



Marine nationale  
Service du Soutien de la Flotte  
Damen – Ambpr – Anticorr Conseil



**Nettoyage, décapage et peinture par robot pour chantiers navals**

Jean-Marc QUENEZ, Jean-Paul SAMBOU, Thibaut JASTREWSKI – Service de Soutien de la Flotte – Marine Nationale  
Hubert VINVENT, Arnaud CHOTARD – Damen Dunkerque  
Stéphane RENOUARD – Ampbr  
Philippe LE CALVE – Anticorr Conseil

ATMA 17 OCTOBRE 2023 1

1



Marine nationale  
Service du Soutien de la Flotte  
Damen – Ambpr – Anticorr Conseil

## PLAN



- Introduction
- Le robot GREEN DOCK ROBOT
- Le démonstrateur
- Le lavage
- Le décapage UHP
- Le décapage abrasif
- La peinture
- Conclusion et perspective

ATMA 17 OCTOBRE 2023 2

2







Marine nationale  
Service du Soutien de la Flotte  
Damen – Ambpr – Anticorr Conseil

## INTRODUCTION

**usage de robots depuis 40 ans dans les secteurs automobile  
=> maturité avérée pour usage dans le secteur naval**



- Réduction des contraintes :
  - Risque COVID ou imprévus opérateurs
  - Durcissement des règles HSCT
  - **Durcissement des règles environnementales**
- Avantages économiques :
  - Souplesse d'emploi (temps d'application réduit, coactivité possible, peinture par vent faible possible) , **application navire à quai ?**
  - Rapport qualité / cout : moins de peinture dépensée par mètre carré, meilleure qualité de dépose

ATMA 17 OCTOBRE 2023 3

3







Marine nationale  
Service du Soutien de la Flotte  
Damen – Ambpr – Anticorr Conseil

## PRESENTATION DU GREEN DOCK ROBOT

**Modularité : 4 têtes interchangeables**

**Précision assurée par l'aptitude à 10 axes de mouvements complémentaires (rotations et translations)**

**Instrumentation:**

- Télémètres laser pour capter l'image de la surface à traiter
- Capteurs de forces sur les vérins




Lavage


Décapage UHP  
Décapage abrasif


Peinture


Inspection

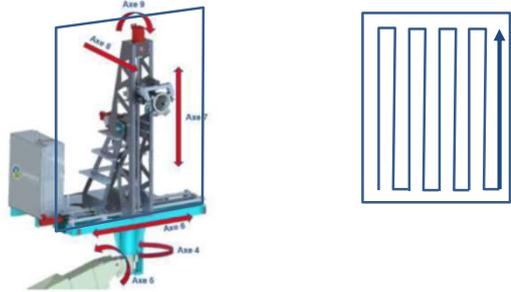
ATMA 17 OCTOBRE 2023 4

4


 Marine nationale  
 Service du Soutien de la Flotte  
 Damen – Ambpr – Anticorr Conseil

## PRESENTATION DU GREEN DOCK ROBOT

Une séquence de traitement élémentaire consiste à déplacer la tête dans un rectangle cartésien de 1,44 m<sup>2</sup> en assurant l'étanchéité



Entre chaque séquence, le chariot éloigne la tête de la coque et déplace le rectangle cartésien pour plaquer la tête à la coque au point initial de traitement du nouveau rectangle

ATMA 17 OCTOBRE 2023 5

5


 Marine nationale  
 Service du Soutien de la Flotte  
 Damen – Ambpr – Anticorr Conseil

## DEMONSTRATEUR – POUR NAVIRE A QUAI



Mise à disposition par Damen Dunkerque sur leur site  
 2 zones 16 m<sup>2</sup> sur plaque soudée de 96 m<sup>2</sup> en acier sur mur extérieur d'un bâtiment du chantier

Etat de surface conforme à la norme des surfaces des navires

Caractéristiques	Résultats	Normes
Rugosité	Moyen (G)	ISO 8503-1
Degré de soin	Sa 2 ½	ISO 8501-1
Concentration en sels solubles	12 mg/m <sup>2</sup>	ISO 8502-6 et 9
Poussières	1S1	ISO 8502-3

ATMA 17 OCTOBRE 2023 6

6







Marine nationale  
Service du Soutien de la Flotte  
Damen – Ambpr – Anticorr Conseil

## PREMIER RESULTAT QUANT A LA CONSOMMATION DE PEINTURE : MANUEL VERSUS ROBOT

**Précaution métier peinture**

- **Opérateur certifié ACQPA N2**
- **Superviseur** : inspecteur ACQPA / FROSIO niveau III depuis 24 ans




**Gain quant à la seule précision de dépose par le robot :**

- **Gain de 8% sur la consommation de peinture (peinture en une seule passe)**
- **Mesure de l'épaisseur déposée => 65% de la peinture consommée versus 54% seulement en manuel (dispersion lors de la dépose)**

ATMA 17 OCTOBRE 2023 7

7







Marine nationale  
Service du Soutien de la Flotte  
Damen – Ambpr – Anticorr Conseil

## LE LAVAGE

**But: enlever le voile biologique et le sel (qui peut pénaliser la phase de décapage avec des risques de corrosion flash)**

**Risque environnemental** : même si à pression modérée (300 bar) le lavage est susceptible d'emporter des résidus de peintures et des traces de corrosion (oxyde de fer etc ...)

			Eau de ville	Lavage	Exigences SSF
Paramètres	Méthode	Unité	Résultat	Résultat	
Aspect Limpide			Limpide	Limpide	
pH*	NF EN ISO 10523	U. pH	7,3	7,4	5,5 à 9
Température de mesure du pH		°C	18,7	18,6	
Matières en suspension (filtre : MN85/70 BF)*	NF EN 872	mg/l	< 2.0	4,1	100
Carbone organique total : NPOC*	NF EN 1484	mg/l	< 0.50	1,73	70
Fer (ICP-AES)*	NF EN ISO 11885	µg/l	< 20	383	5000
Cuivre (ICP-AES)*	NF EN ISO 11885	µg/l	21,8	95,3	5000
Zinc (ICP-AES)*	NF EN ISO 11885	µg/l	62,4	133	2000
Étain (ICP-AES)*	NF EN ISO 11885	µg/l	< 20.0	< 20.0	100



**Le robot permet de capter l'eau au niveau de la tête => aucune fuite n'est détectée**

**Cependant, une fuite négligeable (0,33 % de l'eau consommée) a lieu lorsqu'on change de zone la tête et qu'on la décolle de son rectangle cartésien pour la coller sur le rectangle suivant**

ATMA 17 OCTOBRE 2023 8

8


 Marine nationale  
 Service du Soutien de la Flotte  
 Damen – Ambpr – Anticorr Conseil

## LE DECAPAGE UHP

**But:** décaper la couche d'antifouling et mettre la coque à nue

**Risque environnemental :** la pression de 2600 bar emporte toute la peinture et la corrosion



Paramètres	Méthode	Unité	Eau de ville	Décapage à l'eau UHP	Exigences SSF
Aspect Limpide			Résultat Limpide	Résultat Limpide	
pH*	NF EN ISO 10523	U. pH	7,3	7,5	5,5 à 9
Température de mesure du pH		°C	18,7	18,5	
Matières en suspension (filtre : MN85/70 BF)*	NF EN 872	mg/l	< 2.0	17	100
Carbone organique total : NPOC*	NF EN 1484	mg/l	< 0.50	2,1	70
Fer (ICP-AES)*	NF EN ISO 11885	µg/l	< 20	547	5000
Cuivre (ICP-AES)*	NF EN ISO 11885	µg/l	21,8	19,3	5000
Zinc (ICP-AES)*	NF EN ISO 11885	µg/l	62,4	122	2000
Étain (ICP-AES)*	NF EN ISO 11885	µg/l	< 20.0	< 20.0	100

Le robot permet de capter l'eau au niveau de la tête => aucune fuite n'est détectée

Cependant, une fuite négligeable (0,3 % de l'eau consommée) a lieu lorsqu'on change de zone la tête et qu'on la décolle de son rectangle cartésien pour la coller sur le rectangle suivant

ATMA 17 OCTOBRE 2023 9

9


 Marine nationale  
 Service du Soutien de la Flotte  
 Damen – Ambpr – Anticorr Conseil

## LE DECAPAGE UHP

**Qualité des résultats :**  
**Surface entièrement décapée et mise à nue**



**Absence d'oxydation flash**

Mesures de sel (mesure de conductivité par cellule de Bresle)

Mesure de rugosité

Mesure de poussière par prélèvement par adhésifs (trace de poussières exogène à notre essai mais conforme à la norme)



**Absence de peinture et de zone corrodée**

Caractéristiques	Exigences*	Résultats	Normes	Conformité
Rugosité	MG	MG	ISO 8503	Conforme
Propreté de surface	DHP4	DHP4	NFT 35520	Conforme
Oxydation flash	< OF1	< OF1		Conforme
Concentration en sels solubles	<70 mg/m <sup>2</sup>	6 mg/m <sup>2</sup>	ISO 8502-6 et 9	Conforme
Poussières	<2S2	1S2	ISO 8502-3	Conforme

ATMA 17 OCTOBRE 2023 10

10



Marine nationale  
Service du Soutien de la Flotte  
Damen – Ambpr – Anticorr Conseil

## LE SYSTÈME NOMAD'O

**But:** récupération de l'eau pour usage en circuit fermé pour lavage et décapage UHP

- Réservoir de réaction et floculation
- Séparateur de lamelles
- Réservoir de réception
- Filtration
- Contrôle PLC

**Risque environnemental :** répondre à la question connexe de réduction de consommation d'eau

*Le robot est compatible du système Nomad'o permettant de filtrer l'eau et de renvoyer en circuit fermé*

**Gain de 90 % de consommation**

Paramètres	Méthode	Unité	Eau de ville	Sortie 1er filtre	Sortie NOM AD'O	Exigences SSF
Aspect Limpide			Limpide	Trouble	Résultat Limpide	
pH*	NF EN ISO 10523	U. pH	7,3	8,3	8	5,5 à 9
Température de mesure du pH		°C	14,7	14,5	15,2	
Matières en suspension (filtre : MN85/70 BF)*	NF EN 872	mg/l	< 2.0	200	4,7	<100
Carbone organique total : NPOC*	NF EN 1484	mg/l	< 0.50	12,5	< 0.50	<70
Fer (ICP-AES)*	NF EN ISO 11885	µg/l	1120	5250	279	<5000
Cuivre (ICP-AES)*	NF EN ISO 11885	µg/l	60,5	20500	48,4	<5000
Zinc (ICP-AES)*	NF EN ISO 11885	µg/l	388	4870	669	<2000
Étain (ICP-AES)*	NF EN ISO 11885	µg/l	< 20.0	20,7	< 20.0	<100

ATMA 17 OCTOBRE 2023

11



Marine nationale  
Service du Soutien de la Flotte  
Damen – Ambpr – Anticorr Conseil

## LE DECAPAGE A L'ABRASIF

**But:** décaper la couche d'antifouling et mettre la coque à nue

**Risque environnemental :** dissémination de l'abrasif pollué de la peinture et de la corrosion du navire

**Le robot permet de capturer l'abrasif utilisé au niveau de la tête à 98 %**  
**2% de l'abrasif est perdu**

**Pour 1400 kg utilisé pour le test, 12,5 kg est récupérée dans un bac de rétention (12,5 kg) et environ la même quantité dispersée aux alentours (12,5 kg)**





**Qualité : conforme à la norme**

Caractéristiques	Exigences*	Résultats	Normes	Conformité
Rugosité	MG	MG	ISO 8503	Conforme
Degré de soin	Sa 2 ½	Sa 2 ½	ISO 8501-1	Conforme
Concentration en sels solubles	<70 mg/m <sup>2</sup>	12 mg/m <sup>2</sup>	ISO 8502-6 et 9	Conforme
Poussières	<2S2	3S1	ISO 8502-3	Non Conforme

ATMA 17 OCTOBRE 2023 12

12







Marine nationale  
Service du Soutien de la Flotte  
Damen – Ambpr – Anticorr Conseil

## LA PEINTURE :

Fabricants	Peintures	Œuvres mortes	
		Épaisseurs nominales	Remarque
JOTUN	Jotamastic 90 alu	100 – 300 µm 100 µm	Application au robot <u>avec</u> captation des overspray
	Jotamastic 90 grey	100 – 300 µm 100 µm	Application au robot <u>sans</u> captation des overspray
	Hartop XP	50 – 100 µm 60 µm	
	Hartop XP	50 – 100 µm 60 µm	Application au robot <u>avec</u> captation des overspray
Épaisseurs nominales		320 µm	

**SANS**





et

**AVEC CAPTATION**





ATMA 17 OCTOBRE 2023 13

13







Marine nationale  
Service du Soutien de la Flotte  
Damen – Ambpr – Anticorr Conseil

## LA PEINTURE :

**Qualité : film homogène continu et sans coulure**



### Mesure d'épaisseur :

Conforme à l'état de l'art

Zones	Système peinture	Épaisseurs nominales (µm)	Nombre de mesures	Moyenne (µm)	Écart type
Finition 1 sans captation	OM	320	94	299	96
Finition 2 avec captation		320	138	363	88

ATMA 17 OCTOBRE 2023 14

14



**LA PEINTURE :**

**Performance environnementale : 0 fuite liquide !**

**Evaluation des gains sur les pertes dispersées sous forme de goutelettes en suspension par rapport au mode manuel**

	M	R	R
		8%	aspiration
Poids liquide consommé	5,972	5,485	5,485
Poids sec consommé équivalent	Référence : 4,778	4,388	4,388
Poids perdu non déposé (46% de perte contre 35%)	2,202	1,5432	1,5432
Poids perdu dans l'atmosphère	2,202	0,7716	0,15432
Pollution en pourcentage du poids identique de référence	0,46	0,16	0,03

ATMA 17 OCTOBRE 2023 15

15



**CONCLUSION**

**Succès de l'essai**

**Performance environnementale : 0 rejet pour le lavage et le décapage UHP, Gain sur le poids de peinture dispersée énorme par rapport au mode manuel pour la phase peinture**



⇒ Premier essai grandeur réel sur Dixmude en cours

⇒ Levée attendue de l'interdiction des opérations de décapage peinture à quai depuis 30 ans

ATMA 17 OCTOBRE 2023 16

16



Marine nationale  
Service du Soutien de la Flotte  
Damen – Ambpr – Anticorr Conseil

# AVANT



ATMA 17 OCTOBRE 2023 17

17



Marine nationale  
Service du Soutien de la Flotte  
Damen – Ambpr – Anticorr Conseil

# APRES



ATMA 17 OCTOBRE 2023 18

18