faut-il réellement intervenir sur les cales pour enlever les algues ?* »). Enfin, une durée plus longue de l'expérimentation, déterminerait aussi plus précisément les fréquences d'intervention de chaque modalité et les coûts d'interventions qui en résultent.

Cette nouvelle expérimentation pourrait inclure du vinaigre avec des volumes et des concentrations différentes. En effet, au cours de l'essai nous avons testé une application au vinaigre à 10% avec des volumes supérieurs (à 2500L/ha et 5000L/ha) et il semblerait qu'il y ait une influence entre la quantité de vinaigre appliqué et l'efficacité sur les algues. Attention, néanmoins, l'usage de vinaigre en tant que biocide n'est pas autorisé en France

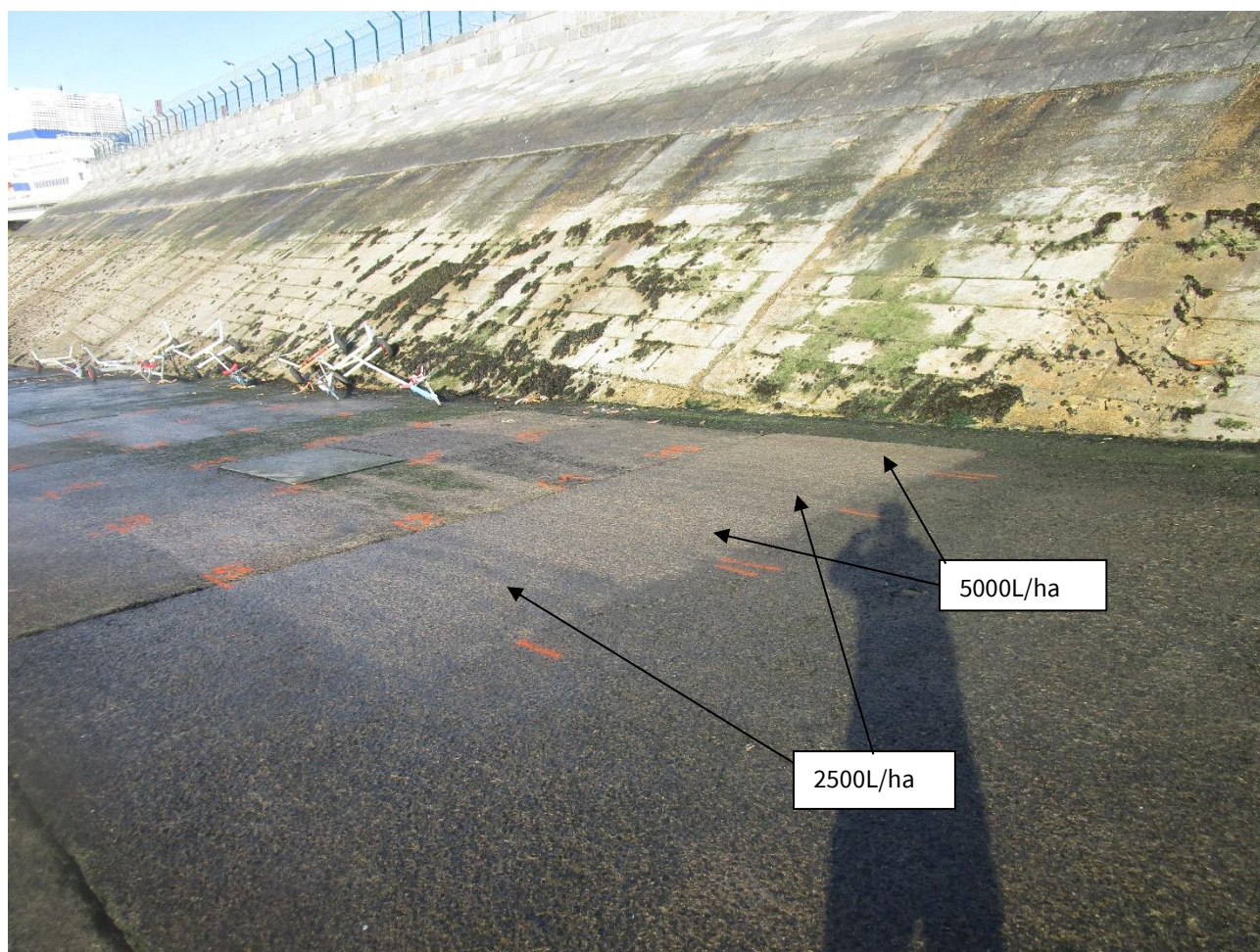


Photo n° 33 : Test de vinaigre à 10% appliqué à 2500L/ha et 5000L/ha en amont de l'essai.

CONCLUSION

La FREDON Bretagne a mené une expérimentation, pour le compte de la Région Bretagne, sur les techniques alternatives aux biocides chimiques utilisés pour contrôler l'enalguement des cales portuaires.

Cette expérimentation, qui a été réalisée du 3 septembre au 13 décembre 2021, a permis d'évaluer l'efficacité technique des modalités suivantes :

- Brosse mécanique
- Eau Chaude
- Nettoyeur haute pression
- Rénoface (biocide)
- Démoucert (biocide)
- Vinaigre à 6 et 10 %
- Novaplak (revêtement)

Certaines méthodes de lutte ont été combinées afin de vérifier la pertinence de l'association des techniques entre-elles.

A l'issue des trois mois d'expérimentation, les données ont été analysées. Elles ont ensuite été transposées en mettant en évidence, pour chaque modalité, les durées, les fréquences et les coûts d'intervention annuels.

Des techniques comme la brosse métallique, l'eau chaude, le nettoyeur haute pression semblent être des alternatives intéressantes aux biocides chimiques. En effet, bien qu'elles aient des temps de mise en œuvre six à dix fois plus élevé, leurs délais de réintervention est globalement plus long et leurs coûts de revient annuels sont souvent inférieurs aux biocides pulvérisés.

Le revêtement Novaplak a un coût de mise en œuvre important. Cependant, sa faible capacité à s'enalguer semble limiter considérablement les délais de réintervention.

Le vinaigre, produit n'ayant pas d'autorisation en tant que biocide, présente, suivant sa concentration, une efficacité similaire aux autres produits pulvérisés et le coût d'utilisation le plus faible de toutes les techniques évaluées.

Les données qui ressortent de cette expérimentation, permettent aux gestionnaires de cales de mieux appréhender le choix des techniques en fonction d'exigences esthétiques (aspect visuel après traitement) et de contraintes d'entretien (temps de mise en œuvre, délais de réintervention, coûts).

L'observation, hors protocole, trois mois après l'arrêt de l'expérimentation, semble montrer un enalguement plus prononcé des techniques qui agressent le support. Dès lors, il conviendrait aux gestionnaires de ces surfaces d'engager une réflexion sur la mise en place d'une gestion différenciée en fonction de la saison et de l'usage pour limiter la dégradation du support et donc l'enalguement de plus en plus rapide.

La mise en place d'une expérimentation plus longue, incluant l'application de vinaigre à des concentrations et des volumes différents, permettrait d'obtenir des données plus précises écartant les influences saisonnières et météorologiques concernant chaque modalité mais aussi de s'assurer que les techniques qui mettent à nu le support ne provoquent pas dans le temps un ré-enalguement de plus en plus fréquent.

REMERCIEMENTS



La région Bretagne

Stéphane Gourmaud

Service de l'eau

Direction Climat de l'Environnement de l'Eau et de la Biodiversité

Pour le financement de l'expérimentation.

Alice Landais

Service prospective, économie, environnement et exploitation (SP3E)

Direction des ports (DP)

Pour la mise à disposition de la cale du Naye



La ville de Saint Malo

Dominique Bonnel

Directrice du Port des Sablons

Yann SCOUBART puis Stéphane HORVAIS

Responsable technique du Port des Sablons

Pour la détermination des seuils d'intervention et un accompagnement pour les relevés de terrain



Le CEVA , Centre d'étude et de valorisation des algues

Tristan Le Goff

Ingénieur de projet

Pour l'identification des Algues



Innovations & Paysage

Gaël Blanchouin

Technico-commercial secteur ouest

Pour la mise à disposition et la mise œuvre de la brosse :

Ref : porte outils Rapid mondo 9cv, brosse IB-000x



Oeliatec

Camille Barre

Commerciale

Pour la mise à disposition et la mise en œuvre de la machine à eau chaude

Réf : Houat 500



Carbo Industrie

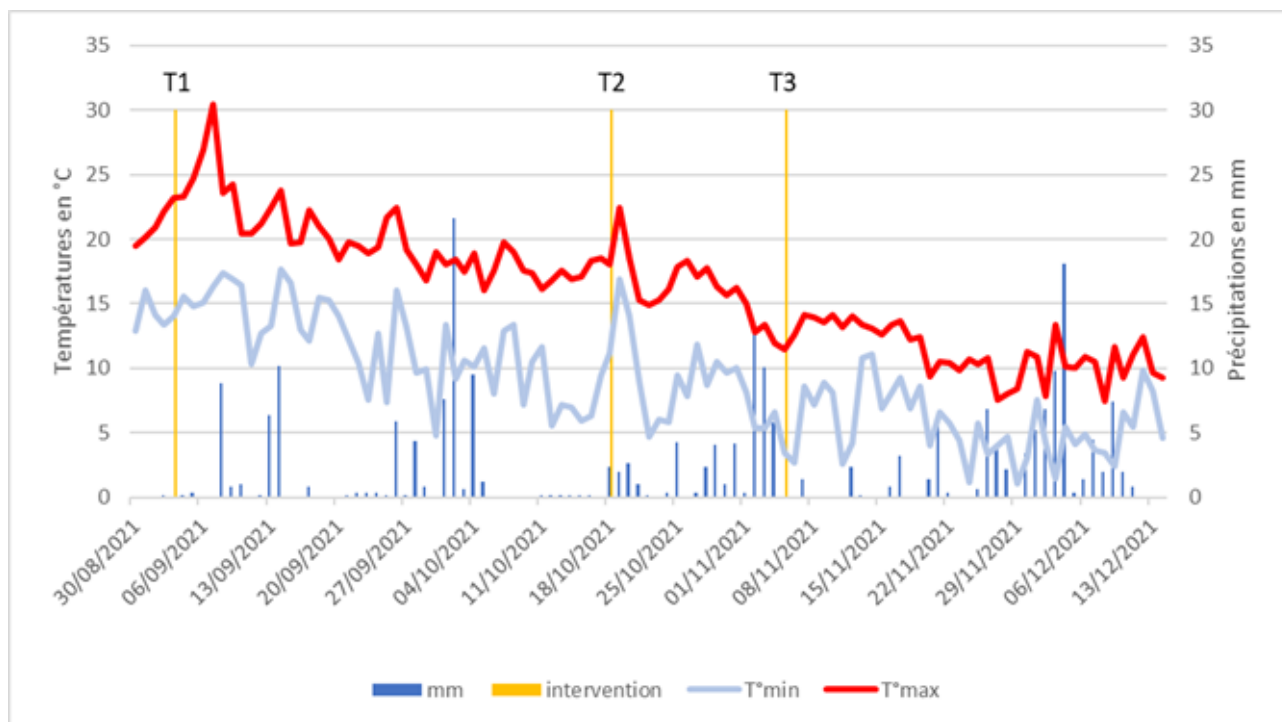
Julien Reemers

Directeur

Pour la fourniture et l'installation des plaques de novaplak

ANNEXES

DONNEES METEO



Graphique n°14 : Données météo issues de la station de Dinard sur la période de l'essai

On observe une diminution des températures (et de l'insolation), réduisant les conditions favorables aux développements des algues durant la période de l'expérimentation.

CALENDRIER DES INTERVENTIONS

Tableau n°4 : récapitulatif des interventions

Date	Intervention
03/09/2021	Mise en place de l'essai application 1
10/09/2021	Notation
17/09/2021	Notation
24/09/2021	Notation
04/10/2021	Notation
11/10/2021	Notation
18/10/2021	Notation + application 2 (les 3 modalités brosse ; les 2 modalités vinaigre ; démoucert)
25/10/2021	Notation
02/11/2021	Notation
05/11/2021	Application 3 (les 3 modalités karcher ; les 3 modalités eau chaude ; rénoface)
10/11/2021	Notation
19/11/2021	Notation
25/11/2021	Notation
06/12/2021	Notation
13/12/2021	Notation

CONDITIONS DE REALISATION DES TRAITEMENTS

Tableau n°5 : conditions d'application des modalités lors l'application n°A

Modalité	Spécialité	Date	Dose théorique	Ecart en %	Dose réellement appliquée	T°air moy.	H.air. moy. En %
02	Rénoface	03/09	2000L/ha	+5%	2100L/ha	22.8°C	43%
06	Démoucert	03/09	1000L/ha	+6%	1060L/ha	22.8°C	43%
07	Vinaigre 6%	03/09	1000L/ha	+10%	1100L/ha	22.8°C	43%
09	NHP + Démoucert	03/09	1000L/ha	+12%	1120L/ha	22.8°C	43%
10	NHP + Vinaigre 6%	03/09	1000L/ha	+2%	1020L/ha	22.8°C	43%
11	Eau chaude + Démoucert	03/09	1000L/ha	+12%	1120L/ha	22.8°C	43%
12	Eau chaude + Vinaigre 6 %	03/09	1000L/ha	+2%	1020L/ha	22.8°C	43%
13	Brosse + Démoucert	03/09	1000L/ha	+2%	1020L/ha	22.8°C	43%
14	Brosse + Vinaigre 6%	03/09	1000L/ha	+4%	1040L/ha	22.8°C	43%
15	Vinaigre 10%	03/09	1000L/ha	+4%	1040L/ha	22.8°C	43%

Tableau n°6 : conditions d'application des modalités lors l'application n°B

Modalité	Spécialité	Date	Dose théorique	Ecart en %	Dose réellement appliquée	T°air moy.	H.air. moy. En %
06	Démoucert	18/10	1000L/ha	+5%	1050L/ha	16.8°C	79%
07	Vinaigre 6%	18/10	1000L/ha	+6%	1060L/ha	16.8°C	79%
13	Brosse+ Démoucert	18/10	1000L/ha	+5%	1050L/ha	16.8°C	79%
14	Brosse + Vinaigre 6%	18/10	1000L/ha	+6%	1060L/ha	16.8°C	79%
15	Vinaigre 10%	18/10	1000L/ha	+4%	1040L/ha	16.8°C	79%

Tableau n°5 : conditions d'application des modalités lors l'application n°C

Modalité	Spécialité	Date	Dose théorique	Ecart en %	Dose réellement appliquée	T°air moy.	H.air. moy. En %
02	Rénoface	05/11	2000L/ha	+5%	2100L/ha	12.9°C	42%
09	NHP + Démoucert	05/11	1000L/ha	+10%	1100L/ha	12.9°C	42%
10	NHP + Vinaigre 6%	05/11	1000L/ha	+5.5 %	1055L/ha	12.9°C	42%
11	Eau chaude + Démoucert	05/11	1000L/ha	+10%	1100L/ha	12.9°C	42%
12	Eau chaude + Vinaigre 6%	05/11	1000L/ha	+5.5%	1055L/ha	12.9°C	42%

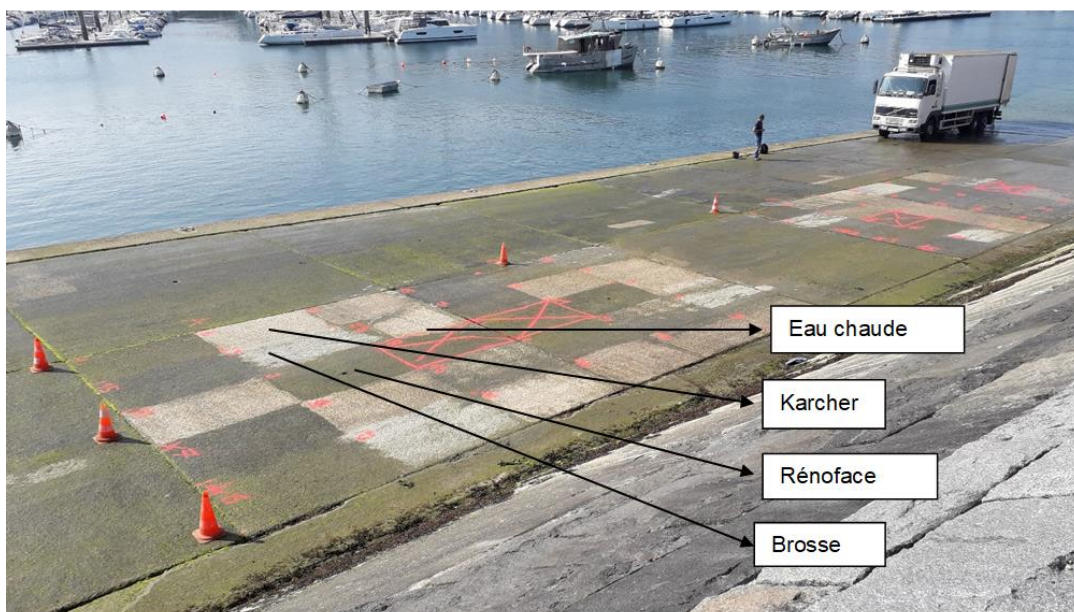


Photo n°34 : Essai le 03/09/2021 juste après intervention (le Novaplak n'est pas encore posé)

POINT DE VUE DE L'EXPERIMENTATEUR QUI A SUIVI L'EXPERIMENTATION

Ci-après, le ressenti de la personne qui a suivi l'expérimentation est exprimé afin de compléter l'avis sur les différentes modalités.

- **Modalités mécaniques et thermiques :**

Le nettoyeur haute pression et l'eau chaude ont une action immédiate avec un rendu esthétique très qualitatif après le passage des machines.

Le développement des algues a repris plus rapidement avec le nettoyeur haute pression, tandis que l'aspect esthétique obtenu avec l'eau chaude a duré plus longtemps. Par contre, le développement des algues a été plus brusque.

La brosse a bien retiré les algues mais n'a jamais donné un résultat aussi convainquant que les deux autres modalités « mécaniques » (nettoyeur haute pression et eau chaude) à cause du dépôt grisâtre laissé après l'intervention.

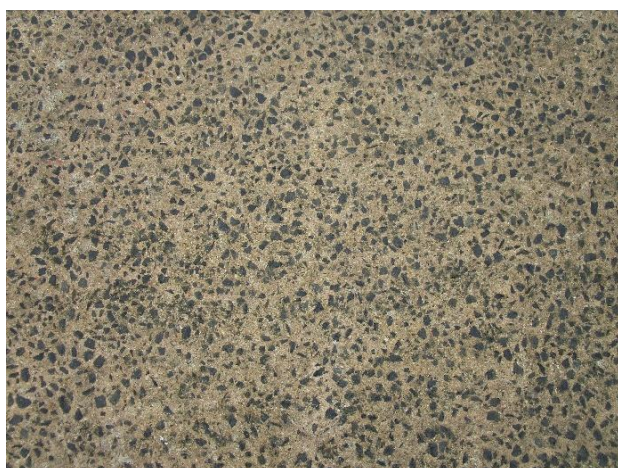


Photo n°35 : Nettoyeur haute pression le 10 septembre 2021



Photo n°36 : Eau chaude le 10 septembre 2021

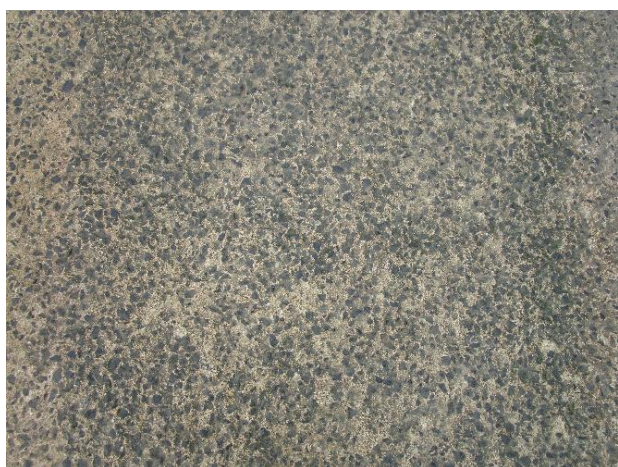
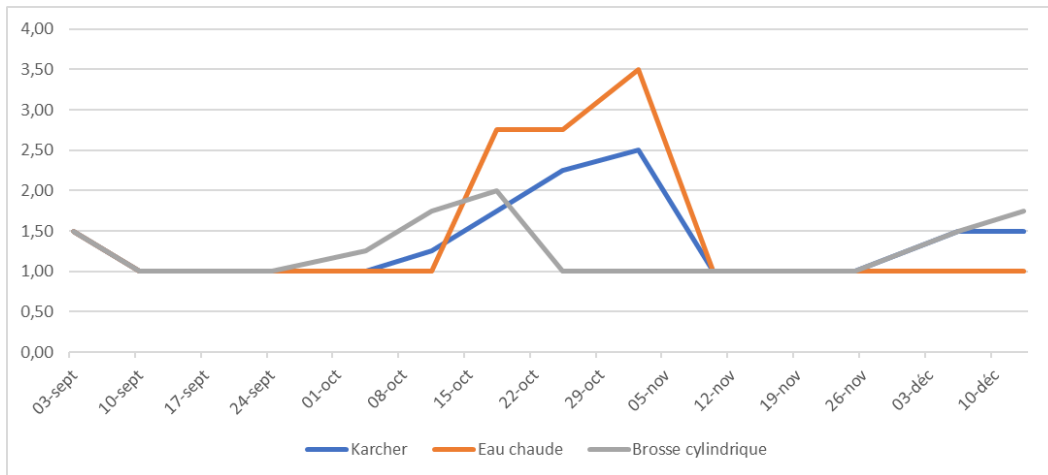


Photo n°37 : Brosse le 10 septembre 2021



Graphique n° 15 : efficacité des modalités mécaniques

Dans l'ensemble je n'ai pas remarqué une réelle amélioration en associant du vinaigre ou du Démoucet avec les modalités « mécaniques » (brosses, nettoyeur haute pression et eau chaude).

- **Modalités pulvérisées :**

Le Rénoface a une efficacité visible immédiatement car les algues brunissent. Il faut cependant attendre 15 jours pour que celles-ci se délitent.

Il faut attendre une quinzaine de jours pour voir les effets du vinaigre et du Démoucet. D'après le ressenti de l'expérimentateur, le Démoucet était un ton en dessous des deux modalités vinaigre.

- **Le Novaplak**

Le Novaplak même recouvert d'algue semble peu glissant.



Photo n°38 : Essai le 17 septembre 2021



Photo n°39 : essai le 11 octobre 2021

Le nettoyeur haute pression en comparaison avec l' eau chaude le 2 novembre 2021 juste avant la deuxième intervention



*Photo n°40 : Nettoyeur haute pression le 2 novembre 2021 (bloc C)
Note de 2*



*Photo n°41 : Eau chaude le 2 novembre 2021 (bloc C)
Note de 4*



Photo n°42 : Bloc D le 2 novembre 2021

Rénoface à 61 jours



Photo n°43 : Bloc A le 13 décembre 2021 à la fin de l'essai

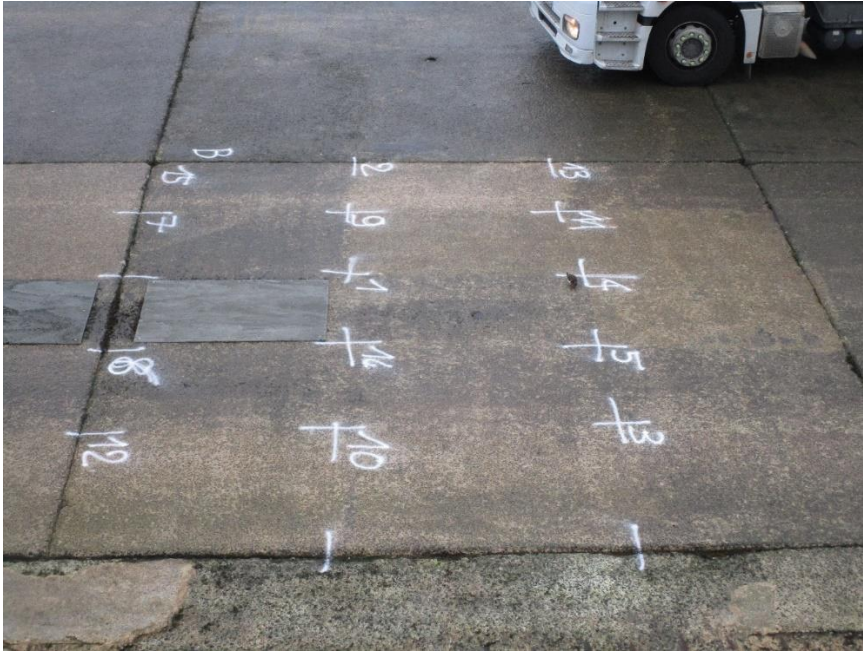


Photo n°44 : Bloc B le 13 décembre 2021



Photo n°45 : Bloc C et D le 13 décembre 2021