



DESINFECTION DU MATERIEL DE PLONGEE

Mémoire d'Instructeur Régional
Rémy HELLER

Octobre 2020

Remerciements

Un grand Merci à

Laurent MARCOUX, président de la Commission Technique Régionale de l'Est et Instructeur National, qui m'a fait l'honneur de me proposer d'intégrer l'équipe des Instructeurs Régionaux ;

Bernard SCHITTLY, président du Comité Régional Est et Instructeur Régional et Marc WINTERHALTER, président de la Commission Technique du Codep68 et Instructeur Régional, qui ont accepté d'être mes parrains. Bernard est à l'origine de mon engagement fédéral, par son accueil généreux et sa capacité à partager ses connaissances il m'a donné envie de continuer à progresser dans l'encadrement. Marc est mon pilote et soutien depuis de nombreuses années pour toutes les actions techniques au sein du Codep68.

Je suis heureux et fier de les avoir comme parrains ;

A tous les formateurs, Instructeurs et MF2 qui m'ont accueilli avec bienveillance lors des stages organisés par la CTR Est et avec qui j'ai pu partager mes expériences d'encadrement et de formations depuis de nombreuses années ;

A toutes les personnes, présidents de clubs, encadrants, responsables techniques, qui ont pris de leur temps durant la période de confinement pour répondre à mon enquête ;

Et surtout à toute ma famille, avec laquelle j'ai l'immense bonheur de partager ma passion, en particulier mes enfants enthousiastes comme moi dès qu'il s'agit de plongée et bien sûr mon épouse Anne-Claire, qui me soutient et m'accompagne dans toutes mes aventures, jusqu'à la relecture éclairée de ce mémoire !

Glossaire

- **Activité bactéricide**: capacité d'un produit ou d'une substance active à réduire le nombre de cellules bactériennes appartenant à des organismes d'essai représentatifs, dans des conditions définies.
- **Activités fongicides, mycobactéricides et virucides**, les définitions sont superposables mais concernent respectivement les champignons, les mycobactéries viables et les particules virales infectieuses.
- **Antiseptie** : opération au résultat momentané permettant au niveau des tissus vivants, dans la limite de leur tolérance, d'éliminer ou de tuer les micro-organismes et/ou d'inactiver les virus, en fonction des objectifs fixés. Le résultat de cette opération est limité aux micro-organismes et/ou virus présents au moment de l'opération. Le champ d'action des antiseptiques ne concerne donc pas le matériel.
- **Biocides** (produits) : substances actives et préparations contenant une ou plusieurs substances actives, qui sont destinées à détruire, repousser ou rendre inoffensifs les organismes nuisibles, à en prévenir l'action ou à les combattre de toute autre manière, par une action chimique ou biologique. Dans le cadre de la réglementation européenne des produits chimiques (REACH) une partie s'intéresse à la Réglementation des Produits Biocides (RPB 528/2012).
- **Bionettoyage** : ensemble des opérations visant à réduire ou éliminer les microorganismes sur les surfaces de manière à les ramener au niveau cible requis. Procédé destiné à réduire la contamination biologique des surfaces. Il est souvent employé au sens de « nettoyage-désinfection » : opération résultant de l'utilisation d'un produit détergent-désinfectant et associant en une seule opération nettoyage et désinfection.
- **Décontamination** (ou biodécontamination) : c'est le premier traitement à effectuer sur les objets matériels souillés par des matières organiques dans le but de diminuer la population de microorganismes et de faciliter le nettoyage ultérieur.
- **Désinfection** : Opération au résultat momentané permettant d'éliminer ou de tuer les microorganismes et/ou d'inactiver les virus indésirables portés par des milieux inertes contaminés, en fonction des objectifs fixés. Le résultat de cette opération est limité aux microorganismes présents au moment de l'opération. On retrouve également une définition plus générale : terme générique désignant toute action à visée anti-microbienne, quel que soit le niveau de résultat, utilisant un produit pouvant justifier *in vitro* des propriétés autorisant à le qualifier de désinfectant ou d'antiseptique.
- **Détergence** : processus selon lequel des salissures (souillures) sont détachées de leur substrat et mises en solution ou en dispersion. Au sens ordinaire, la détergence a pour effet le nettoyage des surfaces. Elle est la résultante de la mise en œuvre de plusieurs phénomènes physico-chimiques (NF EN ISO 862).
- **Détergent-désinfectant** Produit présentant la double propriété d'être un détergent et un désinfectant.

- **Nettoyage** (d'une surface) : ensemble des opérations permettant d'assurer un niveau de propreté, d'aspect, de confort et d'hygiène et faisant appel, dans des proportions variables, aux facteurs combinés suivants : action chimique, action mécanique, température, temps d'action.

- **Stérile** : état d'un produit exempt de microorganismes viables. On cherche en général à conserver cet état par un conditionnement approprié (notion d'espace non contaminable). Ce conditionnement doit être étanche, protecteur et être stocké sans danger d'ouverture jusqu'à utilisation. On ne qualifiera de stérile qu'un objet emballé.

Sommaire

REMERCIEMENTS	2
GLOSSAIRE	3
SOMMAIRE	5
OBJECTIFS DU MEMOIRE	7
LE QUESTIONNAIRE : ANALYSES ET COMMENTAIRES	8
1-ELABORATION ET ENVOI	9
2-DESCRIPTION DES CLUBS REPONDEURS	9
<i>Question 1. Rôle de la personne répondant dans le club.</i>	9
<i>Question 2. Département dans lequel le club était localisé</i>	10
<i>Question 3. Type de club répondant</i>	11
<i>Questions 4 et 5. Taille des clubs répondants en fonction du nombre de licenciés et du nombre d'encadrants</i>	11
<i>Question 6. Matériel disponible dans le club</i>	12
<i>Question 7. Nombre d'entraînements habituels à la piscine par semaine</i>	12
<i>Question 8. Nombre de sorties habituelles en milieu naturel par mois</i>	12
<i>Question 9. Prêt du matériel au club</i>	13
3-ORGANISATION DE LA DESINFECTION DU MATERIEL DANS LE CLUB	14
<i>Question 10. Le club a-t-il organisé la désinfection ?</i>	14
<i>Question 11. La désinfection du matériel était-elle déjà réalisée au club avant qu'elle ne soit rendue obligatoire par le code du sport en 2012.</i>	14
<i>Question 12. Quel matériel est désinfecté au sein du club</i>	14
<i>Question 13. Avez-vous une personne désignée comme responsable de la désinfection du matériel ?</i>	15
<i>Question 14. Avez-vous organisé la désinfection lors des activités suivantes :</i>	16
4-METHODE PRATIQUE DE DESINFECTION	17
<i>Question 15. A quel moment est effectué la désinfection du matériel ?</i>	17
<i>Question 16. Faites vous un nettoyage préalable à la désinfection ?</i>	18
<i>Question 17. Quelle méthode de désinfection utilisez-vous ? Durée ?</i>	19
<i>Question 18- Quel produit(s) désinfectant utilisez-vous ?</i>	20
<i>Question 21- Préparation de la solution de désinfection</i>	22
5-CRITERES DE CHOIX DES PRODUITS DE DESINFECTION	23
<i>Question 19- Comment a été choisi le produit de désinfection ?</i>	23
<i>Question 20- Quels ont été pour vous les principaux critères de choix de la méthode/produit de désinfection ?</i>	24
6-ACTIONS SUITES A LA DESINFECTION	25
<i>Question 22- Effectuez-vous un rinçage du matériel à l'eau ?</i>	25
<i>Question 23- Elimination du produit de désinfection après utilisation</i>	26
<i>Question 24- Gardez-vous un enregistrement des désinfections effectuées ?</i>	26
7-PERCEPTION DE LA DESINFECTION DU MATERIEL DE PLONGEE	27
<i>Question 25- Pensez-vous que la désinfection du matériel du club soit utile ?</i>	27
<i>Question 26- Votre perception du risque de transmission d'infections par l'intermédiaire du matériel de plongée a-t-elle changé depuis que la désinfection est réglementaire (2012) ?</i>	27
<i>Question 27- Classez ces arguments concernant la désinfection :</i>	28
8-QUESTIONS OU REMARQUES	30
9-CONCLUSIONS DE CETTE PREMIERE PARTIE	30

LA DISCUSSION	32
1-HISTORIQUE - REGLEMENTATION	33
2-DEFINITIONS	35
3-LES RISQUES DE TRANSMISSION :	35
<i>a-L'infection</i>	35
<i>b-Les modes de transmissions</i>	36
<i>c-Les maladies infectieuses transmises par la salive</i>	37
<i>d-Risque de transmission d'infection par le matériel de plongée</i>	41
<i>e-Autres matériels</i>	43
<i>f- Cas particulier des recycleurs</i>	45
4-LES NORMES	45
<i>a- Les normes concernant les antiseptiques et désinfectants chimiques</i>	45
a-1. Normes de base : phase 1	46
a-2. Normes d'application in vitro : phase2	47
a-3. Essais de terrain dans des conditions pratiques : phase 3	49
a-4. Tableau récapitulatif des normes	50
<i>b- Exemple de passage de normes pour un désinfectant</i>	50
5-LA DESINFECTION	53
<i>a- La réglementation des produits biocides</i>	53
<i>b- Les différents niveaux de désinfection</i>	54
<i>c- Structure des microorganismes</i>	55
<i>d- Le désinfectant idéal</i>	56
6-LES GRANDES FAMILLES DE PRODUITS CHIMIQUES DESINFECTANTS	56
<i>a- Activité germicide des familles de désinfectants</i>	56
<i>b- Mécanisme d'action des désinfectants</i>	57
<i>c- Quelques familles de produits chimiques désinfectants</i>	57
c-1. Hypochlorite de sodium – Eau de Javel	57
c-2. Ammoniums quaternaires	60
c-3. Alcool	60
c-4. Peroxyde d'hydrogène (eau oxygénée)	61
c-5. Acide peracétique	61
c-6. Acide lactique	62
c-7. Autres substances	62
c-8. Tableau récapitulatif : spectre d'activité	62
7-ALTERNATIVES AUX PRODUITS CHIMIQUES DESINFECTANTS	63
<i>a- Eau de mer</i>	63
<i>b- Le soleil et les UV</i>	63
<i>c- Les rayons ionisants</i>	64
<i>d- La chaleur</i>	64
<i>e- Les gaz</i>	65
8-LE NETTOYAGE	66
<i>a- Les 4 éléments clés pour une propreté optimisée : le cercle de Sinner</i>	67
<i>b- Savon et activité germicide</i>	67
9-LES PRODUITS DETERGENTS-DESINFECTANTS	69
10-SPRAY VS TREMPAGE	70
11-RINÇAGES, SECHAGE ET STOCKAGE	73
12-ELIMINATION DU DESINFECTANT - ECOTOXICITE	73
13-DESINFECTION ET COVID-19	74
CONCLUSION	79
PROTOCOLE SIMPLE DE TRAITEMENT DU MATERIEL DE PLONGEE	80

Objectifs du mémoire

Depuis l'obligation réglementaire d'effectuer une désinfection des embouts des détendeurs et des tubas de nombreuses questions se posent dans les clubs de plongée : quelle est l'utilité de la désinfection, quel procédé et quel produit utiliser, quelles sont les alternatives, faut-il nettoyer, déterger, désinfecter, sécher... ?

Ce mémoire se propose dans une première partie de faire un état des lieux de ce qui se pratique actuellement dans les clubs de plongée du Grand Est. Pour ce faire, une enquête a été réalisée à l'aide d'un questionnaire portant sur l'organisation et la mise en place de la désinfection, la méthode pratique utilisée, les critères de choix des produits et également la perception de cette étape rendue obligatoire par la version du code du sport publiée en 2012.

La deuxième partie analyse le risque infectieux lié à l'utilisation du matériel de plongée, elle s'applique à décrire les différentes méthodes et produits de désinfection disponibles puis fait un point sur les connaissances scientifiques actuelles afin d'élaborer des recommandations de procédures destinées aux clubs de plongée.

Un paragraphe est consacré aux conséquences du virus de la covid-19 dans le contexte pandémique actuel, de nombreux textes et recommandations ayant été publiés sur le sujet et pouvant concerner notre activité.

Première partie

Le questionnaire : analyses et commentaires

1-Elaboration et envoi

Un questionnaire en ligne a été créé en utilisant l'outil Google Forms disponible à tous gratuitement sur internet. (<https://docs.google.com/forms>)

Afin de vérifier si le questionnaire était compréhensible et facile à compléter, une 1ère étape de tests et d'avis a été réalisée avant une diffusion plus large. Les testeurs ont été choisis parmi des présidents de clubs, des responsables techniques ou matériel ou des encadrants pour être représentatifs des différentes catégories de personnes susceptibles de remplir le questionnaire. À la suite de ces tests, quelques modifications ont été proposées ce qui a permis de faire évoluer le questionnaire.

Après validation du questionnaire par mes parrains, le lien permettant d'accéder au questionnaire en ligne a été diffusé à l'ensemble des présidents des clubs de la région Grand Est le 1er avril 2020 en pleine période de confinement lié à la pandémie de la covid-19. Une lettre de couverture du président du Comité Régional accompagnait ce lien ainsi qu'une notice d'information explicative, précisant notamment l'anonymisation de la diffusion des données et la demande expresse de n'avoir qu'une seule personne répondant par club. La période proposée de renseignement du questionnaire était d'un mois.

Le choix de la région Grand Est permet d'avoir un aperçu des pratiques de désinfection sur un nombre conséquent de clubs affiliés à la FFESSM. En effet, d'après les données de 2019, le Comité Est est composé de 151 clubs associatifs et 6 SCA répartis sur 10 départements et comprend près de 10 000 licenciés.

Ainsi, le mailing, correspondant aux adresses de la base de données du Comité Est comprenait 216 mails. A la date du 1er mai, soit un mois après l'envoi, le message avait été ouvert par plus de 70% des destinataires (154/216 71,3%). Sur les 154 personnes qui ont ouvert le message, 63 (40,9%) ont cliqué sur le lien permettant d'accéder au questionnaire. (Renseignements transmis par David DEBOURCES webmaster du site du Comité Est).

En finalité, 56 questionnaires avec des résultats exploitables ont été renseignés sur la plateforme Google Forms. Le taux global de réponses correspond donc à des informations sur les pratiques de désinfection du matériel de plongée pour plus d'un tiers (56/157) des clubs du Comité Est !

C'est donc sur ces 56 réponses que se fera l'analyse des réponses au questionnaire.

2-Description des clubs répondants

Les 9 premières questions concernaient les généralités sur les clubs répondants.

Question 1. Rôle de la personne répondant dans le club.

Pour la grande majorité 40/56 (71%) c'est le président qui était l'interlocuteur qui a répondu au questionnaire. Comme les mails ont été prioritairement envoyés aux présidents, il est assez cohérent que ce soit eux les plus nombreux à répondre, de plus le président est souvent la personne ressource pour les questions générales concernant les clubs.

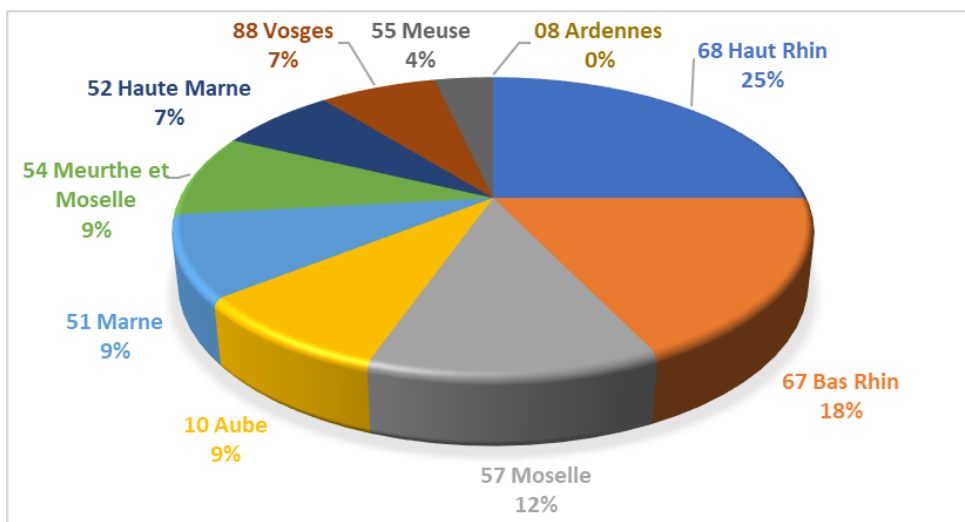
Le questionnaire permettait plusieurs réponses, puisque des personnes peuvent exercer plusieurs fonctions au sein d'un club. Le total des réponses est donc supérieur au nombre de

réponses. On retrouve 31 réponses, pour lesquelles le président ne précise pas exercer d'autre rôle dans son club. Pour les 9 autres réponses, les présidents précisent qu'ils exercent également d'autres fonctions dans leur club. Certains présidents cumulent d'ailleurs plusieurs fonctions. Pour exemple, l'un des président précise être également médecin du club, un autre déclare être encadrant, responsable technique et responsable matériel !

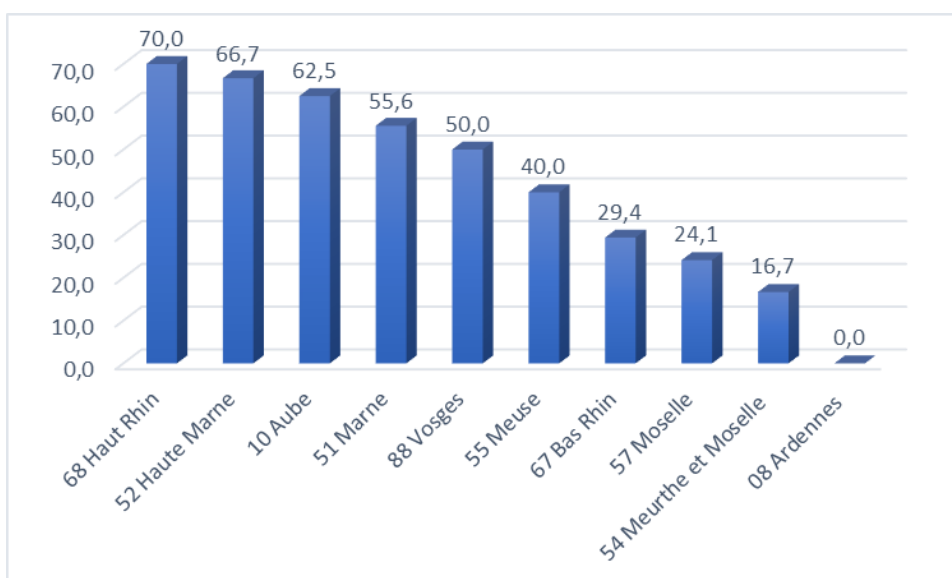
En deuxième position on trouve les encadrants, qui sont représentés par 15/56 (27%) répondants. Parmi ces encadrants, 5 ne déclarent pas d'autre responsabilité dans le club, mais 7 sont également présidents.

Ensuite viennent les responsables matériels avec 9/56 répondants (16%), 7 responsables technique (13%), 1 TIV et 1 vice-président.

Question 2. Département dans lequel le club était localisé



Pourcentage de réponse représenté par département



Pourcentage des clubs répondants par département

Le département qui a le plus répondu, est le Haut Rhin (68) avec 14/56 réponses (25%) et qui représente 14/20 soit 70% des clubs du département. Ceci n'a probablement aucun lien avec le fait que le président du département soit l'instigateur du questionnaire...

Question 3. Type de club répondant

Parmi les 56 clubs qui ont répondu tous étaient des clubs associatifs, il n'y a aucune SCA. Dans la suite des interprétations, les conclusions ne concerneront donc que les clubs associatifs du Comité Est affiliés à la FFESSM.

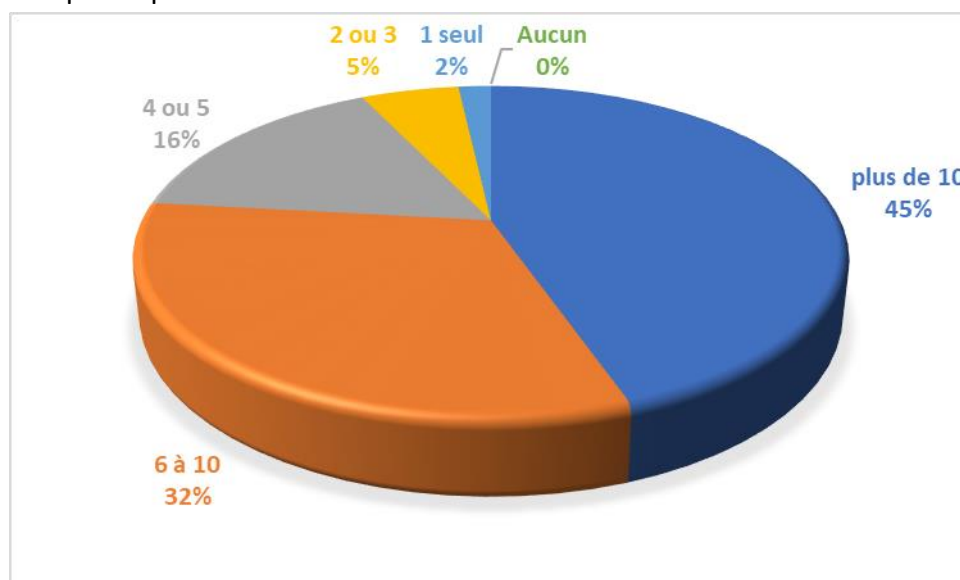
Questions 4 et 5. Taille des clubs répondants en fonction du nombre de licenciés et du nombre d'encadrants

Pour le nombre de licenciés, le questionnaire permettait de faire le choix entre 4 réponses. Pour 39% des clubs répondants, le nombre de licenciés était de 50 à 100 ; 32% des clubs avaient de 20 à 49 licenciés ; un quart (25%) des clubs avaient plus de 100 licenciés et enfin, seuls 4% des clubs avaient moins de 20 licenciés.

Dans le Comité Est en 2019, la moyenne des licenciés par club est de 64.

Nombre d'encadrants actifs au club

Concernant le nombre d'encadrants, les clubs répondants sont majoritairement bien pourvus, puisque 77% ont plus de 6 encadrants. Un seul club n'a qu'un seul encadrant et aucun club ne comprend pas d'encadrement.



Question 6. Matériel disponible dans le club

Mat/nb	0	<5	5 à 10	11 à 20	>20
Détendeurs	0	0	10 (18%)	19 (34%)	27 (48%)
Masques	1 (2%)	7 (13%)	7 (13%)	14 (25%)	27 (48%)
Tubas	6 (11%)	7 (13%)	17 (30%)	8 (14%)	18 (32%)
Shorty	23 (41%)	12 (21%)	8 (14%)	9 (16%)	4 (7%)
Combinaisons	9 (16%)	7 (13%)	11 (20%)	12 (21%)	17 (30%)

On constate que la majorité des clubs répondants disposent de matériel en quantité importante. En effet, près de la moitié (48%) ont plus de 20 détendeurs et masques, aucun club ne dispose de moins de 5 détendeurs. Pour ce qui concerne les combinaisons plus de la moitié (51%) en ont plus de 10 et pour les tubas, 76% en ont plus de 5. A l'opposé, les clubs ont peu de shortys, 41% n'en ont pas et seuls 23% en ont plus de 10.

Question 7. Nombre d'entraînements habituels à la piscine par semaine

- 1 (2%) : 0
- 1 (2%) : <1
- 24 (43%) : 1
- 17 (30%) : 2
- 13 (23%) : >2

Seuls 2 clubs ont moins d'un entraînement en piscine par semaine, 24/56 en ont 1 et plus de la moitié des clubs (53%) proposent plus d'1 entraînement par semaine !

Question 8. Nombre de sorties habituelles en milieu naturel par mois

- 1 (2%) : 0
- 6 (11%) : <1
- 9 (16%) : 1
- 25 (45%) : 2-4
- 15 (27%) : >4

Plus de la moitié des clubs répondants (72%) réalisent plus d'une sortie en milieu extérieur par mois. Plus d'un quart (27%) en effectuent plus d'une par semaine.

Les résultats varient en fonction des départements :

Les clubs qui déclarent effectuer plus de 4 plongées par mois sont assez logiquement localisés à proximité de sites naturels ou l'on peut pratiquer la plongée, à savoir la Gravière du Fort pour les départements alsaciens et le lac d'Orient pour l'Aube :

- 10 Aube : 2/5
- 67 Bas Rhin : 7/10

- 68 Haut Rhin : 6/14
Dans les autres départements, les clubs qui déclarent effectuer moins d'une plongée par mois sont plus nombreux :
- 51 Marne : 2/5
- 52 Haute Marne : 3/6
- 54 Meurthe et Moselle : 4/5
- 55 Meuse : 2/2
- 57 Moselle : 2/7
- 88 Vosges : 2/4

Question 9. Prêt du matériel au club

- Milieu artificiel, par séance oui/non 51/5 (91%)/(9%)
- Milieu artificiel, par saison oui/non 15/41 (27%)/(73%)
- Milieu naturel, par séance oui/non 50/6 (89%)/(11%)
- Milieu naturel, par saison oui/non 16/40 (29%)/(71%)

Presque tous les clubs prêtent le matériel du club, c'est d'ailleurs *a priori* pour cela que les clubs en ont !

Un seul club déclare ne pas prêter de matériel, alors qu'il en possède (11 à 20 détenteurs et <5 masques et tubas).

La majorité des clubs 34/56 (61%) ne prêtent leur matériel qu'à la séance, un seul club déclare ne prêter qu'à la saison, pas à la séance. On note que 10 clubs répondent « oui » aux 4 questions, ils prêtent donc leur matériel à la séance et à la saison, que ce soit pour le milieu artificiel ou le milieu naturel.

D'après les résultats globaux, on constate que seul un quart des clubs prête leur matériel à la saison, 15 (27%) pour le milieu artificiel et 16 pour le milieu naturel. Cette méthode de prêt permet d'éviter la désinfection systématique du matériel après chaque utilisation, puisque c'est la même personne qui s'en servira lors de sa prochaine séance. Cela demande néanmoins du matériel en quantité suffisante et proportionnée aux besoins des nouveaux membres du club. Ainsi sur les 13 clubs qui prêtent en milieu artificiel et en milieu naturel, 11 ont plus de 10 détenteurs à disposition.

Les 3 clubs qui déclarent ne pas prêter de matériel à la séance, ni en milieu artificiel, ni en milieu naturel, sont de petits clubs avec moins de 50 licenciés. On peut toutefois s'interroger sur la validité de cette réponse, les baptêmes n'ayant peut-être pas été inclus dans le prêt de matériel.

En résumé, on constate que le prêt de matériel est une pratique retrouvée dans la quasi-totalité des clubs du Grand Est et la question de la désinfection une problématique à envisager pour tous.

3-Organisation de la désinfection du matériel dans le club

Question 10. Le club a-t-il organisé la désinfection ?

Dans un premier temps, 54/56 réponses "oui" et 2/56 "non" ont été obtenues. Compte tenu de l'incohérence entre ces 2 réponses négatives et le reste du questionnaire rempli par ces 2 clubs, j'ai contacté le club qui avait laissé une adresse mail et qui avait dans un premier temps répondu négativement pour lui demander de confirmer ou non sa réponse. Il m'a confirmé qu'ils effectuaient bien une désinfection du matériel et du coup a modifié sa réponse. En finalité à cette question nous obtenons donc 55/56 "oui" soit 98% des clubs répondants.

Pour le deuxième club, en l'absence d'adresse laissée sur le questionnaire, je n'ai pas pu les contacter. Il s'agit probablement d'une erreur de renseignement, puisque à la question « Décrire brièvement pourquoi vous ne faites pas de désinfection du matériel de plongée », la personne renseignant le questionnaire a répondu : « Désinfection détenteur à chaque séance piscine ».

Il en ressort que la totalité des clubs qui ont répondu à cette enquête ont bien mis en place une procédure de désinfection du matériel de plongée. Cette obligation réglementaire instaurée en 2012 est donc bien suivie dans l'ensemble des clubs répondants du Comité Est.

Question 11. La désinfection du matériel était-elle déjà réalisée au club avant qu'elle ne soit rendue obligatoire par le code du sport en 2012.

De façon assez surprenante, plus de la moitié des clubs 29 (53%) répondent « oui » à cette question.

On note 16 (29%) réponses négatives et 10 (18%) « Je ne sais pas ». Toutefois, cette désinfection étant obligatoire depuis plus de 8 ans, il est fort possible que certaines personnes qui répondent n'étaient pas encore plongeurs ou impliqués dans cette activité au sein du club.

Question 12. Quel matériel est désinfecté au sein du club

Matériel/réponse	OUI	NON	Non concerné
Détendeurs	55 (100%)	0	0
Masques	26 (47%)	28 (51%)	1 (2%)
Tubas	32 (58%)	16 (29%)	7 (13%)
Shorty	4 (7%)	32 (58%)	19 (35%)
Combinaisons	9 (16%)	36 (65%)	10 (18%)

D'après la réglementation seules les désinfections des détenteurs et des tubas sont obligatoires.

Cette notion semble très bien intégrée pour les détenteurs, puisque 100% (55/55) des clubs répondants déclarent les désinfecter.

Concernant les tubas, parmi les 23 réponses négatives ou “non concerné”, on retrouve les 6 clubs qui ont déclaré ne pas avoir de tubas, mais aussi 12 clubs qui déclarent en posséder plus de 10.

Concernant les masques, les shortys et les combinaisons, une majorité de clubs n’ont pas organisé leur désinfection. Cette désinfection n’est pas obligatoire réglementairement, mais selon les protocoles proposés par suite de la pandémie de covid-19, la désinfection de ces matériels est souvent préconisée. Pour les masques, la répartition est homogène et près de la moitié des clubs disent réaliser (26/55) et l’autre moitié ne pas réaliser (28/55) de désinfection.

Pour les combinaisons, si l’on exclut les 16 clubs qui en possèdent moins de 5, seuls 8/39 (21%) ont organisé leur désinfection.

Pour les shortys, 35 clubs en ont moins de 5 et sur les 20 restants, seuls 4 clubs déclarent les désinfecter. Ces 4 clubs sont également les seuls qui déclarent désinfecter l’ensemble du matériel de plongée dans cette enquête.

Ces résultats nous montrent que si la désinfection des détenteurs est pratiquée par l’ensemble des clubs, la désinfection du reste du matériel est très inhomogène et peut paraître insuffisante dans certains cas, comme pour les tubas. Une sensibilisation pourra être préconisée pour cet équipement en contact direct avec les mêmes muqueuses que les détenteurs et donc avec les mêmes risques potentiels de transmission d’infection.

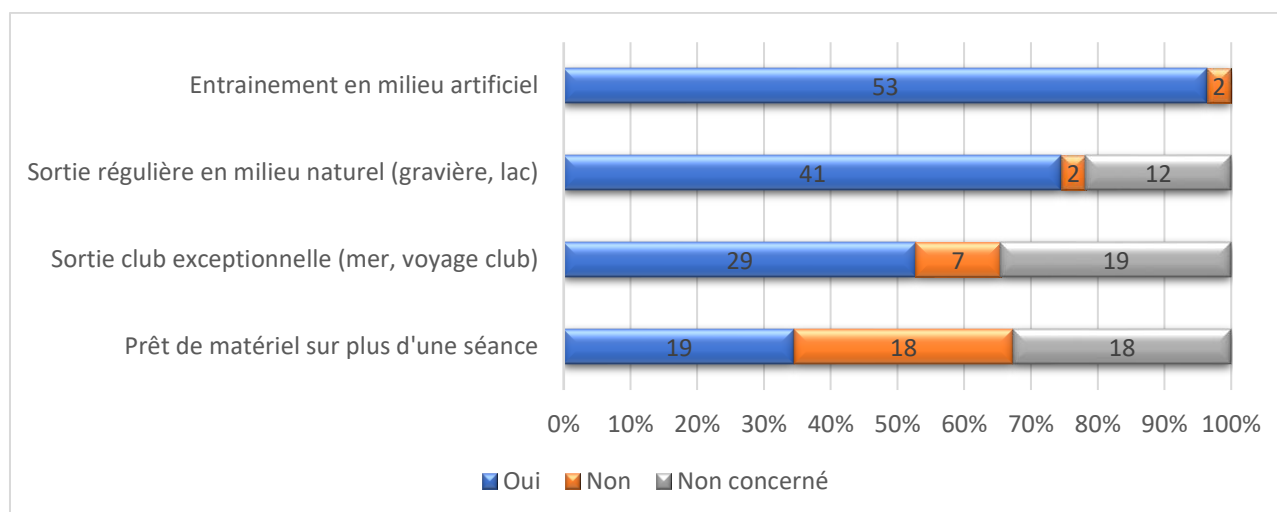
Pour les masques, même s’ils ne sont pas directement visés par la réglementation, on peut considérer que le risque de transmission d’infections est assez similaire du fait de leur proximité avec les muqueuses nasales.

Question 13. Avez-vous une personne désignée comme responsable de la désinfection du matériel ?

Un tiers des clubs 18/55 (33%) déclare ne pas avoir de personne responsable de la désinfection. Or, en l’absence de personne responsable, le risque est de ne pas avoir de suivi de l’hygiène du matériel et des produits nécessaires à la désinfection : choix des produits, renouvellement en fonction des stocks et date de péremption, bonne utilisation etc... La personne désignée n’est pas obligatoirement en charge de procéder à chaque désinfection, elle peut désigner par exemple à chaque séance la personne responsable de cette opération. Pour plus de la moitié des 37 clubs restants c’est le responsable matériel qui est désigné comme responsable et pour un tiers c’est le directeur de plongée qui s’en charge. Dans 5 clubs, c’est le responsable technique, dans 2 clubs c’est un encadrant, 2 autres clubs désignent une personne par séance et un club précise que chacun doit s’occuper de la désinfection de son propre matériel à l’issue de la séance.

Il y a donc moins de la moitié des clubs qui ont nommé une personne fixe comme responsable de cette activité.

Question 14. Avez-vous organisé la désinfection lors des activités suivantes :



Cette question s'intéresse aux situations dans lesquelles la désinfection peut être effectuée : entraînement en milieu artificiel (piscine, fosse), sortie régulière en milieu naturel (gravière, lac), sortie club exceptionnelle (mer, voyage club) ou prêt de matériel sur plus d'une séance. Les réponses montrent que l'habitude de réaliser la désinfection du matériel après les séances d'entraînement en piscine est bien implantée. En effet, 53/55 clubs (96%) ont mis en place cette désinfection. Seuls 2 clubs répondent ne pas le faire : l'un répond qu'il ne réalise des désinfections dans aucune des 4 situations proposées, néanmoins, à la question suivante il dit effectuer une désinfection après la restitution du matériel au club en fin de saison ; l'autre ne la réalise que lors de sorties en milieu naturel. Pourtant, ces 2 clubs disent prêter du matériel à chaque séance en piscine et en milieu naturel.

Pour la désinfection après les sorties régulières en milieu naturel, 2 clubs déclarent ne pas être concernés. Il s'agit d'un club qui ne fait pas de sortie en milieu naturel et d'un club qui en fait moins d'une par mois. Sur les 53 clubs restants, 41 clubs (77%) soit plus des $\frac{3}{4}$ réalisent une désinfection et seuls 12 (22%) ne la font pas.

Concernant les sorties exceptionnelles, sur 55 clubs, 7 clubs ne sont pas concernés et 19 clubs disent ne pas réaliser de désinfection. Un peu plus de la moitié 29/55 (53%) cependant se sont organisés pour cette situation.

Dans la situation de prêt du matériel sur plusieurs séances, un tiers (18/55) des clubs répondent qu'ils ne sont pas concernés, à l'exception de 2 de ces clubs, les réponses sont cohérentes puisqu'ils ne prêtent pas de matériel sur plusieurs séances. Un autre tiers (18/55) répond qu'ils ne l'ont pas organisé et parmi ces clubs, 5 déclarent prêter du matériel à la saison. Enfin pour le dernier tiers, 19 clubs disent qu'ils réalisent une désinfection du matériel à l'issue du prêt.

A la lecture des résultats, on constate que 32/55 clubs (58%) déclarent désinfecter le matériel dans les différentes situations où ils sont concernés. Si la désinfection du matériel est organisée par la quasi-totalité des clubs (53/55) en piscine ou en milieu naturel (51/43), la désinfection dans les autres situations apparaît beaucoup moins systématique : 29/30 lors des voyages et à peine plus de la moitié lors des prêts sur plusieurs séances (19/37)

Globalement, on note un taux de désinfection insuffisant après utilisation du matériel prêté sur une période prolongée.

4-Méthode pratique de désinfection

Question 15. A quel moment est effectué la désinfection du matériel ?

Tout d'abord, une question sur le moment où est pratiquée la désinfection.

La majorité des clubs, soit 40/55 (73%), dit désinfecter le matériel après utilisation, le jour même.

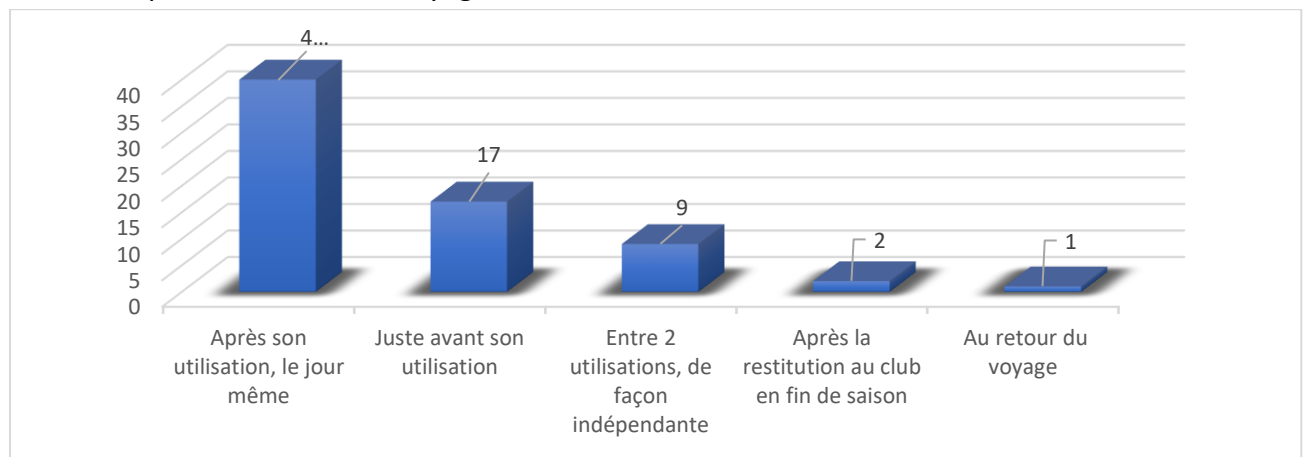
Parmi ces 40 clubs, 27 déclarent que c'est l'unique moment pour effectuer la désinfection.

Pour les 13 autres plusieurs situations sont proposées, 8 désinfectent également juste avant l'utilisation du matériel, 4 entre 2 utilisations, de façon indépendante et un au retour de voyage. Le questionnaire ne permet pas de savoir pour ces 8 clubs si c'est le même matériel qui est désinfecté 2 fois ou si le moment est variable et dépend des situations rencontrées.

Pour 17 clubs la désinfection peut être faite juste avant l'utilisation du matériel, pour 7 d'entre eux c'est le seul moment où est réalisé cette désinfection.

Pour 9 clubs, la désinfection est réalisée entre 2 utilisations, de façon indépendante, c'est pour 4 clubs la seule façon de faire. Cette méthode a l'avantage de regrouper le matériel à désinfecter et permettre à la personne qui le réalise d'en choisir la date, cependant comme expliqué plus loin, elle n'est pas à recommander pour la qualité de la désinfection.

Pour 4 clubs, la désinfection est effectuée après la restitution au club en fin de saison et 1 club la réalise après les retours de voyage.



Pour 18 clubs les réponses sont multiples, il est probable que le moment choisi pour réaliser la désinfection est variable en fonction des situations.

L'entretien au plus près de l'utilisation paraît être la meilleure solution du point de vue microbiologique. En effet, la désinfection immédiate après l'utilisation, le jour même, limitera le développement des microorganismes et le risque de formation de biofilms sur le matériel. De plus, quand cette routine est mise en place, elle permet d'éviter l'oubli en cas de situation précipitée lors d'une prochaine plongée.

Question 16. Faites vous un nettoyage préalable à la désinfection ?

La question est de savoir si un nettoyage du matériel est effectué avec un détergent (lessive ou savon liquide par exemple) avant sa désinfection ? Si oui, précisez dans la case (Autre...) si vous le faites pour tout matériel ou uniquement pour certains matériels, précisez lesquels.

Une grande majorité des clubs 48/55 (87%) dit ne pas réaliser d'étape de nettoyage du matériel avant la désinfection, parmi eux, un club précise qu'il utilise un détergent-désinfectant, un autre, qu'il le fait parfois après avoir été en milieu naturel et un déclare ne pas faire de nettoyage pour les détendeurs et les tubas, mais un lavage et un rinçage pour les masques et les combinaisons.

Il y a 7 clubs (15%) qui déclarent faire cette étape préalable de nettoyage. Trois clubs ne donnent aucune précision, un dit le faire pour les détendeurs, un autre pour les détendeurs et les stabs, un troisième pour les combinaisons et un dernier précise qu'il le fait une fois par an pour les combinaisons uniquement.

Une des bases de l'hygiène est qu'on ne peut bien désinfecter que ce qui est propre. Ainsi, toutes les procédures de désinfection concernant le matériel, les surfaces ou la peau, intègrent systématiquement une étape préalable de nettoyage. Parfois cette étape est associée, lorsque l'on utilise des produits « deux en un » qui sont appelés détergents-désinfectants.

Bien évidemment l'action séparée de produits adaptés donne habituellement de meilleurs résultats.

La procédure recommandée est de réaliser 4 étapes comprenant d'abord un nettoyage avec un produit détergent, puis un rinçage à l'eau claire, ensuite la désinfection avec un temps de contact suffisant et enfin un dernier rinçage. Une telle procédure complète est satisfaisante sur le plan microbiologique, mais dans la pratique, elle est chronophage, pas toujours simple à mettre en place et demande beaucoup de conviction. La solution alternative possible est d'utiliser des produits détergents-désinfectants qui sont un compromis permettant d'associer les deux actions nettoyantes et biocides. L'utilisation d'un tel produit ne nécessite plus que 2 étapes, d'abord un trempage dans la solution de détergents-désinfectants avec un temps de contact puis un rinçage à l'eau claire.

La pandémie actuelle de Covid-19 a mis en exergue la nécessité d'une bonne désinfection du matériel, mais le choix de la méthode reste difficile pour les clubs.

Ainsi, un tutoriel publié en juin 2020 dans le cadre de la pandémie de covid-19 et intitulé « Bien laver, rincer et désinfecter son matériel » est proposée par la Commission Régionale Médicale et Prévention du Comité Bretagne et Pays de la Loire (CIBPL) :

<https://mon.cibpl.fr/seance/bien-laver-rincer-et-desinfecter-son-materiel/>

Dans cette vidéo nous voyons une procédure complète de nettoyage et désinfection qui intègre pour le masque et le détendeur une étape de 10 minutes de nettoyage par un brossage minutieux extérieur et intérieur du détendeur à l'aide d'une brosse à dents. Si cette procédure est plus complète du point de vue de l'hygiène, elle semble malheureusement peut réalisable d'un point de vue pratique pour des clubs qui auraient beaucoup de matériel à traiter et parfois peu de temps après chaque plongée. D'autant plus, que si l'on veut être vraiment

parfait, il faudrait démonter le matériel, en particulier la chambre sèche du second étage pour pouvoir atteindre toutes les parties exposées à la salive ou aux postillons. Une des grandes questions dans le domaine de l'hygiène et plus largement de la prévention est toujours de savoir si l'on en fait trop ou trop peu ! Seule une étude du risque réel et la notion de risque accepté ou acceptable pourrait y répondre.

Question 17. Quelle méthode de désinfection utilisez-vous ? Durée ?

Il existe plusieurs méthodes pour désinfecter à l'aide de produits désinfectants. On peut soit immerger le matériel dans la solution, soit passer une lingette pré-imprégnée de désinfectant, soit la pulvériser à l'aide d'un spray. La méthode à utiliser est précisée par le fabricant pour chaque produit.

- Concernant la méthode par trempage, 42 clubs déclarent l'utiliser.

Pour les produits désinfectants par trempage, les fabricants proposent de les utiliser à une concentration et pendant une durée définie. Normalement cette concentration et cette durée doivent correspondre à des valeurs testées lors du passage des normes d'activité et ainsi garantir une efficacité de la procédure. Ces valeurs peuvent être très variables en fonction des produits et soit correspondre à des produits prêts à l'emploi, sans dilution, ou des produits à diluer, par exemple à 5% ou 2% dans de l'eau tiède ou froide. Les durées de trempage sont également variables et peuvent parfois aller de 5 à plus de 30 minutes en fonction de l'objectif à atteindre, bactéricidie, virucidie, sporicidie... Pour les réponses concernant le trempage, 10 (18%) clubs déclarent ne pas mesurer le temps de trempage, dont un précise moins de 2 minutes. Un seul répond qu'il chronomètre pendant plus de 10 minutes. Pour les 33 clubs qui donnent une durée, 14/33 (42%) ont un temps de contact supérieur à 10 minutes, 5 clubs répondent 5 à 10 minutes, 10 clubs 2 à 5 minutes et 4 clubs moins de 2 minutes. Ces réponses sont difficiles à interpréter et doivent être mises en lien avec le produit utilisé. Etonnamment, parmi les clubs qui disent laisser tremper le matériel, 8 clubs répondent en parallèle qu'ils utilisent uniquement de l'Ecostérix® qui est plutôt utilisé sous forme de spray ce qui est incohérent. Il est possible qu'il y ait eu un problème de compréhension du questionnaire, que le produit est utilisé en trempage (ne correspondant pas aux recommandations du fabricant) ou que la personne qui a renseigné le formulaire ne connaissait pas précisément les modalités pratiques de la désinfection (ici 7 présidents).

Parmi les 13 clubs qui ont déclaré ne pas effectuer de trempage, 12 utilisent effectivement uniquement de l'Ecostérix® qui est en spray prêt à l'emploi, ce qui est cohérent.

- Pour la méthode par essuyage, il semble qu'aucun des clubs ayant répondu à l'enquête ne l'utilise, elle est parfois proposée sur les sites internet pour la désinfection du matériel de plongée, mais n'a pas l'air de faire d'adepte.
- Concernant la méthode par spray, 29 clubs déclarent l'utiliser, c'est l'Ecostérix® qui est le plus souvent utilisé, mais 2 clubs utilisent également d'autres sprays désinfectants.

Le fabricant de l'Ecostérix® recommande dans le mode d'emploi de la fiche technique en ligne sur son site de laisser agir 30 secondes à 15 minutes en fonction de l'effet recherché (<https://abyssnaut.com/wp-content/uploads/2019/05/FT-OksyBio100-EcoSterix-2020->

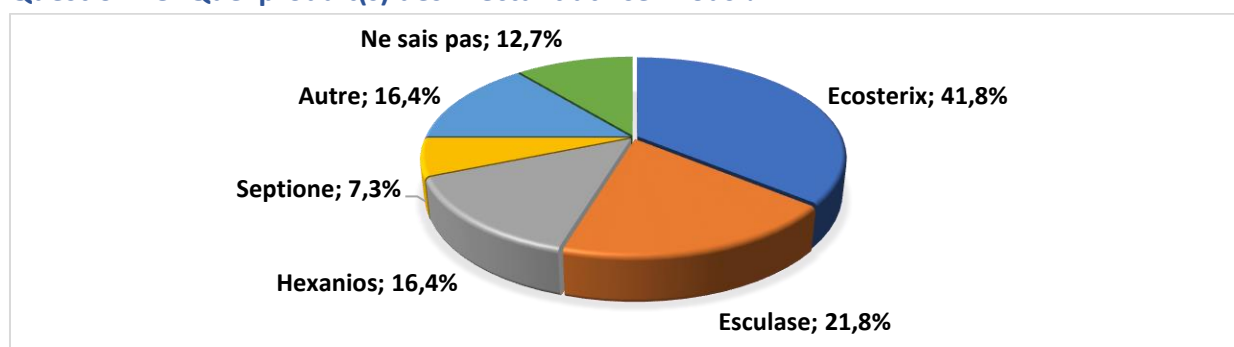
[Plongée.pdf_08/2020](#)). Comme l'effet recherché pour la désinfection des détendeurs correspond à une désinfection de niveau intermédiaire, la durée de contact nécessaire doit être de 15 minutes. A noter que pour une désinfection de bas niveau, par exemple pour des combinaisons sèches, une durée de 5 minutes serait suffisante.

Parmi les 22 clubs qui utilisent l'Ecosterix®, les durées de contact déclarées sont très variables : inférieur à 2 minutes pour 2 clubs, de 2 à 5 minutes pour un autre et de 5 à 10 minutes pour 2 clubs. Seuls 5 clubs déclarent laisser un temps de contact supérieur à 10 minutes. Huit clubs ne mesurent pas le temps de contact du produit.

En fait, cette méthode par spray sans rinçage ne nécessite pas la mesure de durée de contact dans le cas d'une application du désinfectant effectuée en fin d'utilisation du matériel. Ceci est effectivement le cas pour 6 de ces 8 clubs.

Le format prêt à l'emploi en spray est rapide et facile à utiliser par exemple en milieu extérieur et permet une alternative qui ne nécessite pas de matériel ni de manipulation complémentaire (dilution, trempage, rinçage...). Ainsi, lorsque l'on compare le nombre de clubs ayant répondu qu'ils utilisaient un spray (29) avec le nombre de produits en spray déclarés 24/55 pour clubs (44%) on constate une incohérence. Soit la formulation de cette question n'était pas suffisamment claire, soit les personnes qui ont répondu ne connaissaient pas précisément la procédure d'utilisation.

Question 18- Quel produit(s) désinfectant utilisez-vous ?



La question concerne le ou les produits désinfectants utilisés par les clubs. Le produit le plus utilisé dans notre enquête est l'Ecosterix®. C'est le produit qui est recommandé actuellement par la FFESSM (<http://medical.ffessm.fr/wp-content/uploads/Desinfections-embouts-de-detendeurs-et-tuba-Subaqua.pdf>) et qui est utilisé par 22/55 clubs (40%). Il s'agit d'un produit disponible sous forme de spray à utiliser sans dilution directement sur le matériel. Il est fabriqué par la société AbyssNaut® et peut être acheté en flacon-spray de 75 mL prêt à l'emploi. Il s'agit d'un produit désinfectant à base d'acide peracétique et sans action détergente. Le mode d'emploi précise qu'une phase préalable de détergence doit être réalisée avant sa pulvérisation sur le matériel.

Au deuxième rang, on trouve l'Esculase® utilisé par 12/55 clubs (22%). C'est le produit précédemment recommandé par la FFESSM. Il s'agit d'un produit à base d'ammonium quaternaire et d'enzymes protéolytiques qui était en poudre et nécessite une dilution avant de pouvoir être utilisé. Il s'agit d'un produit qui a une action nettoyante importante du fait de

la présence des enzymes associés au désinfectant. Le matériel peut être immergé complètement dans la solution. C'était le laboratoire Phagogène® qui fabriquait ce désinfectant, il a été racheté par le laboratoire Christeyns® et ce produit ne semble plus être commercialisé.

Dans 9 clubs (16%) c'est l'**Hexanios**® qui est utilisé. C'est un produit fabriqué par le laboratoire Anios® qui contient un ammonium quaternaire, un biguanide (Polyhexanide) et de l'isopropanol. Ce produit était également recommandé il y a quelques années par la FFESSM. Pour atteindre un niveau de désinfection intermédiaire le fabricant préconise son utilisation à une dilution de 0,5% pour un temps de contact de 15 minutes. Il s'agit d'un produit détergent-désinfectant utilisé en trempage.

Quatre clubs utilisent du **Septione**®, fabriqué également par le laboratoire AbyssNaut®. Il contient comme principe actif un ammonium quaternaire qui lui confère des propriétés détergentes et désinfectantes. Dans la fiche technique l'activité virucide et mycobactéricide ne sont pas détaillées. Le fabricant propose de l'utiliser en trempage pendant 10 minutes à une dilution de 2%.

Plusieurs autres produits sont signalés et utilisés chaque fois par un seul club :

- L'**Anios Clean Excel D**® est un produit détergent-désinfectant à base d'ammonium quaternaire et de digluconate de chlorhexidine.
- Le **Sanicid 5**® du laboratoire Garcin est un produit détergent-désinfectant qui contient deux ammoniums quaternaires différents.
- **Atout Vert ND 301**® du laboratoire PurOdor qui surfe sur la vague verte propose une formule enzymatique à base d'acide lactique (désinfectant d'origine biologique) et de dérivés provenant de la résine de pin. Le dossier technique rapporte une activité virucide selon la norme EN 14476 sur le virus de la vaccine à une concentration de 5% en 60 minutes. Ce produit est présenté comme éco-responsable, 99 % du total des ingrédients sont d'origine naturelle et d'après le fabricant sa formulation a été réalisée à partir de composés biodégradables d'origine végétale ou minérale.
- Le **Bacterless**® des laboratoires CMA, composé également d'un ammonium quaternaire et dont le créneau semble plutôt être le nettoyage des combinaisons. Il est utilisé à une dilution de 0,5% avec un temps de contact de 30 minutes.
- Le **Mikrozid AF Liquid** du laboratoire Schülke est une solution désinfectante prête à l'emploi qui contient de l'éthanol et de l'isopropanol. Ce produit assure une désinfection alcoolique rapide par l'utilisation d'une solution prête à l'emploi qui doit être vaporisée pure sur les objets et les surfaces à traiter.
- Le **Tenorbact Spray**® fabriqué par le groupe RESO est un produit prêt à l'emploi qui nécessite un temps de contact de 30 minutes pour atteindre la virucidie l'hépatite B. Il contient un ammonium quaternaire associé à de l'éthanol et de l'isopropanol.
- Sont également cités le **Septivon**® qui est en fait un savon antiseptique, dont la substance active est le gluconate de chlorhexidine à 1,5%. Il s'agit d'un antiseptique local associé à un agent moussant. Il est utilisé pour le nettoyage et le traitement d'appoint des lésions infectées ou exposées à un risque d'infection. Étonnamment il est précisé que ce produit a été fourni

par un professionnel de santé du club. L'**AcrylCleaner**[®] du laboratoire AbyssNaut[®] semble être un détergent simple est également cité. Il a été développé pour le nettoyage des panneaux de méthacrylate / PMMA dans les grands aquariums. Un club dit utiliser de l'**eau oxygénée à 10 volumes**. Il s'agit d'un antiseptique qui peut être utilisé pour des plaies et des brûlures superficielles, mais qui n'est pas adapté à la désinfection du matériel.

- Il y a enfin un club qui dit n'utiliser que du **savon de Marseille**, produit qui leur a été conseillé « par les anciens » ! Si le savon de Marseille est bien connu pour son action nettoyante, il n'a cependant pas fait la preuve d'une activité biocide notamment vis-à-vis des microorganismes les plus résistants.

La majorité des clubs n'utilise qu'un produit. Il y a néanmoins 7 clubs qui utilisent plusieurs produits, parfois même jusqu'à 4 produits différents. On peut penser que l'utilisation des différents produits va dépendre de la situation, du lieu ou du matériel à désinfecter ou de la disponibilité du produit. Pour ces clubs il y a toujours un produit qui peut s'utiliser en spray parmi les désinfectants utilisés

Dans 7 cas sur 55 réponses (13%), la personne qui renseigne le questionnaire ne sait pas quel produit de désinfection est utilisé. Certains font la remarque qu'ils ne peuvent pas se rendre au local du club pour vérifier le nom du désinfectant comme l'enquête a été faite pendant la période de confinement.

On constate que globalement les clubs suivent les propositions d'utilisation des produits désinfectants faites par la FFESSM, puisque plus des $\frac{3}{4}$ des clubs (42/55, 76%) utilisent un désinfectant actuellement ou anciennement recommandé.

On peut noter que les clubs qui n'utilisent pas de produits de désinfection ne respectent pas la réglementation française actuelle qui exige précisément une action de désinfection et non de nettoyage des détendeurs et des tubas.

Question 21- Préparation de la solution de désinfection

Une question concernait la préparation des produits désinfectants.

Parmi les 55 clubs répondants, 30 (54%) déclarent préparer la solution désinfectante juste avant chaque utilisation puis la jeter. A noter que parmi ces clubs, 5 disent utiliser uniquement un spray prêt à l'emploi, ce qui paraît incohérent.

Pour 22/55 clubs (40%) le produit est prêt à l'emploi, il s'agit effectivement pour 19 d'entre eux de l'utilisation d'un spray. Les 3 clubs restants utilisent 2 produits à diluer et le dernier ne connaissait pas le nom du produit.

Pour 4 clubs, la solution est préparée à l'avance et jetée après utilisation, alors que 3 clubs gardent et utilisent plusieurs fois la solution pour le matériel avant de la jeter.

Il y a 5 clubs qui mettent 2 réponses. Pour 4 d'entre eux ils utilisent des produits différents et ont donc des modalités de préparation différents (prêt à l'emploi ou à diluer). Un des clubs répond que la solution sera gardée pour servir à d'autres utilisations (nettoyage, entretien...). Dans l'idéal, les produits utilisés sont soit directement prêts à l'emploi, soit préparés au moment de la désinfection. C'est le cas pour une grande majorité des clubs (44/55, 80%) où la réponse est conforme aux attentes. Pour la plupart de produits désinfectants, après la

dilution, la solution ne se conserve pas bien, ils doivent par conséquent être préparés au minimum le jour de l'utilisation. Dans une même journée on considère que la solution peut être utilisée plusieurs fois si elle n'est pas visiblement souillée et si elle n'a pas été trop diluée par le matériel trempé déjà mouillé. Il est aussi possible de définir un nombre limite maximum de matériel trempé en fonction du volume total. Ainsi, pour du matériel de plongée comme les détendeurs, il faudra être vigilant à bien égoutter les deuxièmes étages qui peuvent contenir un volume important d'eau dans la chambre humide, afin d'éviter une dilution de la solution, que ce soit pour du trempage ou en spray. Si l'on veut préparer la solution désinfectante à l'avance ou l'utiliser plusieurs fois, il faudra s'assurer que le liquide est limpide et non dilué, que la dilution date de moins de 24h et qu'une quantité maximale "raisonnable" (à définir) de matériel traité n'a pas été dépassée. Sinon, il faudra préparer une nouvelle solution !

Un seul club garde la solution de désinfectant pour d'autres utilisations, comme l'entretien de locaux. Si les conditions de conservation de la solution sont correctes, pourquoi ne pas s'en servir avant de la jeter. En effet, plusieurs des produits utilisés peuvent servir pour nettoyer et désinfecter les surfaces ou les sols.

On remarque quelques incohérences dans les réponses entre le produit utilisé et sa préparation. Il est possible que la personne qui ait répondu au questionnaire ne soit pas elle-même celle qui fait la désinfection et ne connaisse pas précisément les modalités pratiques d'utilisation.

5-Critères de choix des produits de désinfection

Question 19- Comment a été choisi le produit de désinfection ?

La question suivante s'intéresse à la démarche qui a conduit les clubs à choisir le produit désinfectant qu'ils utilisent. On a déjà vu lors d'une question précédente que plus des $\frac{3}{4}$ des clubs (42/55) utilisent un désinfectant qui a été recommandé par la FFESSM. Il y a effectivement 31 de ces 42 clubs qui confirment que leur choix a été dicté par les recommandations fédérales. Pour 13 clubs le désinfectant est choisi ou fourni par un professionnel de santé qui est souvent membre du club et 5 clubs utilisent le produit proposé par leur magasin de matériel de plongée. Enfin, huit clubs répondent qu'ils utilisent un produit qui leur a été conseillé par un autre club ; pour 7 d'entre eux, il s'agit d'un produit qui a été recommandé par la FFESSM, pour le dernier répondant, le produit utilisé est plus un produit pour le nettoyage des combinaisons en néoprène que d'un vrai désinfectant, ce qui ne semble pas être le meilleur choix.

Le club qui a choisi d'utiliser le savon de Marseille précise que son choix fait suite aux conseils des "anciens", "probablement de Marcel" ! Ce choix ne semble pas des plus pertinents pour aboutir à une désinfection et ne répond pas au critère de désinfection exigé par la réglementation française.

Un seul club répond que le choix du produit utilisé par le club fait suite à une étude des produits disponibles. Ce club a d'ailleurs fait le choix d'un produit présenté comme éco-

responsable, dont 99 % du total des ingrédients sont d'origine naturelle et formulé d'après le fabricant à partir de composés biodégradables.

Seuls 2 clubs n'ont pas répondu à cette question.

Dans les critères de choix des 19/23 clubs utilisateurs de l'Ecosterix, la préconisation actuelle de la FFESSM est entrée en ligne de compte. Par contre, 10 clubs sur 12 clubs pensent que l'Esculase® est encore préconisé par la FFESSM, ce qui n'est plus le cas depuis 2017, de même pour 4 clubs sur 9 qui estiment que l'Hexanios® est encore préconisé par la FFESSM, ce qui n'est plus le cas.

Enfin, 2 des 7 clubs qui ne connaissent plus le nom du produit qu'ils utilisent déclarent avoir choisi un produit préconisé par la FFESSM.

On peut remarquer qu'un seul des 12 clubs conseillés/fournis par professionnel de santé dit utiliser la désinfection en spray, les professionnels seraient-ils septiques sur l'efficacité de ce procédé ?

En fait, il est probable que la plupart des plongeurs ne connaissant pas trop le sujet des désinfectants préfèrent se référer à des recommandations nationales fédérales.

Question 20- Quels ont été pour vous les principaux critères de choix de la méthode/produit de désinfection ?

Cette question recense les critères de choix par rapport à l'efficacité et la facilité d'utilisation de la méthode ou le produit utilisé.

Plusieurs affirmations étaient proposées et la personne pouvait choisir pour chacune d'entre elle 3 réponses : oui, non ou ne sait pas.

Les réponses obtenues sont résumées dans le tableau ci-dessous :

Critères de Choix des désinfectants	Oui	%	Non	%	NSP	%
Produit très efficace contre les infections	37	70%	0	0%	16	30%
Produit non agressif pour le matériel	37	71%	1	2%	14	27%
Produit respectant l'environnement (biodégradable)	31	60%	4	8%	17	33%
Produit non toxique pour les plongeurs	40	77%	4	8%	8	15%
Produit 2 en 1 : détergent et désinfectant	14	29%	12	25%	22	46%
Produit pas cher	6	13%	26	54%	16	33%
Action très rapide	30	61%	12	24%	7	14%
Très facile à utiliser	48	92%	2	4%	2	4%
Facilement disponible à l'achat	42	84%	3	6%	5	10%
Produit actif sur les virus	27	51%	1	2%	25	47%

NSP : Ne Sait Pas

On remarque que suivant les questions il manque entre 2 à 7 réponses pour chacune des propositions.

Dix clubs n'ont pas répondu à toutes les questions dont 2 clubs qui n'ont renseigné aucune des 10 propositions. Un club a renseigné "Ne sait pas" à toutes les propositions et un autre a laissé 6 cases vides et 4 "Ne sait pas".

Différentes lectures de ce tableau sont possibles. On peut faire une lecture horizontale en analysant chacun des critères proposés indépendamment ; verticale en comparant les critères

les uns aux autres ; croisée en liant ces critères avec les autres questions, notamment celles concernant les méthodes et les produits utilisés par chacun des clubs. Avec une valeur pour atteindre la moyenne à 28 clubs (55 divisé par 2).

La lecture horizontale nous montre que dans cette enquête la majorité des clubs avait choisi des produits qu'ils pensaient efficaces (70%), non agressifs pour le matériel (71%), biodégradables (60%), non toxiques pour les plongeurs (77%), avec une action rapide (61%), facile à utiliser (92%) et facile à acheter (84%). Concernant l'activité antivirale, seuls 27/53 (51%) ont pris ce paramètre en compte, 25 ne savent pas et 1 pense que ça n'a pas été un point important. Le critère de prix ne rentre pas vraiment en ligne de compte pour 26/48 clubs (54%), pour 6 clubs c'est un critère de choix et 16 clubs ne savent pas. Enfin, à la proposition concernant l'action détergente du produit en plus de la désinfection (2 en 1), 22/48 clubs (46%) répondent qu'ils ne savent pas, 14 l'ont effectivement pris en considération et 12 n'en tiennent pas compte.

La lecture verticale du tableau va nous montrer que le critère de choix le plus important pour les clubs qui ont répondu est sa facilité d'utilisation (92%), puis la disponibilité à l'achat (84%), la non-toxicité pour les utilisateurs (77%), l'absence d'agressivité pour le matériel (71%). L'efficacité du produit n'arrive qu'en cinquième position (70%), puis la rapidité d'action (61%). Le respect de l'environnement n'arrive qu'en septième position (60%). L'activité antivirale n'est une préoccupation que pour 51% des clubs, il est probable que si l'enquête était refaite à l'automne 2020 après la pandémie de covid-19 et toutes les recommandations qui nous ont accompagnés pendant le printemps et l'été 2020 un nombre plus important de clubs serait attentif à ce paramètre.

Pour les critères qui rentrent le moins en ligne de compte dans le choix du produit, c'est le prix qui semble le moins important (54%). Pour aucun des clubs l'activité désinfectante n'est un critère de choix et 1 seul club ne prend pas en compte l'agressivité pour le matériel ou l'activité sur les virus.

Concernant les paramètres pour lesquels les clubs ne savent pas s'ils ont été un critère de choix, on retrouve en première position l'activité sur les virus (48%) puis l'action détergente et désinfectante (46%). Seuls 2 clubs ne savent pas si la facilité d'utilisation n'a pas été prise en compte.

Concernant une lecture des résultats croisée avec les autres colonnes, on peut remarquer par exemple que la moitié des clubs (7/14) qui disent prendre en compte la présence de détergent, utilisent effectivement un produit détergent désinfectant. On voit également que les 2 clubs qui ne prennent pas en compte la facilité d'utilisation ne savent pas le nom du produit utilisé.

6-Actions suites à la désinfection

Question 22- Effectuez-vous un rinçage du matériel à l'eau ?

Trente clubs sur 55 (55%) déclarent réaliser un rinçage du matériel après l'avoir désinfecté. Onze clubs ne font pas de rinçage après l'étape de désinfection, dont 10 qui utilisent un spray,

le rinçage dans ce cas n'étant pas obligatoire, et 1 qui ne sait pas ce qu'il utilise. On compte 13 clubs qui rincent avant la désinfection, dont 7 avant et après la désinfection.

Le rinçage avant la désinfection fait suite habituellement à une étape de nettoyage. Sinon, un rinçage seul n'est recommandé que si le matériel est visiblement souillé par de la terre ou de la vase par exemple.

La quasi-totalité des clubs utilisant la méthode de trempage réalisent donc un rinçage après la désinfection.

Question 23- Elimination du produit de désinfection après utilisation

A la question sur la méthode d'élimination du produit après désinfection, 22/55 clubs (40%) répondent qu'ils l'éliminent lors du rinçage ; 16 clubs versent la solution dans les écoulements au bord des bassins ; 12 versent dans les toilettes et 3 dans le tout-à-l'égout. Il y a 5 clubs qui précisent ne pas avoir d'élimination à faire puisqu'ils utilisent un spray et un club qui élimine la solution dans la piscine.

On note 5 réponses doubles, liées possiblement à l'utilisation de plusieurs produits, ou selon des situations différentes.

Pour cette question, plusieurs réponses semblent incohérentes, notamment pour des clubs qui utilisent l'Ecostérix® et qui disent verser le produit de désinfection dans l'écoulement au bord du bassin (7 clubs) et 5 clubs qui répondent à la question précédente qu'ils ne font pas de rinçage et ici qu'ils éliminent le produit lors du rinçage.

La réglementation spécifique à l'élimination des déchets à l'article R214-5 au titre 1^{er} Eau et milieu aquatique et marin du Code de l'Environnement précise les quantités de rejet de produits chimiques maximums autorisés.

Vu les quantités de produit utilisées lors de la désinfection du matériel de plongée et leur concentration en produits purs, on peut considérer leur utilisation comme domestique et les éliminer par l'intermédiaire du réseau des eaux usées.

Question 24- Gardez-vous un enregistrement des désinfections effectuées ?

Concernant la traçabilité des actions de désinfection sous forme d'un enregistrement, la grande majorité des clubs ne l'a pas mise en place, puisque 51/55 clubs (93%) répondent non. Certains clubs font remarquer que la désinfection étant obligatoire, la traçabilité ne leur semble pas utile. Deux clubs répondent qu'ils ont mis en place une traçabilité pour tout le matériel désinfecté. Un autre club précise qu'il note uniquement la date et le responsable et un club n'enregistre que la désinfection annuelle de ses masques.

On peut effectivement se demander si une traçabilité est nécessaire pour tout le matériel désinfecté. On est dans une époque où ce qui n'est pas noté n'est pas considéré comme réalisé et l'on voit régulièrement des fiches de traçabilité affichées sur les murs des sanitaires dans des restaurants, des grandes surfaces ou sur des aires d'autoroute.

Si l'on ne veut pas mettre en place un document de traçabilité qui risque d'être lourd à gérer, une solution peut être de rédiger un protocole et de mettre en place des procédures validées

par le président ou le responsable technique et d'avoir un suivi de la consommation et/ou de l'achat des produits désinfectants utilisés.

7-Perception de la désinfection du matériel de plongée

La dernière partie du questionnaire concerne plus l'aspect psychologique de la désinfection et de la perception qu'en ont les plongeurs.

Question 25- Pensez-vous que la désinfection du matériel du club soit utile ?

A cette première question sur la perception de l'utilité de cette action de désinfection, la majorité des clubs (46/56, 82%) répond « oui », 2 répondent « non » et 6 « je ne sais pas ». Le nombre total de réponses repasse à 56, puisque le club qui avait répondu par la négative à la question initiale sur l'organisation de la désinfection par le club a accès à ces dernières questions.

Deux clubs répondent sous la forme d'un commentaire, le premier pense que la mise en œuvre est trop compliquée « *trop difficile à mettre en œuvre tel que demandé dans le code du sport, méconnaissance du domaine et des produits, procédure inadaptée en piscine lorsque le même matériel peut être utilisé par plusieurs groupes à la suite* », le second considère qu'il faut que le système immunitaire soit plus stimulé « *c'est un avis personnel, et plutôt à contre-courant, mais je pense que plus notre société va désinfecter tout et n'importe quoi, jusqu'à la nourriture devenue aseptisée, moins l'organisme travaillera pour se créer ses propres défenses immunitaires, et réagira par conséquent de moins en moins à tout type d'agressions* ». Les 2 personnes qui font ces remarques sont dans des clubs qui réalisent une désinfection par immersion du matériel dans du détergent-désinfectant. Pour la première remarque, il est évident que cette étape de désinfection nécessite une organisation et du matériel complémentaire, mais l'on constate à l'usage que lorsqu'une organisation systématique est mise en place, la réalisation de cette étape semble moins lourde et devient moins difficile à réaliser. Concernant le système immunitaire, on sait effectivement que son bon fonctionnement est lié à sa stimulation, mais le partage de microorganisme par la mise en bouche d'un détendeur ou d'un tuba ne semble pas la meilleure occasion pour le faire travailler et que dire de la responsabilité du président en cas de transmission d'une maladie infectieuse lors d'activités de loisirs. (?)

Il est très intéressant tout de même de constater qu'une grande majorité des clubs perçoivent cette étape de désinfection devenue obligatoire en 2012 comme utile.

Question 26- Votre perception du risque de transmission d'infections par l'intermédiaire du matériel de plongée a-t-elle changé depuis que la désinfection est réglementaire (2012) ?

Près de la moitié des clubs (27/55, 49%) rapportent avoir changé leur perception du risque de transmission d'infections par l'intermédiaire du matériel de plongée suite à la réglementation de 2012 rendant obligatoire la désinfection. En comparant ces résultats avec ceux de la question qui demandait si la désinfection était déjà réalisée avant 2012 on constate que pour les 29 clubs qui déclarent déjà réaliser la désinfection, la perception du risque n'a été modifiée

que dans 38% des cas (11/28), alors que pour ceux qui ne réalisaient pas encore cette désinfection, la perception est modifiée pour 69% des cas (11/16).

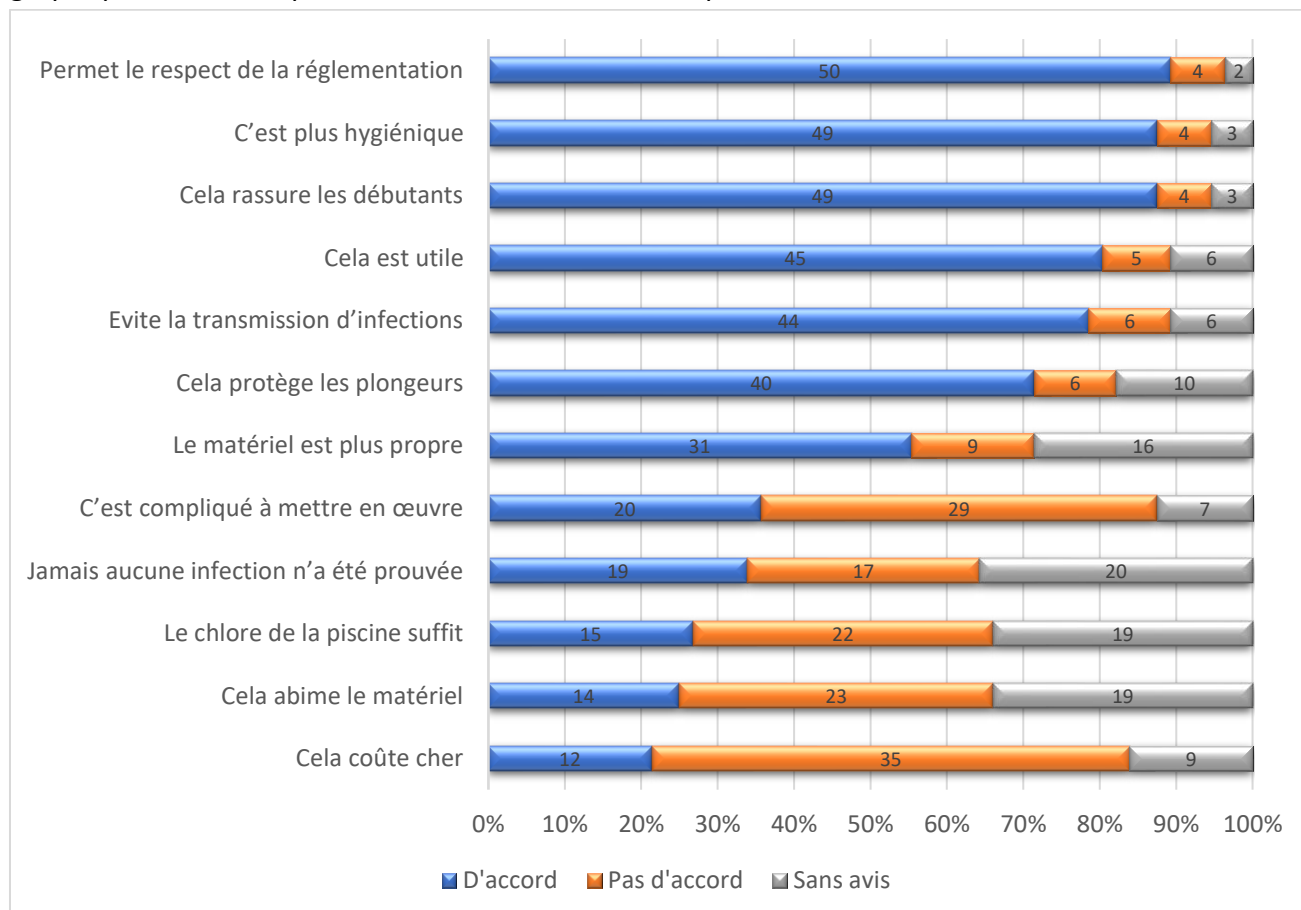
D'après ce résultat, cette obligation de désinfecter intégrée dans le code du sport a donc permis une prise de conscience de ce risque de transmission d'infection par le matériel de plongée et l'on a pu constater grâce à cette enquête que tous les clubs qui ont répondu disent réaliser cette action.

Question 27- Classez ces arguments concernant la désinfection :

La dernière partie du questionnaire avait pour objectif d'observer l'attitude et l'avis global des clubs vis-à-vis de la désinfection en plongée. Pour ce faire un petit questionnaire utilisant l'échelle de Likert (https://fr.wikipedia.org/wiki/Échelle_de_Likert) proposait aux personnes de donner leur avis sur 12 affirmations concernant la désinfection du matériel de plongée. Les réponses permettaient à la personne interrogée d'exprimer son degré d'accord ou de désaccord avec l'affirmation proposée. Une gradation impaire comprenant 5 niveaux a été choisie pour permettre aux personnes de ne pas avoir un choix forcé « pour ou contre » mais d'exprimer éventuellement un avis neutre. Les réponses possibles étaient :

1- Tout à fait d'accord ; 2-D'accord ; 3-Ni en désaccord ni d'accord ; 4-Pas d'accord ; 5-Pas du tout d'accord.

Les réponses d'accord (1 et 2) et les réponses pas d'accord (4 et 5) ont été regroupées dans le graphique ci-dessous pour faciliter la lecture et l'interprétation.



On constate que les 3 premières affirmations présentées dans le graphique font quasiment l'unanimité puisque plus de 85% des réponses sont en accord. Les propositions « Permet le respect de la réglementation », « C'est plus hygiénique » et « Cela rassure les débutants » ont en effet respectivement 50, 49 et 49 avis favorables sur 56 réponses. Le respect de la réglementation est une affirmation qui semble *a priori* non discutable pourtant 2 clubs n'ont pas d'avis sur le sujet et 4 clubs ne sont pas d'accord avec cette proposition. L'amélioration de l'hygiène par l'élimination des microorganismes semble aussi peu contestable, mais 3 clubs n'ont pas d'avis et 4 clubs sont d'un avis contraire. La proposition « Cela rassure les débutants » peut être comprises de 2 façons. Cela pourrait dire que la désinfection est utile et permet de tranquilliser ceux qui démarrent dans la plongée ou bien que cela n'a d'intérêt que pour rassurer artificiellement les nouveaux plongeurs en sous entendant que les plus anciens ne craignent rien. En comparant les réponses avec celles d'autres items on constate que c'est la première proposition qui semble avoir été le plus souvent comprise. Le côté, « Gros bras invincibles » ne semble pas majoritaire pour ces réponses.

En comparant les réponses sur plusieurs propositions, il est intéressant de remarquer que l'on trouve quelques clubs que l'on pourrait considérer comme des "sceptiques", des réfractaires ou à contre-courant, puisque pour les 4 réponses qui sont en désaccord avec ces 3 items, il s'agit 3 fois des mêmes clubs !

Les 3 propositions suivantes, « respect de la réglementation », « plus hygiénique » et « rassure les débutants » ont entre 70 et 80% d'accords positifs. Elles concernent 3 idées assez proches sur la désinfection, son utilité, son rôle préventif envers le risque infectieux et la protection qu'elle assure aux plongeurs. Entre 40 et 45 réponses sont en accord avec ces 3 propositions, le rôle protecteur pour les plongeurs est néanmoins moins affirmé puisque 10 réponses sont sans avis. On retrouve les clubs sceptiques pour cette catégorie également, puisque les 5 clubs qui ne sont pas d'accord avec la proposition concernant l'utilité de la désinfection répondent de la même façon pour les 2 items suivants, ce qui en fait semble plutôt cohérent.

Le dernier item où le nombre d'avis en accord est supérieur à la moyenne (31/56, 55%) concerne la propreté du matériel. Cependant, le nombre d'indécis est important puisque 16 clubs répondent qu'ils ne sont ni en désaccord, ni d'accord sur ce point. Quand on analyse le produit utilisé par ces clubs sans avis, on constate que la moitié des clubs (50%) utilisent uniquement un spray, alors que pour les clubs qui considère que le matériel est plus propre, il n'y a que 21% des clubs qui n'utilisent que le spray sans trempage avec un produit détergent. Le sentiment de propreté du matériel semble donc de façon générale plus lié à une immersion dans une solution détergente-désinfectante qu'à l'utilisation d'un spray de surface.

On voit ensuite 3 affirmations pour lesquelles les avis sont très partagés, et de nombreuses réponses indécises. Elles concernent la preuve de la transmission d'une infection par du matériel lors d'une plongée, la détérioration du matériel par les produits désinfectants et le chlore dans la piscine qui serait suffisant pour assurer la désinfection. Ces 3 questions seront abordées plus largement dans la discussion de ce mémoire.

Le coût ne paraît pas être un obstacle pour plus de 60% des clubs (35/65), 9 sont sans avis mais il reste 12 clubs pour lesquels la charge est ressentie comme importante.

Enfin d'après ces résultats, la mise en place de la procédure ne représente pas de difficulté pour 29/56 (52%) des clubs. Si 7 clubs sont sans avis, il reste néanmoins 20 clubs (36%) pour lesquels la désinfection reste compliquée à mettre en place. Cinq des 6 clubs "sceptiques" sont présents dans cette liste et il est d'ailleurs possible que cette difficulté soit à l'origine de leur scepticisme.

8-Questions ou remarques

L'avant dernier point du questionnaire était ouvert et proposait aux personnes de poser des questions complémentaires ou de noter des remarques concernant la désinfection du matériel de plongée. Ainsi, 6 remarques ont été émises et 2 questions posées :

- « Le moment est bien choisi pour parler de virus et de désinfection ... Bon courage Remy. »
- « Le côté systématique de la désinfection est un vœu pieux.... »
- « Différencier la désinfection du matériel de plongée classique et le matériel recycleur (SCR ou CCR). »
- « Des conseils sur les procédures et produits à utiliser seront utiles. »
- « Un partage des pratiques des clubs environnants me permettrait de compléter la pratique dans mon club, ex. organisation de désinfection lors d'une séance de baptêmes multiples, désinfection des combinaisons. »
- « Très bon sujet de mémoire, bien dans l'actualité des préoccupations de chaque club. »
- « Quel(s) est (sont) le(s) meilleur(s) produit(s) ? »
- « Je n'ai jamais eu de réponse à la question "le chlore de la piscine est-il efficace entre 2 utilisations et en combien de temps" ? »

Enfin, le dernier item proposait de noter leur email si les personnes désiraient une copie du mémoire sur la désinfection du matériel de plongée.

Il y a eu 25 réponses, dont un « non, merci » et un « oui, avec plaisir » sans laisser malheureusement d'adresse de courriel...

9-Conclusions de cette première partie

L'enquête en ligne sur la désinfection du matériel de plongée a été réalisée au sein des clubs de la région Est. L'envoi a été effectué au mois d'avril 2020 en pleine période de confinement liée à la pandémie de covid-19. On peut considérer cette enquête comme significative des pratiques dans la région puisque plus d'un tiers des clubs (56/157) du Comité Est ont répondu.

Le questionnaire a permis de mettre en évidence certains points particuliers dans les pratiques de désinfection des clubs.

Ainsi, même si l'on constate que tous les clubs participants à cette enquête ont mis en place la désinfection des détenteurs, cette pratique est moins systématique pour le reste du

matériel. On note aussi que si le matériel est régulièrement traité après les entraînements en piscine, la désinfection est souvent oubliée dans le cadre des sorties en milieu naturel ou au retour des voyages plongée. La désignation d'un responsable n'est effective que pour 1/3 des clubs.

L'analyse des pratiques concernant la désinfection montre qu'elles sont majoritairement réalisées le jour même, après utilisation des équipements, que l'étape préalable de nettoyage est rarement effectuée et que les durées de contact ne sont pas souvent respectées.

C'est la méthode par trempage dans un bain de désinfectant qui est le plus souvent utilisée, même si l'utilisation de spray est assez courante, puisque plus d'un tiers des clubs déclarent s'en servir.

Concernant le choix des produits utilisés, les clubs suivent majoritairement les recommandations fédérales puisque plus de ¾ des clubs utilisent un produit qui est, ou a été, préconisé par la FFESSM. Le manque de connaissances dans ce domaine très spécifique explique que les caractéristiques des produits sont souvent négligées ou incomprises et ce sont les facilités d'utilisation et d'achat qui sont les critères de choix le plus souvent retenus. La traçabilité de la désinfection n'est pratiquement jamais réalisée.

La grande majorité des clubs pensent que la désinfection du matériel est utile et sa mise en place, suite à la modification du code du sport en 2012, a permis une prise de conscience de la présence du risque infectieux lors des activités de plongée. Parmi les avis concernant la désinfection ce sont les côtés protecteur et rassurant qui sont le plus souvent mis en avant. Les clubs n'estiment pas que c'est trop cher ou compliqué à mettre en œuvre. On remarque que quelques clubs restent sceptiques par rapport à la désinfection peut être par méconnaissance du sujet.

Cette enquête permet donc de voir que la désinfection du matériel de plongée est une pratique bien implantée dans les clubs, mais que la compréhension et l'organisation pratique pour la mise en place sont encore des points qui peuvent être améliorés.

L'objectif de ce mémoire sera d'abord de donner les informations nécessaires à la compréhension du risque infectieux, de sa maîtrise par la désinfection, puis de proposer des procédures pour faciliter le respect des bonnes pratiques. Un temps complémentaire sera nécessaire pour faire un retour aux clubs et transmettre l'information lors de réunions ou de conférences qui pourront être organisées dans les différents départements du Comité Est.

Deuxième partie

La Discussion

1-Historique - Réglementation

Depuis les débuts de la plongée sous-marine, la notion de gestion du risque a été une préoccupation permanente des encadrants qu'ils n'ont eu de cesse d'inculquer à leurs élèves. Lors des formations du E1 au E4, les stagiaires encadrants proposent presque systématiquement dans leur briefing de réaliser leur activité « en toute sécurité ! ». Ils intègrent dans cette phrase tout ce qui concerne l'organisation de leur plongée, le matériel de secours, l'environnement, les données administratives... Mais le risque de transmission de maladies infectieuses pendant la plongée fait rarement partie de leurs préoccupations de formateurs. Comme ce risque est invisible à l'œil nu et que ses conséquences ne seront perceptibles qu'à distance de l'activité, il est rarement pris en compte.

La découverte de l'existence et du rôle des microorganismes dans la transmission des maladies infectieuses n'est pas très ancienne. Elle date d'à peine plus d'un siècle. Ce sont principalement les travaux de Louis Pasteur (contamination par l'environnement) et de Robert Koch (postulats) qui ont permis de mettre fin à la théorie de génération spontanée et ont conduit les scientifiques à comprendre progressivement les mécanismes de transmission de nombreuses infections. C'est grâce à ces découvertes qu'ont pu émerger les principes de l'hygiène dont l'objectif premier est d'empêcher la transmission des microorganismes et donc d'éviter la transmission des maladies infectieuses.

La plongée sous-marine de loisir a connu ses débuts après la deuxième guerre mondiale. A cette époque les notions d'hygiène n'étaient pas aussi développées que de nos jours. Dans le monde sportif et de loisirs, en particulier dans la plongée, l'hygiène n'était pas vraiment prise en compte. La plongée était une activité essentiellement militaire et chaque plongeur disposait par dotation de son équipement personnel.

Avec l'arrivée de la plongée loisirs et le nombre croissant de plongeurs, les clubs commerciaux et associatifs ont été amenés à acquérir du matériel à des fins de location ou de prêt. Lors des baptêmes de plongée ou lors des formations des premiers niveaux, les plongeurs débutants disposent rarement de tout le matériel et le prêt ou la location notamment des détenteurs implique souvent le changement d'utilisateur après chaque plongée.

Parallèlement, la perception du risque infectieux a évolué avec une augmentation de plus en plus importante de l'exigence générale en termes d'hygiène. La féminisation de la plongée a peut-être aussi joué un rôle dans cette évolution. Les questions d'intimité et de limitation de l'intrusion dans la « sphère » personnelle sont ressenties comme partie intégrante de l'hygiène. On ne désire pas forcément "partager la bave" de ses formateurs aussi séduisants(es) soient-ils (elles).

La FFESSM s'est penchée depuis plusieurs années sur cette problématique et a notamment recommandé dès les années 80 la vaccination des moniteurs contre le virus de l'hépatite B (communication personnelle de Marc Winterhalter).

Dans le même ordre d'idée, l'enseignement de la conduite à tenir en cas de panne d'air a été modifié. Selon les recommandations de la CTN, l'enseignement de l'échange d'embout en réel, d'une bouche à l'autre, s'est transformée en une simulation de cet échange afin d'éviter tout échange salivaire. La modification de pratique de cet exercice a d'ailleurs généré nombre

de réflexions et de discussions entre enseignants et entre stagiaires pour déterminer quelle serait la meilleure façon de réaliser cette simulation (méthode en crochetant l'auriculaire, avec une « bouche virtuelle », en l'appliquant sur l'embout de l'assisté, en gardant ou non le détendeur en bouche...).

C'est probablement aussi en raison d'inquiétudes sur la transmission de virus des hépatites et du Virus de l'Immunodéficience Humaine (VIH) responsable du SIDA, qu'en 2012, le Ministère de la Jeunesse et des Sports a légiféré sur la notion d'hygiène dans 2 articles de l'arrêté du 5 janvier 2012.

Le premier article fait référence à l'obligation du deuxième détendeur : Art. A. 322-80. - « En milieu naturel, chaque plongeur encadré au-delà de 20 mètres et chaque plongeur en autonomie est muni : d'un équipement de plongée permettant d'alimenter en gaz respirable un équipier sans partage d'embout. »

Le second article introduit l'obligation de désinfection du matériel de plongée dans le Code du Sport :

Art. A. 322-81. - « Les tubas et les détendeurs mis à disposition des plongeurs par les établissements sont désinfectés avant chaque plongée en cas de changement d'utilisateur. »

Dans le premier article, l'objectif est double. Il permet d'une part, de faciliter et sécuriser l'assistance du plongeur en difficulté sans nécessiter d'échange d'embout ; d'autre part, il permet d'assurer sa sécurité microbiologique en évitant la mise en bouche du détendeur déjà utilisé par son coéquipier. L'instauration de cette obligation dans la réglementation a contraint tous les plongeurs à partir du niveau 2 et de ce fait les clubs de plongée, à investir dans l'achat d'un deuxième étage complémentaire, dit de secours, pour toute plongée en milieu naturel.

Le second article a eu pour conséquence l'obligation de prendre en compte le risque infectieux et d'organiser une désinfection des tubas et des détendeurs lorsque ceux-ci sont prêtés ou loués et donc susceptibles de changer d'utilisateurs. Cette nouvelle étape légale de désinfection exige non seulement l'achat de produits désinfectant et de matériel pour la réaliser, mais surtout oblige à mettre en place une organisation nécessitant du temps et des personnes pour l'assurer.

On constate que dans la réglementation seul le risque de transmission d'infection par le matériel en contact avec la bouche est pris en compte et que tout le reste de l'équipement n'est pas concerné.

En 2020, suite à la pandémie de la COVID-19, notre perception de l'hygiène et de la désinfection a brutalement évolué vers une exigence encore plus drastique et peut laisser envisager une application plus stricte de la réglementation.

2-Définitions

De nombreux termes du domaine de l'hygiène sont utilisés dans le langage courant sans en connaître exactement la signification. Ainsi, la décontamination, le nettoyage, la désinfection ou la stérilisation sont souvent utilisés comme synonymes alors que leur signification et leurs objectifs ne sont pas du tout les mêmes.

Pour éclairer notre propos, il est nécessaire de définir précisément le sens de ces mots.

La norme NF EN 14885 version de 2018 intitulée « Antiseptiques et désinfectants chimiques - Application des Normes européennes sur les antiseptiques et désinfectants chimiques » spécifie les normes européennes auxquelles les produits doivent être conformes pour revendiquer une activité microbicide dans le domaine médical, vétérinaire ou dans les secteurs alimentaire, industriel, domestique et des collectivités. Elle s'applique aux produits pour lesquels une activité est revendiquée contre les microorganismes suivants : bactéries végétatives (y compris mycobactéries et légionelles), spores bactériennes, levures, spores de champignons et virus (y compris les bactériophages). Dans ce document on retrouve également les termes et définitions utilisés dans les normes européennes. (www.boutique.afnor.org/norme).

D'autres termes sont définis dans le texte "règlement Biocide 528-2012 du Parlement européen" et dans le document publié par le conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France (CSHPPF) en 1998 « Désinfection des dispositifs médicaux ou dans le guide de bonnes pratiques. ».

Ces différents documents nous ont servi à définir les termes qui nous intéressent ici et qui ont été regroupés par ordre alphabétique dans le glossaire en page 3 et 4 de ce document.

3-Les risques de transmission :

On peut raisonnablement se poser la question de savoir si la réglementation concernant la désinfection est justifiée ou si elle est excessive au vu du risque réel de transmission d'infection. S'agit-il encore d'un effet « parapluie » comme ceux ouverts en France à la suite des affaires de contamination du sang par le VIH ou bien est-ce un risque réel qu'il est indispensable de prendre en compte ?

Pour répondre à cette question nous allons d'abord définir ce qu'est une infection, puis voir quels sont les modes de transmissions possibles et enfin nous intéresser aux infections qui pourraient nous concerner lors de situations de partage de matériel (en lien avec notre sphère buccale ?).

a-L'infection

Pour commencer, il est important de définir simplement le terme d'infection : il s'agit en fait d'une maladie provoquée par des microorganismes. Le terme de maladie comprend la notion d'une situation anormale, d'un déséquilibre physiologique. Les microorganismes sont pour

leurs parts de très petits organismes invisibles à l'œil nu que l'on classe en plusieurs catégories : les bactéries, les virus, les champignons, les protozoaires et les parasites.

b-Les modes de transmissions

Classiquement on divise les modes de transmission des microorganismes en 3 sous-groupes. Le premier concerne les transmissions liées à l'environnement ou aux animaux, le second les transmissions « directes », le troisième concerne celles dites « indirectes ». Les 2 dernières sont souvent regroupées sous le terme de transmissions « croisées », qui interviennent lors de la propagation de personne à personne. Cette notion de transmission croisée est également reprise sous le vocable d'infections contagieuses. Pour de nombreuses infections il existe plusieurs voies de transmission qui peuvent être directes et indirectes. C'est par exemple le cas de la grippe, dont la voie de transmission habituelle est directe par l'émission des gouttelettes lors d'une toux d'une personne malade vers la muqueuse nasale d'une autre personne qui deviendra malade à son tour. La voie indirecte est également possible si ces gouttelettes tombent sur une surface, une table par exemple, et qu'une autre personne touche cette table puis met les doigts au contact de la muqueuse nasale. C'est également ces types de transmission qui sont suspectées dans le cadre de la covid-19.

Les transmissions liées à l'environnement sont assez rares. On connaît par exemple les légionelloses transmises lors de douches par l'intermédiaire des réseaux d'eau chaude contaminées, ou les infections fongiques comme les aspergilloses, transmises par l'intermédiaire de poussières contaminées par ces filaments mycéliens (moisissures) lors de travaux.

Les infections transmises par les animaux peuvent être soit transmises « accidentellement » à l'homme qui n'est pas l'hôte habituel du microorganisme comme la brucellose ou la leptospirose, ou bien faire partie d'un cycle dans lequel interviennent des animaux, souvent des insectes. C'est le cas par exemple du paludisme ou de la dengue dans lesquels interviennent les moustiques comme hôtes intermédiaires qui vont transmettre les microorganismes à l'homme lors de piqûres. Les maladies infectieuses transmises à l'Homme par les animaux sont appelées zoonoses.

En ce qui concerne la méthode de transmission directe, les microorganismes infectants sont transmis directement d'un malade à une personne saine, qui va devenir malade. Il n'y a pas d'intermédiaires.

Dans ce sous-groupe on retrouve :

- les infections transmises par contact direct de peau (ou muqueuse) à peau (ou muqueuse) c'est le cas d'infections comme l'impétigo dû à des bactéries ou les infections sexuellement transmissibles ;
- celles transmises par voie parentérales (non digestive, ici, à travers la peau) lors d'effraction du revêtement cutané, par blessures, coupures, piqûres comme le VIH ou le virus de l'hépatite B (VHB) ou lors d'interventions chirurgicales ;

- celles transmises par l'intermédiaire des gouttelettes émises lors de la parole, la toux ou les éternuements, qui vont souvent atterrir sur des muqueuses du visage (nez, bouche, œil) et provoquer une infection comme la grippe ou la covid-19 ;
- celles transmises par l'air, concernent des gouttelettes très fines (moins de 5 µm) chargées de microorganismes et qui peuvent rester plusieurs heures en suspension dans l'air avant d'être éventuellement inhalées par une personne saine et provoquer une maladie comme la tuberculose ou la varicelle ;
- ou celles transmises directement de la mère à l'enfant *in utero* comme la rubéole ou la toxoplasmose.
- Un cas particulier concerne les infections dites « endogènes » où la personne se contamine elle-même avec ses propres microorganismes, c'est par exemple le cas du passage d'un site anatomique vers un autre comme lors des infections urinaires où les microorganismes comme le colibacille deviennent pathogènes en passant de la sphère digestive à la sphère urinaire.

Le dernier sous-groupe des transmissions indirectes concerne les infections qui utilisent un vecteur intermédiaire entre la personne infectée et celle qui va le devenir lors de leur transmission.

Dans ce sous-groupe nous trouvons :

- les transmissions où le vecteur peut être animé, il peut s'agir d'une personne qui sera juste un transporteur intermédiaire des microorganismes et qui ne sera pas malade, c'est l'exemple type des transmissions d'infections par les mains que l'on supprime par le lavage ;
- le vecteur de l'infection pourra également être inerte, comme par exemple une surface, un matériel ou un objet.

C'est essentiellement cette situation qui va nous intéresser dans notre mémoire où les vecteurs seront du matériel de plongée comme les détendeurs ou les tubas mis en bouche par plusieurs personnes.

Les liquides biologiques pouvant être impliqués dans ces transmissions sont donc prioritairement la salive ou également les sécrétions respiratoires qui seront directement déposées sur l'embout buccal ou à l'intérieur de la chambre sèche du deuxième étage du détendeur.

c-Les maladies infectieuses transmises par la salive

De nombreuses infections peuvent être transmises par la salive. On peut citer de façon non exhaustive :

- les infections de la sphère ORL et pulmonaire, qu'elles soient d'origine virale, comme par exemple la grippe, les oreillons, la rubéole, la mononucléose infectieuse, les rhumes ou plus récemment la covid-19... ou d'origine bactérienne comme par exemple l'angine bactérienne, les méningites bactériennes, les pneumonies... ;

- les infections transmises habituellement par des gouttelettes plus fines dans l'air comme pour les virus de la varicelle, de la rougeole ou des bactéries responsables de la tuberculose ;
- les infections bactériennes buccales comme les maladies carieuses, parodontales ou gingivales ou bien fongiques comme les candidoses ne sont habituellement pas transmissibles, puisqu'elles sont dues à des déséquilibres de la flore buccale ; néanmoins les virus responsables d'infections peuvent être présents dans la bouche comme pour l'herpès, les oreillons ou même la rage ;
- les virus des gastro-entérites peuvent également être présents au niveau buccal comme les adénovirus ou les rotavirus ;
- les virus d'infections systémiques (qui peuvent se propager dans tous le corps) qui se retrouvent dans le sang comme par exemple pour les virus des fièvres hémorragiques (Hantavirus, Lassa, Ebola...) ou bien le virus de l'hépatite B pour lequel la transmission pourrait être possible en présence de sang dans la salive, comme dans le cas où la personne aurait une gingivite ou si l'embout buccal blessait et faisait saigner la gencive ;
- le VIH n'est cependant habituellement pas considéré comme transmis par la voie salivaire du fait de sa très faible concentration dans ce liquide biologique.

Devant ce nombre important d'infections potentielles, on peut se demander quelles sont les conditions pour qu'une infection soit transmise et comment faire pour l'éviter.

Plusieurs facteurs sont importants à prendre en compte. Il y a la survie de ces microorganismes en milieu extérieur, leur résistance aux agents physico-chimiques, leur dose infectieuse, la sensibilité de l'hôte...

Les microorganismes peuvent être très sensibles à la température ou à l'humidité et leur survie en milieu extérieur peut varier de façon importante en fonction des conditions environnementales, des surfaces et bien évidemment des microorganismes.

De nombreuses études analysent ces résistances et leurs valeurs obtenues sont très variables. Dans un document de synthèse publié en 2014 et intitulé « Survival of Microorganisms on Inanimate Surfaces » (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7123372/>) les auteurs analysent la survie des microorganismes sur les surfaces et son impact dans la transmission des infections à l'hôpital.

Pour les bactéries, ils décrivent des durées de survie sur les surfaces qui varient de quelques heures à plusieurs mois. Ainsi pour le colibacille les durées varient de 1h30 à 16 mois, pour le staphylocoque doré de 6h (sur du cuivre) à 1 an, pour des mycobactéries de 1 jour à 4 mois et certaines salmonelles résistent même plus de 4 ans. D'autres bactéries sont plus fragiles et ne résistent pas plus de quelques jours, comme les *Bordetella* spp. (de 3 à 6 jours) ou les *Haemophilus* spp. (jusqu'à 12j).

Pour les champignons responsables d'infections, les durées sont également très variables et vont dépendre de façon importante des facteurs physiques comme l'humidité ou la température. Les levures comme *Candida albicans*, responsables de candidoses résistent de 1 jour à 4 mois ; les champignons filamenteux comme les *Aspergillus* spp. sont des

champignons présents naturellement dans l'environnement qui peuvent donc y survivre très longtemps.

Pour étudier la persistance des virus dans l'environnement, la technique est plus complexe, puisque ces microorganismes ne sont par définition pas vivants. Il s'agit en fait, de particules inertes qui ne peuvent se faire multiplier qu'à l'intérieur de cellules vivantes qu'ils parasitent. Pour la majorité des virus du tractus respiratoire comme les Corona-, Coxsackie-, les Influenza virus (grippe) et les Rhinovirus leur résistance sur les surfaces ne sera que de quelques jours. Les Herpes virus (CMV, HSV1 ou 2, VZV...) ne résistent que quelques heures à une semaine. Les virus transmis par le sang, comme le VIH ou le virus de l'hépatite B (VHB) résistent plusieurs semaines. Les virus présents dans le tube digestif, comme ceux responsable des gastro-entérites comme les Adénovirus, les Rotavirus ou les virus de l'hépatite A (VHA) peuvent être viables pendant plusieurs mois (300 jours pour les Adénovirus par exemple).

On a vu récemment dans de nombreuses études sur le SARS-CoV 2 que les résistances en milieu extérieur variaient de quelques minutes à plusieurs jours en fonction de la méthodologie, du support ou de la technique de détection utilisée. Deux études publiées en avril 2020 sont particulièrement intéressantes à ce sujet, la première a été publiée dans le Lancet, la seconde dans le New-England Journal of Medicine (NEJM). La première a montré que le virus pouvait demeurer viable un jour entier sur les tissus et le bois, deux jours sur le verre, quatre jours sur l'acier inoxydable et le plastique, et sept jours sur la couche extérieure d'un masque médical ([https://www.thelancet.com/journals/lanmic/article/PIIS2666-5247\(20\)30003-3/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lanmic/article/PIIS2666-5247(20)30003-3/fulltext)). La seconde a révélé que le virus survivait quatre heures sur du cuivre, 24 heures sur du carton et jusqu'à 72 heures sur du plastique et de l'acier inoxydable (<https://www.nejm.org/doi/10.1056/NEJMc2004973>).

Les parasites peuvent également souvent résister en milieu extérieur pendant de longues périodes. Leur moyen de dissémination passe d'ailleurs souvent par une phase en milieu extérieur où les parasites sont disséminés. Ainsi, les Cryptosporidies ou les amibes vont pouvoir résister plusieurs mois dans les sols ou dans l'eau.

Lorsque les conditions sont propices à leur développement, notamment en présence de matières organiques, les bactéries seront même capables de créer un biofilm dans lequel elles peuvent devenir extrêmement résistantes aux facteurs physico-chimiques.

Un autre facteur important est la quantité de microorganismes nécessaires pour provoquer une infection, que l'on nomme habituellement la dose infectieuse minimale. Cette valeur est également très difficile à mesurer et dépend de nombreux facteurs dépendant du microorganisme (facteurs de virulence, production de toxine...) et de l'hôte (âge, sexe, infection antérieure, traitement, vaccination...).

Dans le document traitant des résistances des microorganismes sur les surfaces, les auteurs proposent également des exemples de doses infectieuses retranscrites dans le tableau suivant.

Dose infectieuse	Microorganismes
(1)-10-100	Norovirus, Rotavirus, <i>E. coli</i> entérohémorragique (EHEC), <i>Clostridium difficile</i> , Entérocoques...
1 particule viable	Cryptosporidies
>10 ⁵ particules viables	<i>Salmonella enteritidis</i>

Ces valeurs sont données pour des personnes avec un système immunitaire fonctionnel ; pour des personnes fragiles ces valeurs pourraient évidemment être moindres.

Pour quantifier l'infectiosité d'un microorganisme on utilise également un autre paramètre qui est la DI50 qui correspond à la Dose Infectieuse qui permet d'infecter 50% des animaux inoculés (les personnes étant rarement volontaires pour ce genre de tests). C'est une donnée plus reproductible qui permet de mieux quantifier le risque de transmission. Cette donnée n'est malheureusement pas connue pour tous les microorganismes pathogènes.

Quelques exemples de DI50 pour des microorganismes transmis par la bouche dans le tableau ci-dessous (extrait <https://tophat.com/marketplace/science-&-math/biology/textbooks/our-openstax-microbiology-openstax-content/1930/69818/>)

Pathogen	ID ₅₀
Viruses	
Hepatitis A virus	10–100
Norovirus	1–10
Rotavirus	10–100
Bacteria	
<i>Escherichia coli</i> , enterohemorrhagic (EHEC, serotype O157)	10–100
<i>E. coli</i> , enteroinvasive (EIEC)	200–5,000
<i>E. coli</i> , enteropathogenic (EPEC)	10,000,000–10,000,000,000
<i>E. coli</i> , enterotoxigenic (ETEC)	10,000,000–10,000,000,000
<i>Salmonella enterica</i> serovar Typhi	<1,000
<i>S. enterica</i> serovar Typhimurium	≥1
<i>Shigella dysenteriae</i>	10–200
<i>Vibrio cholerae</i> (serotypes O139, O1)	1,000,000
<i>V. parahemolyticus</i>	100,000,000
Protozoa	
<i>Giardia lamblia</i>	1
<i>Cryptosporidium parvum</i>	10–100

On voit que cette DI50 peut être très variable d'un agent infectieux à l'autre.

d-Risque de transmission d'infection par le matériel de plongée

Peut-on évaluer/quantifier le risque de transmission d'infection par le matériel de plongée concerné par la réglementation sur la désinfection ?

Une méthodologie a été décrite en 2014 pour effectuer une évaluation quantitative du risque infectieux en 4 étapes :

1. Formuler le du problème et identifier les dangers
2. Évaluer l'exposition
3. Évaluer la dose-réponse
4. Quantifier le risque

(Quantitative Microbial Risk Assessment, de [Charles N. Haas](#), [Joan B. Rose](#), [Charles P. Gerba](#) publié en juin 2014 <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9781118910030>)

Cette méthodologie est assez proche de toutes celles utilisées habituellement pour l'évaluation des risques.

Dans notre cas, (1) on sait que le matériel de plongée est en contact avec la bouche et qu'il existe de nombreux microorganismes pathogènes qui peuvent y être retrouvés. (2) On sait aussi que plusieurs personnes différentes vont utiliser le matériel, le mettre au contact des muqueuses de la bouche pendant plusieurs dizaines de minutes et que ces muqueuses sont une voie de transmission connue d'infections, qu'elles soient lésées ou non. (3) Cependant on ne sait pas faire le lien entre la présence des microorganismes dans la bouche, leur présence en quantité suffisante sur le matériel et l'apparition éventuelle d'une infection chez l'utilisateur. (4) Il est donc très difficile de quantifier le risque réel de transmission et de savoir s'il s'agit d'un phénomène qui touche ou non les plongeurs.

J'ai donc réalisé une recherche bibliographique par internet pour trouver la description de situations relatant la transmission croisée d'infections en plongée par des détenteurs ou des tubas. Cette recherche a été effectuée en français et en anglais (langue habituellement utilisée pour les publications scientifiques).

En français, j'ai trouvé un article écrit par le Dr Michel Lyœn, intitulé « Échanges d'embout en plongée, transmission infectieuse - Mise au point, présentation, problématique » (https://www.ffessmaura.fr/images/le-comite/medical/Desinfection_Texte_Long_ML.pdf).

Dans cet article sont développées les problématiques infectieuses liées à l'utilisation de matériels partagés et l'intérêt de respecter l'étape de désinfection, mais il est également souligné qu'aucune infection due au matériel respiratoire de plongée n'a jamais été publiée. Il y a aussi le mémoire d'instructeur national de Laurent MARCOUX publié en 2010 qui traite des « Accidents liés à la pratique des recycleurs en plongée » dont l'un des chapitres concerne le risque infectieux et où il est dit « Si la transmission interhumaine par échange d'embout en circuit ouvert reste théorique, des infections respiratoires sévères à type de pneumonies ont été observées avec des machines mal entretenues (observation personnelle Dr B. Schittly) ». Dans ce cadre il ne s'agit pas d'une infection croisée, mais d'un problème d'entretien du recycleur. D'autres publications traitent d'infections contractées lors des activités de plongée,

mais il s'agit dans la plupart des cas d'infections transmises par l'environnement ou les personnes, mais pas par l'intermédiaire du matériel.

Sur internet un article décrit une petite épidémie de conjonctivite sur le site de DAN (<http://alertdiver.com/Microbial>). La situation correspond à un groupe de 26 personnes qui se trouvaient dans le Pacifique Sud pour une conférence médicale en 2006. Le deuxième jour de plongée, deux plongeurs ont signalé des problèmes oculaires, et au cours des jours suivants, 13 plongeurs (environ la moitié du groupe) ont eu des signes de conjonctivite.

Les conjonctivites d'origine virale ou bactérienne se propagent facilement d'une personne à l'autre. Concomitamment il y avait une épidémie de conjonctivites au sein de la population locale, mais les plongeurs n'avaient pas beaucoup de contact avec eux.

Deux médecins du groupe ont étudié la propagation de la conjonctivite parmi les plongeurs et ont conclu que la conjonctivite provenait fort probablement d'un Dive Master local qui avait une infection oculaire. Ce Dive Master rinçait son masque dans un bac commun et c'est ce qui a sûrement été le moyen de transmission de la conjonctivite parmi les plongeurs. L'enquête a montré que seuls les plongeurs qui avaient utilisé ce bac ont été infectés. Ceux qui ne l'avaient pas utilisé n'ont pas été infectés malgré des contacts étroits avec les personnes présentant une conjonctivite.

Une vigilance particulière peut donc être proposée aux plongeurs pour éviter l'utilisation de bacs communs lors du rinçage des détendeurs, des tubas et des masques. Ces équipements sont en contact direct avec les muqueuses du visage des plongeurs et leur rinçage devrait se faire préférentiellement à l'eau courante. Une autre publication a également mis en évidence le problème de la contamination des bacs de rinçage. Cet article abouti à la même conclusion et recommande pour les masques et les détendeurs de préférer un rinçage avec de l'eau courante plutôt que dans un bac commun. (Washburn BK, Levin AE, Hennessy K, Miller MR. Identification of bacteria in scuba divers' rinse tanks. *Undersea Hyperb Med.* 2010;37(4):233-240).

Un autre article sur le site de DAN (http://www.alertdiver.com/Diving_and_Hepatitis) pose la question d'un risque éventuel pour les personnes qui plongeraient avec une personne infectée par du VHC (Virus de l'Hépatite C) sachant que les Centers for Disease Control and Prevention (CDC) préviennent qu'il y a un risque de transmission du virus en partageant des rasoirs ou des brosses à dents. L'article rappelle que le risque de transmission est faible, même si le risque zéro n'existe pas et que le respect de la confidentialité est important. Ils proposent donc pour éviter le partage d'embout que le plongeur porteur d'une hépatite C dispose d'un détendeur de secours en cas de panne d'air d'un des membres de la palanqué et d'un pony pour son usage personnel !

Une seule publication rapporte la transmission d'une infection par du matériel de plongée. Cet article de 1997 relate la transmission d'un herpès labial (« bouton de fièvre ») par l'intermédiaire du deuxième étage d'un détendeur utilisé lors d'une formation de plongée en Israël. (Potasman I I, Pick N. Primary Herpes Labialis Acquired during Scuba Diving Course. *J Travel Med.* 1997;4(3):144-145 <https://academic.oup.com/jtm/article/4/3/144/1809731>)

Le patient est un garçon de 14 ans qui a présenté des antécédents de maux de gorge pendant 8 jours avec de la fièvre et plusieurs lésions herpétiformes s'étendant dans la muqueuse buccale. La culture pour les HerpesVirus-1 était positive après 24 heures. Il a affirmé ne pas avoir embrassé de petite amie et aucun membre de sa famille proche n'avait jamais eu d'herpès labial. Une enquête pour déterminer l'origine de cette infection a révélé que le garçon venait de terminer un cours de plongée sous-marine quelques jours avant le début de ses symptômes.

Trois de ses coéquipiers qui avaient suivi le même cours ont été interrogés et l'un d'entre eux se souvenait avoir eu des boutons de fièvre au début de la formation. D'autres types de contacts ne peuvent bien évidemment être exclus, cependant, au cours des 5 jours de formation, le deuxième étage du détendeur avait été échangé à plusieurs reprises entre les deux plongeurs.

Les auteurs émettent donc l'hypothèse d'une transmission de l'infection par l'intermédiaire de l'embout buccal du détendeur. Bien que cette hypothèse soit difficile à affirmer, les preuves circonstancielles vont fortement dans ce sens.

Les herpès virus sont généralement considérés comme des virus fragiles et incapables de survivre pendant des périodes prolongées dans l'environnement extérieur. Cependant, l'échange d'un embout buccal entre les plongeurs prend moins de 2 secondes, ce qui peut sûrement permettre la survie du virus.

En conclusion, les auteurs proposent d'appeler à une prise de conscience les professionnels de la plongée, afin d'exclure les élèves présentant des lésions herpétiques actives des formations de plongée ! Plutôt que de les exclure, il me paraît beaucoup plus intéressant de les sensibiliser et de vérifier qu'il n'y a pas d'échange de matériel lors de la formation sans une désinfection adaptée. De plus, aucun échange d'embout n'est plus effectué lors de nos formations.

Ces quelques publications montrent que même si les cas de transmission d'infection en plongée semblent rares, elles ne sont pas exclues. De plus, souvent de petites infections virales, comme des rhumes, surviennent sans qu'on puisse exactement savoir qui nous les a transmises. Une des possibilités que l'on peut exclure, c'est le matériel de plongée s'il a bien été désinfecté.

e-Autres matériels

La réglementation impose la désinfection des embouts buccaux des détendeurs et des tubas, mais on peut se demander s'il ne serait pas judicieux d'étendre cette désinfection à d'autres équipements de plongée.

On peut évaluer le risque pour le reste de l'équipement du plongeur.

Le masque : il est normalement uniquement en contact avec la peau, le niveau de risque est donc faible par définition. Néanmoins, il est en contact avec le visage et à proximité de toutes les muqueuses qui peuvent être des portes d'entrée ou de sortie de nombreux microorganismes (bouche, nez, yeux). Donc à ce titre, même s'il n'est pas en contact direct

avec les muqueuses, on conseille un entretien régulier, surtout lorsqu'il y a un changement d'utilisateur. Cet entretien sera au minimum un nettoyage auquel on pourra ajouter par précaution une étape de désinfection. Le rinçage comme on l'a vu devra se faire à l'eau courante pour éviter de le recontaminer.

Le gilet de stabilisation : il est en général porté sur une combinaison et n'a donc pas de contact direct prolongé ni avec la peau ni avec les muqueuses. Le risque de transmission est donc extrêmement faible et un rinçage peut suffire à son entretien. Se pose la question de l'embout buccal de l'inflateur qui pourrait être contaminé. En fait, le gonflage du gilet se fait presque exclusivement à l'aide du direct-system, sans aucun contact avec la bouche. Le gonflage à la bouche est même déconseillé pendant et après la plongée. Ainsi, on peut proposer que l'embout buccal ne soit désinfecté qu'en cas d'utilisation.

La combinaison : elle n'est normalement en contact qu'avec de la peau saine. Le risque d'avoir une infection croisée transmise par la combinaison est donc faible. La combinaison peut cependant être entretenue par un lavage, un rinçage et un séchage complet. Cela évitera les odeurs désagréables de macération qui peuvent apparaître après plusieurs plongées sans séchage. De plus, certains plongeurs ayant du mal à retenir des besoins physiologiques amplifiés par l'immersion, ce nettoyage n'en sera que plus bénéfique.

Néanmoins, en cas d'infection cutanée externe une transmission croisée pourrait être possible. Même si cela paraît peu envisageable, une personne atteinte d'une infection cutanée pourrait vouloir louer une combinaison et aller plonger. En effet, le frottement de la combinaison, l'agression par l'eau (surtout salée) et le renouvellement des pansements n'incitent pas vraiment à ce genre d'activités. Un article a néanmoins décrit deux cas possibles de transmissions d'infection par une combinaison de location. Les 2 plongeurs ont développé une infection cutanée sévère due à une bactérie *a priori* identique après un séjour aux Philippines, mais ils ont 2 histoires différentes. Le premier a loué une combinaison en Suisse pour partir sur les îles de Bohol et de Negros en mars 2006. Le second était sur les îles de Cebu et de Palawan en janvier 2007 et a loué son matériel sur place. Ces 2 plongeurs ont développé à leur retour de vacances des lésions profondes et des abcès cutanés suite à une infection due à un staphylocoque produisant une toxine (SARM-PVL+) dont le profil génétique était identique et différents de ceux habituellement retrouvés en Suisse. Le seul point commun retrouvé était la pratique de la plongée. Les auteurs concluent dans cet article qu'une transmission de cette bactérie est possible par l'intermédiaire du matériel de plongée. (Community-acquired methicillin-resistant Staphylococcus aureus infections in two scuba divers returning from the Philippines. Bochet M, Francois P, Longtin Y, Gaide O, Renzi G, Harbarth S. *J Travel Med.* 2008;15(5):378-381. <https://academic.oup.com/jtm/article-pdf/15/5/378/5149043/jtm15-0378.pdf>)

Il va de soi que dans le cas où une infection cutanée serait signalée, une désinfection par trempage de la combinaison dans une solution désinfectante devrait être réalisée.

Le raisonnement sera le même pour tous les autres équipements en néoprène en contact avec la peau, comme le shorty, la cagoule, les bottillons ou les gants.

Pour le reste de l'équipement (bloc, palmes, lestage...), un usage normal devrait exclure le risque de transmission croisée d'infection.

f- Cas particulier des recycleurs

La réglementation ne concerne pas la désinfection des recycleurs, mais elle est incluse dans les bonnes pratiques aussi bien pour les SCR (recycleurs semi-fermés) que pour les CCR (recycleurs fermés). Cette désinfection concerne les parties des recycleurs en lien avec la bouche et l'appareil respiratoire, en particulier la boucle, comprenant les tuyaux annelés et l'embout buccal et les faux-poumons.

Lorsque le recycleur n'est pas partagé entre plusieurs utilisateurs, le risque de transmission croisée n'existe pas. L'étape de nettoyage et de désinfection reste néanmoins nécessaire pour assurer l'entretien du matériel et éviter une éventuelle contamination du matériel par des microorganismes de l'environnement ou le développement important de germes de la flore buccale de l'utilisateur. Si le recycleur est utilisé par plusieurs personnes, il est évidemment recommandé de le désinfecter à chaque changement d'utilisateur.

La méthode de désinfection n'a rien de particulier, elle est identique à celle utilisée pour d'autres matériels de plongée.

On peut cependant noter 2 points particuliers. Un premier concernant l'accessibilité au nettoyage pour les tuyaux annelés. Au vu de leur longueur et de leur structure ils sont peu accessibles aux produits. Le trempage et l'utilisation d'un goupillon pourront être nécessaires pour atteindre l'ensemble des surfaces. Le second point concerne les produits pouvant être utilisés. En effet, il est important de prendre en considération la compatibilité des matériaux avec les produits détergents et/ou désinfectants utilisés. Ce problème peut d'ailleurs également exister pour le matériel habituel de plongée. Cependant, il sera d'autant plus sensible pour les recycleurs que les surfaces à traiter sont plus importantes et l'usure prématurée des matériaux constituant par exemple les poumons artificiels peuvent avoir d'importantes conséquences sur l'utilisateur. Dans l'idéal, ce serait au fabricant du recycleur de déterminer, en fonction des matériaux utilisés pour la fabrication de son appareil, les différents produits compatibles et de transmettre aux utilisateurs une liste de ces produits pouvant servir à l'entretien de leur matériel. Charge à l'utilisateur ensuite de tester les procédés pour valider leur facilité de réalisation ou pour éviter une odeur trop prononcée lors de l'utilisation du recycleur.

Pour les recycleurs, il paraît donc difficile de proposer une procédure générale valide pour tout appareil. Il est sûrement préférable de l'adapter aux particularités de chaque recycleur.

4-Les normes

a- Les normes concernant les antiseptiques et désinfectants chimiques

L'AFNOR (Agence Française de Normalisation) et d'autres instituts de normalisation européens ont rédigé différentes normes qui sont des référentiels proposant des méthodes standardisées pour évaluer l'activité des produits, de façon homogène, quel que soit l'endroit

où l'on réalise les tests. En France la notation des normes suit un code du type : NF EN suivies d'un chiffre et d'une année. Ceci signifie qu'il s'agit d'une Norme Française (NF) intégrée dans le système de normalisation européen (EN pour European Normalisation) avec son numéro de référence et l'année de parution.

Il existe plus d'une dizaine de normes qui concernent les produits désinfectants utilisés dans le domaine de la santé humaine.

Pour comprendre comment fonctionnent ces normes il faut comprendre leur structuration et leurs objectifs. Il y a les normes de base puis celles d'application en milieu liquide ou sur support.

a-1. Normes de base : phase 1

Lorsqu'on veut analyser l'efficacité d'un produit, il faut dans un premier temps le tester dans des conditions les plus favorables à son action. C'est l'objectif des normes de base appelées également de « phase 1 » qui vont vérifier si le produit a ou non une activité sur les microorganismes.

C'est par exemple le cas de la norme NF EN 1040 dont la dernière version date d'avril 2006 et qui donne les modalités pratiques pour tester la capacité d'un produit à tuer les bactéries, appelée bactéricidie.

Le titre exact de cette norme est : « Essai quantitatif de suspension pour l'évaluation de l'activité bactéricide de base des antiseptiques et des désinfectants chimiques - Méthode d'essai et prescriptions (phase 1) ».

Cette norme propose la réalisation de tests en eau stérile, sans substances interférentes sur une souche de 2 espèces bactériennes (*Pseudomonas aeruginosa* et *Staphylococcus aureus*). *L'objectif est de tester le produit à différentes concentrations, pendant des temps allant de 1 à 60 minutes à une température de 20°C.*

Par définition, un produit sera considéré comme bactéricide selon la norme NF EN 1040 s'il permet la diminution d'au moins 100 000 fois (5 log) du nombre de bactéries viables de ces 2 espèces avec une solution à une concentration du produit inférieure à 80%.

Ainsi si l'on considère 2 produits différents, dont l'un à l'extrême a été testé à une concentration de 80% pour une durée d'une heure et l'autre à une concentration de 0,5% et pour une durée d'une minute et qu'ils satisfont à l'exigence de cette norme, ils seront par définition tous les 2 considérés comme bactéricides. Pourtant, l'efficacité de ces 2 produits n'est vraiment pas comparable mais ils peuvent tous les 2 afficher sur leur étiquette qu'ils répondent à cette même norme de bactéricidie !

On comprend bien dans ce cas qu'un très grand nombre de produits pourront être considérés comme bactéricides selon cette norme et qu'il est primordial de connaître précisément les conditions réelles de passage d'une norme.

La seule façon de connaître précisément les conditions réelles de passage de chaque norme sera d'analyser le dossier scientifique complet du produit avec les comptes-rendus des laboratoires qui ont réalisé les tests.

On voit aussi que dans les médias, plusieurs publicités pour des produits domestiques utilisent l'argument de détruire 99,9% des bactéries présentes (lessives, produits nettoyants...) ce qui n'est selon cette norme pas suffisant pour les considérer comme bactéricides. Il faudrait qu'ils atteignent 99,999% pour pouvoir y prétendre, ce qui correspondrait à une diminution de 5 log exigés par la norme.

De la même façon que pour l'analyse de la bactéricidie, il existe une norme de base pour les champignons (NF EN 1275) et pour les spores (NF EN 14347).

a-2. Normes d'application in vitro : phase2

Les normes de phase 2 vont proposer des tests réalisés dans des conditions plus proches de la pratique. Elles peuvent concerner des utilisations médicales ou domestiques, vétérinaires ou industrielles.

Cette phase 2 est elle-même divisée en 2 étapes :

La première étape :

Elle concerne des tests en milieu liquide, mais en mettant en présence des substances pouvant interférer avec l'activité des produits désinfectants. Plusieurs normes sont proposées pour cette étape, elles s'intéressent aux différents microorganismes qui peuvent être contaminants. En particulier, les bactéries, les champignons, les virus et les mycobactéries.

Concernant les virus, c'est la norme NF EN 14476 et son annexe A2 dans la version de 2019 qui doit être utilisée actuellement. Son intitulé exact est : « Antiseptiques et désinfectants chimiques - Essai quantitatif de suspension pour l'évaluation de l'activité virucide dans le domaine médical - Méthode d'essai et prescriptions (Phase 2/Étape 1) ». Cette norme demande de tester 2 virus appartenant aux familles des Poliovirus et des Adénovirus. Il s'agit de 2 familles comprenant des virus non enveloppés et résistants. Par adaptation de la méthode on peut également tester d'autres virus comme ceux de la grippe, des hépatites ou de la covid-19 par exemple. Ces tests sont faits à 20°C en milieu liquide et doivent être réalisés dans 2 situations différentes, la première mimant des conditions de propreté avec 0,3g/L d'albumine et la seconde des conditions de saleté avec 3g/L d'albumine additionnée de 3g/L de globules rouges. Ces additifs sont connus pour être capable de diminuer l'activité des produits désinfectants.

Comme pour les normes de base, les durées et les concentrations peuvent être variables. De 5 à 60 minutes pour le temps avec un minimum de 80% pour la concentration. Pour pouvoir dire qu'un produit est virucide selon la norme NF EN 14476, il faudra observer une diminution d'au moins 10 000 fois (soit 4 log) du nombre de virus viables dans la solution testée.

Ces valeurs de nombre de virus à détruire ne sont pas excessives, on sait que dans les postillons lors d'éternuement ou de toux de grandes quantités de microorganismes peuvent être émises. Selon les publications, l'ordre de grandeur peut aller jusqu'à 100 000 virus, qui peuvent être projetés à des vitesses supérieures à 100 km/h et jusqu'à des distances de plus de 5 m. C'est pour cette raison d'ailleurs, que dans le cadre des mesures barrière, il est demandé de tousser ou d'éternuer dans un mouchoir (à usage unique) ou dans son coude. La

photo ci-dessous montre bien la projection des gouttelettes lors de toux ou d'éternuements et l'intérêt de l'application stricte des mesures barrières.



Photo : Shutterstock



<https://www.quora.com/How-safe-is-a-cloth-face-mask-for-healthcare-workers>

Une attention particulière pour le respect de cette norme NF EN 14476 a été spécifiquement demandée dans les communications de la FFESSM pour tous les désinfectants utilisés pour le matériel de plongée à la suite de la pandémie de la covid-19.

<https://ffessm.fr/actualites/conseils-pour-la-desinfection-du-materiel-de-plongee>

La seconde étape :

Elle essaye de modéliser une utilisation plus pratique, par exemple à l'aide de lames porte-microorganismes contaminés par des quantités définies de bactéries dont l'objectif est de mimer au mieux une surface contaminée. De la même façon que pour la première étape, il existe plusieurs normes qui permettent de tester chacune un autre groupe de microorganismes. Prenons l'exemple de la norme NF EN 14561 qui teste l'activité bactéricide. Son intitulé exact est : « Désinfectants chimiques et antiseptiques - Essai quantitatif de porte germe pour l'évaluation de l'activité bactéricide pour instruments utilisés en médecine humaine - Méthode d'essai et prescriptions (phase 2, étape 2) ». Cette norme demande l'immersion dans une solution du produit bactéricide de lames de verre contaminées par une des 3 espèces bactériennes à tester séparément : *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* et *Enterococcus hirae*. Les durées de trempage peuvent varier de 5 à 60 minutes avec des températures de 20 à 60°C. Les tests doivent se faire en présence et en l'absence de substances interférentes, comme pour la norme NF EN 14561.

Pour dire qu'un produit est bactéricide selon la norme NF EN 14561 il faudra pouvoir observer une diminution d'au moins 100 000 fois (soit 5 log) du nombre de bactéries présentes sur la lame en verre. Pour un même produit, les conditions de passage de la norme dans les conditions de propreté et de saleté peuvent être très différentes.

α-3. Essais de terrain dans des conditions pratiques : phase 3

Enfin, il est prévu l'élaboration de normes proposant une 3^{ème} phase qui correspondrait à une utilisation pratique de ces produits. En fait, il n'existe actuellement aucune norme validée capable de mimer de façon standardisée l'utilisation réelle des produits de désinfection.

Lorsqu'on analyse l'ensemble de ces normes on voit bien que le choix d'un produit désinfectant ne peut pas être simple. Si l'on s'en tient à la définition première, il suffit de répondre à la norme de base NF EN 1040, mais si l'on veut que le produit fonctionne dans les conditions d'utilisation pratiques, il faut connaître le risque microbiologique que l'on désire supprimer et les conditions dans lesquelles le produit sera utilisé.

a-4. Tableau récapitulatif des normes

Tableau des normes européennes d'efficacité antimicrobienne dans le domaine de la santé humaine

NORMES DE BASE PHASE 1	<i>Tests de suspension pour déterminer une activité de base</i>
	NF EN 1040 : activité bactéricide NF EN 1275 : activité fongicide et/ou levuricide
NORMES D'APPLICATION PHASE 2 ÉTAPE 1	<i>Tests de suspension dans des conditions pratiques représentatives de l'usage</i>
	NF EN 13727 : activité bactéricide
	NF EN 14348 : activité mycobactéricide et/ou tuberculocide
	NF EN 13624 : activité fongicide et/ou levuricide NF EN 14476 : activité virucide
NORMES D'APPLICATION PHASE 2 ÉTAPE 2	<i>Tests simulant les conditions pratiques d'usage (tests de surfaces, de lavage)</i>
	NF EN 14561 : activité bactéricide
	NF EN 14563 : activité mycobactéricide et/ou tuberculocide
	NF EN 14562 : activité fongicide et/ou levuricide NF EN 16615 : bactéricidie et levuricidie avec effet mécanique sur surface non poreuse (test lingettes)

Il faut noter que ce tableau n'est pas exhaustif, il présente uniquement les normes qui nous intéressent. Il existe en effet, de nombreuses autres normes permettant d'analyser l'efficacité des produits antimicrobiens, mais elles concernent souvent des domaines plus spécifiques comme l'hygiène des mains, le domaine vétérinaire ou industriel et collectif.

b- Exemple de passage de normes pour un désinfectant

Comme exemple nous allons prendre le produit désinfectant actuellement recommandé par la FFESSM, il s'agit de l'Ecostérix® (Oksybio100) produit par AbyssNaut®.

La fiche technique de ce produit est disponible sur le site web du fabricant. (<https://abyssnaut.com/wp-content/uploads/2019/05/FT-OksyBio100-EcoSterix-2020-Plongée.pdf>)



OKSYBIO 100 - Ecosterix

Spray désinfectant

Propriétés microbiologiques

Actif sur	Normes	Temps de contact
Bactéries	EN 1040	30s
	EN 1276	30s
	EN 13697*	1 min
	EN 13727*	1 min
	EN 14561*	5 min
Mycobactéries	EN 14348*	15 min
	EN 14563*	5 min
Levures/Moisissures	EN 1275	5 min
	EN 1650	5 min
	EN 13697*	1min/5min
	EN 13624*	5 min
	EN 14562*	5 min
Virus	EN 14476 + A1*	
	- Adenovirus, Rotavirus, Poliovirus	10 min
	- BVDV, PRV, Herpès.	5 min
	- Norovirus	5 min
	EN 13610	15 min
Spores	EN 13704 Bacillus subtilis, Clostridium difficile	10 min
	EN 14347 Bacillus Subtilis	5 min
	EN 14347 Clostridium difficile	10 min

*Normes réalisées en conditions de saleté.

Ce tableau présente un résumé classé par type de microorganismes des différentes normes testées sur le produit. Seule une partie des normes reportées dans ce tableau correspond aux besoins du désinfectant dans notre utilisation de plongeur. Par exemple, les normes de sporicidie ne sont pas demandées pour une désinfection de niveau intermédiaire. D'autres normes sont également inutiles pour notre utilisation et concernent l'agro-alimentaire et/ou l'industrie : EN 1276, EN 13697, EN 1650 ; la EN 13610 pour sa part ne concerne que l'activité sur les bactériophages (virus des bactéries).

Nous avons contacté le fabricant AbyssNaut® afin d'obtenir le dossier scientifique de ce produit. Dans un premier temps, seule la fiche technique contenant le tableau ci-dessus et la fiche de données de sécurité ont été envoyées. Un dossier plus complet a été envoyé dans un second temps en avril 2020. Il s'agit d'un dossier de synthèse des rapports du laboratoire Eurofins qui a réalisé les tests du produit en 2017.

Ci-dessous un exemple de résultats disponible dans le dossier de synthèse correspondant à l'activité virucide du produit (copie du document envoyé par AbyssNaut®).

« NF EN 14476 :2013+A1 :2015

NF EN 14476 :2013+A1 :2015 passée par le labo Eurofins en janvier 2017

Température : 20°C +/-1°C - Temps de contact : 5 min

Souches testées	100%	50%
Poliovirus Type 1 Lsc-2ab (sabin)	4.67 +/-0.422	3.33 +/-0.422
Adénovirus Type 5 ATCC VR-5	5.17 +/-0.334	5.17 +/-0.334
Murine norovirus RVB-651	4.00 +/-0	3.17 +/-0.334

Résultats exprimés en réduction logarithmique

Sur la base des résultats obtenus, en conformité avec les résultats de l'essai, qui impose une diminution de 4 log : suivant un temps d'application de 5 min à une concentration de 100%, le produit OksyBio100-EcoSterix présente une activité en condition de propreté (0.03% de bovine albumine), vis à vis des souches de référence selon lesquelles le produit a été testé en conformité avec EN 14476 :2013+A1 :2015 »

On peut voir dans cet exemple que le produit passe la norme sans dilution (à 100%) pour le poliovirus et l'adénovirus testés. Pour le norovirus il passe de justesse avec une réduction logarithmique de 4,00 +/- 0 (donc avec un écart type de 0 ?). Dans ce tableau, seuls les résultats du test en conditions de propreté sont donnés. Il est également étonnant qu'une dilution de moitié (de 100% à 50%), ne fasse pas varier l'activité du produit sur les adénovirus avec une réduction logarithmique de 5,17 +/- 0,334 (soit en valeur absolue 147910,839 +/- 2,158). Il s'agit peut-être d'une erreur de transcription des résultats.

On constatait une incohérence avec les résultats donnés sur le site web du fabricant où le produit est noté comme testé en conditions de saleté. J'ai donc contacté à nouveau le fabricant pour une demande de renseignements, un dossier complémentaire m'a été transmis, avec des résultats plus anciens, mais réalisés en conditions de saleté. Les résultats des tests transmis datent de 5 ans auparavant (2012) et sont réalisés selon une version précédente de la norme.

NF EN 14476 +A1 / Adénovirus :

NF EN 14476 +A1 passée par le labo IRM en septembre et octobre 2012

Température : 20°C +/-1°C - Temps de contact : 5 min

Souches testées	80%		
Adenovirus Type 5 ATCC VR-5	5.5	3.75 (40%)	2.12 (20%)
Rotavirus SA11 ATCC VR1565	5.3	4.88 (10%)	3.50 (5%)

Résultats exprimés en réduction logarithmique

« Sur la base des résultats obtenus, en conformité avec les résultats de l'essai, qui impose une diminution de 4 log : suivant un temps d'application de 5 min à une concentration de 80%, le produit OksyBio100-EcoSterix présente une activité en condition de saleté (3g/L de sérum d'albumine bovine + 3mL/L d'érythrocyte de mouton en final lors de l'essai), vis à vis

des souches de référence selon lesquelles le produit a été testé en conformité avec EN 14476+A1 (janvier 2007). »

Pour rappel, selon la norme NF EN 14476 +A1 le test doit être réalisé au minimum avec une souche d'Adénovirus et de Poliovirus. Or les résultats des tests sur le poliovirus en conditions de saleté ne m'ont pas été transmis.

Dans le dossier envoyé n'apparaissent pas non plus les résultats pour une souche de norovirus en condition de saleté, ni aucun résultat concernant la virucide pour le Virus de la Diarrhée Virale Bovine (VDVB), utilisé comme substitut du Virus de l'hépatite C, pour le Virus de la PseudoRage porcine (PRV), substitut du virus de l'hépatite B, et pour un virus du genre Herpès alors qu'elles apparaissent dans le dossier technique du site d'AbyssNaut®.

Il est important de remarquer que ce produit ne passe les normes d'activité virucide que lorsqu'il est utilisé pur, sans dilution. Ainsi, dès lors qu'il sera utilisé sur des embouts qui seront souillés ou mouillés, le produit sera dilué et de ce fait la réduction de 4 log exigée par la norme ne sera probablement plus atteinte.

Plus généralement, et pour l'ensemble des produits désinfectants commercialisés, on voit que la lecture de la simple étiquette sur le flacon, la fiche de renseignement ou même le dossier technique n'apportent que des informations partielles sur l'activité réelle des produits.

Seuls les dossiers scientifiques peuvent donner des informations plus complètes. Ces dossiers devraient normalement comporter les copies conformes des comptes-rendus des laboratoires et non des retranscriptions qui peuvent masquer des résultats non satisfaisants. De plus, pour garantir la qualité et l'impartialité de ces résultats, les laboratoires devraient être accrédités et indépendants. Ces dossiers doivent être demandés aux fabricants et lus avec attention. Cependant, leur interprétation n'est pas forcément facile pour des personnes non formées qui n'ont pas l'habitude d'analyser ce type de document.

5-La désinfection

a- La réglementation des produits biocides

L'utilisation de produits chimiques est principalement prise en compte par des règles européennes REACH. Cet acronyme est utilisé pour désigner le règlement concernant l'enregistrement, l'évaluation et l'autorisation des substances chimiques, ainsi que les restrictions applicables à ces substances (Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals). En complément, et de façon plus spécifique, il y a le règlement sur les produits biocides (RPB, règlement (UE) n° 528/2012) du 22 Mai 2012 qui concerne la mise sur le marché et l'utilisation des produits biocides, qui sont utilisés pour protéger l'homme, les animaux, les matériaux ou les articles contre les organismes nuisibles, tels que les animaux nuisibles et les bactéries, par l'action des substances actives contenues dans le produit biocide. <https://www.acti-chemical.com/be/actu-blog/reglementation-biocide-et-reach>

b- Les différents niveaux de désinfection

Pour savoir quel entretien réaliser sur le matériel de plongée, il faut commencer par se poser la question de l'usage qu'on en a et par conséquent de l'objectif qu'on veut atteindre en termes de diminution du nombre de microorganismes présents, puis rechercher le produit et la méthode qui permettront d'aboutir à cet objectif.

Concernant l'objectif à atteindre, dans le domaine de la santé, 3 niveaux de désinfection ont été définis en fonction de l'usage du produit : (i) en externe pour de la peau saine, (ii) en contact avec une muqueuse ou de la peau lésée et (iii) lors d'un geste plus invasif sous la peau ou dans les tissus profonds.

A chacun de ces 3 niveaux correspond un groupe cible de microorganismes à éliminer. (Ministère de l'emploi et de la solidarité. Guide des bonnes pratiques de désinfection des dispositifs médicaux. 1998).

Usage	Niveau de risque infectieux	Niveau de désinfection	Cibles
Externe	Risque bas	Désinfection de bas niveau	Bactéries végétatives, Levures
Contact muqueuse ou peau lésée	Risque médian	Désinfection de niveau intermédiaire	Bactéries végétatives, Levures et champignons filamenteux, Virus, Mycobactéries
Geste invasif	Risque élevé	Stérilisation ou si impossible désinfection de haut niveau	Bactéries végétatives, Levures et champignons filamenteux, Virus, Mycobactéries, Spores bactériennes

Pour le cas particulier qui nous intéresse en plongée, à savoir la désinfection des embouts des détendeurs et des tubas, il s'agit d'un contact muqueux. Si l'on veut utiliser ces recommandations, le niveau de risque infectieux sera à considérer comme médian. Le niveau de désinfection à atteindre sera le niveau intermédiaire et les microorganismes à éliminer seront : les bactéries végétatives, les mycobactéries (comme par exemple les bactéries responsables de la tuberculose), les virus, les levures et les champignons filamenteux. Seules les spores bactériennes ne seront pas ciblées par le traitement biocide à mettre en place. Les spores sont des formes présentant une résistance physico-chimique importante que peuvent produire certaines bactéries en attente de conditions propices à leur multiplication. C'est une forme de dissémination de certaines maladies, comme pour le tétanos ou le botulisme.

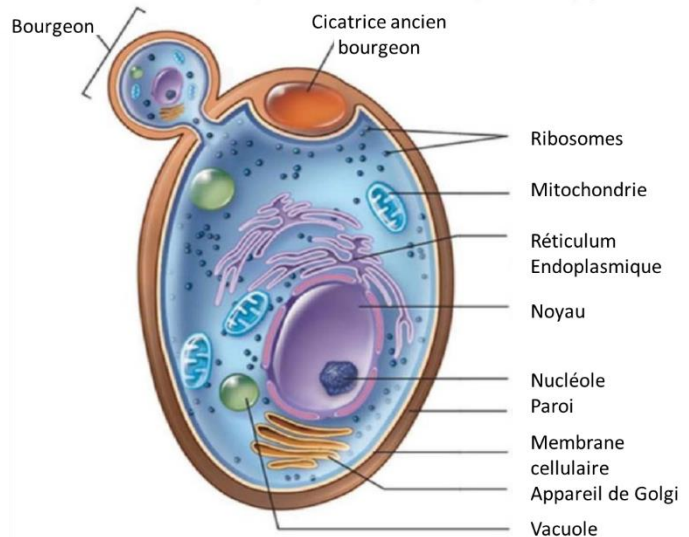
c- Structure des microorganismes

La structure des microorganismes que l'on cherche à détruire va fortement impacter l'action des désinfectants.

Pour illustrer leur morphologie les 3 schémas ci-dessous permettent d'identifier les principales structures de nos ennemis microscopiques.

- 1- Une cellule de champignon, avec en exemple une levure. On peut voir sur le schéma une levure en train de se diviser par bourgeonnement. Il s'agit d'un organisme eucaryote puisqu'il possède un noyau dans son cytoplasme. La cellule est entourée d'une paroi rigide qui lui confère une relative résistance physico-chimique. Leur taille en général est de 5 à 10 μm .

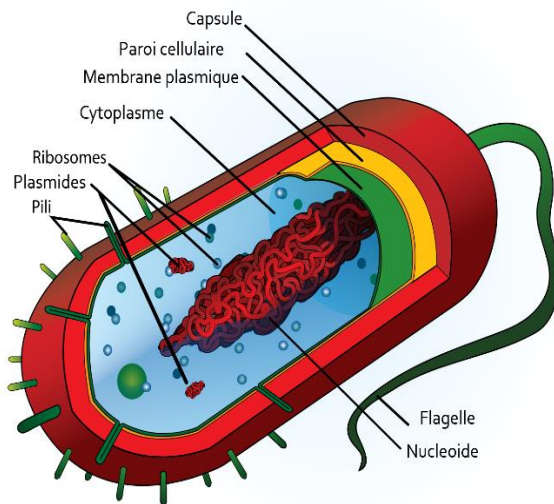
Structure d'un champignon (ex : levure)



<https://images.app.goo.gl/GkxgWuqVjBojQ8ge7>

- 2- Les bactéries, comme sur le schéma du colibacille donné en exemple, sont des organismes dits

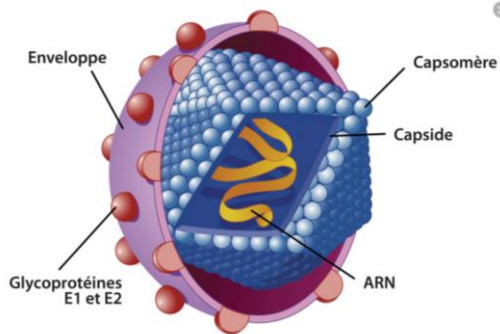
procaryotes parce qu'ils n'ont pas de noyau à l'intérieur de la cellule. Leur membrane cellulaire est également entourée d'une paroi dont la structure est différente de celle des champignons, mais qui va également leur donner une forme et les protéger. En fonction de la structure de cette paroi on définit 2 grands groupes de bactéries, celle à Gram+ et celles à Gram- qui ont des réactions différentes aux produits. Les bactéries peuvent avoir des flagelles qui vont leur permettre d'être mobiles en milieu liquide. Leur taille souvent est plus petite, de l'ordre de 0,5 à 3 μm .



Structure d'une bactérie (ex : *E. coli*) <https://fr.wikipedia.org>

- 3- Les virus pour leur part sont à la limite du vivant, puisqu'en dehors d'une cellule, ce sont des particules totalement inertes incapables de se reproduire. Ce sont des parasites obligatoires qui vont devoir utiliser la machinerie cellulaire de l'hôte pour pouvoir se faire multiplier. Ils peuvent être enveloppés ou non (dits virus nus) et cela influence grandement leur résistance

aux agents physico-chimiques. En effet, l'enveloppe provient de la cellule qu'ils ont parasitée et a ainsi une structure très proche de la membrane cellulaire qui est assez facile à détruire pour des désinfectants. Leur taille est encore au moins 10 fois plus petite, de 50 à 150 nm.



Structure d'un virus enveloppé (ex : Virus de l'Hépatite C)

www.sciencedirect.com

d- Le désinfectant idéal

Quelles sont les exigences que l'on peut avoir pour un produit désinfectant ou quel serait le désinfectant idéal ?

Il faut d'abord qu'il soit efficace pour détruire tous les microorganismes à risque de transmettre une infection qui pourraient être présents sur le matériel.

Il faut ensuite qu'il soit facile d'utilisation et qu'il ait un délai d'action rapide, pour simplifier l'étape de désinfection.

Il faut qu'il soit compatible avec le matériel de plongée afin d'éviter toute usure prématurée et qu'il ne donne pas d'odeur désagréable.

Il ne faut pas qu'il soit toxique pour les personnes lors de sa manipulation (stockage, préparation, application et rinçage) ni pour les utilisateurs du matériel.

Il ne faut pas qu'il soit trop cher, facile à acheter et qu'on puisse le conserver longtemps.

Enfin, il ne doit pas être toxique pour l'environnement et donc simple à éliminer.

6-Les grandes familles de produits chimiques désinfectants

a- Activité germicide des familles de désinfectants

Il existe un grand nombre de produits désinfectants différents et il est difficile de savoir lequel choisir. On retrouve différentes substances chimiques capables d'avoir une action désinfectante qui sont présentes à différentes concentrations et parfois associées à d'autres produits comme des détergents. De plus, leur utilisation peut se faire avec ou sans dilution, en trempage ou en spray, parfois même sur des lingettes pré-imprégnées.

Les produits désinfectants sont classés en plusieurs groupes correspondant à des familles chimiques auxquels sont reliés des mécanismes d'action permettant de détruire les microorganismes. Globalement les effets correspondent à une action sur les protéines et/ou sur la membrane des microorganismes.

Le spectre d'activité des produits correspond aux microorganismes sur lesquels le produit sera plus ou moins efficace.

b- Mécanisme d'action des désinfectants

Contrairement aux antibiotiques qui ont habituellement une cible précise dans les cellules ou les antiviraux qui perturbent la multiplication des virus dans les cellules, la plupart des désinfectants, aux concentrations d'utilisation, agissent en détruisant les microorganismes. En fonction de la famille du désinfectant, cette destruction peut être obtenue par altération de la membrane cellulaire, par dénaturation des protéines cytoplasmiques, par inhibition enzymatique... (Russell, Hugo and Ayliffe. Principles and Practice of Disinfection, Preservation and Sterilization, 5th Edition, 2013).

La sensibilité aux produits va dépendre de la structure des microorganismes. Pour les bactéries et les champignons, les désinfectants exercent leur action essentiellement au niveau de la membrane cytoplasmique et doivent donc traverser la paroi externe qui leur donne leur forme. C'est donc la résistance de cette paroi entourant la cellule bactérienne qui peut modifier leur action. Ainsi, comme on l'a vu dans le tableau précédent, pour les levures ou les mycobactéries qui ont une paroi particulièrement résistante, la sensibilité aux produits sera souvent moins importante. Au contraire, pour ce qui concerne les virus ce sont ceux qui sont enveloppés qui seront habituellement plus fragiles. Les virus nus, comme de nombreux virus des gastro-entérites, ont une résistance importante en milieu extérieur.

c- Quelques familles de produits chimiques désinfectants

c-1. Hypochlorite de sodium – Eau de Javel

C'est probablement le produit désinfectant le plus utilisé au monde. Il n'est pas cher et a un spectre d'activité très large.

C'est à la localisation de la fabrique chimique dans le petit village de Javel près de Paris (station de métro Javel), qu'il doit son nom. L'Eau de Javel, utilisée depuis plus de 200 ans, correspond à des solutions d'hypochlorite de sodium. (www.eaudejavel.fr)

Malgré son spectre d'activité très large il est facilement inactivé par les matières organiques, d'où l'importance de l'opération de nettoyage préalable à celle de désinfection. L'hypochlorite est également un produit instable dont l'activité dépend beaucoup du pH du milieu. Il s'agit d'un produit oxydant qui peut être corrosif pour les métaux.

Il existe plusieurs unités de mesure pour les concentrations de chlore ce qui pose souvent un problème pour connaître la bonne concentration à utiliser. Elle peut être exprimée :

en pourcentage de chlore actif (poids/poids), et dépend de la densité de la solution ; c'est l'unité utilisée dans la réglementation française ;

en pourcentage d'hypochlorite de sodium ;

en grammes par litre de chlore actif ou en moles par litre de chlore actif pour les chimistes ;

en degré chlorométrique Gay Lussac, mesure française ancienne abandonnée depuis 2001.

L'hypochlorite de sodium peut être efficace selon sa concentration sur tous les microorganismes.

A des concentrations très basses (0,1 à 1 mg/l) il peut inhiber la croissance des bactéries. Une partie des protéines membranaires est détruite et la bactérie n'est plus capable de se multiplier. <https://www.eaudejavel.fr/proprietes.html#la-desinfection-15>

Ainsi, l'Eau de Javel est virucide selon la norme EN 14476 à la concentration de 0,1% (1g/L) de chlore actif sur le virus de la grippe aviaire Influenzavirus A H5N1. (www.eaudejavel.fr) et sur le SARS-CoV-2 en condition de propreté. Selon cette norme, il est également actif sur le virus Ebola, avec un temps de contact de 15 minutes à la concentration de 0,25% (2,5 g/L) de chlore. https://www.hcsp.fr/Explore.cgi/Telecharger?NomFichier=hcspa20150114_ebolanett_oyagedesinfecsurface.pdf

A une concentration de 0,5% (5g/L) de chlore actif permet d'avoir une activité en condition de saleté pour une action sur une surface souillée par une quantité importante de sang ou de liquides biologiques. A cette même concentration, il est capable d'inactiver le virus de l'hépatite B

(http://www.inrs.fr/publications/bdd/eficatt/fiche.html?refINRS=EFICATT_Hépatite%20B).

Enfin, à une concentration de 2% pendant une heure, il fait partie des rares produit permettant une destruction des prions, vecteurs de la maladie de Creutzfeldt Jacob (http://www.cpias-normandie.org/media-files/21125/eau-de-javel_2017.pdf).

La Société Française d'Hygiène Hospitalière (SF2H) recommande de garder 2 concentrations en chlore actif :

-0,1% pour la désinfection en conditions de propreté, soit 200mL d'eau de Javel à 2,6% pour un volume final de 5L

-0,5% pour l'utilisation en conditions de saleté, pour l'activité sur les liquides biologiques ou pour l'activité sporicide, soit 1L d'eau de Javel à 2,6% pour un volume final de 5L.

En France, la chloration de l'eau potable est autorisée pour garantir la qualité de l'eau et la chloration est de 0,2 à 0,3 mg/L. On peut noter que cette concentration est variable en fonction des pays. À New York, par exemple, elle varie entre 0,7 et 2 mg/L, là-bas, le goût d'eau de Javel y est considéré comme le gage d'une eau saine. La concentration maximale admissible fixée par l'OMS est de 5 mg/L.

Les inconvénients du chlore

Le chlore cependant n'a pas que des avantages, nous l'avons vu, c'est un produit instable. Sa conservation doit se faire dans des locaux ventilés à l'abri de la chaleur. Il vaut mieux stocker des bidons d'Eau de Javel prêt à l'emploi qui se conservent pendant 1 an plutôt que sous forme concentrée qui est limitée à 3 mois. Sa manipulation demande également des précautions. Les étapes de dilution doivent se faire en portant des gants et des lunettes de protection puisque c'est un produit caustique pour la peau et les muqueuses, en particulier la muqueuse oculaire. Il doit être dilué dans de l'eau froide et ne pas être mélangé à d'autres produits chimiques pour éviter des dégagements toxiques de chlore gazeux. Lorsqu'il est en contact

avec des substances organiques il y a un risque de formation de chloramines qui sont toxiques. Le matériel doit être bien rincé pour éviter les risques de corrosion sur les métaux et de dégradation des caoutchoucs. Enfin, il ne doit pas être rejeté en grande quantité dans l'environnement puisqu'il est considéré comme toxique pour les organismes aquatiques. On voit donc que même s'il s'agit d'un produit ménager, l'Eau de Javel est à utiliser avec précaution, avec des procédures validées et bien établies.

Le chlore (ou l'eau de Javel) peut-il être utilisé pour la désinfection du matériel ?

En plus de sa toxicité, pour pouvoir l'utiliser correctement il faudra tenir compte de quelques particularités. Tout d'abord, l'utilisation du chlore nécessite plusieurs étapes complémentaires. Puisque qu'il n'a pas d'action détergente il faut réaliser une première étape de nettoyage avec un détergent d'autant plus que l'on sait que son activité germicide est inhibée par la présence de substances organiques. Elle doit être suivie d'une étape de rinçage, puisque le chlore est très réactif et ne doit pas être mélangé à d'autres substances chimiques qui pourrait l'inactiver ou provoquer des dégagements toxiques. Les étapes suivantes seront les mêmes que pour tout désinfectant utilisé par trempage. L'étape de dilution pour préparer la solution suivie d'un temps de contact pour permettre l'action du chlore. Puis l'étape de rinçage à l'eau claire qui est ici indispensable pour éviter que le chlore ne corrode les matériaux constitutifs de nos équipements de plongée. Pour finir, une étape de séchage et de stockage pour assurer une bonne conservation de l'équipement traité.

On constate que cette procédure complète est assez longue, même si elle n'est pas très compliquée, elle demande de la rigueur et du temps, d'ailleurs aucun des clubs interrogés par le questionnaire ne l'utilise.

Un autre point particulier est le risque de blanchiment avec le chlore, qui peut être un avantage pour l'entretien ménager de l'émail, mais qui risque de tacher définitivement le beau tee-shirt bleu du club ou le jeans s'il rentre en contact avec la solution.

Il est cependant proposé comme désinfectant par DAN (www.daneurope.org) dans son document pour la prévention de la covid-19 ainsi que par PADI.

Le chlore dans la piscine est-il suffisant pour désinfecter le matériel de plongée ?

Dans les piscines publiques, le chlore fait partie des produits autorisés et son taux est réglementé pour des raisons sanitaires et de sécurité par l'arrêté du 18 janvier 2002 fixant les dispositions techniques applicables aux piscines. Ce texte précise que pour les bassins traités sans stabilisant (sans acide isocyanurique) le chlore libre actif doit être compris entre 0,4 mg/L et 1,4 mg/L, pour un pH à maintenir entre 6,9 et 7,7. En présence de stabilisant, le chlore libre doit être supérieur à 2mg/L.

Il n'existe pas de réglementation pour les piscines privées et les propriétaires s'alignent habituellement sur les recommandations nationales.

La connaissance de ces valeurs de concentration va nous permettre de répondre à cette question et pourrait peut-être nous affranchir de la désinfection après nos entraînements en piscine. C'est une des questions qui a d'ailleurs été posée par un club dans le questionnaire d'enquête.

La réponse est « non », si l'on veut aboutir à une désinfection de niveau intermédiaire. La concentration de chlore atteinte permet juste d'avoir une action bactéricide sur certaines bactéries.

Mais pour d'autres microorganismes plus résistants comme les virus ou les levures, cette concentration est malheureusement nettement insuffisante. Il faudrait par exemple une concentration plus de 1000 fois supérieure pour garantir son efficacité virucide pour le virus de l'hépatite B !

c-2. Ammoniums quaternaires

Cette famille de produits a la particularité de présenter une activité nettoyante et désinfectante. Ils sont très souvent présents dans les produits commerciaux de la vie courante comme les produits nettoyants, les shampoings ou les adoucissants. Leur activité biocide peut être neutralisée par des composés anioniques et peuvent être corrosifs pour les métaux. Lorsqu'ils sont concentrés ils sont souvent corrosifs pour la peau et les muqueuses et doivent donc être manipulés avec précaution avant dilution. Ils sont souvent considérés comme toxiques pour l'environnement, notamment pour les organismes aquatiques, et ne sont en général qu'en partie biodégradables. Il faut donc être attentif lors de leur utilisation et de leur élimination.

Ils sont actifs sur les virus et ont été recommandés dans le cadre de l'utilisation contre le SARS-CoV-2. On les retrouve dans la composition de quasiment tous les détergents-désinfectants utilisés dans le cadre de l'enquête réalisée auprès des clubs de l'Est.

c-3. Alcool

L'activité germicide des alcools est importante, ils sont actifs sur tous les types de microorganismes à l'exception des spores. « L'alcool, produit connu depuis les temps les plus reculés, a été utilisé pour ses propriétés antiseptiques en médication interne sous forme de vin ou autres boissons fermentées » (Antisepsie et désinfection ; J. Fleurette, J. Freney, M-E. Reverdy. Editions ESKA 1995). Actuellement, ils sont surtout utilisés pour la désinfection de la peau, en particulier dans les gels hydro-alcooliques pour l'hygiène des mains. Ils doivent être utilisés à des concentrations de 60 à 75 % pour avoir une meilleure activité sur les microorganismes, leur activité diminue s'ils sont plus concentrés. Ils ont l'avantage d'être rapidement bactéricides (en 1 à 2 minutes) et d'être peu toxiques pour les personnes sur peau saine et pour l'environnement lorsqu'ils sont utilisés sur de petites surfaces.

Ils sont cependant volatils et très inflammables, ce qui peut poser des problèmes lorsqu'ils sont utilisés dans des lieux clos ou en présence de gaz enrichis en oxygène. Les alcools utilisés

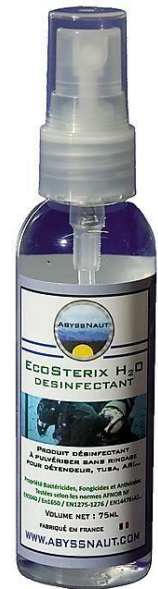
de façon répétée peuvent provoquer un gonflement et un durcissement de plastiques ou de caoutchouc, ce qui limite leur intérêt pour le traitement du matériel de plongée.

c-4. Peroxyde d'hydrogène (eau oxygénée)

C'est un produit répandu dans la nature, qui constitue une barrière immunitaire non spécifique sur la peau et les muqueuses. Il est habituellement utilisé comme antiseptique à une concentration de 10 volumes. Ce qui veut dire qu'un litre d'eau oxygénée est capable de produire 10 L d'O₂. En fait, c'est un produit qui est surtout utilisé pour nettoyer les plaies grâce au dégagement gazeux d'O₂ qu'il provoque. Il peut parfois aussi être utilisé comme désinfectant mais à des concentrations plus importantes. Son énorme avantage, c'est qu'il se décompose en eau et en oxygène et par conséquent qu'il est totalement biodégradable.

Associé à l'acide acétique il se transforme en acide peracétique qui est un puissant désinfectant.

Les principales critiques relatives au peroxyde d'hydrogène concernent plus son mode d'utilisation en spray que son spectre d'action biocide. La vaporisation sur du matériel n'offrant aucune garantie d'une application sur l'ensemble des surfaces à traiter.



c-5. Acide peracétique

Il s'agit d'un produit oxydant puissant et à large spectre. Il est instable en milieu liquide et se décompose en peroxyde d'hydrogène et en acide acétique. Il est peu corrosif pour la peau et les muqueuses aux concentrations utilisées. Il peut être corrosif pour les métaux en fonction de la formulation utilisée puisqu'il réagit avec les ions métalliques.

Il présente le grand avantage de ne pas être écotoxique et de se dégrader en acide acétique, en eau et en oxygène.

Il s'agit cependant d'un désinfectant qui n'a aucune activité détergente et qui doit donc être utilisé sur du matériel préalablement nettoyé.

Avec l'acide acétique et le peroxyde d'hydrogène, c'est le composé qui entre dans la formulation de l'Ecosterix®, qui est le produit désinfectant actuellement préconisé par la FFESSM. Ce produit a fait l'objet d'un premier article en 2017 dans le magazine Subaqua (<http://medical.ffessm.fr/wp-content/uploads/Desinfections-embouts-de-detendeurs-et-tuba-Subaqua.pdf>). En pleine pandémie de covid-19 (mars 2020) un nouveau courrier recommandant l'usage de l'Ecosterix® a été publié sur le site fédéral de la région PACA (<https://www.ffessm-paca.fr/le-comite/comites/les-actualites-du-comite/685-coronavirus-et-desinfection-des-embouts-en-plongee>). Ces informations ont été reprises par de nombreux autres sites sur internet (<https://www.plongee-plaisir.com/>, <https://www.plongez.fr/>, <https://www.plongeur.com/>, <https://ffessm-ctr-aura.fr/>...).

Ce produit a de nombreux avantages, mais également des inconvénients. Son utilisation n'est pas aussi simple qu'il y paraît et ne permet pas de traiter correctement l'ensemble des surfaces souillées s'il n'est pas utilisé avec beaucoup de minutie.

c-6. Acide lactique

Avec la prise de conscience de l'écotoxicité des produits désinfectants, la recherche de substances totalement biodégradables a fait son apparition. Parmi elles on peut noter l'acide lactique et d'autres acides organiques qui sont utilisés depuis très longtemps pour la conservation des aliments. Leur action s'exerce principalement sur les bactéries et les champignons. Les virus et les mycobactéries sont considérés comme résistants (Antiseptie et désinfection ; J. Fleurette, J. Freney, M-E. Reverdy. Editions Eska 1995). Il faut donc souvent les associer à d'autres produits chimiques (surfactants...) pour pouvoir atteindre des niveaux de désinfection suffisants.

c-7. Autres substances

Il existe de nombreuses autres substances chimiques qui ont des propriétés désinfectantes. Différentes listes sont publiées au niveau national (liste positive des désinfectants de la SF2H) ou international (ECDC en Europe, EPA aux EU).

c-8. Tableau récapitulatif : spectre d'activité

Spectre d'activité des principales familles de désinfectants

(d'après - Antiseptiques et Désinfectants- CCLIN Paris-Nord – Mai 2000)

FAMILLES	Bact Gram +	Bact Gram -	Myco- bactéries	Levures	Moisis- sures	Virus nus	Virus enveloppés	Spores
HALOGÉNÉS CHLORÉS (eau de Javel)	+	+	+	+	+	+	+	+
ALDÉHYDES (glutaraldéhyde...)	+	+	+	+	+	+	+	+
OXYDANTS (acide peracétique)	+	+	+	+	+	+	+	+
BIGUANIDES	+	+	+/-	+	+/-	+/-	+	-
ALCOOLS	+	+	+	+/-	+/-	+/-	+	-
PHÉNOLS	Activité variable selon les composés							-
TENSIO-ACTIFS AMMONIUMS QUATERNAIRES	+	+/-	-	+	+	+/-	+	-

7-Alternatives aux produits chimiques désinfectants

a- Eau de mer

Bien que le sel soit utilisé depuis des siècles comme un conservateur des aliments, l'eau de mer n'a pas malheureusement pas d'effet germicide notoire. De nombreux microorganismes peuvent résister plusieurs jours aux concentrations de sel présentes dans l'eau de mer, ces germes sont appelés « halophiles », qui aiment le sel.

(<http://www.santetropicale.com/Resume/33904.pdf>)

Ainsi des bactéries de la flore digestive, comme les entérobactéries (colibacilles, salmonelles, vibrios...), des bactéries cutanées comme les staphylocoques ou des levures comme les candidas peuvent survivre plusieurs jours dans l'eau de mer. Ces microorganismes peuvent provoquer des infections digestives, cutanées ou ORL. Leur durée de survie dépendra notamment de la température de l'eau et de l'exposition aux rayons UV. Ainsi, plus l'eau est froide, plus ces bactéries résistent et plus ils sont exposés aux UV (couche superficielle) plus ils sont détruits.

Concernant les virus, comme ce sont des parasites intracellulaires obligatoires, lorsqu'ils se retrouvent dans l'eau, ils ne peuvent que rester contaminants ou être détruits. Pour pouvoir se multiplier leur développement nécessitera la contamination d'un organisme vivant, comme les coquillages par exemple. C'est ce que l'on rencontre régulièrement dans les zones conchylicoles et qui provoque l'interdiction de la pêche et du ramassage de coquillages en raison de la détection de virus comme les "norovirus" connus pour être une cause courante de gastro-entérites.

Néanmoins, pour les virus plus fragiles comme le SARS-CoV-2, l'eau de mer, comme l'eau de piscine d'ailleurs, n'est pas considérée comme une voie de transmission du virus.

Au minimum, même s'il n'y a pas d'action désinfectante, le passage dans l'eau assure une action de dilution, voir un rinçage, ce qui aura pour conséquence une diminution de la charge microbienne et donc une diminution du risque de transmission.

b- Le soleil et les UV

Le soleil émet des rayonnements et l'on pourrait supposer qu'une exposition du matériel de plongée au soleil permettrait une diminution suffisante du nombre de microorganismes. En fait, cette action est insuffisante pour le traitement de nos équipements de plongée même s'il existe un effet indiscutable.

Une méthode de désinfection basée sur le rayonnement solaire, qui est notamment utilisée pour la désinfection de l'eau a été décrite. Cette méthode est connue sous le nom de SODIS pour *Solar Disinfection* (https://www.sodis.ch/methode/index_FR.html). Il s'agit d'une technique bon marché qui permet de désinfecter l'eau en utilisant seulement le rayonnement solaire et des bouteilles en plastique (PET). Elle est reconnue par l'Organisation mondiale de la santé (OMS) comme méthode de traitement et de bonne conservation de l'eau à domicile et permet d'éviter les maladies diarrhéiques. Pour la mettre en œuvre, il faut utiliser des

bouteilles en PET transparentes et incolores, les remplir d'eau et les exposer au soleil pendant six heures. Les rayons ultra-violet (UV A et B) contenus dans la lumière solaire vont tuer les germes infectieux comme les virus, les bactéries et les parasites (Giardia et Cryptosporidies). Grâce à sa simplicité et fiabilité d'utilisation, la méthode SODIS permet un traitement individuel de petites quantités d'eau de boisson, notamment pour les pays en voie de développement.

Cet effet du soleil a été rappelé au cours de la pandémie de covid-19, tout en signalant les limites de son intérêt puisque la contamination en milieu extérieur était jugée moins probable qu'en intérieur et dans des espaces confinés.

L'activité germicide des rayonnements UV est connue et a été étudiée. Ce sont particulièrement les rayonnements de longueur d'onde courte (UV C) qui sont les plus intéressants pour cet usage. Ces rayons sont naturellement filtrés par l'atmosphère ce qui limite l'effet nocif des expositions au soleil. Lorsqu'ils sont émis de façon volontaire et ciblée ils vont provoquer une dégradation des acides nucléiques (ADN et ARN) et ainsi empêcher la multiplication des microorganismes.

Il existe des enceintes pourvues de miroirs et comprenant des lampes à vapeur de mercure qui émettent spécifiquement des UV C destinées à la désinfection du matériel. Ces UV C ne traversent néanmoins pas la matière et ne peuvent donc agir que sur les germes présents sur les surfaces accessibles aux rayonnements. Ainsi si on l'appliquait à la désinfection des détenteurs, seules les parties extérieures d'un embout buccal pourraient être traitées. Toutes les surfaces internes, comme par exemple la chambre sèche du 2^{ème} étage, éventuellement contaminées par de la salive, ne le seraient pas.

Néanmoins, si on expose une combinaison de plongée au soleil pendant plusieurs heures, on pourra sûrement constater sur les parties exposées une diminution du nombre de microorganismes. Pour avoir une diminution sur toute la surface, il faudra s'assurer qu'elles ont toutes été exposées. Les inconvénients existent également, puisque l'on risque une décoloration des tissus et le vieillissement prématuré du néoprène.

c- Les rayons ionisants

Il nécessite une irradiation par des rayonnements gamma produits habituellement par du Cobalt60 ou du Césium135. C'est un procédé industriel utilisé par exemple pour le traitement de médicaments ou pour améliorer la conservation de produits alimentaires. Cette technique a été utilisée en 1977 pour traiter la momie du pharaon Ramsès II qui était infestée de larves et de champignons.

Au vu de son coût et de sa difficulté de mise en œuvre, ce procédé ne peut pas être envisagé dans le cadre du matériel de plongée.

d- La chaleur

La chaleur est la méthode classiquement utilisée en milieu hospitalier pour la stérilisation du matériel médical. C'est habituellement la chaleur humide sous pression (autoclave) qui est

préférée, puisqu'elle permet une destruction des microorganismes à des températures plus faibles que la chaleur sèche.

La pasteurisation utilisée en alimentation consiste à atteindre une température entre 65 et 70°C pendant 30 minutes et permet d'éliminer de nombreux microorganismes, à l'exception des spores bactériennes. Pour le SARS-CoV-2, l'OMS conseillait d'atteindre la température de 60°C pendant 30 minutes pour éliminer le virus. Comme des études avaient montrées qu'une chaleur de 55 °C tue 99,99 % du virus en 20 minutes environ et même qu'à 66°C le délai n'était plus que de 5 minutes (<https://www.auto123.com/fr/actualites/coronavirus-covid-19-voiture-soleil-chaleur-desinfection/67048/>), on a même pu voir, au cours de l'été, sur certains sites internet apparaître la recommandation de stationner sa voiture au soleil pour augmenter la température intérieure du véhicule.

Néanmoins, concernant l'équipement de plongée, ces méthodes ne sont pas adaptées, d'efficacité insuffisante et risquent de l'endommager.

Cependant, du matériel entreposé dans un local ventilé, chaud et sec aura probablement moins de risque de rester contaminé que s'il est stocké dans des locaux humides, mal ventilés à une température de 20 à 25°C.

e- Les gaz

L'utilisation des gaz comme désinfectants est intéressante, car contrairement aux rayonnements, ils vont pouvoir atteindre l'intérieur du matériel sans avoir à le démonter. Ils peuvent également être utilisés sans mouiller ni exposer le matériel à des températures trop élevées.

Ainsi, l'oxyde d'éthylène est une substance qui a longtemps été utilisée pour désinfecter, voire stériliser du matériel thermosensible. Mais il s'agit d'un gaz toxique, inflammable et explosif. Le procédé complet est long, son usage est délicat et nécessite un grand nombre de précautions.

D'autres gaz sont actuellement disponibles comme l'ozone ou le gaz plasma de peroxyde d'hydrogène. Ces 2 derniers produits ont l'énorme avantage de ne pas être toxiques pour les personnes, ni pour l'environnement. Ils sont utilisés à des températures peu élevées qui sont compatibles avec le matériel thermosensible.

Néanmoins le coût des appareils à gaz plasma reste très élevé et il est difficilement envisageable pour le traitement du matériel dans le cadre d'activités de loisir.

L'ozone (ou trioxygène O₃) est un oxydant très puissant qui est utilisé depuis de nombreuses années dans différents secteurs industriels (conservation d'aliments, domaine pharmaceutique, traitement de l'eau). Il présente l'avantage d'être un désinfectant efficace et a des propriétés désodorisantes sans l'utilisation de produits chimiques et donc sans toxicité résiduelle. L'ozone est habituellement produit à l'aide de lampes à UV-C qui vont transformer transitoirement les molécules d'oxygène O₂ en molécules d'ozone O₃ qui sont très instables et qui ont un pouvoir oxydant très important capable de détruire les microorganismes.

Depuis peu, on trouve des systèmes proposant une désinfection à l'aide d'ozone pour des locaux, des véhicules, des vêtements de travail ou du matériel sportif. Il est proposé sous forme de générateur d'ozone, d'armoires de séchage ou d'enceintes ventilés produisant de l'ozone.

<https://teinnova.fr/equipements/ozo3-ozoniseur-portable/>

<https://www.hygitec.com/produits/armoire-sechante-hygistore-access/>

<https://www.wintersteiger.com/fr/Séchage-et-hygiène/Technologie>

<https://www.hcpfrance.fr/nos-produits/...>

Certains proposent un vestiaire pour le séchage et la désinfection du matériel de plongée :
« *Il vous garantira un parfait assainissement des combinaisons mais aussi de tous vos accessoires (détendeurs, masques, chaussons, gilets...)* » <https://www.zenform.fr/la-solution-pour-la-desinfection-de-vos-combinaisons-neoprene/>.

Il y a néanmoins certains matériaux, comme le caoutchouc et les polyuréthanes, qui semblent avoir un vieillissement prématuré sous l'action de l'ozone. Le recul par rapport à l'utilisation de ce type de traitement n'est pas important pour le matériel de plongée et l'investissement reste encore conséquent, mais il s'agit probablement d'une solution alternative dont on pourra suivre l'évolution.

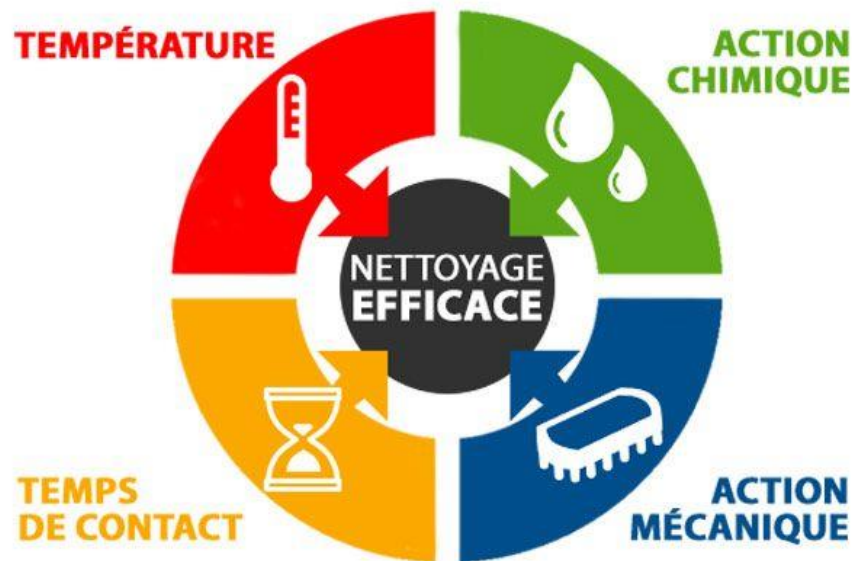
8-Le nettoyage

L'objectif du nettoyage est d'obtenir un niveau de propreté, d'aspect, de confort et d'hygiène satisfaisant. Il permet d'éliminer les substances salissantes et les microorganismes présents par une action physique et mécanique. En hygiène hospitalière il constitue l'étape préalable indispensable à la stérilisation ou à la désinfection. Ainsi, l'action de nettoyage permet d'éliminer d'environ 80 à 99% des germes présents en fonction de la salissure et du type de matériel.

Pour rappel, la norme de désinfection *NF EN 1040* demande l'élimination de 99,999% des bactéries présentes.

Le rôle du nettoyage n'est pas particulièrement de détruire les microorganismes, il agit plutôt en les détachant physiquement des surfaces pour les retrouver ensuite dans les effluents de rinçage. Les détergents du fait de leur structure chimique permettent de détacher les substances ou les microorganismes fixés sur les surfaces. Leur élimination se fera par entraînement par le courant lors du rinçage. Cette action nettoyante purement physique peut éliminer une bonne partie des germes et des salissures présentes sur un matériel et faciliter ultérieurement l'étape de désinfection si elle est nécessaire.

a- Les 4 éléments clés pour une propreté optimisée : le cercle de Sinner



Il s'agit d'une théorie sur la propreté qui dit que la qualité du nettoyage dépend de 4 facteurs étroitement reliés : la température, l'action mécanique, l'action chimique et le temps d'action. Lorsque l'un des facteurs diminue, pour garder la même qualité de nettoyage il faudra augmenter au moins des 3 autres. Par exemple, si l'on doit faire la vaisselle avec de l'eau froide, pour obtenir un résultat identique il faudra frotter plus longtemps.

On peut se demander si un nettoyage du matériel peut être suffisant ou s'il faut systématiquement associer une désinfection au nettoyage. Pour le matériel explicitement cité dans le code du sport, en contact direct avec la bouche (2^{ème} étage du détendeur et tuba), il n'y a aucun doute, le temps de désinfection est obligatoire. Pour le reste du matériel, un nettoyage, voir un simple rinçage peut convenir (palmes, ordinateur, stab...).

b- Savon et activité germicide

Un club de la région déclare dans l'enquête utiliser le savon de Marseille comme produit désinfectant. Peut-on effectivement considérer un traitement du matériel par du savon comme suffisant ?

Les savons sont par définition des produits détergents qui permettent de nettoyer mais on retrouve peu d'information sur une éventuelle activité désinfectante.

De nombreux articles publiés récemment dans les magazines et les journaux ont mis en avant les propriétés destructrices des savons sur le SARS-CoV-2 notamment lors du lavage des mains. S'agissant d'un virus enveloppé, il est entouré d'une membrane phospholipidique (hydrophile et lipophiles) dans laquelle sont insérées des protéines de structure. Les savons qui ont une structure amphiphile sont capables de détruire l'enveloppe des virus et donc d'inactiver leur capacité à infecter une nouvelle cellule.

<https://www.futura-sciences.com/sante/questions-reponses/coronavirus-savon-il-efficace-coronavirus-13402/>

L'activité biocide des savons existe bien mais elle est insuffisante pour de nombreux microorganismes plus résistants.

Une étude comparant l'activité d'un savon simple et d'un savon antiseptique contenant du triclosan à faible concentration n'a pas montré de différence d'efficacité entre les 2 produits (Kim SA, Moon H, Lee K, Rhee MS. Bactericidal effects of triclosan in soap both in vitro and in vivo. *J Antimicrob Chemother* 2015;70(12):3345-3352.

<https://academic.oup.com/jac/article/70/12/3345/2363941>) Dans cet article, l'étude de l'activité bactéricide d'un savon simple sur 20 souches bactériennes a montré que pour avoir une diminution de 2 log (99%) du nombre de colibacilles un contact avec le savon de plus de 12 h était nécessaire.

Dans le document publié à la suite de la pandémie de covid-19 sur le site plongee-plaisir.com concernant le nettoyage et la désinfection du matériel, Alain Foret rappelle que « *l'eau savonneuse a une action détergente efficace contre le coronavirus à la condition de pouvoir frotter ou broser les surfaces, ce qui est impossible à faire dans les parties difficilement accessibles des embouts, des tubas, des détendeurs, des boucles respiratoires (recycleurs) et des masques. Attention toutefois : l'action de l'eau savonneuse, même en frottant ou en brossant, n'est pas efficace contre d'autres risques, comme par exemple les hépatites* ». <https://www.plongee-plaisir.com/fr/download/33617/>

Un article publié sur le site de DAN précise que le savon et l'eau doivent être combinés à une action mécanique pour être complètement efficaces. Que le trempage de l'équipement de plongée dans de l'eau savonneuse n'est pas une méthode de désinfection efficace. Il précise que certaines parties de l'équipement de plongée ne sont pas facilement accessibles sans démontage, comme l'intérieur d'un détendeur. Étant donné qu'une expiration traverse l'intérieur du détendeur, entre en contact avec la membrane, le bras de levier et d'autres surfaces internes, tremper le détendeur dans un produit désinfectant est une meilleure solution.

(<https://www.diversalertnetwork.org/emailview/landing/coronavirus/gearDisinfection/index.html>)

On peut en conclure que l'utilisation de savons ou de produits détergents est intéressante pour le nettoyage du matériel de plongée. Ces produits permettent de limiter la quantité de matières sales, plus ou moins contaminées par des microorganismes, présentes à la surface des équipements. Mais en l'absence d'activité germicide suffisante démontrée, par exemple sur des levures ou sur des virus nus plus résistants, leur utilisation ne sera pas suffisante pour le traitement du matériel en contact direct avec les muqueuses dans le but d'éviter le risque de transmission croisée d'infections.

9-Les produits détergents-désinfectants

Il existe sur le marché des produits 2 en 1 qui associent des substances chimiques pour aboutir à une action combinée détergente et désinfectante.

Initialement ces produits ont été développés en milieu de soins pour permettre de réaliser une pré-désinfection du matériel avant les étapes de nettoyage et de désinfection ou de stérilisation. L'objectif est de diminuer la charge microbienne pour éviter la formation de biofilm et permettre une manipulation en limitant les risques de contamination du personnel et de l'environnement.

Ces produits sont considérés comme des biodécontaminants, ils contiennent une substance détergente et répondent aux mêmes normes que les désinfectants.

Comme les désinfectants, les produits détergents-désinfectants nécessitent habituellement une dilution avant leur utilisation et un temps de contact avec le matériel lors du trempage pour pouvoir être actif sur les microorganismes. Néanmoins, comme pour tout produit 2 en 1 (shampooing-démêlant pour les cheveux, nettoyant-rinçage pour la vaisselle...), l'une des 2 actions sera moins performante que l'utilisation de 2 produits dédiés avec 2 étapes spécifiques. Concernant les détergents-désinfectants, on leur reproche souvent la moins bonne qualité de détergence que des produits destinés spécifiquement à cet usage. En fait, il n'existe pas de norme pour qualifier et quantifier la capacité de détergence. Ce ne seront donc que l'analyse de la composition et la réalisation de tests qui pourront définir si les produits conviennent ou non pour l'usage prévu.

Pour de nombreux produits commercialisés, ils présentent l'inconvénient de contenir des substances toxiques pour l'environnement, comme des ammoniums quaternaires par exemple. Ils doivent être manipulés avec précaution lorsqu'ils sont concentrés et être éliminés dans les circuits d'eaux usées pour être traités.

Avant l'Ecosterix®, les précédents produits recommandés par la FFESSM étaient des détergents-désinfectants. Il s'agissait de l'Hexanios® des laboratoires Anios et de l'Esculase® de chez Rivadis. L'Esculase® avait la particularité d'avoir dans sa composition des enzymes protéolytiques qui permettaient un meilleur nettoyage, mais ce produit n'est plus disponible actuellement.

Le principal avantage des détergents-désinfectants est de limiter le nombre de manipulations puisqu'ils permettent de supprimer les 2 étapes de nettoyage et de rinçage. Une procédure de traitement complète du matériel comprendrait donc 4 temps. Un premier temps de détergence et de désinfection, un temps de trempage, un temps de rinçage et un temps de séchage et de stockage.

10-Spray vs trempage

Le sondage effectué auprès des clubs de l'Est a montré que pour la désinfection du matériel de plongée, 2/3 des clubs utilisent le trempage et plus de 40% utilisent un spray. Certains clubs utilisent plusieurs produits, ce qui leur permet d'utiliser les deux méthodes.

Chacune de ces 2 méthodes a des avantages et des inconvénients.

L'utilisation d'un spray semble plus simple et plus rapide à première vue. Cela est vrai, si après s'être servi d'un détendeur, on met un coup de spray sur l'embout buccal et puis on considère que c'est fini ! Malheureusement, l'utilisation d'un spray de la sorte ne donne que l'illusion d'une désinfection et ne permet pas d'atteindre un niveau de sécurité demandé.

En prenant pour exemple l'utilisation de l'Ecostérix® le fabricant lui-même recommande dans le mode d'emploi du produit une première étape préalable de nettoyage du matériel, suivie obligatoirement d'un rinçage (qui n'est pas précisé dans le document), puis vient l'étape de pulvérisation, elle-même suivie d'un temps d'action de 15 minutes pour atteindre l'effet désiré. Enfin la possibilité de réaliser un essuyage si nécessaire, on peut également laisser sécher ou effectuer un rinçage si le détendeur doit rapidement servir. Ainsi, on constate que la procédure complète demandée par le fabricant est un peu plus complexe qu'une simple pulvérisation ! Elle demande du matériel, du temps et une organisation adaptée. Dans l'enquête réalisée auprès des clubs de l'Est, seuls 3 des 22 clubs qui utilisent l'Ecostérix® disent réaliser une étape de nettoyage préalablement à la désinfection. On se rappelle par ailleurs que la pulvérisation du produit sur un embout humide entraîne sa dilution et donc une moindre efficacité.

Le principal avantage des sprays à base de peroxyde d'hydrogène et d'acide acétique est qu'ils sont biodégradables aux concentrations et quantités utilisées. On peut effectivement considérer que leur élimination dans l'environnement ne génère pas de risques particuliers dans des conditions normales d'utilisation puisque les produits finaux de dégradation des principes actifs seront de l'oxygène et de l'eau. De ce fait le rinçage n'est plus systématiquement obligatoire. Un autre avantage concernant les sprays est qu'ils sont directement prêts à l'emploi, il n'est pas nécessaire de préparer une dilution du produit. Concernant l'Ecostérix® on trouve des flacons avec pulvérisateur de 75 ou de 500 mL. Sur le site de la FFESSM qui vend ce produit, le commentaire précise qu'un flacon de 75 mL permet de traiter de 75 à 100 détendeurs, ce qui correspond à l'utilisation de moins d'1 mL de produit par détendeur traité. Cependant, il est également noté : « *très pratique sur le bord de la piscine ou un bateau* », ce qui laisserait à supposer que le produit suffit à lui seul pour réaliser une désinfection du matériel, ce qui comme nous l'avons vu est inexact et peut prêter à confusion. L'inconvénient majeur des désinfectants utilisés en spray est que seules les surfaces extérieures sont totalement atteintes. Or la vaporisation doit avoir lieu sur l'ensemble des surfaces, même à l'intérieur des dispositifs comme dans la chambre sèche du second étage d'un détendeur, ce qui exige beaucoup de minutie.

Concernant la méthode par trempage, tous les clubs utilisateurs de la région Est qui ont répondu à l'enquête le font avec un produit détergent-désinfectant. L'avantage de ces produits 2 en 1 est qu'ils permettent de diminuer le nombre d'étapes nécessaires au traitement du matériel, en éliminant la séquence comprenant le nettoyage et le premier rinçage de l'équipement. Mais comme nous l'avons déjà vu, pour augmenter l'efficacité du nettoyage, il serait préférable de l'associer à une action mécanique (brosse, éponge ou agitation) ce qui n'est pas réalisé. Pour le trempage, contrairement au spray, le fait d'immerger un matériel permet de s'affranchir d'une vaporisation méticuleuse et d'espérer que quelle que soit la personne réalisant l'opération, l'ensemble des surfaces externes et internes de l'équipement seront bien en contact avec le produit désinfectant. Il y a également la possibilité d'immerger plusieurs détenteurs en même temps dans le même bac, à condition que le produit soit en quantité suffisante et visuellement propre.

L'inconvénient est que la méthode par trempage nécessite une organisation : bassine et eau pour la préparation par dilution de la solution, eau pour le rinçage du matériel, accès au tout à l'égout pour l'élimination des effluents. De plus, pour la majorité des produits utilisés, ils ont une certaine toxicité pour l'environnement, bien que la réglementation actuelle incite les fabricants à proposer des produits chimiques facilement biodégradables (réglementation REACH).

Concernant le choix entre ces 2 méthodes de désinfection par spray ou par trempage, depuis la pandémie de covid-19 on trouve de nombreux avis concernant la désinfection du matériel de plongée. La plupart des recommandations préconisent de préférer la méthode par trempage.

Sur le site de la FFESSM une page publiée le 19 mai 2020 précise pour le matériel soumis à désinfection « *L'enjeu est de permettre ensuite au produit désinfectant d'atteindre la totalité des surfaces du matériel. Le protocole de désinfection devra s'effectuer par trempage (immersion) dans un bac réservé à cet usage. L'utilisation d'une solution en spray pour le matériel de plongée n'est pas recommandée. En effet, les propriétés virucides n'ont pas été démontrées sur des surfaces avec de la salive, de l'eau de mer ou des particules. De plus, l'application d'un spray est variable d'une personne à l'autre ce qui peut constituer un facteur limitant sur des surfaces aussi complexes que celles d'un détenteur de plongée.* »

(<https://ffessm.fr/actualites/conseils-pour-la-desinfection-du-materiel-de-plongee>)

Dans le cadre de la Commission Médicale de la FFESSM on retrouve le même type d'arguments sur la page publiée le 23 juin 2020 :

« *L'usage seul d'un produit virucide en spray a des limites d'efficacité très probables. Les propriétés biocides de ces produits sont validées sur surfaces propres et non sur surfaces souillées (par la salive, les poussières, l'eau de mer/de bassin ...) : la plupart des désinfectants sont en effet inhibés par les matières organiques. L'application de spray est de qualité de réalisation variable.* » (<http://medical.ffessm.fr/wp-content/uploads/2020-06-23-Decontamination-materiel-respiratoire.pdf>)

La Société de physiologie et de médecine subaquatique et hyperbare de langue française avait déjà publié antérieurement en mai 2020 des recommandations pour le traitement du matériel de plongée qui proposaient les mêmes préconisations : « *Le matériel relié à la bouche et aux voies respiratoires (masques, tubas, détendeurs, embouts, tuyaux, soupapes et sac des recycleurs et des brassières de stabilisation) sera préalablement nettoyé puis désinfecté par trempage dans un bac réservé à cet usage, selon les préconisations du fournisseur du produit désinfectant. La désinfection par pulvérisation (« spray ») pourrait ne pas être efficace sur des surfaces qui ne sont pas directement accessibles en totalité (intérieur des tuyaux ou des détendeurs par exemple) et qui n'ont pas été nettoyées mécaniquement.* »

[https://www.medsubhyp.fr/images/COVID19/Liasse-fiches-re"pise-plongee-loisir_COVID19-v5-110520.pdf](https://www.medsubhyp.fr/images/COVID19/Liasse-fiches-re)

Sur le site Plongée-Plaisir, on trouve également une fiche d'information publiée par Alain Foret le 17/05/2020 avec des recommandations qui vont dans le même sens et qui précisent qu'il est nécessaire « *De veiller à ce que tous les éléments du matériel soient en contact avec le désinfectant. S'il s'agit d'un spray, il faut veiller à ce qu'il pénètre partout (ex. embout du détendeur). S'il s'agit d'un produit de trempage, vérifier que le produit atteint tous les éléments. Si vous empilez des combinaisons les unes sur les autres, le risque est que certaines combinaisons ne soient pas réellement désinfectées car pas suffisamment en contact avec le produit.* ». Un peu plus loin il note également au sujet du peroxyde d'hydrogène en spray : « *Le matériel prêté ou loué pose la question de la plus ou moins grande méticulosité de l'opérateur ; de la lassitude due à la répétition lorsque le parc de matériel est important ; des conditions de travail qui peuvent pousser à « faire vite » ; d'un potentiel engagement de responsabilité des structures en cas de mauvaise désinfection. Ce produit ne dispense pas de l'opération de nettoyage (lavage, brossage, rinçage) préalable.* »

Les mêmes recommandations se retrouvent pour DAN (Divers Alert Network) et PADI (Professional Association of Diving Instructors) qui proposent également d'immerger le matériel dans un produit désinfectant, il s'agit souvent d'un dérivé chloré ou d'un ammonium quaternaire.

11-Rinçages, séchage et stockage

Le rinçage du matériel de plongée peut s'effectuer pour plusieurs raisons et à plusieurs moments lors de l'entretien.

Il peut d'abord se faire en toute première étape après utilisation si l'équipement a été en contact avec le sol par exemple pour éliminer les saletés ou pour retirer le sel après une plongée en mer. Suivant le matériel, cette étape peut être suffisante, notamment s'il n'est pas en contact direct et permanent avec la personne. C'est par exemple le cas pour les palmes réglables, le bloc, les phares.... Cela peut également être le cas pour du matériel personnel ou entre 2 plongées lorsqu'il n'y a pas de changement d'utilisateur.

Le rinçage peut ensuite se faire après l'étape de nettoyage, pour éliminer les résidus de détergents et permettre une action correcte du produit désinfectant. Cette étape est indispensable si on utilise de l'eau de Javel comme désinfectant, pour éviter l'inactivation du produit et d'éventuels dégagements gazeux toxiques. Dans cette situation, le rinçage peut se faire dans un bac commun ou à l'eau courante en fonction des disponibilités de l'eau.

Enfin, après le trempage dans un produit désinfectant ou détergent-désinfectant il faudra également procéder à un rinçage de manière à éliminer le produit des surfaces du matériel. Ces produits peuvent avoir une action agressive sur le matériel s'ils restent en contact, cela permet également d'éviter de laisser un mauvais goût sur les embouts des détendeurs par exemple. Pour le rinçage final il faudra disposer si possible d'une eau courante ou à défaut d'un bac dédié contenant de l'eau propre. Il est évident qu'un rinçage dans une eau contaminée annulerait tous les effets d'une désinfection préalable. L'exemple typique est le bac de rinçage des masques avant l'immersion. La transmission d'une conjonctivite à un groupe de plongeurs (relaté au chapitre 2.d.) par le bac de rinçage des masques en est l'exemple typique. Il en est de même s'il n'y a qu'un seul bac pour rincer tout l'équipement de plongée : palmes, masques, combi et détendeurs, il est nécessaire d'avoir des bacs dédiés, contenant de l'eau propre ou permettant d'utiliser de l'eau courante !

Le séchage du matériel est également une étape importante. Il permet d'éviter la prolifération de microorganismes, dont la grande majorité préfère les environnements humides pour survivre ou se multiplier ainsi que le développement d'odeurs ou de moisissures.

Enfin, le stockage et la manipulation après la désinfection est à prendre en considération. Il faut veiller à ne pas re-contaminer le matériel, lors du stockage. Les personnes qui manipulent les équipements doivent maintenir une bonne hygiène en se lavant régulièrement les mains.

12-Elimination du désinfectant - écotoxicité

La gestion des effluents liquides contenant des désinfectants dépend de la nature du désinfectant et de sa concentration d'utilisation. Il existe une réglementation spécifique à l'élimination des déchets à l'article R214-5 au titre 1^{er} « Eau et milieu aquatique et marin » du Code de l'Environnement qui précise les quantités de rejet de produits chimiques maximums autorisés. Ainsi pour être assimilé à une utilisation domestique, et être rejeté dans le réseau

des eaux usées, la charge brute de pollution organique pour une personne physique ou morale, doit être inférieure ou égale à 1,2 kg de DBO5. La DBO5 ou Demande Biologique en Oxygène sur 5 jours, représente la quantité d'oxygène nécessaire aux micro-organismes pour dégrader l'ensemble de la matière organique présente dans un échantillon d'eau maintenu à 20°C, à l'obscurité, pendant 5 jours. Sachant qu'un habitant produit en moyenne une charge de pollution équivalente à 60 grammes de DBO5 pour une journée, une quantité de 1,2kg correspond à ce que produirait 20 équivalents habitants par jour.

(<https://www.cpepesc.org/Definition-de-la-notion-de.html>).

La réglementation, prévoit également un système d'autorisation des produits. Il faut d'une part que les substances actives ne présentent pas trop de risques pour l'homme et son environnement. D'autre part, l'évaluation de l'activité doit permettre de sélectionner les produits efficaces et les moins dangereux.

On retrouve de plus en plus de produits qui revendiquent une plus faible écotoxicité avec des arguments du type « *contenant des actifs d'origine naturelle ou plus respectueux de l'environnement* ». Le risque présenté par une substance d'origine naturelle n'est pas forcément moins important que celui présenté par une substance d'origine synthétique. Il faut une analyse critique complète du dossier scientifique et des fiches de données de sécurité pour valider les informations publicitaires des fiches techniques de ces produits et surtout une vérification de leur efficacité.

13-Désinfection et covid-19

A l'heure où j'écris ce mémoire, il est impossible d'envisager d'aborder la question de la désinfection sans parler de la pandémie de covid-19 due au virus SARS-CoV-2 qui sévit actuellement dans le monde entier. Durant la période de confinement de près de 2 mois (du 17 mars au 11 mai 2020) de nombreuses personnes ont découvert, ou pris conscience, du risque omniprésent de transmissions d'infections. Suite à cette période, la reprise progressive de la vie courante et des activités de loisirs s'est accompagnée de mesures destinées à éviter la contamination des personnes et la propagation du virus. En premier lieu, en prévenant le risque de transmission direct avec le respect des mesures barrières comprenant principalement l'hygiène des mains ; l'utilisation d'un mouchoir en papier pour éternuer, tousser ou se moucher ; la distance de protection sanitaire d'au moins un mètre et saluer sans se serrer la main, éviter les embrassades ; la limitation des regroupements et le port du masque de protection. Dans un second temps, en ciblant plus particulièrement le risque de transmission indirecte avec des mesures pour l'entretien des surfaces de contact et du matériel utilisé. (solidarites-sante.gouv.fr)

Suite à l'autorisation de reprise des activités de plongée, de nombreuses structures ont proposé des protocoles de conduite à tenir et de désinfection du matériel. Certains étaient plus exigeants que d'autres et recommandaient la désinfection de tout le matériel utilisé. D'autres contenaient des informations erronées concernant les voies de transmission du virus

ou les méthodes d'élimination. Ces variations étaient le reflet d'une méconnaissance des fondements de l'infectiologie et d'une quantité incroyable d'articles disant tout et son contraire. Articles souvent publiés sans aucun contrôle dans une période d'évolution quasi quotidienne des connaissances sur les particularités de ce nouveau virus.

Alors que l'on ne trouvait que très peu d'informations et de sites s'intéressant au traitement d'entretien du matériel sportif, depuis l'arrivée de la pandémie de covid-19 et surtout depuis la reprise des activités sportives de très nombreux sites s'y sont intéressés, en particulier toutes les fédérations et tous les fabricants de matériel proposent des modalités de désinfection du matériel.

En ce qui concerne la plongée, la Commission Médicale et de Prévention Nationale a publiée des recommandations le 7 juillet 2020 sur le site fédéral (<http://medical.ffessm.fr>). Ce document est notre référentiel le plus récent à la date d'écriture de ce mémoire. Il a eu plusieurs éditions et il propose dans sa dernière version une partie modifiée sur la décontamination du matériel de plongée avec un usage raisonné et adapté des produits de décontamination et le respect de leurs conditions d'utilisation.

Il recommande en premier lieu de privilégier l'utilisation de matériel personnel pour limiter le risque de transmission et préconise de maximiser la durée de non-utilisation entre 2 personnes de manière à augmenter la dénaturation d'éventuels virus présents.

Les recommandations fédérales proposent ensuite sous forme d'un schéma une procédure de décontamination dépendant du type de matériel et définit 3 niveaux de traitement en fonction du risque et de la souillure : souillé à haut risque, souillé faible risque et peu souillé.

Le « matériel souillé à haut risque » concerne les éléments qui sont appelés « respiratoires » et comprend le deuxième étage du détendeur, le tuba et le masque. Il est préconisé que ce matériel suive une procédure en 3 temps intégrant un nettoyage à l'eau savonneuse suivi d'un rinçage à l'eau claire avant l'étape de désinfection. Le rinçage dépend ici du produit utilisé, puis la remise en service est possible.

Le « matériel souillé à faible risque » concerne le matériel « contact », comprenant la combinaison et probablement tout ce qui concerne la tenue en néoprène du plongeur (cagoule, bottillons...). Pour ces équipements seuls les 2 premiers temps, nettoyage et rinçage, sont recommandés, l'étape de désinfection n'est pas indiquée.

Et enfin, le « matériel peu souillé » concerne le gilet et les instruments, pour lesquels un rinçage à l'eau claire est suffisant.

Pour ces 2 derniers types de matériel, un égouttage et un séchage sont recommandés avant leur remise en service.

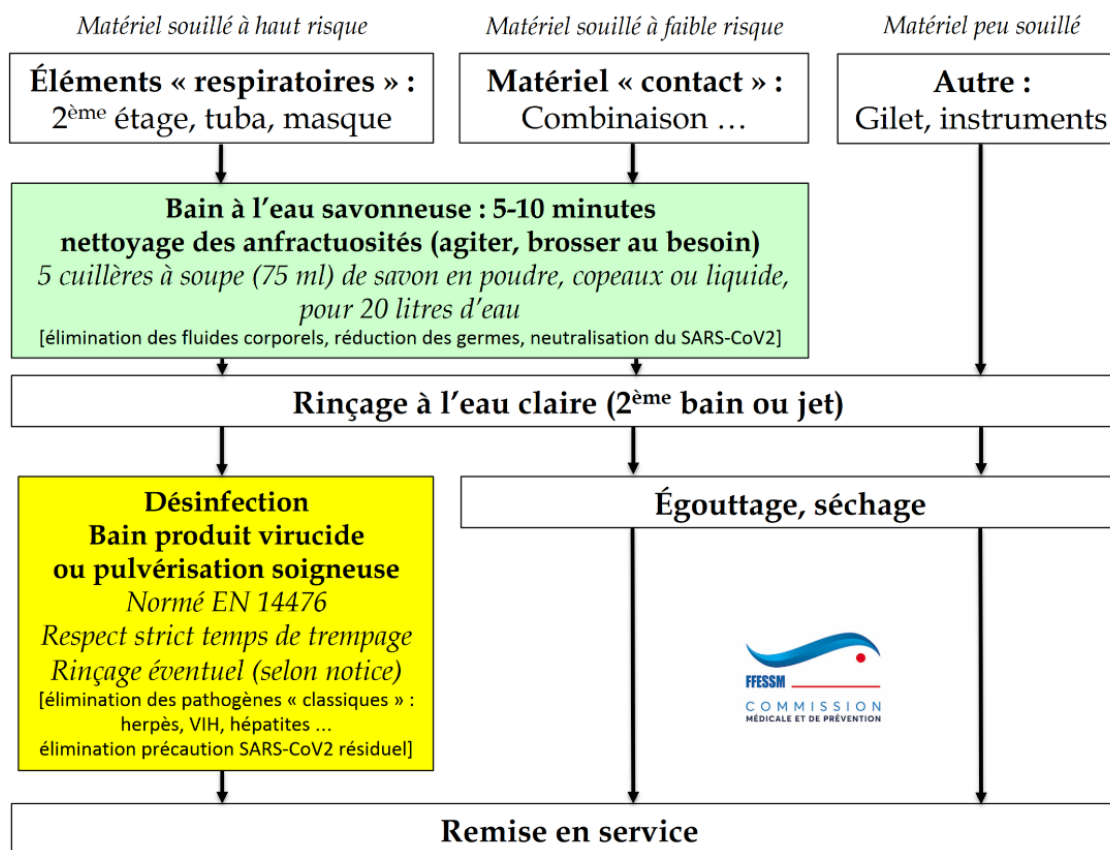


Schéma extrait des recommandations de la Commission Médicale et de Prévention (<http://medical.ffessm.fr/wp-content/uploads/2020-06-23-Décontamination-matériel-respiratoire.pdf>)

Dans ce document il est rappelé que plusieurs équipements peuvent être traités en même temps. Il est aussi préconisé qu'une personne soit désignée comme responsable de la désinfection afin de bien veiller aux modalités d'utilisation.

Une erreur s'est par contre glissée dans le document, puisqu'il est dit que « *le bain à l'eau savonneuse suivi d'un rinçage à l'eau claire suffisent (...) en cas de non-utilisation d'un équipement respiratoire de structure durant plus de 5 jours (utilisation lors des entraînements piscine par exemple) et sous réserve d'un stockage dans un environnement propre et sec* ». Même s'il est possible que cette procédure soit suffisante pour éliminer le risque de transmission de la covid-19, il ne faut pas oublier les autres risques microbiologiques, ni la réglementation qui impose une désinfection des détendeurs.

Un tutoriel publié en juin 2020 dans le cadre de la pandémie de covid-19 et intitulé « Bien laver, rincer et désinfecter son matériel » est proposée par la Commission Régionale Médicale et Prévention du Comité Bretagne et Pays de la Loire (CIBPL) :

<https://mon.cibpl.fr/seance/bien-laver-rincer-et-desinfecter-son-materiel/>

Dans cette vidéo nous voyons une procédure complète de nettoyage et désinfection qui intègre notamment pour le masque et le détendeur une étape de 10 minutes de nettoyage

par un brossage minutieux extérieur et intérieur du détendeur à l'aide d'une brosse à dents, suivie d'un rinçage avec un jet d'eau, avant de passer à l'étape de désinfection. Si cette procédure est complète et très satisfaisante du point de vue de l'hygiène, elle semble malheureusement peut réalisable d'un point de vue pratique. Elle correspond à un niveau de traitement demandé en milieu de soins, mais pour des clubs qui auraient beaucoup de matériel à traiter et parfois peu de temps après chaque plongée, il est difficilement envisageable de la mettre en œuvre. D'autant plus, que si l'on veut être vraiment parfait et atteindre toutes les parties exposées à la salive ou aux postillons dans la chambre sèche du second étage, seul le démontage permettra d'y parvenir.

Une des grandes questions dans le domaine de l'hygiène et plus largement de la prévention est toujours de savoir si l'on en fait trop ou trop peu ! Pour la désinfection du matériel dans nos clubs, il me semble qu'il faut essayer de proposer une solution qui soit facilement réalisable et adaptée aux fonctionnements de nos structures. Une facilité d'utilisation sera sûrement le meilleur garant d'une réalisation systématique de la procédure.

On retrouve également un document assez complet sur le site « plongée plaisir » (<https://www.plongee-plaisir.com/fr/desinfection-des-embouts-buccaux-detendeurs-tubas/>) publié par Alain Foret le 17/05/2020. Dans ce document, très didactique, on retrouve des informations générales sur le virus et la maladie mais aussi sur les principes du nettoyage et de la désinfection. Une procédure en 3 temps est proposée, elle comprend une étape de nettoyage suivie de la désinfection et une étape de rinçage/séchage. Cependant cette procédure est recommandée pour tout le matériel sans distinction. Il y est écrit « *Si une attention particulière doit être portée au matériel en contact avec de la salive (embouts de détendeur, embouts de tuba, embout de gilet, masque), l'ensemble du matériel (gilet, combinaisons et accessoires) est concerné* ». Néanmoins en fin du document il est fait référence au document de la Commission Médicale et de Prévention Nationale de la FFESSM, mais la version du schéma proposé est plus ancienne puisqu'elle ne propose que 2 niveaux de traitement du matériel. Dans ce document on va également trouver des informations sur les normes et sur les produits désinfectants les plus courants.

Par ailleurs, sur le site de « Divers Alert Network (www.daneurope.org) », on trouve un document intitulé « 10 recommandations sur la prévention et la gestion des risques » dans le cadre de la covid-19 et dont la dernière version en ligne au moment de la rédaction date du 27 mai 2020. Un des chapitres de ce document est consacré à la gestion des opérations de désinfection. La première partie de ce chapitre est destinée au traitement des surfaces, avec un produit alcoolique à 75% ou de la Javel à 0,1% (ou 0,5 % pour les toilettes). La seconde partie est consacrée aux équipements de plongée. C'est également le traitement à l'eau de Javel qui est le plus développé, même s'il est noté que d'autres désinfectants comme les ammoniums quaternaires ou les produits validés par des institutions américaines ou européennes peuvent être utilisés. Il est également préconisé de ne pas utiliser de bacs de

rinçage collectif, mais d'effectuer des rinçages individuels. Ils recommandent de désinfecter tout le matériel de location, après chaque utilisation, en accordant une attention particulière aux détenteurs, gilets, tubas et masques. Il est également rappelé que compte tenu des températures atteintes lors de la compression, la présence de virus SARS-CoV-2 dans l'air des blocs est improbable.

Conclusion

Notre enquête réalisée sur les clubs de plongée de la région Est a permis de constater que les pratiques concernant la désinfection du matériel dans les clubs étaient diversifiées, souvent par manque de connaissances et que le besoin d'informations et de recommandations étaient réels.

Plusieurs points ressortent de cette enquête et servent de base à notre étude dont le but est de permettre d'améliorer la qualité de traitement du matériel et sa systématisation.

Afin de pouvoir fournir des informations aux clubs, nous avons dans un premier temps étudié les facteurs de risque infectieux liés au matériel de plongée. Nous avons présenté les différentes familles de produits et les différents critères qui permettent de valider leur activité germicide en nous basant sur les normes européennes. La complexité des dossiers scientifiques des produits rend leur analyse longue et difficile. Nous avons donné des clés pour analyser leur efficacité, leur toxicité pour l'homme et l'environnement ainsi que leur agressivité pour le matériel.

Une recherche bibliographique approfondie nous a permis de comparer les différentes méthodes proposées au niveau national et international.

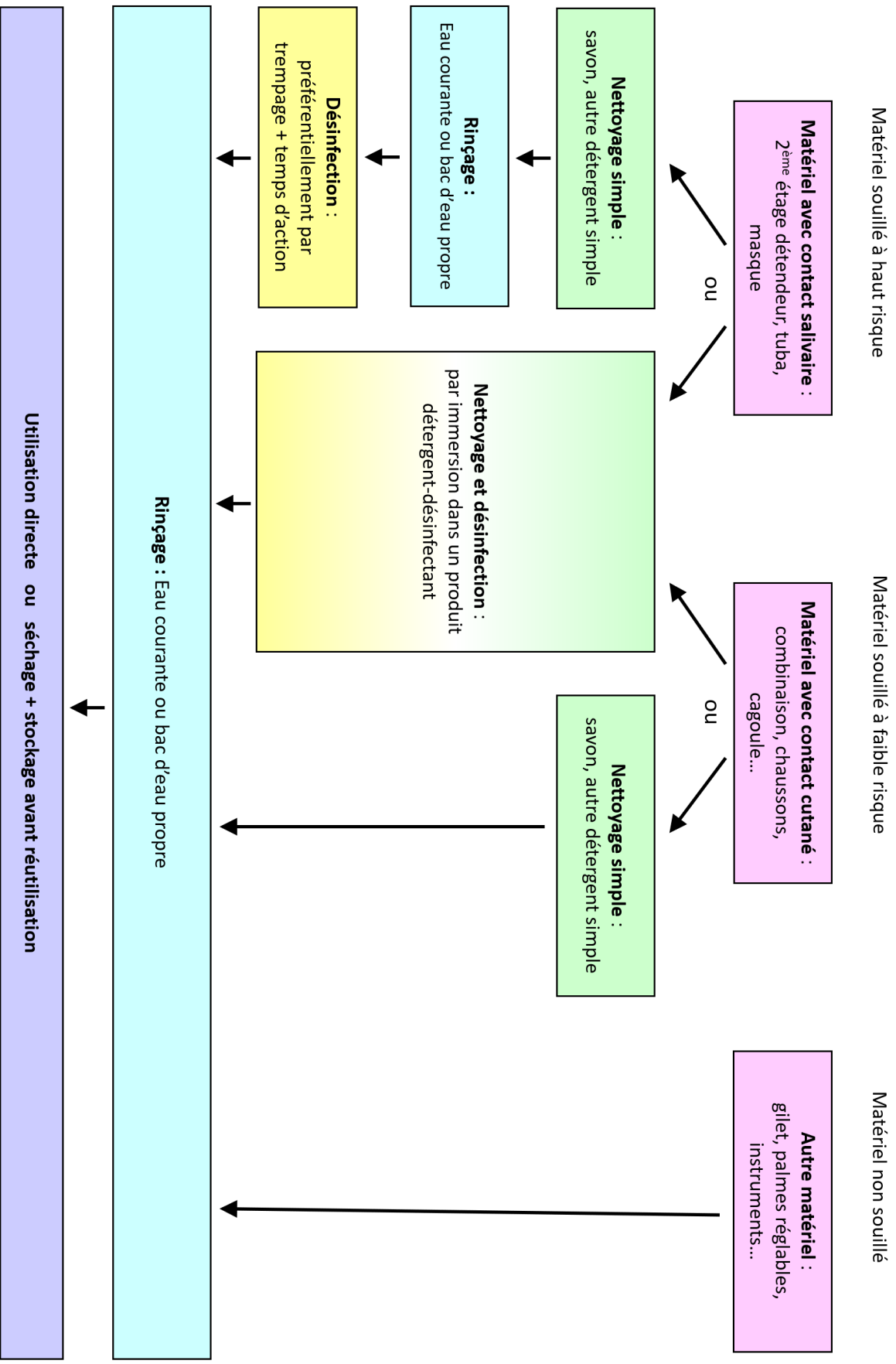
Il en résulte qu'il n'existe malheureusement pas de technique ou de produit parfait qui permettrait un traitement simple, rapide, non toxique et qui n'aurait aucun effet délétère sur le matériel. Il faut donc choisir le meilleur compromis entre une désinfection efficace et adaptée à notre matériel et une procédure simple à mettre en place ; seule garant d'une réalisation systématique par les clubs de plongée.

Les modalités doivent permettre une désinfection dans toutes les situations, en piscine et milieu extérieur. Dans le cas où les 3 étapes recommandées de nettoyage, rinçage et de désinfection ne peuvent être effectuées, je proposerais en alternative avec l'utilisation d'un produit détergent-désinfectant qui simplifiera la mise en œuvre du traitement de l'équipement. Ainsi, l'étape de nettoyage sera tout de même associée à la désinfection. Enfin pour que l'ensemble de la séquence soit systématiquement réalisées selon les recommandations, il me semble intéressant de nommer une personne responsable de cette activité dans chaque club. Cette personne sera en charge de se former puis de s'informer sur le matériel à utiliser, de rédiger ou mettre à disposition des procédures de traitement, elle pourra suivre la disponibilité des produits et pourquoi pas désigner des personnes en charge de réaliser la désinfection à chaque entraînement ou sortie plongée.

A partir de tous les éléments étudiés, nous avons élaboré une procédure générale la plus simple possible pour le nettoyage et la désinfection de l'ensemble de l'équipement du plongeur qui peut s'adapter aux pratiques des différents clubs. Cette procédure s'est largement inspirée du document proposé par la Commission Médicale de la FFESSM et la complète en proposant un traitement alternatif par l'utilisation d'un produit détergent-désinfectant.

Elle a pour but d'être diffusée à l'ensemble des clubs de la région Grand Est.

Protocole simple de traitement du matériel de plongée



C'EST PAS TRÈS PRATIQUE,
MAIS, CROIS-MOI, Y A PAS MIEUX
POUR SE PROTÉGER DU CORONAVIRUS !

