

MARS 2017



Ré-armement des navires/Compartiment machines : défis et challenges !



AUTEUR

Pascal OILLIC

PEMM OIL Surveys & Consulting
pascal.oillic@pemmoil.com

Sommaire

I.	Remarques générales	p.6
II.	Audit de la remise en service	p.12
II.	Le navire	p.12
II.	Auditer les conditions de mise en arrêt d'exploitation	p.13
II.	Auditer les conditions de l'arrêt d'exploitation	p.13
II..	Auditer la procédure de remise en service	p.14
II.	Risques humains	p.15
II.	Certificats du navire	p.16
III.	Inspections préliminaires	p.17
III.	Compartiment machines	p.17
III.	Moteurs thermiques (propulsion, groupes...)	p.20
III.	Réducteurs	p.24
III.	Ligne d'arbre d'hélice	p.24
III.	Turbine à vapeur	p.25
III.	Alternateurs et moteurs électriques	p.26
III.	Propulseurs en tunnel ou azimutaux	p.26
IV.	Préparations pour la mise en condition de redémarrage	p.27
IV.	Compartiment machine	p.27
IV.	Moteurs thermiques (propulsion, groupes...)	p.28
IV.	Réducteurs	p.37
IV.	Ligne d'arbre d'hélice	p.38
IV.	Hélice à pas fixe	p.39
IV.	Hélice à pas variable	p.39
IV.	Turbines à vapeur	p.39
IV.	Alternateurs et moteurs électriques	p.40
IV.	Propulseurs en tunnel ou azimutaux	p.40
V.	Démarrage	p.43
VI.	Essais en mer	p.46
VII.	Contrôles après la remise en service	p.48
VIII.	Exemples	p.50
VIII.	Injecteur à commande électrique	p.50
VIII.	Moteur à contrôle électronique	p.50
VIII.	Faux brinelling	p.50
VIII.	Propulseur d'étrave	p.51
VIII.	Moteur diesel refait en atelier	p.51

Préambule

Une tendance croissante au désarmement des navires et/ou à leur déconstruction est évidente dans le climat actuel du transport maritime. La faiblesse du marché pétrolier, les faibles taux de frêt et le ralentissement sensible de l'économie mondiale ont entraîné le désarmement de navires offshore, de vraquiers et de porte-conteneurs. Le désarmement d'un navire désigne l'arrêt de l'utilisation de celui-ci pendant une certaine période qui peut aller de quelques semaines à cinq années ou plus. La cause de ces désarmements est la surcapacité du marché actuel, les armateurs voulant soit réarmer leurs unités plus tard à de meilleures conditions ou attendre de meilleures offres de prix pour le ferrailage de leurs navires.

La détérioration du marché a conduit à des conditions d'exploitations commerciales très difficiles pour les opérateurs de navires.

Malheureusement, de nombreux analystes prédisent que le prix du pétrole n'augmentera pas de façon significative dans un proche avenir et, comme certains navires approchent de la fin des périodes d'affrètement, les propriétaires se posent la question d'un désarmement ou cherchent ailleurs de nouveaux contrats.

Fin septembre 2016, pas moins de 27% des navires offshore et 314 navires porte-conteneurs, parmi d'autres unités, étaient dans une situation de désarmement.

Lors de la prise de la décision d'un désarmement plusieurs questions doivent être posées.

En particulier, la question de la durée du désarmement est de la plus haute importance: va-t-il s'agir d'un désarmement qualifié selon la terminologie anglo-saxonne, de «cold ou hot lay-up» ?

En résumé, un «hot lay-up» signifie que la machine est maintenue dans un état de fonctionnement et peut être remise en service rapidement. On considère typiquement que le «hot lay-up» n'excède pas une période supérieure à 6 mois.

Au-delà de cette durée, un «cold lay-up» est une option possible, c'est-à-dire que les machines sont mises hors service et que le navire est électriquement «mort».

Différents facteurs doivent être appréciés selon que l'on s'oriente vers un «cold» ou «hot lay-up», comme l'emplacement, les conditions d'amarrage, les exigences légales et opérationnelles à suivre, la surveillance des rapports météorologiques, la constitution de l'équipage, etc.

Le document suivant, intitulé «Le ré-armement des navires/Compartiment machines : Défis et Challenges !», vise seulement à étudier quelles sont les mesures techniques qui doivent être suivies **lors de la réactivation d'un navire** sortant d'un «cold» ou «hot lay-up», c'est-à-dire post désarmement.

Le domaine d'étude concerne uniquement **la salle des machines**. Mais il est évident que divers autres aspects et équipements (machines de pont, ballasts, ancres et chaînes, structures, équipements de lutte contre l'incendie, appareils de sauvetage, outils d'aide à la navigation et la communication, etc.) devront être contrôlés de manière adéquate et similaire.

I. Remarques générales

Rappel sur les principaux modes de détérioration d'une machine mécanique

Les modes de détérioration des machines sont extrêmement nombreux. La liste des modes de détérioration est très longue et comprend entre autres : la corrosion, l'écaillage, les fissures, l'usure abrasive, l'usure adhésive, les porosités, le grippage, le fretting, la cavitation, etc.

Certaines détériorations existent déjà à la mise en service de la machine. Par exemple les porosités hors tolérances dans les pièces de fonderie. Il s'agit de non-qualité qui n'aura en général pas d'influence lors d'un arrêt prolongé d'une machine.

Certaines formes de détérioration nécessitent que la machine soit en fonctionnement pour se déclencher et se développer. C'est le cas de l'usure abrasive ou adhésive, du grippage sévère. Là aussi ces modes d'endommagement n'auront pas d'influence lors d'un arrêt prolongé d'une machine, mais leur existence doit avoir été identifiée avant la mise en arrêt d'exploitation afin de ne pas rendre difficile l'identification de la cause d'un éventuel endommagement survenant pendant ou après la remise en service après l'arrêt d'exploitation.

Certaines formes de détérioration peuvent se développer sans que la machine soit en fonctionnement, donc pendant l'arrêt d'exploitation. Par exemple, la corrosion, la déformation sous charge statique, le vieillissement, etc. Inévitablement ce sont ces formes d'usure qui présentent le plus de risques pendant l'arrêt d'exploitation et qui doivent donc être détectées et leurs effets corrigés.

Et certaines formes de détérioration ne se produisent que lors de périodes transitoires dans le fonctionnement d'une machine. Par exemple, l'usure adhésive entre un coussinet et un vilebrequin lors du démarrage ou du virage du moteur. Ces deux actions ayant peut-être été réalisées pendant l'arrêt d'exploitation, les éventuels endommagements générés par les démarrages ou virages du moteur doivent être identifiés.

Note sur le vieillissement des lubrifiants et combustibles

Les lubrifiants et les combustibles sont des produits constitués d'hydrocarbures qui ne sont pas des composés stables.

Les dégradations intrinsèques des produits hydrocarbures sont :

- Réactions chimiques : oxydation, polymérisation, etc.
- Séparations de phases : évaporation des parties légères, séparation des différents composants du fuel lourd, sédimentation, etc.
- Formation de boues, de dépôts ou de gommages.

Les effets de ces détériorations peuvent être :

- Difficultés de traitement au séparateur.
- Difficultés de démarrage des moteurs.
- Mauvaises combustions, qui peuvent amener des problèmes d'encrassement excessif des moteurs, des usures prématurées ou des problèmes de tenue mécanique des composants des moteurs, etc.

Le stockage des hydrocarbures sans agitation et sans manipulation favorise le développement de ces dégradations intrinsèques, ce qui présente donc un risque accru pour les navires en arrêt d'exploitation.

De plus les lubrifiants et les combustibles peuvent être l'objet de développement de micro-organismes qui sont des bactéries, des levures ou des champignons.

En effet, une capacité contenant un hydrocarbure sera toujours plus ou moins exposée à l'air au niveau de sa surface libre et contiendra toujours de l'eau en plus ou moins grande quantité. Cette eau peut avoir été introduite au moment du chargement, être entrée dans la capacité sous forme d'humidité véhiculée par l'air entraîné par la respiration naturelle des capacités ou être entrée par une fuite de réchauffeur par exemple. L'eau et l'air ambiant peuvent contenir des micro-organismes qui trouvent dans les capacités un milieu favorable à leur prolifération, ce milieu contenant l'oxygène et la matière organique nécessaire au métabolisme des micro-organismes. Si les conditions de température dans la capacité sont favorables, les micro-organismes peuvent se reproduire et se multiplier jusqu'à produire des effets néfastes.

Il faut noter que les facteurs suivant peuvent favoriser le développement des micro-organismes :

- Conditions de stockage au repos sans agitation favorisent le développement, ce qui présente donc un risque accru pour les navires en arrêt d'exploitation.
- Présence de biodiesel (EMAG).

Les effets de la présence des micro-organismes peuvent être les suivants :

- Création d'amas gluants qui vont colmater les filtres à combustible et qui peuvent aller jusqu'à diminuer la puissance du moteur ou même le faire caler.
- Corrosion des composants du circuit par les acides et substances organiques agressives fabriqués par les micro-organismes.
- Usure accélérée des éléments de pompes d'injection, des injecteurs, et des unités cylindres.

Les lubrifiants aussi peuvent être victimes du développement de bactéries. Les lubrifiants neufs stockés en réserve ou les lubrifiants présents dans les machines arrêtées présentent un terrain favorable au développement des bactéries.

Les effets sur les lubrifiants peuvent être :

- Formation de dépôts et sédiments colmatant les filtres.
- Dépôts gluants dans le carter.
- Corrosions des composants exposés au lubrifiant.
- Diminution de l'effet des séparateurs par diminution de la tension superficielle de l'interface eau/huile.
- Diminution de la teneur additifs qui se trouvent consommés par les bactéries (phosphore, azote,...).
- Diminution de la viscosité.

Tous ces effets sur les lubrifiants amènent ensuite des risques pour les machines.

Note sur le vieillissement des amortisseurs de vibrations de torsion

Les amortisseurs de vibrations de torsion utilisant du fluide sont soumis aux effets du vieillissement. En effet, le fluide, en général du silicone, est sujet au vieillissement même si l'appareil n'est pas utilisé.

De plus l'amortisseur lui-même peut se détériorer, même s'il n'est pas utilisé : détérioration par les vibrations ambiantes, collage de la masse interne du fait de la position immobile, etc.

Note sur le vieillissement des matériaux synthétiques

Les matériaux synthétiques sont utilisés en de nombreux endroits sur les machines à bord d'un navire : joints, flexibles, accouplements, supports, courroies, etc.

Lors de leur utilisation, certaines pièces en matériaux synthétiques travaillent en statique, comme les joints, ou en dynamique comme les accouplements, les plots supports ou les courroies.

Tout comme les lubrifiants et combustibles, les matériaux synthétiques subissent les effets du temps même s'ils ne sont pas sollicités en dynamique. Cet effet de vieillissements est plus important si le composant n'est pas stocké dans les conditions optimales de conservation (conditions d'ambiance de température et d'humidité, abri de la lumière, abri de projections d'hydrocarbures, etc.). Ce qui est surtout le cas pour les composants déjà en service qui sont exposés aux conditions de l'appareil sur lequel ils sont utilisés, mais ce qui est aussi valable pour les pièces de rechange.

Les dégradations des matériaux synthétiques sont par exemple :

- Vieillissement physique : pénétration de solvants, disparition des plastifiants, évolution de la morphologie (cristallisation par exemple), fissuration sous contrainte mécanique, etc.

- Vieillissement chimique : coupure des chaînes polymères, réticulation, hydrolyse, oxydation, attaque photochimique (UV), attaque biochimique (bactéries et moisissures), etc.

Lorsqu'un navire est mis en arrêt d'exploitation après avoir été utilisé, les composants en matériaux synthétiques ont déjà subi les pollutions et agressions de leur milieu et sont donc déjà dégradés. Ensuite lorsque le navire est arrêté, le temps fait son effet sur la matière et les phénomènes de vieillissement continuent à détériorer les pièces.

De ce fait, la plus grande attention devra être portée aux composants en matériaux synthétiques, (bien souvent le remplacement systématique doit être envisagé).

Note sur les heures équivalentes

Du fait de l'effet néfaste du vieillissement sur les lubrifiants, sur les combustibles, et sur les matériaux synthétiques, ainsi que vu plus haut, il faut tenir compte du temps passé à l'arrêt et intégrer cet effet néfaste sur l'évolution de l'état des machines tournantes pendant la durée de l'arrêt d'exploitation.

Le vieillissement et les détériorations des lubrifiants, des combustibles, et des matériaux synthétiques, induisent un vieillissement des machines lors de leur maintien en état statique. La prise en compte de ce phénomène se fait par le calcul des heures équivalentes. Des coefficients sont appliqués au nombre d'heures passées à l'arrêt, ce qui permet d'obtenir un nombre d'heures caractérisant l'usure que le moteur aurait subi s'il était en fonctionnement. Les heures ainsi obtenues sont les heures équivalentes.

Le même principe des heures équivalentes s'applique au nombre de démarrages. En effet, les effets d'un démarrage d'un moteur diesel sont liés à la lubrification pendant la phase transitoire du démarrage (lubrification limite) et aux variations thermiques subies par le moteur en passant de l'arrêt au fonctionnement.

Ce qui signifie que lors de la fin de l'arrêt il faut comptabiliser les heures équivalentes et les ajouter au compteur horaire des équipements pour les intégrer au planning de maintenance.

Il est communément admis qu'une année de standby d'un moteur diesel peut être équivalente à 1.000 heures de fonctionnement et qu'un démarrage du moteur peut être équivalent à 25 heures de fonctionnement. Ces valeurs sont des maximums et sont en général à moduler en fonction de la taille du moteur et des conditions dans lesquelles se déroule l'arrêt : moteur isolé et préparé ou simplement stoppé en l'état, maintien en condition froide ou en réchauffage, conditions de température et d'humidité ambiante, essais du moteur pendant la période d'arrêt (nombre de démarrages), conditions des démarrages (pré graissage et température), nature de l'essai (à vide ou en charge), durée des essais, etc.

Ce principe du vieillissement passif est applicable à toutes les machines et pas seulement aux moteurs diesels.

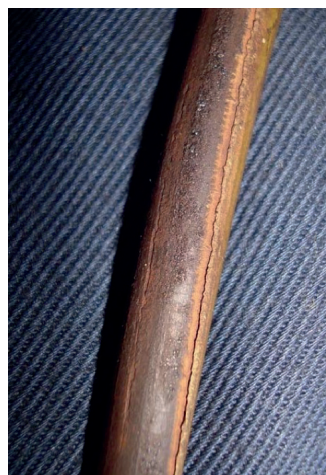
Analyses d'huile

Les analyses d'huile ne doivent pas être considérées comme suffisantes pour juger de l'état d'une machine. Un mauvais résultat d'analyse indiquera l'existence d'un défaut, mais un bon résultat d'analyse ne signifie pas l'absence de défauts.

La prise de décision sur la liste des contrôles et démontages à effectuer, ou sur les pièces à remplacer, doit être faite sur la base de plusieurs avis aux intérêts contradictoires.

L'armateur aura tendance à vouloir remettre son navire en service le plus vite possible et pour le meilleur coût. A l'opposé, et par mesure de sécurité, les constructeurs auront souvent tendance à vouloir tout démonter et remplacer par des pièces neuves.

Bien souvent, le choix des opérations à mener devra se faire en fonction de la criticité de chaque équipement et du coût de chaque opération préventive.



*Joint de bas
de chemise*

AVERTISSEMENT

Du fait des remarques évoquées ci-dessus, ce document n'est pas une liste exhaustive et limitative. Cette liste doit être adaptée aux spécificités de l'installation à remettre en service.

Le contenu de ce document est basé sur un ordre chronologique des actions à mener.

Lorsqu'un armateur qui a un navire en arrêt d'exploitation souhaite le remettre en service, les actions à mener sont réparties sur différentes étapes à réaliser dans l'ordre chronologique.

Ces étapes sont :

- Audit de la remise en service. Il s'agit principalement de vérifier les conditions dans lesquelles le navire a été arrêté, a été tenu pendant l'arrêt et quelles sont les moyens mis en œuvre pour la remise en service.
- Inspections préliminaires. Il s'agit principalement d'inventaires et d'inspections visuelles.
- Préparation pour la mise en condition de redémarrage. C'est lors de cette étape que seront effectués les contrôles, démontage et révision des appareils.
- Démarrage.
- Essais en mer.
- Contrôles après la remise en service.

II. Audit de la remise en service

Dans les tableaux des opérations à mener, il a été considéré trois durées d'arrêt d'exploitation :

- Moins de 6 mois.
- Entre 6 mois et 24 mois.
- Plus de 24 mois.

En fonction de la durée effective de l'arrêt d'exploitation et de la criticité des opérations, la nécessité de la réalisation des opérations est indiquée par les symboles suivant :

X = L'opération doit être effectuée.

O = L'opération est à effectuer en fonction du résultat de l'inspection.

Durée de l'arrêt : jusqu'à 6 mois			
Durée de l'arrêt : jusqu'à 24 mois			
Durée de l'arrêt : supérieure à 24 mois			
QUESTIONS			
Le navire			
	X	X	Quel est l'âge du navire ? - Un navire plus ancien est plus fragile qu'un navire récent et sera de ce fait plus sensible à une mise en arrêt d'exploitation. - Attention à l'obsolescence des vieux moteurs ou des vieux équipements pour lesquels il peut ne plus y avoir de pièces de rechange ou de savoir-faire chez les constructeurs ou les représentants des équipements.
X	X	X	Quelle était la date du dernier arrêt technique avant l'arrêt d'exploitation ? - En fonction de cette date il faudra vérifier quel est le délai avant le prochain arrêt technique.
	X	X	Quelle est la complexité du navire ? - Cette question est à rapprocher des moyens qui seront mis en œuvre par l'armateur pour assurer le redémarrage. - Et à rapprocher du temps qui y sera consacré. Une remise en service après un arrêt d'exploitation de plusieurs années peut nécessiter plusieurs mois.

X = L'opération doit être effectuée O = L'opération est à effectuer en fonction du résultat de l'inspection

Auditer les conditions de mise en arrêt d'exploitation			
X	X	X	Procédures mises en place pour mettre le navire en arrêt d'exploitation: - Est-ce que l'arrêt d'exploitation a été mis en place suivant une procédure documentée ? - Moyens mis en œuvre : s'assurer que les choix faits pour la mise en arrêt étaient bons. - Par qui la mise en arrêt a-t-elle été réalisée : par l'équipage, par une société spécialisée,... ? - Pour les installations alimentées au fuel lourd, est-ce que l'arrêt a été fait au fuel léger avec un rinçage correct ?

Auditer les conditions de l'arrêt d'exploitation			
X	X	X	Durée de l'arrêt d'exploitation : - Quelle a été la durée de l'arrêt d'exploitation ? Répondre à cette question permettra de déterminer l'étendue des contrôles à effectuer pendant les différentes phases de la remise en service. - Est-ce que la durée effective de l'arrêt d'exploitation est celle qui était prévue ? Cette question est importante car elle permet de déterminer si la procédure mise en place pour l'arrêt du navire correspond à la durée effective de l'arrêt et de vérifier si elle a été adaptée à un éventuel allongement de la durée.
X	X	X	Procédures de l'arrêt d'exploitation : - Localisation géographique de l'arrêt d'exploitation. - Périmètre et nature de l'arrêt d'exploitation : arrêt chaud (la machine est restée opérationnelle), arrêt tiède (la machine est restée partiellement opérationnelle et le navire a un équipage), arrêt froid (toutes les machines sont à l'arrêt ; seul le groupe de secours ou un groupe de location est disponible, le navire est fermé).
X	X	X	Personnel présent pendant l'arrêt d'exploitation : - Quel est le niveau de qualification du personnel chargé de l'arrêt d'exploitation ? - Est-ce que l'arrêt d'exploitation a été suivi par un équipage de l'armateur, ou bien est-ce que cela a été sous-traité à une société de service ? - Est-ce que cette société de service bénéficie d'une certification ?

X = L'opération doit être effectuée O = L'opération est à effectuer en fonction du résultat de l'inspection

X	X	X	Contrôles et opérations effectués pendant l'arrêt d'exploitation : - Ces contrôles et opérations correspondent-ils aux demandes initiales (par exemple rechargement en produits de protection) ? - Quels étaient les résultats des contrôles ? Est-ce que ces résultats sont documentés ? - Est-ce que les paramètres de température et d'humidité ont été enregistrés ou relevés pendant la période de l'arrêt d'exploitation ? - Est-ce que des incidents se sont produits pendant l'arrêt d'exploitation ?
			Inspecter le journal machine et les enregistrements de la maintenance pour connaître les éventuelles opérations effectuées pendant l'arrêt d'exploitation.

Auditer la procédure de remise en service

X	X	X	Est-ce que l'armateur ou son service technique ont défini une procédure de remise en service ? Cette procédure doit inclure la liste des équipements concernés, la liste des contrôles et tests à effectuer avec leur ordre chronologique.
X	X	X	Cette procédure doit établir les moyens d'enregistrer les résultats des inspections et des essais : - Lister des pièces démontées pour les inspections. - Noter si les composants démontés pour les inspections sont remis en place ou remplacés par des neufs. - Déterminer l'état des composants démontés pour les inspections. - Utiliser des feuilles de mesures des fabricants d'équipements. - Prendre des photos des pièces démontées pour les inspections. - Faire établir des rapports par les intervenants.
		X	Dans le cas d'arrêt de très longue durée, la procédure de remise en service doit avoir inclus l'étude de rentabilité de la remise en service de chaque composant : est-ce plus rentable de le remettre en service ou de le remplacer par un neuf ?
X	X	X	Est-ce que l'armateur se donne le temps suffisant pour faire la remise en service ? Une remise en service après un arrêt tiède ou froid peut durer plusieurs semaines, voire plusieurs mois ! Il sera essentiel d'accorder le temps nécessaire à la remise en service pour la faire correctement.

X = L'opération doit être effectuée O = L'opération est à effectuer en fonction du résultat de l'inspection

			Risques humains Avant de remettre le navire en service il faut étudier les conditions de la remise en service avec l'armateur. Il faudra notamment faire l'inventaire des risques humains.
X	X	X	Quel est le service technique qui va être en charge de la remise en service du navire ? S'agit-il du service technique de l'armateur, d'un ship manager, etc. ?
X	X	X	Quelle est l'équipe qui va remettre le navire en marche ? Cette équipe va-t-elle être correctement informée des procédures de remise en service ?
X	X	X	Connaissance du navire : du fait que les employés de la compagnie peuvent l'avoir quitté, que l'équipage du navire peut avoir été affecté à d'autres navires, les questions suivantes doivent être abordées : - Les personnes en charge de la remise en service du navire ont-elles navigué à bord du navire avant la mise en arrêt d'exploitation ? - Les personnes en charge de la remise en service du navire sont-elles celles qui ont mis le navire en arrêt d'exploitation ? - Les personnes en charge de la remise en service du navire ont-elles fait partie des équipes de surveillance à bord pendant de l'arrêt d'exploitation ?
X	X	X	Il est très important qu'au moins quelques membres de l'équipe en charge de la remise en service du navire aient une connaissance du navire et de ses installations. Tous les navires ont des spécificités qui leur sont propres, des petits « trucs », des vannes ou des disjoncteurs cachés,... Risques liés à l'oubli de la situation précédente et à la perte d'historique : il faut en effet faire le point sur l'état de la maintenance au moment de l'arrêt d'exploitation et des opérations de maintenance ou de réparations qui restaient à faire.
X	X	X	Connaissance du type d'opération : - Est-ce que ces personnes ont déjà fait des remises en service après l'arrêt d'exploitation ? Une remise en service après l'arrêt d'exploitation ressemble à une réception de mise en service de navire neuf.

X = L'opération doit être effectuée O = L'opération est à effectuer en fonction du résultat de l'inspection

X	X	X	Assistance à la remise en service : - La remise en service sera-t-elle suivie par la société de classification ? En effet, dans les règlements de classification il est spécifié que la société de classification doit être prévenue de la mise en arrêt d'exploitation du navire, afin de modifier le statut du navire. En fonction de la durée de l'arrêt d'exploitation, la société de classification demandera une visite de remise en service pour remettre le navire en statut "en service". - Est-ce que les fabricants des équipements sont associés à la remise en service ?
----------	----------	----------	---

			Certificats du navire
X	X	X	Vérifier l'état des certificats et s'assurer que toutes les visites dues seront réalisées pour la remise en service (classification, pavillon,...).

III. Inspections préliminaires



Toutes les inspections citées dans ce chapitre sont à mener avant même de :

- Virer le moteur et la ligne de propulsion,
- Mettre les installations électriques sous tension,
- Mettre les circuits en services.

Durée de l'arrêt : **jusqu'à 6 mois**

Durée de l'arrêt : **jusqu'à 24 mois**

Durée de l'arrêt : **supérieure à 24 mois**

OPÉRATIONS À RÉALISER

COMPARTIMENT MACHINE

			Inventaire des stocks de combustibles présents à bord
X	X	X	Confirmer l'état des différentes capacités : - Vides et nettoyées. - Vides avec des résidus. - Partiellement remplies. - Totalement remplies.
X	X	X	Déterminer les quantités restantes et les dates de chargement des différents lots de combustibles encore présents à bord. Si le navire était en arrêt froid, il est probable que tous les combustibles datent d'avant l'arrêt d'exploitation.
X	X	X	Retrouver les certificats MARPOL des lots de combustibles encore présents à bord.
	X	X	Prélever des échantillons de tous les lots de combustibles et les envoyer au laboratoire pour analyse afin d'évaluer leur qualité et envisager leur possible utilisation (recherche d'une détérioration possible des combustibles, recherche de bactéries) et pour détecter d'éventuels problèmes sur l'installation (principalement entrée d'eau dans les stockages). La plus grande attention devra être portée aux conditions de prélèvement et aux choix des points de prélèvements afin d'obtenir une bonne représentativité des échantillons prélevés.

X = L'opération doit être effectuée | O = L'opération est à effectuer en fonction du résultat de l'inspection

	X	X	S'assurer que les combustibles présents à bords ne contiennent pas de biodiesel. Ceci est applicable pour les combustibles diesels légers qui peuvent contenir une part de biodiesel (EMAG, EMHV). La nouvelle norme ISO 8217-2016 va autoriser jusqu'à 7% d'EMAG dans certains combustibles légers. Après six mois de stockage les biodiesels peuvent se dégrader et créer des problèmes de qualité du combustible.
--	---	---	--

Inventaire des stocks de lubrifiants présents à bord			
X	X	X	Déterminer les quantités restantes et les dates de chargement des différents lots de combustibles encore présents à bord : - En service. - Neuf en reserve. Si le navire était en arrêt froid, il est probable que tous les lubrifiants datent d'avant l'arrêt d'exploitation.
X	X	X	Prélever des échantillons des lubrifiants en service sur chaque appareil et les envoyer au laboratoire pour analyse, afin d'évaluer l'état de ces lubrifiants et évaluer s'il est possible de continuer à les utiliser. Ces analyses permettront aussi de détecter d'éventuels problèmes qui auraient pu se développer sur l'appareil pendant l'arrêt d'exploitation. Se référer au plan de graissage du navire pour identifier les lubrifiants �� contrôler.
	X	X	Prélever des échantillons des lubrifiants neufs et les envoyer au laboratoire pour analyse, afin d'évaluer leur état et envisager leur possible utilisation. En effet les lubrifiants neufs stockés vieillissent et peuvent se détériorer. Se référer à l'inventaire des stocks de lubrifiants du navire pour identifier les lubrifiants �� contrôler.

Inventaire des stocks de pièces de rechange présents à bord			
X	X	X	Présence : si les pièces que l'on pensait avoir à bord ne sont plus présentes après le départ de l'arrêt d'exploitation, il risque d'y avoir une impossibilité de réparation des premières pannes.
X	X	X	Etat des pièces de rechange : Les risques principaux concernant les pièces de rechange stockées à bord du navire pendant l'arrêt d'exploitation sont : - Corrosion en fonction des conditions de l'arrêt d'exploitation et des conditions de stockage des pièces de rechange. - Endommagement mécanique par des manutentions de débarquement et de rembarquement des pièces de rechange. - Obsolescence des pièces de rechange si l'arrêt était long.

X = L'opération doit être effectuée O = L'opération est    effectuer en fonction du résultat de l'inspection

Inventaire et état des outils			
X	X	X	Refaire l'inventaire des outils, en particulier des outils spéciaux spécifiques au moteur ou au réducteur (principalement les vérins hydrauliques). Il est important de connaître l'état de l'outillage avant de commencer la remise en service car une partie des contrôles sera effectuée avec ces outils.
	X	X	Vérifier l'état de ces outils spéciaux : par exemple remplacer les joints et l'huile des vérins hydrauliques.
X			Vérifier la date du dernier étalonnage des outils de mesure : clés dynamométriques, manomètres des vérins hydrauliques des outils spéciaux. Si l'étalonnage est périmé, réétalonner les outils.
	X	X	Réétalonner les outils de mesure : clés dynamométriques, manomètres des vérins hydrauliques des outils spéciaux.
X	X	X	Si le compartiment machine est équipé d'un pont roulant : - Vérifier l'état du pont roulant. - Vérifier les certificats du pont roulant. - Faire un test du pont roulant.
X	X		Si les certificats du pont roulant de la machine se sont périmés pendant la période d'arrêt d'exploitation du navire, refaire les certificats.
		X	Refaire les certificats du pont roulant de la machine.
	X	X	Evaluation d'infestation potentielle par des rongeurs ou des insectes et risques pour les installations électriques et électroniques. Toutes les armoires et tableaux électriques doivent être ouverts et inspectés visuellement.
	X	X	Vérifier que les équipements temporaires installés pour l'arrêt d'exploitation (chauffages, sécheurs d'air) sont encore opérationnels et ont bien fonctionné.

X = L'opération doit être effectuée | O = L'opération est à effectuer en fonction du résultat de l'inspection

	0	0	S'il est découvert que certains de ces équipements temporaires ont dysfonctionné, il faudra évaluer l'effet possible de ce dysfonctionnement et éventuellement adapter la liste des contrôles à effectuer.
--	---	---	--

			Circuit de ventilation du compartiment
X	X	X	Inspection visuelle du circuit : - Contrôler l'intégrité du circuit. - Rechercher les dépôts de poussière, particulièrement les dépôts de sable si le navire est resté immobilisé dans un pays désertique ou près d'un terminal à pondéreux, etc. Si des dépôts sont présents en quantité importante, faire des prélèvements des dépôts et conserver les échantillons pour analyses futures si nécessaire.

MOTEURS THERMIQUES (PROPULSION, GROUPES...)

X	X	X	Vérifier la consignation correcte du moteur afin d'éviter tout risque de démarrage intempestif pendant les contrôles.
X	X	X	Faire une inspection visuelle extérieure du moteur pour : - Recherche de fuites (coulures, confirmer l'âge de ces coulures), de dépôts. Ces défauts peuvent indiquer un vieillissement de joints ou de connexions.
X	X	X	Recherche de pièces manquantes sur le moteur. Dans le cas où l'armateur a plusieurs navires en arrêt d'exploitation en même temps, il peut se produire des phénomènes de cannibalisation, donc de pièces démontées sur un navire pour en dépanner un autre.
X	X	X	Contrôle du bon état des mesures de protection (vérifier que les protections mises en place pour l'arrêt d'exploitation sont toujours en place et en bon état). La découverte de protections détériorées ou manquantes devra amener à pousser les contrôles internes plus sévères et à éventuellement placer des réserves sur de potentielles détériorations futures indétectables lors de la remise en service.
X	X	X	Faire un ronde de carter pour : - Procéder aux contrôles habituels requis par la table de maintenance normale du moteur. - Chercher les éventuelles traces de fuites d'eau en bas des chemises. - Chercher les éventuelles traces de corrosion. - Inspecter l'état des anciens dépôts et vernis sur les cloisons internes du bâti. Chercher les décollements éventuels de ces dépôts.
	0	0	Si des dépôts anormaux ou des décollements trop importants d'anciens vernis sont découverts lors de la ronde de carter, nettoyer le carter.

X = L'opération doit être effectuée O = L'opération est à effectuer en fonction du résultat de l'inspection

X	X	X	Faire une endoscopie sur tous les cylindres pour la recherche de : - Traces de présence d'eau. - Dépôts de calamine décollée du ciel des culasses ou des collecteurs d'échappement et qui peuvent s'être accumulés sur le dessus des pistons. Ce phénomène peut être plus important sur les moteurs en vé où les dépôts peuvent s'accumuler sur le côté inférieur des bancs du vé. Si le moteur est démarré avant d'enlever ces accumulations de dépôts, il peut y avoir un risque de déformation de la tête de piston en écrasant le dépôt contre la culasse. Cette déformation peut ensuite produire un contact du piston sur la chemise lorsque le piston se dilatera sous l'effet de la montée en température du moteur lors de la prise de charge, et se finir en grippage de cylindrée. Ce type de dommage peut parfois survenir plusieurs heures après le démarrage lorsque le moteur a atteint sa pleine charge. Ce phénomène a plus de probabilité d'apparaître sur les moteurs équipés de pistons tout aluminium.
O	O	O	Si des dépôts se sont accumulés sur les dessus de pistons, nettoyer ces dépôts (rinçage au gazole et virage ou déculassage).
	X	X	Prélever un échantillon de silicone de l'amortisseur de vibrations de torsion visqueux et l'envoyer au laboratoire pour analyse, afin d'évaluer la qualité du silicone et envisager s'il est possible de continuer à utiliser l'amortisseur. Cette analyse peut aussi permettre de détecter d'éventuels problèmes qui auraient pu se développer sur l'amortisseur pendant l'arrêt d'exploitation. S'assurer de ne pas avoir dépassé le nombre maximum de prélèvements autorisés afin de ne pas diminuer la quantité de silicone dans l'amortisseur et passer sous le niveau minimum.

Pour les moteurs lents deux temps

X	X	X	Faire une inspection de l'espace sous pistons afin de : - Contrôler l'état des tiges de pistons : recherche de traces de corrosion sur la surface des tiges. - Inspecter les presse-étoupes des tiges de pistons. - Vérifier le libre débouché des drains de récupération des fuites des presse-étoupes de tiges.
O	O	O	Nettoyage des dépôts qui pourraient être restés dans l'espace sous piston. Si nécessaire démontage et soufflage des tuyauteries des drains.

X = L'opération doit être effectuée | O = L'opération est à effectuer en fonction du résultat de l'inspection

			Circuit de combustible
X	X	X	Bien purger les réservoirs de fuel pour retirer l'eau et les dépôts du fond. Noter le résultat des purges pour chaque cuve.
X	X	X	Inspection visuelle du circuit : pompes de transfert, séparateur, module de réchauffage et pressurisation, filtres, etc. - Contrôler l'intégrité du circuit. - Rechercher les fuites.

			Circuit de lubrification mouvement
X	X	X	Inspection visuelle du circuit : - Contrôler l'intégrité du circuit. - Rechercher les fuites. - Sortir la jauge pour recherche de traces d'humidité ou de rouille sur la jauge.

			Circuit de lubrification cylindre pour les moteurs lents deux temps (si applicable)
X	X	X	Inspection visuelle du circuit : - Contrôler l'intégrité du circuit. - Rechercher les fuites.

			Circuit d'eau douce de refroidissement
X	X	X	Vérifier quelle est la nature du liquide présent dans le circuit de refroidissement : eau douce avec ou sans traitement, liquide 4 saisons.
	O	O	Si le circuit est chargé avec de l'eau traitée, faire une analyse de la teneur en produit de traitement.
X	X	X	Vérifier la température qui a pu être atteinte pendant l'arrêt d'exploitation. En effet, il peut y avoir eu un risque d'exposition au gel pour les groupes de secours ou les moteurs situés dans des locaux indépendants éloignés (moteurs de propulseurs d'étrave dans le fond du peak avant, moteurs de pompes).
X	X	X	Inspection visuelle du circuit d'eau douce de refroidissement : - Contrôler l'intégrité du circuit. - Rechercher les fuites.

			Circuit d'eau de mer
X	X	X	Inspection sous-marine des prises d'eau.
		X	Passage en cale sèche pour nettoyage des prises d'eau.
X	X	X	Inspection visuelle du circuit d'eau de mer : - Contrôler l'intégrité du circuit. - Rechercher les fuites.

			Circuit d'air de lancement
X	X	X	Inspection visuelle du circuit d'air de lancement : - Contrôler l'intégrité du circuit. - Rechercher les fuites.

X = L'opération doit être effectuée | O = L'opération est à effectuer en fonction du résultat de l'inspection

			Circuit électrique de lancement
X	X	X	Vérifier la présence et l'état des batteries : état visuel (déformations, fuites, corrosions des cosses, etc.) et niveau de charge.
X	X	X	Vérifier que les démarreurs électriques n'ont pas été mouillés pendant l'arrêt d'exploitation par une fuite venant du haut ou par une montée du niveau d'eau en fond de cale.

			Circuit de lavage turbocompresseur (si applicable)
X	X	X	Inspection visuelle du circuit : - Contrôler l'intégrité du circuit. - Rechercher les fuites.

			Circuit de lavage du réfrigérant d'air de suralimentation si applicable
X	X	X	Inspection visuelle du circuit : - Contrôler l'intégrité du circuit. - Rechercher les fuites.

			Circuit d'aspiration d'air de combustion
X	X	X	Inspection visuelle du circuit : - Contrôler l'intégrité du circuit. - Rechercher les fuites.

			Circuit de dégazage du carter
X	X	X	Inspection visuelle du circuit : - Contrôler l'intégrité du circuit. - Rechercher les fuites.

			Circuit d'échappement
X	X	X	Inspection visuelle du circuit : - Contrôler l'intégrité du circuit. - Rechercher les fuites. - Vérifier le libre débouché de la cheminée.

			Système de contrôle commande électrique
X	X	X	Inspecter tous les boîtiers électriques à la recherche de traces d'humidité ou de dommages liés à l'humidité. Si de l'humidité est présente, les boîtiers doivent être séchés avant réalimentation électrique. S'il y a des dommages dus à l'humidité, démonter, nettoyer et repeindre si nécessaire. Toutes les parties mobiles et fixes des contacteurs et relais doivent être inspectés. Si des signes d'oxydation sont présents, ces signes doivent être traités.
	X	X	Vérifier les logiciels, les mises à jour.

X = L'opération doit être effectuée | O = L'opération est à effectuer en fonction du résultat de l'inspection

Système de contrôle commande pneumatique			
X	X	X	Inspection visuelle du circuit : - Contrôler l'intégrité du circuit : Compresseur, réservoir, tuyautages, composants pneumatiques, vannes, instruments. - Rechercher les fuites.

RÉDUCTEURS

X	X	X	Vérifier la consignation correcte du moteur d'entraînement afin d'éviter tout risque de démarrage intempestif pendant les contrôles.
X	X	X	Faire une inspection visuelle extérieure du réducteur pour : - Recherche de fuites (coulures, confirmer l'âge de ces coulures), de dépôts. Ces défauts peuvent indiquer un vieillissement de joints ou de connexions.
X	X	X	Recherche de pièces manquantes sur le réducteur. Dans le cas où l'armateur a plusieurs navires en arrêt d'exploitation en même temps, il peut se produire des phénomènes de cannibalisation donc de pièces démontées sur un navire pour en dépanner un autre.
X	X	X	Contrôle du bon état des mesures de protection (vérifier que les protections mises en place pour l'arrêt d'exploitation sont toujours en place et en bon état). La découverte de protections détériorées ou manquantes devra amener à pousser les contrôles internes plus sévères et à éventuellement placer des réserves sur de potentielles détériorations futures indétectables lors de la remise en service.

Circuit de lubrification			
X	X	X	Inspection visuelle du circuit : - Contrôler l'intégrité du circuit. - Rechercher les fuites. - Sortir la jauge à huile pour recherche de traces d'humidité ou de rouille sur la jauge.

Circuit de refroidissement			
X	X	X	Inspection visuelle du circuit d'eau de mer : - Contrôler l'intégrité du circuit. - Rechercher les fuites.

LIGNE D'ARBRE D'HÉLICE

Arbre intermédiaire			
X	X	X	Faire une inspection visuelle extérieure.
X	X	X	Contrôle du bon état des mesures de protection (vérifier que les protections mises en place pour l'arrêt d'exploitation sont toujours en place et en bon état).

X = L'opération doit être effectuée O = L'opération est à effectuer en fonction du résultat de l'inspection

			Paliers intermédiaires
X	X	X	Faire une inspection visuelle extérieure du palier pour : - Recherche de fuites (coulures, confirmer l'âge de ces coulures), de dépôts. Ces défauts peuvent indiquer un vieillissement de joints ou de connexions.
X	X	X	Contrôle du bon état des mesures de protection (vérifier que les protections mises en place pour l'arrêt d'exploitation sont toujours en place et en bon état).
X	X	X	Ouvrir les trappes de visite des paliers pour contrôler leur état interne.
			Sortir la jauge à huile pour recherche de traces d'humidité ou de rouille sur la jauge.

			Arbre porte-hélice
X	X	X	Inspecter l'état de surface de la connexion type SKF avec l'arbre intermédiaire (si applicable).

			Tube d'étambot
X	X	X	Inspection visuelle du côté machine : - Purger l'huile du tube à la recherche de présence d'eau. - Recherche de fuites. - Inspection du circuit de mise en charge.

			Arbre porte-hélice
X	X	X	Inspection sous-marine de l'hélice

TURBINE À VAPEUR

X	X	X	Vérifier la consignation correcte de la turbine afin d'éviter tout risque de démarrage intempestif pendant les contrôles.
X	X	X	Faire une inspection visuelle extérieure de la turbine pour : - Recherche de fuites (coulures, confirmer l'âge de ces coulures), de dépôts. Ces défauts peuvent indiquer un vieillissement de joints ou de connexions. - Sortir la jauge à huile pour recherche de traces d'humidité ou de rouille sur la jauge.
X	X	X	Contrôle du bon état des mesures de protection (vérifier que les protections mises en place pour l'arrêt d'exploitation sont toujours en place et en bon état). La découverte de protections détériorées ou manquantes devra amener à pousser les contrôles internes plus sévères et à éventuellement placer des réserves sur de potentielles détériorations futures indétectables lors de la remise en service.

X = L'opération doit être effectuée O = L'opération est à effectuer en fonction du résultat de l'inspection

ALTERNATEURS ET MOTEURS ÉLECTRIQUES

X	X	X	Vérifier la consignation correcte du moteur d'entraînement des alternateurs et des moteurs électriques afin d'éviter tout risque de démarrage intempestif pendant les contrôles.
X	X	X	Faire une inspection visuelle extérieure.

PROPULSEURS EN TUNNEL OU AZIMUTAUX

X	X	X	Vérifier la consignation correcte du moteur d'entraînement afin d'éviter tout risque de démarrage intempestif pendant les contrôles.
X	X	X	Faire une inspection visuelle extérieure du propulseur pour : - Recherche de fuites (coulures, confirmer l'âge de ces coulures), de dépôts. Ces défauts peuvent indiquer un vieillissement de joints ou de connexions. - Sortir la jauge à huile pour recherche de traces d'humidité ou de rouille sur la jauge.

X = L'opération doit être effectuée | O = L'opération est à effectuer en fonction du résultat de l'inspection

IV. Préparations pour la mise en condition de redémarrage



Les observations faites lors des contrôles et démontages doivent être précisément consignées avec l'utilisation d'une feuille de relevé du constructeur ou du chantier, et des photographies.

Durée de l'arrêt : **jusqu'à 6 mois**

Durée de l'arrêt : **jusqu'à 24 mois**

Durée de l'arrêt : **supérieure à 24 mois**

OPÉRATIONS À RÉALISER

COMPARTIMENT MACHINE

X	X	X	Démonter et enlever les équipements temporaires installés pour l'arrêt d'exploitation : chauffages, sècheurs d'air.
---	---	---	---

Circuit de ventilation du compartiment machine

X	X	X	Déposer les obturations des ouvertures de ventilation.
X	X	X	Nettoyer les éventuels dépôts présents dans les gaines.
X	X	X	Ouvrir et vérifier le bon fonctionnement des volets.
		X	Réviser les dispositifs de manœuvre et de commande automatique des volets.
X	X		Nettoyer les filtres.
		X	Remplacer les filtres.
X	X	X	Inspecter et nettoyer les séparateurs d'embruns s'il y en a.
X	X	X	Faire l'essai de la ventilation du compartiment machine.

Equipements importants ou critiques

O	O	O	Mettre en place des détecteurs de particules métalliques sur les circuits de lubrification des différents appareils.
---	---	---	--

X = L'opération doit être effectuée | O = L'opération est à effectuer en fonction du résultat de l'inspection

MOTEURS THERMIQUES (PROPULSION, GROUPES...)

X	X	X	Vérifier la consignation correcte du moteur afin d'éviter tout risque de démarrage intempestif pendant les contrôles.
X	X	X	Enlever les protections et fermetures mises en place sur les équipements et circuits : - Obturateurs de l'admission d'air de combustion. - Obturateurs de l'échappement et cheminée. - Obturateurs de la ventilation du carter. - Obturateurs de différents circuits de fluides. Se reporter à la procédure de mise en arrêt pour ne pas en oublier.
X	X	X	Enlever les produits de conservation mis en place. Se reporter aux recommandations des fournisseurs de ces produits concernant les risques et la méthode de nettoyage.
X	X	X	Faire fonctionner et fermer toutes les purges restées ouvertes pendant l'arrêt d'exploitation : - Purge du collecteur d'admission d'air. - Purge de collecteur d'échappement ou de turbocompresseur. - Purge du circuit de la ventilation du carter.
O	O	O	Réparer ou remplacer les vannes de purge détériorées.
X	X	X	Vérifier le libre mouvement des soupapes sur toutes les culasses en ouvrant les capots de culasses et en virant le moteur sur au moins deux tours. En effet après un arrêt prolongé il y a un risque de gommage des tiges de soupapes dans leur guide.
	X	X	Démonter un ou deux cylindres : culasse, piston et chemise. Ces échantillons de démontages permettront d'évaluer la condition des composants des autres cylindres. Pour chacun des cylindres démontés : Dépose et démontage de la culasse afin de : - Rechercher des dommages par corrosion sur les ressorts de soupapes, entre guides et soupapes, au dos et dans les logements des sièges de soupapes refroidis, etc. - Constater l'état des dépôts sur les soupapes et dans les conduits d'admission et d'échappement, etc. Dépose du piston afin de : - Rechercher des dommages par corrosion dus à des stagnations d'eau dans la chambre de combustion. - Rechercher des dommages par corrosion aux gorges de segments, constater l'état des dépôts et éventuels gommages, etc.

X = L'opération doit être effectuée O = L'opération est à effectuer en fonction du résultat de l'inspection

			- Rechercher des dommages par corrosion, dus à la stagnation de l'huile entre le palier et le maneton, l'huile ayant pu se détériorer et devenir acide. - Rechercher des dommages par rayures ou grippage du fait de virages du moteur pendant l'arrêt d'exploitation sans pré lubrification ou avec une pré lubrification insuffisante.
--	--	--	---



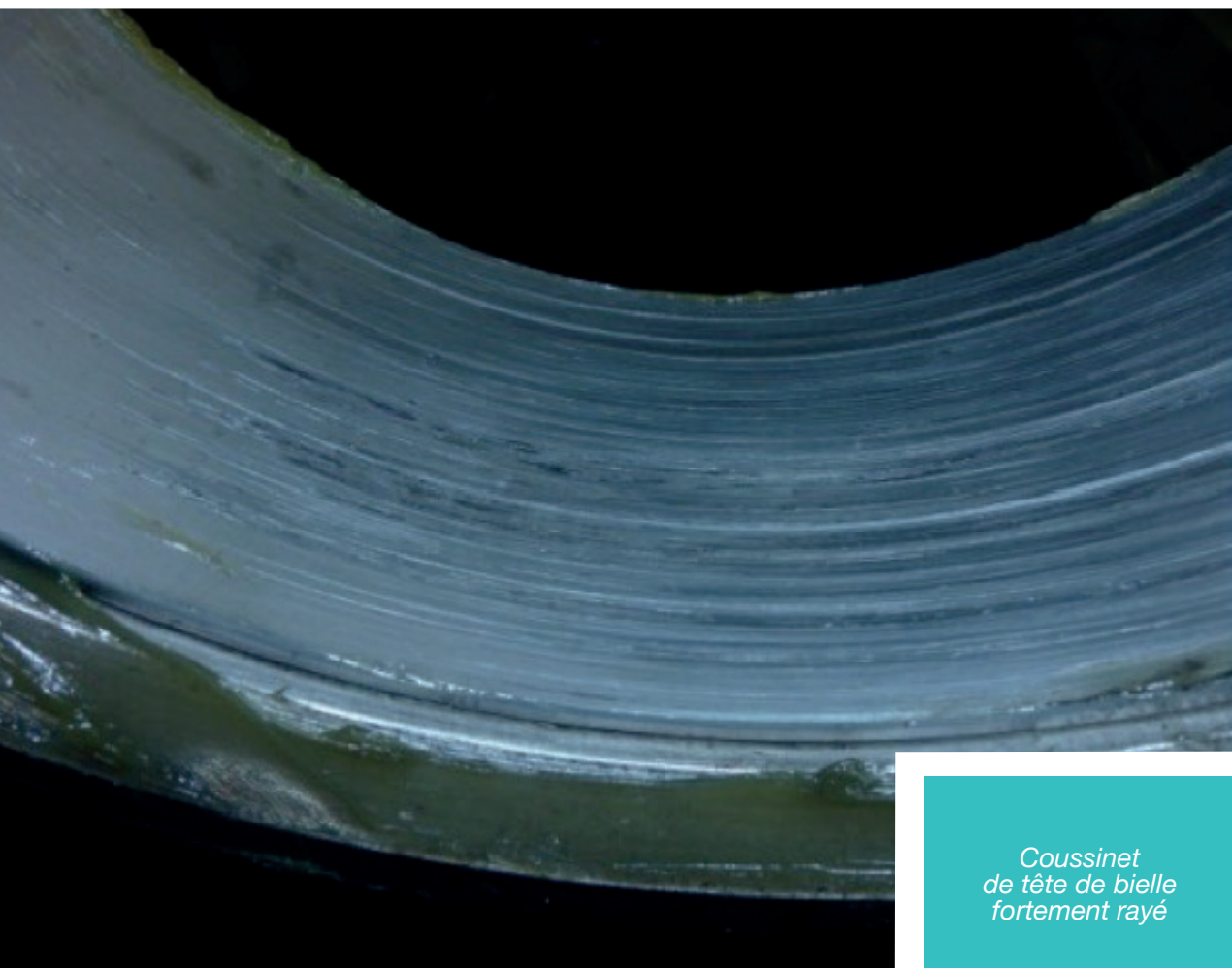
Logement de siège
de soupape



			Dépose de la chemise afin de : - Rechercher des traces de corrosion du côté chambre d'eau, constater l'état des joints, etc.
	O	O	Si le constructeur le préconise, les coussinets de têtes de bielles démontés pour inspection devront être remplacés par des neufs. En effet, sur certains types de moteurs et suivant la technologie de coussinets utilisée, la remise en place d'un coussinet déposé peut être interdite.
	O	O	En fonction du résultat de l'inspection des premiers cylindres, la décision sera prise d'inspecter le reste des cylindres.
	X	X	Démontez un ou deux coussinets de paliers afin de : - Rechercher des dommages par corrosion, dus à la stagnation de l'huile entre le palier et le tourillon, l'huile ayant pu se détériorer et devenir acide. De plus si les joints de bas de chemise ont perdu de leur étanchéité, de l'eau de refroidissement peut être descendue le long du bâti et avoir pénétré entre le coussinet et le tourillon.

X = L'opération doit être effectuée | O = L'opération est à effectuer en fonction du résultat de l'inspection

			- Rechercher des dommages par rayures ou grippage du fait de virages du moteur pendant l'arrêt d'exploitation sans pré lubrification ou avec une pré lubrification insuffisante.
--	--	--	--



*Coussinet
de tête de bielle
fortement rayé*

	O	O	Si le constructeur le préconise, les coussinets de paliers démontés pour inspection devront être remplacés par des neufs. En effet, sur certains types de moteurs et suivant la technologie de coussinets utilisée, la remise en place d'un coussinet déposé peut être interdite.
	O	O	En fonction du résultat de l'inspection des premiers coussinets de paliers la décision sera prise d'inspecter d'autres coussinets ou de tous les remplacer par des neufs.
	X	X	Lors des contrôles des coussinets de tête de bielle et de paliers, inspecter les soies du vilebrequin pour rechercher : - Des traces de corrosion. - Des rayures.
	O	O	En fonction du résultat de l'inspection des soies du vilebrequin, il pourra être nécessaire de procéder à une réparation du vilebrequin (polissage, rectification).

X = L'opération doit être effectuée | O = L'opération est à effectuer en fonction du résultat de l'inspection

			Distribution et arbre à cames
	X	X	Inspection visuelle de toutes les dentures afin de : - Inventorier les usures ou endommagements déjà existants avant l'arrêt d'exploitation. - Rechercher des dommages récents sur les dentures et les cames par corrosion du fait de l'introduction d'humidité ou d'eau dans le moteur pendant l'arrêt d'exploitation.
	O	O	Si des piqûres de rouille sont observées sur les dentures ou les cames et rouleaux, il faudra quantifier et enregistrer l'étendue des dommages. Si les dommages sont légers, continuer la remise en service. Si les dommages sont importants, il faudra évaluer la nécessité de remplacer les pignons endommagés. En effet, la compression de l'huile dans les cratères va favoriser l'écaillage et les points de corrosion modifient la répartition de la charge sur les surfaces et créent des amorces de fissures qui à plus ou moins long terme amèneront à l'endommagement des pignons ou des cames et rouleaux.
	O	O	Si les inspections de coussinets de têtes de bielles ou de paliers ont montré des détériorations il faudra envisager de contrôler les douilles des paliers des pignons de la distribution et des paliers d'arbre à cames.
			Système d'injection
X	X	X	Pour les installations alimentées au fuel lourd, est-ce que l'arrêt a été fait au fuel léger avec un rinçage correct des lignes ?
X	X	X	Vérifier qu'il n'y a pas de pompes d'injection collées : - En rotation : pousser les crémaillères. Celles-ci doivent revenir en position zéro. - En translation : virer le moteur et vérifier que les rouleaux des poussoirs de pompes redescendent bien. Vérifier la liberté des tringleries de commande des pompes d'injection.
		X	Déposer une pompe d'injection et l'envoyer en révision.
		O	En fonction du résultat de l'inspection de la première pompe d'injection, il pourra être nécessaire de procéder à une révision de toutes les pompes d'injection.
X	X	X	Vérifier les injecteurs. Attention aux moteurs à injection électronique très sensible aux formations de dépôts et vernis dans la partie commande des injecteurs. Des pannes de bobines de commande peuvent survenir après la remise en service.
O	O	O	En fonction du résultat de la vérification des injecteurs, réviser ou remplacer les injecteurs.

X = L'opération doit être effectuée | O = L'opération est à effectuer en fonction du résultat de l'inspection

			Régulateur hydraulique
X	X	X	Remplacer l'huile du régulateur Contrôler le bon fonctionnement du régulateur conformément aux instructions du fabricant du régulateur ou du moteur.
		X	Déposer le régulateur hydraulique et l'envoyer en révision.
			Régulateur électronique
X	X	X	Contrôler l'état des connexions électriques du régulateur.
	X	X	Ouvrir et nettoyer les connexions électriques du régulateur.
X	X	X	Contrôler le bon fonctionnement du régulateur conformément aux instructions du fabricant du régulateur ou du moteur.
			Amortisseur de vibration de torsion visqueux :
X	X	X	Nettoyer la surface externe de l'amortisseur si un produit de protection était appliqué sur ces surfaces. Inspecter visuellement l'amortisseur.
	O	O	Consulter le résultat de l'analyse du silicone de l'amortisseur de vibration de torsion visqueux. Si le résultat n'est pas bon, envoyer l'amortisseur en révision ou le remplacer par un neuf.
			Amortisseur de vibration de torsion mécanique
	X	X	Contrôler le bon état de l'amortisseur conformément aux instructions du fabricant de l'amortisseur ou du moteur. En particulier rechercher les éventuelles traces de corrosion ou les accumulations de dépôts ou vernis.
	O	O	En fonction du résultat de la vérification de l'amortisseur, réviser l'amortisseur.
			Turbocompresseurs
			Consulter les résultats des analyses des échantillons de lubrifiants envoyés en laboratoire lors de la phase des inspections préliminaires.
	X	X	Si les turbocompresseurs ont un graissage indépendant, remplacer la charge d'huile.
X	X	X	Démonter le filtre à air et inspecter le côté compresseur.
X	X	X	Démonter le soufflet d'échappement à l'entrée de la turbine et inspecter le côté turbine : les détachements de dépôts dans les turbocompresseurs nécessitant un nettoyage et un rééquilibrage.
X	X	X	Vérifier la libre rotation du rotor et les jeux axiaux et radiaux.
		X	Envoyer le turbocompresseur en révision.

X = L'opération doit être effectuée | O = L'opération est à effectuer en fonction du résultat de l'inspection

			Composants en caoutchouc : accouplement élastique, plots supports élastiques, flexibles, courroies, rouets de pompes, etc.
	X	X	Inspecter l'accouplement élastique en fonction des instructions de son fabricant.
	O	O	En fonction du résultat de la vérification l'accouplement élastique, remplacer l'accouplement ou les secteurs.
	X	X	Inspecter les plots supports élastiques pour : - Rechercher des détériorations des parties en caoutchouc. - Mesure des écrasements.
	O	O	En fonction du résultat de la vérification des plots supports élastiques, remplacer les plots.
X	X	X	Inspecter les flexibles
	O	X	Remplacer les flexibles par des neufs
O	X	X	Inspecter les rouets de pompes en caoutchouc (pour les petits moteurs rapides).
	O	X	Remplacer les rouets de pompes en caoutchouc par des neufs.
X	X	X	Remplacer les courroies par des neuves.

			Circuit de combustible
X	X	X	Consulter les résultats des analyses des échantillons des combustibles envoyés en laboratoire lors de la phase des inspections préliminaires.
	O	O	Si les résultats des analyses des combustibles ne sont pas bons prendre les décisions nécessaires qui peuvent être : - Traitement supplémentaire du combustible. - Débarquement du combustible pour destruction.
		X	Rechercher les éventuels développements de corrosion dans circuit de combustible : démonter quelques sections de tuyau pour inspection interne.
X	X	X	Changer et purger les filtres à combustible.
X	X	X	Faire fonctionner et contrôler les éléments du circuit de combustible : vannes, pompes, réchauffeurs, module fuel lourd, séparateurs, etc.
O	O	O	En fonction des résultats des contrôles des éléments du circuit de combustible, procéder à la révision des éléments.
X	X	X	Mettre en service le circuit de combustible en fonction des particularités du circuit du navire. Réchauffage du combustible, mise en pression du circuit, etc. Attention sur certains moteurs il ne faut pas mettre la circulation en route sur le moteur tant que l'huile de lubrification n'est pas sous pression (les barrages d'huile des pompes d'injection doivent être en service avant d'établir la pression du combustible).

X = L'opération doit être effectuée | O = L'opération est à effectuer en fonction du résultat de l'inspection

			Circuit de lubrification
X	X	X	Consulter les résultats des analyses des échantillons de lubrifiants envoyés en laboratoire lors de la phase des inspections préliminaires.
O	X	X	Moteurs rapides et semi rapide avec carter humide : Changer l'huile avant de démarrer. Bien regarder l'état de ce qui sera vidangé pour détecter un éventuel défaut. Eviter de changer de marque ou de type de lubrifiant.
	O	O	Moteurs semi rapide et lents avec carter sec : Selon les résultats des analyses d'huile et les moyens de traitements disponibles à bord, décider de garder ou de changer l'huile avant de démarrer. Bien regarder l'état de ce qui sera vidangé pour détecter un éventuel défaut. Eviter de changer de marque ou de type de lubrifiant.
		X	Rechercher les éventuels développements de corrosion dans circuit de lubrification : démonter quelques sections de tuyau pour inspection interne.
X	X	X	Faire fonctionner et contrôler les éléments du circuit de lubrification : vannes, pompes, réfrigérants, réchauffeurs et modules de pressurisation, séparateurs, filtres, etc.
O	O	O	En fonction des résultats des contrôles des éléments du circuit de lubrification, procéder à la révision des éléments.
X	X	X	Changer et purger les filtres à huile.
X	X	X	Mise en huile du moteur et du circuit en fonction des particularités du circuit du navire.
X	X	X	Remettre les réchauffeurs et séparateurs du circuit en service.
	X	X	Flushing du circuit d'huile interne : si le moteur peut en être équipé, mettre en place des filtres de rodage (sur les chapeaux de paliers en général). Attention ces filtres doivent être mis en place tous en même temps.
		X	Flushing du circuit d'huile externe : le principe est de faire tourner les pompes en dérivant le circuit avant l'entrée aux organes du moteur et en ajoutant des filtres temporaires de flushing.

			Circuit de lubrification cylindre pour les moteurs lents deux temps (si applicable)
X	X	X	Faire fonctionner et contrôler les éléments du circuit de lubrification : vannes, pompes, buses, etc.
	X	X	Changer les membranes des buses.
		X	Envoyer les pompes en révision.

X = L'opération doit être effectuée | O = L'opération est à effectuer en fonction du résultat de l'inspection

			Circuit d'eau douce de refroidissement
	X	X	Vidanger le liquide de refroidissement. Bien regarder l'état de ce qui sera vidangé pour détecter un éventuel défaut.
		X	Rechercher les éventuels développements de corrosion dans circuit d'eau douce de refroidissement : démonter quelques sections de tuyau pour inspection interne.
X	X	X	Faire fonctionner et contrôler les éléments du circuit d'eau douce de refroidissement : vannes, pompes, réfrigérants, réchauffeurs, etc.
O	O	O	En fonction des résultats des contrôles des éléments du circuit d'eau douce de refroidissement, procéder à la révision des éléments.
	X	X	Inspecter et essayer les éléments thermostatiques et les remplacer par des neufs si nécessaire.
X	X	X	Remplacer les anodes internes du circuit de refroidissement
X	X	X	Mise en eau du moteur et du circuit en fonction des particularités du circuit du navire : - Purge du circuit. - Inspection du circuit eau pour recherche des fuites : à faire avant le remplissage d'huile pour mieux voir les éventuelles fuites. Faire attention aux points sensibles suivants : - Tuyauteries diverses. - Passages d'eau et culasses. - Portage des chemises sur le bâti. - Lanternes de soupapes d'échappement. - Bas de chemises par le carter. - Réchauffage du circuit d'eau.
X	X	X	Vérifier le traitement d'eau.

			Circuit d'eau de mer
X	X	X	Nettoyage des prises d'eau.
X	X		Essai des vannes principales.
		X	Révision des vannes principales.
X	X	X	Faire fonctionner et contrôler les éléments du circuit d'eau de mer : vannes, pompes, filtres, etc.
O	O	O	En fonction des résultats des contrôles des éléments du circuit d'eau de mer, procéder à la révision des éléments.

X = L'opération doit être effectuée O = L'opération est à effectuer en fonction du résultat de l'inspection

Circuit d'air de lancement			
X	X	X	Essai de toutes les vannes et clapets du circuit.
O	O	O	Réparer ou remplacer les vannes ou clapets détériorées.
X			Contrôle des flexibles haute pression.
	X	X	Remplacement des flexibles haute pression. La partie en caoutchouc des flexibles est vieillie.
		X	Epreuve des bouteilles et du circuit pour la classification.
X	X	X	Gonflage des bouteilles de lancement.
	X	X	Nettoyage du circuit jusqu'au moteur et vérification.
	X	X	Soufflage des tuyaux du circuit.
	X	X	Révision du distributeur d'air de lancement.
	X	X	Révision des soupapes de lancement.

Circuit électrique de lancement			
X			Si l'état des batteries n'est pas correct remplacer les batteries.
	X	X	En cas d'arrêt d'exploitation prolongé remplacer les batteries.
	X	X	Vérification du serrage des connexions électriques.

Circuit de lavage de turbocompresseur : si les turbocompresseurs sont équipés d'un circuit de lavage à l'eau			
X	X	X	Faire fonctionner et contrôler les éléments du circuit de lavage : vannes, pompes, filtres, etc.
	X	X	Remplacer les buses de lavage sur les turbocompresseurs. En effet, il y a un risque de rupture d'une buse corrodée qui pourrait traverser le rotor.

Circuit de lavage de réfrigérant d'air de suralimentation : si le réfrigérant d'air de suralimentation est équipé d'un circuit de lavage			
X	X	X	Faire fonctionner et contrôler les éléments du circuit de lavage : vannes, pompes, filtres, etc.
	X	X	Remplacer les buses de lavage sur le réfrigérant d'air de suralimentation.

Circuit d'aspiration d'air de combustion			
X			Nettoyer les filtres à air.
	X	X	Remplacer les filtres à air.
X	X	X	Vérifier la propreté des gaines d'aspiration d'air. Pour éviter l'avalement d'objets ou de sable par le compresseur.
X	X	X	Vérifier l'état et le bon fonctionnement des rigsavers.

X = L'opération doit être effectuée | O = L'opération est à effectuer en fonction du résultat de l'inspection

			Circuit d'échappement
X	X	X	Ouvrir le pot de purge du bas du conduit d'échappement et nettoyer les éventuels dépôts.
	X	X	Inspecter et si nécessaire nettoyer le collecteur d'échappement avant le turbo afin d'éviter le passage de toutes particules dans le turbocompresseur.
X	X	X	Vérifier l'état de la chaudière de récupération.
		X	Epreuve de la chaudière de récupération pour la classification.

			Circuit de contrôle commande électrique
	X	X	Vérification du serrage des connexions électriques.
X	X	X	Faire une maintenance de tous les connecteurs multibroches.
	X	X	Contrôle de l'état de tous les thermomètres, manomètres, pressostats, transmetteurs, etc.
X	X	X	Faire les essais de toutes les alarmes et sécurités.

			Circuit de contrôle commande pneumatique
X	X		Inspection du compresseur d'air de contrôle
		X	Révision du compresseur d'air de contrôle
		X	Epreuve des bouteilles d'air et du circuit pour la classification.
		X	Révision complète du système avec démontage et nettoyage des composants, soufflage des tuyauteries, remplacement des joints, etc.
X	X	X	Remettre le circuit en pression. Rechercher les fuites.

RÉDUCTEURS

X	X	X	Vérifier la consignation correcte du moteur afin d'éviter tout risque de démarrage intempestif pendant les contrôles.
X	X	X	Enlever les protections et fermetures mise en place sur les équipements et circuits : - Obturateurs de différents circuits de fluides. Se reporter à la procédure de mise en arrêt pour ne pas en oublier.
X	X	X	Enlever les produits de conservation mis en place. Se reporter aux recommandations des fournisseurs de ces produits concernant les risques et la méthode.

X = L'opération doit être effectuée | O = L'opération est à effectuer en fonction du résultat de l'inspection

	X	X	Ouvrir les trappes de visite pour : Inspection visuelle de toutes les dentures afin de : - Inventorier les usures ou endommagements déjà existants avant l'arrêt d'exploitation. - Rechercher des dommages récents sur les dentures par corrosion du fait de l'introduction d'humidité ou d'eau dans le réducteur pendant l'arrêt d'exploitation.
	O	O	Si des piqûres de rouille sont observées sur les dentures, il faudra quantifier et enregistrer l'étendue des dommages. Si les dommages sont légers, continuer la remise en service. Si les dommages sont importants, il faudra évaluer la nécessité de remplacer les pignons endommagés. En effet, la compression de l'huile dans les cratères va favoriser l'écaillage et les points de corrosion modifient la répartition de la charge sur les dents et créent des amorces de fissures qui à plus ou moins long terme amèneront à l'endommagement des pignons.
X	X	X	Consulter les résultats des analyses des échantillons de lubrifiants envoyés en laboratoire lors de la phase des inspections préliminaires.
	O		Selon les résultats des analyses d'huile et les moyens de traitements disponibles à bord, décider de garder ou de changer l'huile avant de démarrer. Bien regarder l'état de ce qui sera vidangé pour détecter un éventuel défaut. Eviter de changer de marque ou de type de lubrifiant.
		X	Changer l'huile.
X	X	X	Changer et purger les filtres à huile.

LIGNE D'ARBRE D'HÉLICE

Paliers intermédiaires			
X	X	X	Consulter les résultats des analyses des échantillons de lubrifiants envoyés en laboratoire lors de la phase des inspections préliminaires.
	O		Selon les résultats des analyses d'huile, décider de garder ou de changer l'huile avant de démarrer. Bien regarder l'état de ce qui sera vidangé pour détecter un éventuel défaut. Eviter de changer de marque ou de type de lubrifiant.
		X	Changer l'huile.
X	X	X	Changer et purger les filtres à huile.
Arbre porte-hélice			
		O	Dépose de l'arbre selon la recommandation de la classification.

X = L'opération doit être effectuée | O = L'opération est à effectuer en fonction du résultat de l'inspection

			Tube d'étambot
X	X	X	Consulter les résultats des analyses des échantillons de lubrifiants envoyés en laboratoire lors de la phase des inspections préliminaires.
		O	Selon les résultats des analyses d'huile et les moyens de traitements disponibles à bord, décider de garder ou de changer l'huile avant de démarrer.
		X	Inspections de l'état des paliers et des garnitures pendant la dépose de l'arbre porte-hélice
		O	En fonction du résultat de l'inspection, remplacement des garnitures.
O	O	O	Si l'huile a été changée, purger le circuit hydraulique de commande de pas.

HÉLICE À PAS FIXE

X	X	X	Nettoyer l'hélice.
---	---	---	--------------------

HÉLICE À PAS VARIABLE

X	X	X	Nettoyer l'hélice.
X	X	X	Consulter les résultats des analyses des échantillons de lubrifiants envoyés en laboratoire lors de la phase des inspections préliminaires.
	O		Selon les résultats des analyses d'huile et les moyens de traitements disponibles à bord, décider de garder ou de changer l'huile avant de démarrer.
		X	Changer l'huile.
	X	X	Réviser le pack hydraulique.
		X	Réviser le moyeu, remplacer les joints de pieds de pales.
O	O	O	Si l'huile a été changée, purger le circuit hydraulique de commande de pas.

TURBINES À VAPEUR

X	X	X	Vérifier la consignation correcte de la turbine afin d'éviter tout risque de démarrage intempestif pendant les contrôles.
X	X	X	Enlever les protections et fermetures mise en place sur les équipements et circuits : - Obturateurs de l'admission et de l'échappement de vapeur. - Obturateurs des purges. - Obturateurs de différents circuits de fluides. Se reporter à la procédure de mise en arrêt pour ne pas en oublier.
X	X	X	Enlever les produits de conservation mis en place. Se reporter aux recommandations des fournisseurs de ces produits concernant les risques et la méthode de nettoyage.

X = L'opération doit être effectuée | O = L'opération est à effectuer en fonction du résultat de l'inspection

X	X	X	Consulter les résultats des analyses des échantillons de lubrifiants envoyés en laboratoire lors de la phase des inspections préliminaires.
	X	X	Ouvrir la turbine pour inspecter le rotor et les paliers.
	O	O	En fonction du résultat de l'inspection réviser la turbine avec équilibrage du rotor si besoin.
X	X	X	Démontage et révision des organes de sécurité : appareil de manœuvre, vannes à fermeture rapide, clapets de sureté, avec passage au banc et certificat.
	O		Selon les résultats des analyses d'huile et les moyens de traitements disponibles à bord, décider de garder ou de changer l'huile avant de démarrer.
		X	Changer l'huile.

ALTERNATEURS ET MOTEURS ÉLECTRIQUES

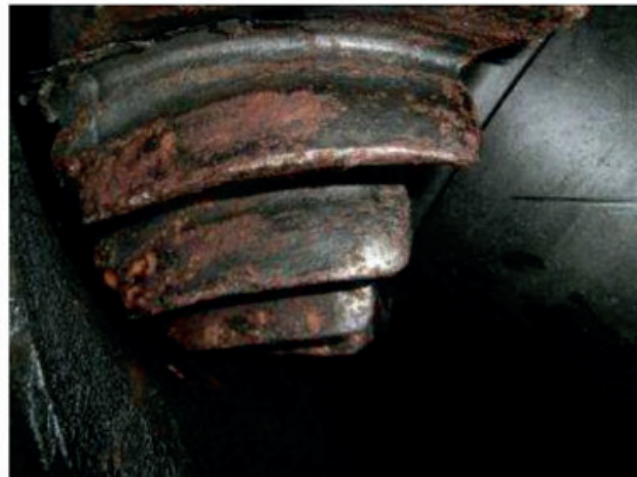
X	X	X	Vérifier la consignation correcte des alternateurs et des moteurs électriques afin d'éviter tout risque de démarrage intempestif pendant les contrôles.
X	X	X	Consulter les résultats des analyses des échantillons de lubrifiants envoyés en laboratoire lors de la phase des inspections préliminaires.
X	X		Paliers lubrifiés à la graisse : regraisser les paliers. Paliers étanches : pas d'action. Palier lubrifiés à l'huile : relubrifier les paliers.
		X	Paliers lubrifiés à la graisse : démonter, nettoyer, inspecter et regraisser les paliers. Paliers étanches : remplacer les paliers par des neufs. Palier lubrifiés à l'huile : démonter, nettoyer, inspecter et relubrifier les paliers.
X	X	X	Coffret de connexion : ouvrir le coffret et inspecter, nettoyer, resserrer les connexions.
O	X	X	Test d'isolement.
O	O	O	En fonction des résultats des tests d'isolement, sécher les alternateurs ou moteurs électriques.

PROPULSEURS EN TUNNEL OU AZIMUTAUX

X	X	X	Vérifier la consignation correcte du moteur d'entraînement afin d'éviter tout risque de démarrage intempestif pendant les contrôles.
X	X	X	Enlever les produits de conservation mis en place. Se reporter aux recommandations des fournisseurs de ces produits concernant les risques et la méthode de nettoyage.
X	X	X	Consulter les résultats des analyses des échantillons de lubrifiants envoyés en laboratoire lors de la phase des inspections préliminaires.

X = L'opération doit être effectuée | O = L'opération est à effectuer en fonction du résultat de l'inspection

	O		Selon les résultats des analyses d'huile et les moyens de traitements disponibles à bord, décider de garder ou de changer l'huile avant de démarrer.
		X	Changer l'huile.
X	X	X	En fonction du résultat des analyses, en particulier si de l'eau est détectée, il pourra être nécessaire de décider d'envoyer le navire en cale sèche pour ouvrir les propulseurs.



Pignon conique de propulseur azimuthal

X = L'opération doit être effectuée | O = L'opération est à effectuer en fonction du résultat de l'inspection

X	X		Lors du passage en cale sèche, ouvrir les trappes de visite pour : Inspection visuelle de toutes les dentures afin de : - Inventorier les usures ou endommagements déjà existants avant l'arrêt d'exploitation. - Rechercher des dommages récents sur les dentures par corrosion du fait de l'introduction d'humidité ou d'eau dans le réducteur pendant l'arrêt d'exploitation.
		X	Réviser le propulseur : remplacement des roulements, des garnitures d'étanchéité, des joints, etc.
	O	O	Si des piqûres de rouille sont observées sur les dentures, il faudra quantifier et enregistrer l'étendue des dommages. Si les dommages sont légers, continuer la remise en service. Si les dommages sont importants, il faudra évaluer la nécessité de remplacer les pignons endommagés. En effet, la compression de l'huile dans les cratères va favoriser l'écaillage et les points de corrosion modifient la répartition de la charge sur les dents et créent des amorces de fissures qui à plus ou moins long terme amèneront à l'endommagement des pignons.

X = L'opération doit être effectuée | O = L'opération est à effectuer en fonction du résultat de l'inspection

V. Démarrage



Le démarrage des différents équipements importants ou essentiels doit se faire en présence des représentants de leurs constructeurs.



Les listes ci-dessous sont un minimum et doivent être complétées avec les instructions des constructeurs, les procédures en vigueur chez l'armateur, et d'après les particularités de chaque installation.

Durée de l'arrêt : jusqu'à 6 mois
Durée de l'arrêt : jusqu'à 24 mois
Durée de l'arrêt : supérieure à 24 mois
OPÉRATIONS À RÉALISER

X	X	X	Déconsigner le moteur, la turbine, ou l'appareil à démarrer.
X	X	X	Pour tous les appareils : Essai des sécurités.
X	X	X	Moteurs diesels : Dernières préparations avant le démarrage : - S'assurer du bon fonctionnement de tous les auxiliaires. - Vérifier la liberté de la crémaillère. - Vérifier le bon fonctionnement du dispositif de sécurité de survitesse. - Vérifier le bon fonctionnement du graissage cylindre (tourner les pompes à la manivelle manuelle), contrôler le mouvement des billes des indicateurs de débit. - Virer au vireur décompresseurs ouverts. - Virer à l'air décompresseurs ouverts (obligatoirement avec la pré lubrification en service). Essais de démarrage : - Poster un opérateur au levier d'arrêt d'urgence et un au turbo (pour vérification du bon amorçage de la pompe à huile). - Vérifier la présence de débit aux indicateurs du graissage cylindre. - Lancer normalement. - Vérifier l'amorçage correct de la lubrification des turbos. - Tourner cinq minutes au ralenti débrayé. - Vérifier les pompes injections : pousser individuellement chaque crémaillère pour écouter si la pompe débite et vérifier que la crémaillère revient librement.

X = L'opération doit être effectuée O = L'opération est à effectuer en fonction du résultat de l'inspection

		- Ouvrir légèrement et brièvement les décompresseurs pendant ce fonctionnement. Stopper pour : - Inspecter les coussinets (mesure de température sur les deux bords des coquilles, et vérifier que les demi-coquilles n'ont pas tourné), inspecter le jeu latéral des têtes de bielles. - Contrôle de la rotation des rotateurs de soupapes. Redémarrer et tourner quinze minutes au ralenti débrayé puis stopper pour : - Inspecter les coussinets (mesure de température sur les deux bords des coquilles, et vérifier que les demi-coquilles n'ont pas tourné). - Inspection des filtres à huile. Redémarrer et tourner embrayé : - Vérifier que les tuyaux de soupapes de lancement ne chauffent pas (ce qui indiquerait une fuite à une soupape de lancement). - Recherche de fuites d'eau, d'huile, de fuel : par les témoins de pompes attelées, par les témoins des réfrigérants, sur le moteur, etc. - Purger le circuit de dégazage. - Vérifier le fonctionnement du dégazage du circuit de refroidissement. - Vérifier la ventilation du carter. - Repurger les filtres (fuel, huile). - Vérifier et enregistrer les paramètres de fonctionnement. Comparer avec les paramètres d'origine. - Vérifier le bon fonctionnement de l'amortisseur de vibrations de torsion. Faire le rodage si nécessaire en suivant le programme préconisé par le constructeur.
		Turbines à vapeur : Dernières préparations avant le démarrage : - S'assurer de la bonne mise en service de la chaudière et de la bonne qualité de la vapeur. - S'assurer de la bonne mise en service du condenseur. - S'assurer du bon fonctionnement de tous les auxiliaires. - Virer le rotor à l'aide du vireur - Réchauffer la turbine. - Purger la turbine. - Recherche de fuites de vapeur, d'huile. Démarrer la turbine : - Vérifier et enregistrer les paramètres de fonctionnement. Comparer avec les paramètres d'origine.

			Réducteurs : Faire des essais en présence du constructeur ou de son représentant : - Recherche de fuites d'eau, d'huile : par les témoins de pompes attelées, par les témoins des réfrigérants, sur le moteur, etc. - Repurger les filtres. - Vérifier et enregistrer les paramètres de fonctionnement. Comparer avec les paramètres d'origine.
			Tube d'étambot : Vérifier et enregistrer les paramètres de fonctionnement. Comparer avec les paramètres d'origine.
			Hélices à pas variable : Vérifier et enregistrer les paramètres de fonctionnement. Comparer avec les paramètres d'origine.
			Equipements électriques : Démarrage et essais de tous les équipements. Thermographie.
			Circuits de fluides : Mise en service et essai des tuyauteries. Essai des vannes.

VI. Essais en mer

Durée de l'arrêt : jusqu'à 6 mois		
Durée de l'arrêt : jusqu'à 24 mois		
Durée de l'arrêt : supérieure à 24 mois		
OPÉRATIONS À RÉALISER		
X	X	X Les essais en mer permettront de vérifier que l'ensemble de la propulsion est opérationnelle et que les performances de la propulsion et du navire sont retrouvées. Les essais en mer doivent être faits sur la base d'un programme d'essai formalisé. Vérifier que ce programme d'essai est adapté. Les essais en mer doivent inclure un fonctionnement à pleine charge de tous les dispositifs. Les essais en mer doivent comprendre le relevé des paramètres de fonctionnement de tous les circuits et appareils. Les valeurs relevées devront être comparées aux valeurs des essais en mer du neuvage du navire. En plus des grandeurs mesurées habituellement à bord du navire, il peut être procédé à des relevés de mesures de vibrations, à des thermographies. Pour les mesures de vibrations le problème sera qu'il n'y a peut-être pas de valeurs de référence propres au navire.  Les valeurs paramètres de fonctionnement de tous les circuits et appareils doivent : - Etre conformes aux valeurs du neuvage. - Etre notées dans les rapports d'essais. - Etre acceptées par toutes les parties présentes aux essais : équipage, service technique de l'armateur, représentants des fabricants des équipements.  Toutes déviations des paramètres de fonctionnement de tous les circuits et appareils doivent être identifiées, notées, expliquées, résolues ou acceptées.

X = L'opération doit être effectuée O = L'opération est à effectuer en fonction du résultat de l'inspection

X	X	X	A la fin des essais en mer prélever des échantillons des lubrifiants en service pour évaluer leur qualité et pour détecter d'éventuels problèmes sur l'installation. Le résultat des analyses devra être intégré au rapport d'essai en mer. Se référer au plan de graissage du navire pour identifier les lubrifiants à contrôler.
X	X	X	A la fin des essais en mer un dossier complet de remise en service doit être établi. Ce dossier doit inclure au moins : - La procédure de mise en arrêt d'exploitation. - La procédure de remise en service. - Les rapports de visites de chaque équipement : liste des contrôles et démontages, description de l'état des pièces visitées (qu'elles aient été remplacées ou pas), liste des pièces remplacées, feuilles de mesure des composants visités, rapports de passage au banc, etc. - Les rapports d'analyses des combustibles, des lubrifiants et de l'eau des circuits de refroidissement. - Les relevés de paramètres de fonctionnement. - Tous les certificats à jour (Etat du pavillon, classification).

X = L'opération doit être effectuée O = L'opération est à effectuer en fonction du résultat de l'inspection

VII. Contrôles après la remise en service

Durée de l'arrêt : jusqu'à 6 mois
Durée de l'arrêt : jusqu'à 24 mois
Durée de l'arrêt : supérieure à 24 mois
OPÉRATIONS À RÉALISER

Opérations à effectuer après la mise en service			
O	O	O	Après 24 h de fonctionnement, procéder au contrôle du serrage des composants du circuit de fuel. Recommandé par certains motoristes.
O	O	O	Si des travaux ont été effectués sur le moteur pendant l'arrêt ne pas oublier les opérations suivantes si elles sont nécessaires : - Contrôle du serrage des têtes et des fûts de bielles sur les têtes, à faire après un certain nombre d'heures de fonctionnement : voir les documentations spécifiques au modèle de moteur. - Resserrage de culasse. - Contrôle de lignage.
O	O	O	Enlever les filtres de rodage après le nombre d'heures de fonctionnement recommandé. Attention ces filtres doivent être enlevés tous en même temps.
X	X	X	Ne pas attendre la périodicité normale pour refaire des analyses de l'huile (les refaire au bout de 50 à 100 heures de fonctionnement) pour les moteurs, turbines, réducteurs, propulseurs azimuthaux ou propulseur d'étrave, etc.
X	X	X	Suivi des paramètres de fonctionnement.

			Si la remise en service est bien menée, il n'y aura pas eu d'incidents.
			Si un incident survient après la remise en service, les causes possibles seront : - Des détériorations qui se sont développées pendant l'arrêt d'exploitation. - Des détériorations induites par les démontages et remontages lors des visites et contrôles de remise en exploitation. - Des nouveaux problèmes.

X = L'opération doit être effectuée O = L'opération est à effectuer en fonction du résultat de l'inspection

		Si un incident survient après la remise en service, il sera toujours difficile d'évaluer si cet incident est dû à l'arrêt d'exploitation ou à un nouveau problème. Faire la différence entre un problème dont l'origine est dans l'arrêt d'exploitation ou dont l'origine est autre risque d'être difficile. Pour aider à faire la différence, il faudra se reporter au dossier complet de remise en service décrit à la fin du chapitre "Essais en mer". En cas d'avarie les personnes en charge de la gestion du dossier devront absolument être informées que le navire a été en arrêt d'exploitation précédemment et le dossier de remise en service devra être mis à leur disposition.
--	--	--

VIII. Exemples

Injecteur à commande électrique

Un moteur rapide de forte puissance alimenté au gazole utilisé en propulsion sur un navire. Ce moteur est équipé d'injecteurs à commande par bobine électrique. Les injecteurs sont restés installés sur le moteur arrêté pendant plusieurs semaines sans protection particulière. Pendant l'arrêt, des gommages se sont formés sur les parties internes des injecteurs. Lors de la remise en service le moteur a fonctionné correctement, mais les gommages internes des injecteurs ont fait que la puissance nécessaire pour déplacer les aiguilles des injecteurs a été augmentée. Les bobines de commande des aiguilles ont donc été surchargées. Au bout de quelques semaines les bobines sont tombées en panne les unes après les autres du fait de leur surcharge. Ce qui a généré des arrêts d'exploitation du navire et a nécessité le remplacement de tous les injecteurs complets.

Moteur à contrôle électronique

Un moteur semi-rapide équipé d'un contrôle électronique utilisé en propulsion sur un navire. Ce moteur est équipé de capteurs adressables, de cartes électroniques réparties dans plusieurs coffrets étanches répartis autour du moteur, de communication par bus, etc. Après un arrêt prolongé, le moteur a subi de nombreux arrêts intempestifs mettant le navire en situation de black-out. La raison a été découverte : les connecteurs multibroches des bus de communication présentaient de légères traces de corrosion développées pendant l'arrêt d'exploitation. Le problème a été réglé en ouvrant tous les connecteurs, en les nettoyant et en remplaçant tous les joints d'étanchéité.

Faux brinelling

Le faux brinelling est un cas typique d'endommagement d'un composant qui reste à l'arrêt de manière prolongée. En effet, lorsqu'un roulement reste arrêté dans la même position pour une longue période, et qu'il subit une sollicitation vibratoire extérieure (vibrations émises par un groupe électrogène en service par exemple), il se produit un fretting localisé à l'endroit du contact des billes ou rouleaux avec les pistes de roulement. Ces points de fretting localisés vont produire des amorces de détérioration par écaillage plusieurs mois après leur remise en service.

Propulseur d'étrave

Un propulseur d'étrave installé à l'avant dans un local non chauffé d'un navire resté arrêté six mois. A la remise en service la jauge à huile a été trouvée rouillée. Les analyses ultérieures ont montré une forte présence d'eau dans le propulseur. Au démontage les roulements présentaient des débuts d'oxydation qui auraient pu être une source de détérioration et de casse plusieurs mois après la remise en service.

Moteur diesel refait en atelier

Un moteur diesel rapide complètement refait en atelier. A la fin de la révision le moteur est essayé brièvement (mise en marche quelques minutes sans charge), puis stoppé et stocké sur une palette sous film plastique sans précautions particulières (laissé avec son huile). Le moteur est stocké un an puis remis en service avec la même charge d'huile. Deux mois après la remise en service un coussinet de bielle est détruit. Les démontages effectués après l'avarie ont montré des traces de corrosion sur tous les coussinets (têtes de bielle et paliers). Le stockage sans précaution particulière au niveau de l'huile, sans contrôle à la remise en service sont la cause de l'avarie qui est survenue plusieurs semaines après la remise en service.

CLAUDE DE NON-RESPONSABILITÉ

La présente analyse vise à informer les professionnels de l'assurance maritime sur les problèmes techniques soulevés et expliqués dans le présent document.

Les avis et informations contenus dans ce dernier ne sont transmis qu'à titre indicatif.

L'émetteur de cette note décline toute responsabilité quant à son contenu.

Les informations qu'il comporte :

- sont exclusivement de nature générale et ne visent pas un cas en particulier
- ne sont pas nécessairement exhaustives et applicables à tous les cas de figure, chaque équipement conservant ses spécificités propres qui évoluent nécessairement dans le temps
- ne constituent pas un avis qui puisse se substituer à la réglementation en vigueur et aux règles de bonnes pratiques recommandées par les organismes officiels, les fabricants d'équipement et autres autorités administratives dont les avis doivent être suivis.

