

CHAPITRE XXVI

HANDICAP ET PLONGÉE

La plongée des personnes en situation de handicap est apparue au début des années 80, mais son développement s'est considérablement accéléré avec les modifications législatives et réglementaires, l'apparition des cursus spécialisés et les récentes déclinaisons dans les autres activités subaquatiques (apnée, plongée sportive en piscine, nage avec palmes...). L'ensemble de ces pratiques est dorénavant une véritable option sportive pour une personne en situation de handicap. Il est donc essentiel, que l'obtention d'un CACI ne soit plus un frein à une pratique adaptée tenant compte des points de vigilance individualisés. C'est pourquoi l'ambition de ce chapitre est d'aider le médecin dans ses principales interventions, notamment le suivi et la sensibilisation à la prévention du plongeur en situation de handicap, la rédaction du CACI, la collaboration étroite avec l'encadrant spécialisé et l'accompagnement éventuel lors de sorties en milieu naturel.

I – ÉTAT DES LIEUX

Les principes fondateurs sont rappelés dans l'intitulé de *la loi n°2005-102 du 11 février 2005 pour l'égalité des droits et des chances, la participation et la citoyenneté des personnes handicapées*. Elle définit le handicap comme *toute limitation d'activité ou restriction de participation à la vie en société subie dans son environnement par une personne en raison d'une altération substantielle, durable ou définitive d'une ou plusieurs fonctions **physiques, sensorielles, mentales, cognitives ou psychiques**, d'un polyhandicap ou d'un trouble de santé invalidant* (art. L114 du code de l'action sociale et des familles).

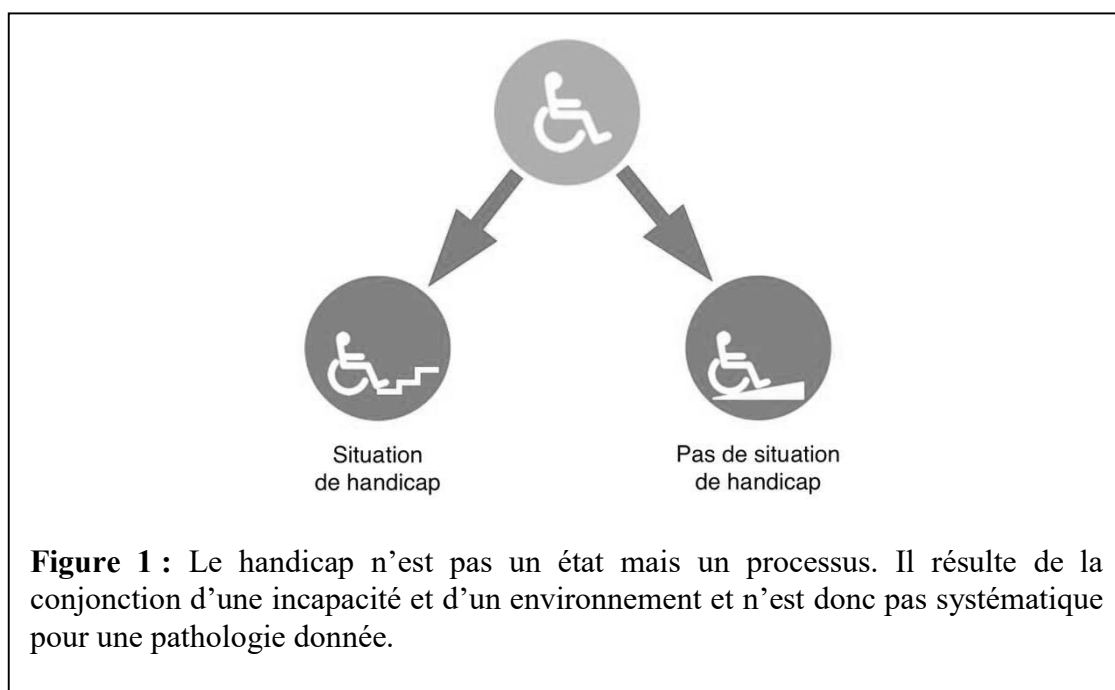
Cette approche moderne et exhaustive permet l'émergence de la notion de « situation de handicap ». Ainsi, la restriction de participation n'est plus exclusivement envisagée selon la problématique médicale mais résulte de sa rencontre avec de possibles obstacles environnementaux ou sociétaux (figure 1). La prise en compte des déficiences ou incapacités doit désormais impérativement intégrer l'évaluation des éventuelles répercussions fonctionnelles.

Dans ce contexte, la **déficience** se définit comme l'altération d'une fonction (physiologique ou intellectuelle) par rapport à ce qui est considéré comme normal et **l'incapacité** comme l'impossibilité de réaliser une action. La déficience peut faire l'objet d'une gradation (minime ou sévère) alors que l'incapacité exprime plutôt un état en tout ou rien (peut – ne peut pas). L'incapacité peut être la conséquence d'une déficience. Elle peut également être liée à l'absence de matériel ou de connaissances. Une déficience n'entraîne pas nécessairement une incapacité (déficience visuelle par exemple).

Les principes généraux de non-discrimination comportent le droit à compensation, l'intégration scolaire, l'insertion professionnelle, l'accès à tout pour tous et l'intégration par le sport. Le ministère des sports conduit ainsi une politique spécifique en faveur des personnes

en situation de handicap afin que le sport soit un outil de promotion individuelle, d'intégration sociale et professionnelle autant qu'un espace de loisirs, de solidarité et d'espoir¹.

En France, l'activité physique et sportive est reconnue comme thérapeutique non médicamenteuse par la Haute Autorité de Santé depuis 2011, et la loi 2016-41 de modernisation de notre système de santé du 26 janvier 2016 a introduit la possibilité, pour le médecin traitant, de prescrire une activité physique adaptée aux patients atteints d'une affection de longue durée (ALD) dans le cadre du parcours de soins². L'activité physique est reconnue comme facteur de prévention, et le développement de la pratique est encouragé tout en veillant à ses conditions de dispensation (décret n° 2017-1866 du 29 décembre 2017)



Une stratégie nationale sport-santé 2019-2024 est conjointement mise en œuvre par le ministère des sports et le ministère des solidarités et de la santé, convaincus que *la pratique des activités physiques et sportives pour la santé relève de l'intérêt général*. Ce plan national porte l'ambition de (re)mettre les français en mouvement sur les territoires, de déployer des pratiques adaptées accessibles et encadrées, et de faire reconnaître pleinement le rôle majeur des APS pour la santé physique et mentale de chacun.

Pour l'application de ces dispositions législatives et réglementaires, la fédération française d'études et de sports sous-marins (FFESSM) et la fédération française handisport (FFH) ont signé en 2011 une convention instituant un cursus spécifique aux personnes en situation de handicap, appelé Handisub[®]. Le médecin détermine les éventuelles contre-indications et l'encadrant spécialisé définit la pratique adaptée à chaque plongeur : le médecin analyse les déficiences et l'incapacité est jugée par l'encadrant spécialisé. En fonction de leurs capacités fonctionnelles et de leurs formations, les plongeurs peuvent valider les brevets Handisub[®] PESH 6 mètres, PESH 12 mètres, PESH 20 mètres et PESH 40 mètres édités par la FFESSM.

¹ <http://www.sports.gouv.fr/pratiques-sportives/le-sport-pour-tous/Sport-handicap-11072/article/Enjeux-et-mesures>

² http://www.sports.gouv.fr/IMG/pdf/rapport_snss_2019-2024_cs6_v5.pdf

Une convention identique avec la fédération française du sport adapté (FFSA) a étendu en 2012 le champ de la plongée au handicap mental, cognitif et psychique.

Dans le cursus Handisub[®], la convention des fédérations signataires (FFESSM, FFH, FFSA) précise que :

- le certificat d'absence de contre-indication médicale est obligatoire dès le baptême ;
- chaque fédération définit le profil de ses médecins ;
- le médecin signataire doit, si nécessaire, conforter son avis auprès d'un confrère.

Malgré la diversité des déficiences, les contraintes médicales spécifiques motivant une contre-indication définitive de plongée, y compris en surface, sont très rares dans la population actuelle des plongeurs Handisub[®]. Le principal risque reste la noyade par panique ou perte de connaissance d'où l'extrême vigilance à laquelle sont formés les encadrants. Ils doivent également veiller impérativement à éviter toute restriction d'autonomie fonctionnelle par sur-lésion. Les barotraumatismes ORL sont les seuls incidents répertoriés ce jour et concernent plutôt les plongeurs et encadrants débutants.

Saisi par un plongeur s'estimant victime d'une discrimination en raison de son handicap visuel, le Défenseur des droits³ confirme les fondements de ce cursus Handisub[®] dans leur intégralité. Il rappelle que *l'orientation d'une personne handicapée vers le cursus Handisub ne peut être envisagée que dans l'hypothèse où il est **objectivement démontré qu'elle ne peut suivre le cursus classique** et d'autre part, qu'un apprentissage débutant dans le cursus Handisub n'exclut pas une progression vers les niveaux standards.*

Toute personne, quelles que soient ses incapacités, peut intégrer un cursus standard si elle peut valider sans aide les aptitudes requises par le code du sport⁴. Le cursus spécifique Handisub[®] s'adresse donc principalement aux personnes en situation de handicap en plongée nécessitant une **assistance adaptée en encadrement ou matériel** pour la réalisation des aptitudes précitées (art. A322-77 du code du sport). Ces plongeurs évoluent alors de fait en palanquées encadrées.

L'évaluation de la **situation de handicap en plongée nécessite donc la double expertise médicale et technique** : le médecin apprécie les éventuelles déficiences et l'absence de contre-indication médicale, mais les réelles capacités fonctionnelles du plongeur en milieu aquatique et ses possibilités pour valider les aptitudes requises avec assistance ne peuvent être déterminées que par l'encadrant en situation. Le livret référentiel du diplôme d'État de la jeunesse, de l'éducation populaire et du sport (DEJEPS) spécialité « perfectionnement sportif » mention « plongée subaquatique » inscrit la prise en compte des spécificités de publics particuliers, dont les personnes handicapées, dans les compétences des titulaires.

Ainsi, les deux compétences sont nécessaires et complémentaires. Cette complémentarité et la nécessité de la double évaluation médico-technique requièrent **une coopération permanente étroite entre médecins et encadrants** dans le respect de leurs prérogatives mutuelles. Cela garantit la promotion des solutions adaptées et individualisées lorsqu'elles sont indispensables, en tenant compte des singularités de chaque plongeur et justifie le recours au médecin fédéral.

³ Décision n° 2019-70 du 19 juillet 2019.

⁴ Annexes III-14 a, III-17 a et III-18 a.

Pour un certain nombre de plongeurs en situation de handicap, cette notion de « besoin d'une assistance adaptée » est évolutive. Il n'est pas rare d'observer que **l'apprentissage technique, initialement orienté selon le cursus Handisub[®], permette secondairement d'intégrer le cursus standard.**

Enfin, conformément aux dispositifs législatifs et réglementaires précités, l'ensemble des activités subaquatiques (apnée, plongée sportive en piscine, nage avec palmes...) deviennent progressivement accessibles à tout public et l'offre sportive s'enrichit de nouveaux cursus spécifiques pour les personnes en situation de handicap et les encadrants spécialisés. À l'instar de la plongée, une approche empirique et des équipes pilotes pluridisciplinaires sont nécessaires pour affiner progressivement les bénéfices constatés et les éventuelles contre-indications propres à chaque discipline.

I-1. REVUE DE LA LITTÉRATURE

Une revue de la littérature a été réalisée (Trape et Watelain 2018) à partir des bases de données scientifiques suivantes : *sportdiscus*, *pubmed*, *cairn*, *sciencedirect*, *bib.cnrs.fr* mais aussi *scholar.google.fr*, puis de la bibliographie des documents trouvés. Le nombre d'études obtenues est assez faible (un peu moins de cinquante) et la majorité de celles-ci sont publiées dans des revues de médecine physique et de réadaptation, des revues spécialisées sur la déficience étudiée, par exemple visuelle (DV) (Candela 1982) ou encore de médecine de la plongée (Fleming et Melamed 1977). Les études sont essentiellement centrées autour de deux groupes d'affections : motrices (blessures médullaires [BM], amputations/agénésie, infirmes moteurs cérébraux [IMC], poliomyélite, myopathie, hémiplégie) et maladies chroniques (asthme, diabète, épilepsie, troubles cardiaques...). Les objets d'études sont variés : utilisation de la plongée comme outil de rééducation, étude de la motivation, effets sur l'appareil locomoteur, la qualité de vie, les bénéfices psychosociaux (confiance en soi, prise de responsabilité...).

On ne relève cependant aucune étude de niveau de preuve 1 (grade de recommandation A), ni même d'étude comparative randomisée ; méthodologiquement le plus haut niveau de preuve concerne quelques rares études comparatives (déficients vs sains) portant, par exemple, sur la fonction respiratoire chez les sujets asthmatiques (Ivkovic et coll. 2012) ou sur les bénéfices psychologiques de la plongée chez les handicapés (Mueller 1992). Haydn et coll. (2007) ont évalué sur 6 volontaires paraplégiques les effets d'une semaine de plongée quotidienne. Les résultats montrent une diminution de la spasticité et une augmentation de la qualité de vie. Quelques études comparent les effets de la pratique de la plongée à d'autres pratiques sportives chez un public déficient. Celle de Novak et Ladurner (1999) relate chez des sujets paraplégiques des effets positifs sur la capacité vitale, le bien-être ressenti et les spasmes musculaires douloureux après deux semaines de plongée. Ces effets ne sont pas retrouvés après une pratique équivalente de voile olympique.

La plupart des documents scientifiques sont:

- soit des études de cas ou des descriptions d'expériences de plongée, menées sur des publics déficients en dehors d'une étude contrôlée (étude observationnelle de pratique de terrain), sans réelles mesures objectives, chez des PESH BM, par exemple Fleming et Melamed 1977 ou des PESH IMC (Delmas et Baye 2009). Elles montrent le plus souvent des bénéfices directs liés à la pratique, avec très peu ou pas d'effets indésirables ;

- soit des approches cliniques reposant sur la transposition sur la pratique de la plongée de connaissances propres à une pathologie, notamment dans le cas des maladies chroniques comme l'épilepsie (Almeida et coll. 2007) mais aussi le diabète, l'asthme, les troubles cardiaques... avec pour objectif de déterminer, discuter ou remettre en causes les interdictions faites aux PESH.

Au total, la plongée en situation de handicap repose encore très largement sur l'observation des pratiques de terrain et sur le sens clinique. La démarche est empirique... Cette activité offre ainsi un large champ d'études à mener.

I-2. LA PRISE EN CHARGE DES PLONGEURS EN SITUATION DE HANDICAP DANS DIFFÉRENTES ORGANISATIONS

I-2.1. Confédération mondiale des activités subaquatiques (CMAS)

Une commission a été créée en 2017 avec un collège de trois membres issus de fédérations nationales différentes. Son objectif est de fournir des connaissances nouvelles et actuelles sur la plongée des personnes en situation de handicap afin de promouvoir leur entière intégration dans la société mondiale de la plongée, quelles que soient leurs déficiences et incapacités.

Les formations comprennent trois niveaux de qualification tant pour les encadrants que pour les plongeurs et se réfèrent aux standards de la CMAS (*Open Water Disabled Diver Level I, II et III*), *Instructor Trainer for Disabled Divers (ITDD)*, *Instructor of Disabled Divers (IDD)* et *Disabled Diver Assistant (DDA)*.

Il n'est pas fait mention de certificat médical d'absence de contre-indication. La CMAS spécifie que la détermination de la catégorie particulière CMAS Open Water Diver, attribuée à toute personne en situation de handicap, est de la responsabilité de chaque Fédération nationale.

I-2.2. PADI

Pour accéder aux formations PADI, le plongeur doit remplir un questionnaire de santé. Toute case cochée renvoie à la nécessité d'un certificat médical spécifiant l'absence de contre-indication à la plongée.

Si le moniteur détermine que la personne en situation de handicap est capable de suivre le cursus *Open diver* il n'y a pas de restriction spécifique d'accueil.

Si la personne est moins autonome dans ses capacités physiques ou sensorielles, elle devra être encadrée par un moniteur ayant une qualification spécialisée (Techniques adaptatives). Il existe également une formation spécifique pour le binôme du plongeur en situation de handicap (*Adaptative Support Diver*). Toutefois, PADI ne prend pas en charge les déficits mentaux, cognitifs ou psychiques.

I-2.3. ANMP – NAUI – SSI

Il n'est fait aucune référence à la plongée pour les personnes en situation de handicap sur les sites de la *National Association of Underwater Instructors* et de la *Scuba School International*.

Pour la plupart des organismes de plongée à but lucratif, l'accueil reste à la libre appréciation de la structure de plongée en lien avec l'expérience personnelle du moniteur. Ainsi l'ANMP, syndicat de moniteurs professionnels, rappelle à ses adhérents qu'il ne suffit pas d'avoir le

droit d'accueillir tous les publics mais qu'il faut aussi pouvoir justifier de l'acquisition des compétences afférentes à ces publics particuliers.

I-2.4. Société suisse de médecine hyperbare

La Société suisse de médecine hyperbare (SSMSH), associée à la société allemande (GTÜM) et la Société autrichienne (ÖGTH) retient le principe de la coopération étroite entre le médecin et l'instructeur (Wendling et coll. 2002), adopte la classification du handicap selon trois niveaux d'autonomie, et donne des indications pour quelques handicaps : surdité, déficience visuelle, handicap mental, diabète.

I-2.5. Associations spécialisées dans la plongée pour personnes handicapées

- **International Association for Handicapped Divers**

Cette association d'origine néerlandaise (<https://www.iahd.org/>) classe le handicap selon quatre niveaux d'autonomie, de l'autonomie totale jusqu'à la dépendance complète et exige une « autorisation médicale ». Elle forme elle-même ses instructeurs et dispose de 17 centres spécialisés (Europe, Asie, Antilles néerlandaises). Aucune recommandation médicale n'est mentionnée sur son site.

- **Handicapped Scuba Association**

Association américaine (<https://www.hsascuba.com/>), elle classe les plongeurs handicapés en trois niveaux d'autonomie. Un examen médical préalable est demandé pour le premier niveau de formation, en précisant simplement que le fait de présenter un handicap ne rend pas inapte à la plongée. L'association forme des accompagnateurs et ses instructeurs. Elle dispose de centres aux Etats-Unis, au Canada, Afrique du Sud, Europe (Italie, Suisse, Royaume Uni).

- **Disabled Divers International**

Association à but non lucratif créée en 2010 (<https://www.ddivers.org>) constituée de membres bénévoles. Initialement basée à Malte elle propose désormais des programmes pour les plongeurs professionnels et non professionnels dans plus de 58 pays (principalement États-Unis, Europe, Asie, Australie). La certification des plongeurs en situation de handicap se différencie selon 3 niveaux d'autonomie (niveau 1 : plongée sans restriction, niveau 2 : plongée avec 2 plongeurs certifiés dont un spécialisé, niveau 3 : plongée avec 3 plongeurs dont un encadrant professionnel).

I-3.- LE MÉDECIN FACE AU SPORTIF EN SITUATION DE HANDICAP

Les médecins doivent être des acteurs forts de ce choix sociétal affirmé par la mission d'intérêt général définie par l'article L100-1 du code du sport : *la promotion et le développement des activités physiques et sportives pour tous, notamment pour les personnes handicapées, sont d'intérêt général*. L'article R4127-7 du code de la santé publique (CSP) précise que *le médecin doit écouter, examiner, conseiller ou soigner avec la même conscience toutes les personnes quels que soient leur origine, leurs mœurs et leur situation de famille, leur appartenance ou leur non-appartenance à une ethnie, une nation ou une religion déterminée, leur handicap ou leur état de santé, leur réputation ou les sentiments qu'il peut éprouver à leur égard*.

En présence d'une personne en situation de handicap qui souhaite plonger, le médecin doit **écarter toute attitude a priori concernant les déficiences observées et leurs éventuelles répercussions médicales ou fonctionnelles**. Sa réflexion doit être objective dans l'intérêt du patient et fondée sur les données acquises de la science (article R4127-32 du CSP) pour éviter les décisions arbitraires sur le seul principe de précaution.

Dans un premier temps, il doit évaluer la cohérence de la démarche en faisant préciser le contexte de la demande, les motivations qui poussent le patient à essayer ou pratiquer la plongée, s'il s'agit d'un baptême (d'un simple essai pour voir) ou d'une volonté de s'inscrire dans un club en vue d'une pratique régulière.

L'évaluation des risques doit ensuite se faire sur des critères exclusivement médicaux. Le fait de savoir si une personne est techniquement capable de progresser sous l'eau et de gérer son matériel relève principalement de la compétence des encadrants. Cette évaluation doit intégrer le risque quotidien auquel est confrontée la personne. **Seul un risque surajouté ou majoré qui ne peut être prévenu par une adaptation matérielle ou d'encadrement doit être pris en compte**. Enfin le médecin doit **corrélér ce risque à l'ensemble des bénéfices** avérés ou escomptés (exercice physique, objectifs de vie, amélioration de l'estime de soi, de l'interaction et de la participation sociale par la mixité de la pratique).

I-4.- LE MÉDECIN FACE AUX ENJEUX DE LA PLONGÉE POUR LA PERSONNE EN SITUATION DE HANDICAP

I-4.1.- Les enjeux sportifs

La plongée fait partie des sports de loisir très éloignés de toute compétition. Il se pratique en pleine nature permettant découverte et partage dans un cadre privilégié. Les merveilles sous-marines présentent un intérêt culturel certain dans un contexte où la scolarité est souvent chaotique ou inachevée en raison de soins médicaux ou d'interventions chirurgicales récurrentes.

La plongée est aujourd'hui accessible aux personnes les moins autonomes. Avec l'expertise grandissante des moniteurs et l'individualisation des pratiques, des adaptations sont désormais toujours possibles quitte à proposer une évolution en surface qui reste synonyme d'exploit et de grandes satisfactions partagées.

I-4.2.- Les enjeux physiques

Grâce à la poussée d'Archimède, l'immersion améliore instantanément la mobilité et l'autonomie des personnes en situation de handicap à mobilité réduite. Cette pratique sportive sans fauteuil revêt alors les attraits d'une parenthèse symbolique. La mobilité provisoirement retrouvée procure au plongeur le plaisir de reprendre le contrôle partiel de son corps et de ses mouvements.

La progression subaquatique contre la résistance de l'eau permet également un travail musculaire qualitatif et des mouvements d'amplitude adaptée. Ce bénéfice contraste avec les risques d'usure prématurée liés à la surutilisation spécifique de l'appareil locomoteur dans la vie courante ou les pratiques sportives plus intensives.

I-4.3.- Les enjeux psychiques

La gestion des émotions en plongée s'avère positive pour les personnes confrontées à un stress quotidien lié à leurs déficiences ou situations de handicap. Cette pratique sportive devient alors vecteur de résilience par l'image positive qu'elle génère. Elle améliore l'estime personnelle, encourage le dépassement des limites individuelles et l'acquisition de nouvelles compétences (les diplômés de plongée sont parfois les premiers succès d'une scolarité inachevée...).

I-4.4.- Les enjeux sociaux

La pratique de la plongée induit de fait une mixité sociale et des échanges mutuels privilégiés entre plongeurs valides et plongeurs en situation de handicap, tant au niveau de l'encadrement qu'au sein des établissements d'activités physiques et sportives. Cette passion partagée peut également améliorer la cohésion ou la dynamique relationnelle avec les proches lorsqu'elle séduit les amis ou membres de la famille au point de les décider d'essayer la plongée à leur tour. Naissent alors parfois d'ambitieux projets de voyages qui n'auraient jamais pu émerger sans ce contexte favorable aux personnes les moins autonomes.

I-4.5.- Au total

La dénomination « plongeur en situation de handicap » ne s'applique pas aux personnes présentant des incapacités sans conséquence sur leur autonomie à réaliser les aptitudes requises par le code du sport. Elles peuvent suivre un cursus standard nécessitant parfois des adaptations pour une ou plusieurs phases de la plongée : préparation, équipement, mise à l'eau, déplacement et orientation, sortie de l'eau, déséquipement.

N'ayant pas cette autonomie d'aptitudes définies par le code du sport, les plongeurs en situation de handicap doivent bénéficier d'une pratique individualisée déterminée par des encadrants spécialisés. Ces derniers sont formés à la prise en compte des singularités de chaque plongeur, quelle que soit la situation de handicap.

Cette organisation et ces modalités constituent le concept de plongée Handisub[®].

II – LE CERTIFICAT MÉDICAL D'ABSENCE DE CONTRE-INDICATION À LA PRATIQUE DES ACTIVITÉS SUBAQUATIQUES

Il est important que le médecin garde à l'esprit que **le choix du cursus et la gestion de la situation de handicap en plongée relève de l'expertise de l'encadrant spécialisé**. Ce dernier oriente le sportif en cursus standard ou spécifique selon les capacités du plongeur à valider, seul ou avec une aide adaptée en encadrement ou en matériel, les aptitudes requises par le code du sport (art. A322-77).

Le médecin doit avoir une démarche identique pour tout plongeur. Il évalue, sans *a priori*, les éventuelles contre-indications liées à la plongée et les incidences médicales des lésions traumatiques ou des pathologies associées à la situation de handicap. Elles peuvent être stables ou évolutives et les contre-indications temporaires ou définitives.

II-1.- DISPOSITIONS RÉGLEMENTAIRES

L'obligation de présentation d'un certificat médical ne déroge pas aux prescriptions du code du sport (cf. chapitre IV – Aspects juridiques, p. 16 et suiv.).

Le code de santé publique précise : « le médecin ne doit pas [...] entreprendre ou poursuivre des soins, ni formuler de prescriptions dans des domaines qui dépassent ses connaissances, son expérience et les moyens dont il dispose »⁵. Par ailleurs « le médecin doit élaborer son diagnostic [...] en s'aidant [...] s'il y a lieu, de concours appropriés »⁶.

Il est donc recommandé que le médecin signataire du CACI justifie d'une double compétence dans le domaine de la plongée (physiologie, médecine et pratique) et dans l'évaluation de la déficience concernée. À défaut, il doit étroitement collaborer avec un spécialiste des compétences complémentaires nécessaires. Le médecin référent de la personne devrait également être associé à cet avis. Toutefois, la multiplication des intervenants ne doit pas pénaliser les chances d'accès à la pratique sportive de la personne en situation de handicap (augmentation du nombre de rendez-vous, difficultés d'accessibilité...), conformément à la loi n° 2005-102 du 11 février 2005.

Il est important de **différencier contre-indication, même momentanée, et point de vigilance** : ce n'est pas parce que le médecin n'a relevé aucune contre-indication qu'il ne faut pas rester vigilant sur les difficultés ou fragilités de chacun. Inversement une spécificité nécessitant une attention particulière ne doit pas systématiquement se transformer en contre-indication médicale.

II-2.- LES CONDITIONS PRATIQUES DE RÉALISATION D'UN CACI

La pratique médicale doit être adaptée, notamment le lieu d'examen, les paramètres cliniques ou anamnestiques à recueillir. On estime à environ 12 millions (sur près de 67 millions), le nombre de personnes concernées par le handicap.

II-2.1.- Accessibilité

La loi du 11 février 2005 impose une obligation très large de mise en accessibilité de tous les établissements recevant du public, dont les cabinets médicaux. Dans le cas où le cabinet médical ne serait pas encore conforme, il importe de rechercher un lieu alternatif qui pourrait être une infirmerie, une piscine, un centre médico-sportif, au sein de l'IME (institut médico-éducatif), etc.

II-2.2.- Horaires

Les personnes en situation de handicap vivent et se déplacent avec des contraintes particulières liées au handicap. Se préparer le matin, se soumettre aux nécessités des soins corporels prend du temps. Le trajet entre le domicile et le cabinet médical est à prendre en compte, comme la disponibilité réelle de places de stationnement à proximité.

⁵ Art. R4127-70 CSP, art. 70 du code de Déontologie médicale.

⁶ Art. R4127-33 CSP, art 33 du code de Déontologie médicale.

II-2.3.- Aide de vie – transfert

La préservation du secret médical doit être absolue. L'aide peut installer la personne mais retourne en salle d'attente durant l'examen. En cas de faible autonomie le transfert sur table d'examen peut être abandonné au profit d'un examen complet au fauteuil pour éviter tout risque de blessures ou d'épuisement inutile

II-2.4.- Durée de la consultation

La durée moyenne d'une première consultation, souvent longue, varie entre 30 et 45 minutes. Une deuxième consultation peut s'avérer nécessaire en cas de demande d'avis ou d'examens complémentaires.

II-2.5.- Disponibilité du dossier médical

Dans l'idéal, la personne doit consulter avec son dossier médical. Cette information doit être donnée au moment de la prise de rendez-vous.

II-2.6.- État civil – tuteur légal

Si le plongeur est mineur ou sous tutelle, la présence du représentant légal est indispensable. Il est conseillé de garder une copie de la pièce d'identité du tuteur légal.

II-3.- ÉLÉMENTS À PRENDRE EN COMPTE LORS DE LA CONSULTATION MÉDICALE

II-3.1.- Anamnèse de la déficience

Elle doit notamment renseigner sur :

- la typologie (lésion médullaire, cérébrale, amputation...),
- la localisation (par exemple le niveau métamerique de la lésion médullaire),
- la cause traumatique ou médicale,
- la nature congénitale ou acquise,
- la date de la survenue,
- l'évolution stable ou dégénérative,
- le traitement médical actuel, les éventuels effets secondaires ou incidences sur la pratique de la plongée.

Si la déficience est dégénérative, l'évolution doit être évaluée dans sa gravité, ses éventuelles répercussions psychiques, cognitives et fonctionnelles ainsi que sa vitesse de progression. Le médecin pourra ainsi déterminer si elle reste, ou non, compatible avec la pratique adaptée de la plongée. Certaines évolutions de pathologies (SEP, certaines myopathies...) diffèrent significativement d'un individu à l'autre ou dans le temps. Il faut donc analyser avec précision le ratio bénéfice / risque avec le patient et lorsque c'est possible, avec l'encadrant. Une approche globale doit garantir la prise en compte de tous les enjeux individuels, physiques et psychiques de cette pratique sportive.

II-3.2.- Anamnèse des pathologies associées

Chaque pathologie ou lésion peut entraîner des conséquences organiques ou systémiques. C'est le cas des atteintes cutanées, urinaires et orthopédiques chez le blessé médullaire, ou des

complications ORL, cardiovasculaires, respiratoires, ophtalmologiques et digestives chez une personne présentant une trisomie 21. Leur historique est précieux et les antécédents doivent être spécifiquement appréhendés selon le diagnostic initial. On recherche notamment les atteintes suivantes et leurs évolutions :

- **Neuropsychiques et cognitives** : troubles intellectuels ou cognitifs (capacités de compréhension, de communication, de mémorisation...), stabilité émotionnelle (facteur E : hypersensibilité à certaines stimulations externes chez certains infirmes moteurs cérébraux), effets secondaires des traitements, notamment des psychotropes (épisodes comitiaux, troubles tensionnels, troubles du rythme cardiaque, sécheresse de la bouche, hypersialorrhée, fatigue, vertiges, troubles de la vigilance, somnolence, maux de tête, agitation, tremblements, dyskinésie aiguë ou tardive, raideur musculaire, troubles visuels, syndrome métabolique, rétention urinaire, constipation, prise de poids...).
- **Neurologiques** : comitialité, nature du déficit moteur et/ou sensitif, partiel ou total, évolutif ou non et sa topographie ; hypotonie, spasticité (traitement par injection de toxine botulique, présence d'une pompe sous-cutanée à Baclofène...) ; douleur nociceptive ou neuropathique.
- **ORL** : otites, sinusites, abcès dentaires, certaines malformations (exemple de la trisomie 21 souvent associée à une sténose du conduit auditif externe, une malformation ossiculaire, un reliquat épidermoïde dans la cavité tympanique, une anomalie vélaire, un rétrécissement nasopharyngé, une macroglossie, une laryngo-trachéo-bronchomalacie, une sténose sous-glottique pouvant entraîner des troubles respiratoires ou de la déglutition), antécédents de vertiges (positionnels paroxystiques bénins, syndrome de Ménière...), acouphènes, perte totale ou partielle d'audition.
- **Ophtalmologiques** : survenue et évolution du déficit visuel total ou partiel ; atteintes oculaires et antécédents chirurgicaux contre-indiquant l'exposition hyperbare (pathologies vasculaires non stabilisées susceptibles de saigner) ; présence de prothèse oculaire creuse.
- **Pulmonaires et respiratoires** : tabagisme, asthme, antécédents de pneumothorax, apnées du sommeil, explorations fonctionnelles respiratoires antérieures. Pour les blessés médullaires, un niveau lésionnel compris entre C1 et C4 est synonyme d'assistance respiratoire contre-indiquant de fait la plongée subaquatique.
- **Cardio-vasculaires** : évaluation de la pratique sportive (autres sports, loisirs ou compétition, niveau, fréquence de la pratique ou des entraînements, ECG antérieur, antécédents d'HTA (éventuellement dans un contexte d'hyperréflexie autonome pour les blessés médullaires de niveau lésionnel supérieur à T6) ; antécédents d'hypotension orthostatique, de troubles du rythme cardiaque, de phlébites, d'embolies pulmonaires ; utilisation de bas ou de chaussettes de contention.
- **Digestives, maladies métaboliques** : surpoids fréquent chez les personnes en fauteuil, diabète, hyperlipidémies, addictions ; troubles du transit, lithiase biliaire...
- **Urologiques** : évaluation de la continence, type de miction (naturelle, auto ou hétérosondage par voie basse ou stomie, percussion abdominale, neurostimulateur vésical de type Brindley), fréquence et sévérité des infections urinaires, antibiorésistance, qualité du suivi médical spécialisé (bilans urodynamiques récents, échographies de contrôle), antécédents de lithiase et éventuels traitements chirurgicaux (stomies continentales, urétrotomies...) ou médicaux (injection botulique).
- **Gynécologiques** : rapports sexuels, contraception.
- **Dermatologiques** : antécédents d'escarres (causes, localisation, étendue, traitements et récurrences éventuelles, périodes d'immobilisations...), de plaies ou brûlures, d'ongles

incarnés (notamment en cas de déficit sensitif) ; évolution du moignon pour les personnes amputées.

- **Orthopédiques** : station debout ou assise, troubles de la statique vertébrale, état de la sangle abdominale ; aides à la mobilité (cane, déambulateur, fauteuil manuel ou électrique...), présence d'orthèses posturales ou de compensation (sangles de maintien au fauteuil, corset, corset-siège, têtère, minerve, cale d'abduction, orthèse de membre supérieur ou inférieur...), de prothèses ; pathologies articulaires avec limitation d'amplitudes, syndrome algique, amyotrophie (sur-sollicitation des membres supérieurs chez les personnes en fauteuil manuel), arthrose prématurée (dysplasie congénitale, ostéochondrite, nécrose avasculaire...), ostéomes, risque fracturaire ; antécédents chirurgicaux : réanimation du membre supérieur chez le tétraplégique (récupération de la pince pouce-index, de la préhension, ou l'extension du bras), ostéosynthèse, arthrodèse, ténotomie (correction des rétractions tendineuses, flessum...).

II-3.3.- Examen clinique

Il complète l'anamnèse et permet l'évaluation actualisée du sportif et de l'évolution des différentes atteintes :

- **Neuropsychiques et cognitives** : confirmation des antécédents recueillis, appréciation des capacités de communication, de compréhension des consignes, de leur mémorisation, des apprentissages spécifiques à la plongée ; stabilité émotionnelle et psychique satisfaisantes, troubles du comportement et éventuels facteurs déclenchants compatibles avec la pratique subaquatique. L'expertise des aidants est précieuse lorsqu'ils sont présents. Un avis auprès du médecin traitant ou d'un médecin spécialisé peut s'avérer nécessaire.
- **Neurologiques** : bilan neurologique ciblé sur les antécédents pour confirmer la stabilité lésionnelle ou évaluer l'évolution positive ou dégénérative du territoire lésionnel et de la symptomatologie (déficit sensitivo-moteur total ou partiel, douleurs nociceptives ou neuropathiques, facteurs déclenchants, troubles de la coordination, dyskinésie, athétose, spasticité, hypotonie, ...).
- **ORL** : évaluation de l'état dentaire et des sinus, examen bilatéral du conduit auditif externe et du tympan (bouchon de cérumen fréquent chez les sportifs en situation de handicap mental ou cognitif). La présence de drain transtympanique contre-indique l'immersion de la tête. Bilan auditif. En cas d'appareillage, évaluation de la compréhension sans prothèse auditive. Vérification de l'efficacité de la manœuvre de Valsalva. Les difficultés de communication et d'équilibration des oreilles nécessitent une évaluation pour orientation ou non vers un cursus spécialisé.
- **Ophthalmologiques** : évaluation de l'acuité visuelle, de la sensibilité à la lumière, aux couleurs, aux contrastes, de l'angle du champ visuel et de la distance maximale pour percevoir les doigts d'une main. Même si la personne est relativement indépendante dans son environnement habituel, si le déficit visuel majeur ou total limite l'autonomie de ce sportif et ses capacités à assister d'autres plongeurs, il devra suivre un cursus spécialisé comme le prévoit l'article A322-77 du code du sport.
- **Pulmonaire** : auscultation, évaluation des capacités inspiratoires et expiratoires en cas de doute.
- **Cardio-vasculaire** : auscultation, TA, pouls, état des membres inférieurs œdèmes, bas ou chaussettes de contention.
- **Dermatologiques** : vérifier l'état cutané (inflammation, dermabrasion, infection, nécrose, qualité des pansement, état de cicatrisation...), des points d'appui, la présence d'ongle

incarné, d'escarre récente ou ancienne, de brûlure (notamment chez les personnes en fauteuil qui cumulent faible mobilité et déficit sensitif), de plaie traumatique ou chirurgicale, vérifier l'état des moignons chez les sportifs amputés ou de la zone péristomiale en cas de stomie digestive ou urinaire. Confirmer la présence de dispositifs médicaux implantés.

Cet examen est primordial pour vérifier l'absence de contre-indication (escarre, plaie infectée, pansement non hermétique...), restreindre si nécessaire la profondeur de progression (par exemple 10 m en présence d'une pompe à Baclofène implantée (recommandation du constructeur, Rat 2017), en surface pour stomie sous condition d'avis médical spécialisé et de pansement étanche). Il joue également un rôle décisif dans le dépistage d'atteintes sous-estimées qui peuvent rapidement se dégrader ou constituer une épine irritative à l'origine de troubles neurovégétatifs secondaires tels que l'hyperréflexie autonome. Enfin il peut participer à la remotivation de la personne en situation de handicap pour sa responsabilisation dans les soins de prévention.

- **Orthopédiques** : préciser l'anamnèse par un examen ciblé des capacités fonctionnelles et de l'autonomie pour la marche (avec ou sans prothèse, orthèse), le déplacement avec aide matérielle (cane, déambulateur, fauteuil manuel ou électrique...), l'équilibre debout ou assis, les amplitudes passives et actives des membres, les capacités de transfert sur un plan pour les personnes en fauteuil et les capacités de préhension. Celles-ci détermineront l'autonomie de la personne pour les aptitudes requises par la plongée, le niveau de spécialisation de son encadrement et les éventuelles adaptations nécessaires de la pratique ou du matériel. Les déficits moteurs, même majeurs sont très rarement synonymes à eux-seuls de contre-indication définitive à la plongée.
- **Poids, taille, IMC**, si possible (sensibilisation de la gestion du surpoids chez les personnes à mobilité réduite).

II-3.4.- Examens complémentaires fréquemment nécessaires

Les examens complémentaires de base et leurs conditions de réalisation ne diffèrent pas de ceux recommandés pour les sujets valides.

- ECG et, chez le blessé médullaire, réalisation d'un doppler veineux en cas d'antécédents de maladie thromboembolique veineuse, fréquente chez ces sujets.
- Exploration fonctionnelle respiratoire recommandée surtout en cas de tabagisme, d'antécédents respiratoires, et pour un suivi régulier. Chez le blessé médullaire une mesure dans un centre expert est préconisée (difficulté des mesures en fauteuil, grande variabilité des résultats selon la posture). Une simple boucle débit-volume est suffisante.
- Biologie : NFS, mesure du DFG, glycémie, bilan lipidique.

L'IRM médullaire est un examen pratiqué dans la prise en charge des blessés médullaires (Krebs et coll. 2016, Zang et coll. 2018, Lewis et coll. 2018) quel que soit le contexte pour le dépistage d'une cavité syringomyélique (Caremél et coll. 2013). L'examen est répété pour le suivi d'une anomalie initialement dépistée ou le dépistage d'une cavité non connue (Krebs et coll. 2016). Il est recommandé que tout blessé médullaire qui souhaite pratiquer la plongée puisse bénéficier de cet examen, s'il n'en a pas eu dans les 5 dernières années. La présence d'une cavité syringomyélique, demeure en effet, dans l'état actuel de nos connaissances, un risque significatif d'aggravation du déficit neurologique, notamment par la répétition des manœuvres de Valsalva (Williams 1980, Caremél et coll. 2013).

En présence d'une cavité de syringomyélie, un avis spécialisé est recommandé. Si les petites cavités séquellaires chroniques et non évolutives ne devraient pas constituer une contre-indication, les cavités non stabilisées avec des signes neurologiques en sont une.

La réalisation de cet examen permet également de disposer d'une imagerie de référence en cas de suspicion d'accident de désaturation.

II-3.5.- Avis complémentaires

Le médecin examinateur pourra s'entourer des avis circonstanciés :

- du médecin traitant, qui connaît bien la personne,
- du médecin en charge du handicap,
- éventuellement de médecins d'autres spécialités (pneumologue, cardiologue ou ORL p. ex.).

II-3.6.- Les conclusions de la consultation

A l'issue de ce processus d'évaluation parfois complexe et qui peut prendre du temps, plusieurs cas sont possibles :

1. Le sujet est porteur d'une pathologie ou lésion qui contre-indique la plongée selon les présentes recommandations.

2. Il présente une fragilité et/ou une vulnérabilité qui imposent des mises en garde ou des restrictions. Le CACI peut mentionner un certain nombre de restrictions ou recommandations telles que :

- la présence d'un encadrant spécifiquement qualifié pour les personnes en situation de handicap (la nature du cursus reste à valider avec l'encadrant selon les capacités fonctionnelles en milieu subaquatique) ;
- une température minimale de l'eau à respecter en cas de trouble majeur de la thermorégulation ;
- une durée d'immersion adaptée aux faibles capacités physiques ou cognitives du plongeur. Elle doit également tenir compte des efforts fournis avant et après la plongée.
- une restriction du nombre de plongées par jour en cas de fatigabilité physique ou psychique importante ou de refroidissement conséquent (certains tétraplégiques souffrent plus de la chaleur, d'autres ne peuvent enchaîner deux plongées dans la même journée). Le rythme des plongées doit toujours être adapté aux conditions et à l'état physique et psychique du plongeur qui peuvent évoluer très rapidement selon le contexte ;
- une profondeur maximale : 3, 6, 20 ou 40 mètres sur des critères médicaux tels que la présence d'une chambre implantée, selon les indications du constructeur. Pour certains plongeurs, il est possible de préciser « évolution en surface uniquement ».

3. La personne ne présente pas de contre-indication. Mis à part les restrictions éventuelles imposées par le médecin, il n'y a pas de limitation particulière d'accueil. Toutefois, l'espace d'évolution des plongeurs en situation de handicap mental, cognitif ou psychique sera limité en fonction de leurs capacités cognitives, leur intégration sociale, leur autonomie dans la vie civile et leur comportement en plongée (voir *infra*, § III-2).

Il est important de pouvoir, avec l'accord préalable du plongeur en situation de handicap ou de son tuteur légal, communiquer avec l'encadrant dans le respect du secret médical pour échanger sur les vulnérabilités relevées.

II-3.7.- Les conseils au plongeur

Il est recommandé de prendre le temps nécessaire à la fin de la consultation pour évoquer avec le « patient-plongeur » un certain nombre d'éléments importants à prendre en compte dans sa situation de handicap, et conseiller des conduites à adopter pour la pratique :

- logistique humaine et matérielle adaptée : les personnes peu autonomes doivent anticiper leurs besoins spécifiques (véhicule ou transport adapté, aidant pour les transferts ou la mobilité, l'habillage/déshabillage, la mise à l'eau et la remontée en fin de plongée...);
- risque alimentaire lors des séjours à l'étranger (la *tourista* est compliquée à gérer chez toute personne à mobilité réduite, surtout en cas de troubles sensitifs ou neuro-végétatifs);
- nécessité d'une bonne hydratation pour la prévention des infections urinaires, mais aussi en cas de sudation importante par forte chaleur ;
- gestion de l'environnement en fonction des conditions climatiques (froid, chaleur) ;
- gestion de l'effort physique : régularité de la pratique, intérêt de l'entraînement en piscine, durée des plongées et conditions adaptées en milieu naturel (proximité du bateau, courant...);
- soins du corps, prévention des blessures cutanées ;
- intérêt du Nitrox (fatigabilité) ;
- prévention de l'hypo ou hyperthermie, selon les lieux fréquentés.

III – DIFFÉRENTS TYPES DE HANDICAP ET POINTS DE VIGILANCE CHEZ LE PLONGEUR

Les principales déficiences rencontrées actuellement en plongée sont décrites ci-après selon leurs conséquences motrices et sensorielles ou mentales, cognitives et psychiques. Certaines d'entre-elles, notamment les lésions cérébrales, peuvent néanmoins présenter l'ensemble de ces déficits.

III-1.- DÉFICIENCES MOTRICES ET SENSORIELLES

III-1.1.- Lésions médullaires

Plusieurs études épidémiologiques ont été effectuées ces trois dernières décades en Amérique du Nord en Europe et en Asie. L'incidence des lésions médullaires est comprise entre 10,4 et 83 par million d'habitants et par an (Wyndaele et coll. 2006). En France seules deux études ont été réalisées, dont la dernière en 2000 qui rapporte une incidence de 19,4 par million d'habitants et par an, mais cette estimation ne concerne pas les patients âgés de moins de 15 ans pour éviter les biais liés à d'éventuelles hospitalisations en service de pédiatrie (Albert et coll. 2005), soit un total de 934 nouveaux cas. Les associations évaluent actuellement à 1000 à 1500 le nombre de nouveaux cas par an en France.

Dans les années 70 la proportion de paraplégiques était nettement supérieure à celle des tétraplégiques du fait de la mortalité (86,4 %, Kurtzke 1975). Elle tend désormais à s'équilibrer voire à s'inverser notamment avec les progrès de la prise en charge (54,1 % pour Jackson et coll. 2004 contre 43 % pour Van Asbeck et coll. 2000). Le sex ratio est de 3,8 hommes pour une femme et l'âge moyen varie selon les études. Il était de 37,6 ans en 2000 (Wynadaele et coll.2006).

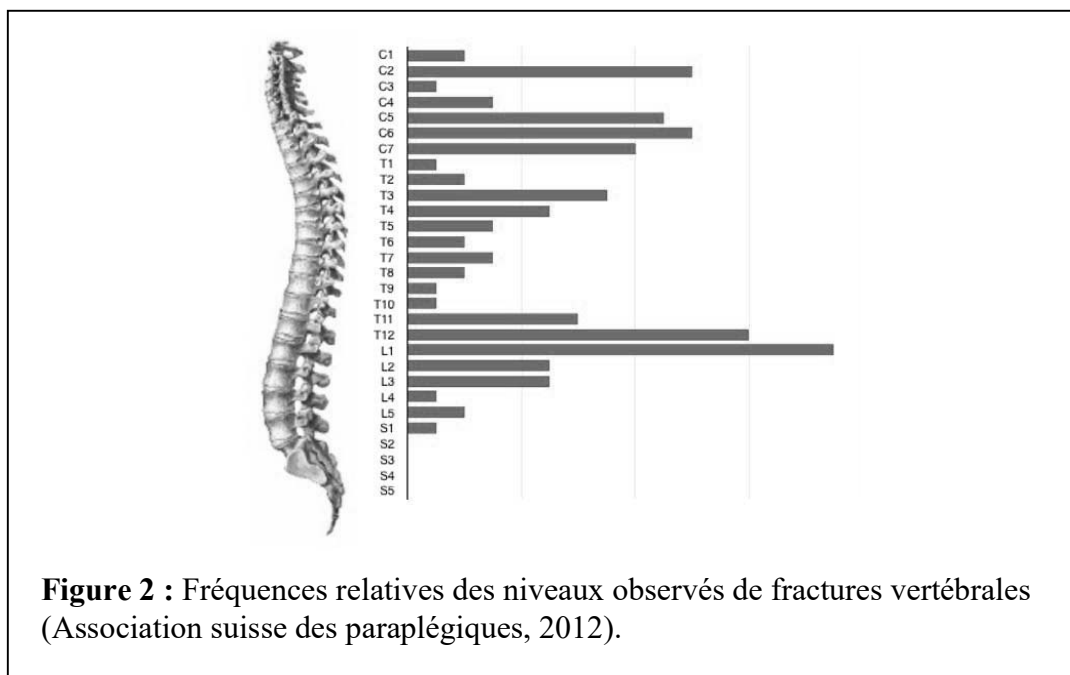
Le niveau lésionnel observé est souvent lié au mécanisme de la blessure (fig. 2) :

- **C2** : rupture de la dent de l'axis – fracture dite du pendu (souvent fatale) ;
- **C5 - C7** : la grande mobilité de la jonction cervico-thoracique rend cette région fragile en cas d'application d'une force (coup sur la tête, plongeon, coup du lapin) ;
- **T3 - T8** : trauma par hyperflexion de la colonne vertébrale ;
- **T11 - L3** : région très exposée lors de choc à partir des pieds et du bassin (chute verticale, parachutisme).

a) Les conséquences de la lésion médullaire

Pour les lésions stabilisées, l'établissement du CACI ne nécessite pas un examen neurologique complet ni le calcul du score de l'American Spinal Injury Association (ASIA), sauf en cas de modification du tableau clinique. Un bilan complet sera alors effectué en lien avec le centre de référence du blessé médullaire pour l'évaluation et la classification du niveau neurologique et de l'éventuelle aggravation lésionnelle.

Il est possible de traduire les conséquences de la lésion selon son niveau en termes de capacités pour la pratique de la plongée :



- **Niveau C5** : flexion de l'avant-bras. Avec les mouvements de l'épaule il permet une propulsion de base. Ce niveau lésionnel assure l'autonomie respiratoire par innervation diaphragmatique.

- **Niveau C6** : extension du poignet. Préhension passive par effet ténodèse (flexion passive des doigts par extension du poignet) qui permet la saisie et manipulation de certains objets comme l'inflateur du *direct-system*. La manœuvre de Valsalva est possible par opposition des deux mains. Elle est également possible par récupération d'une pince après chirurgie de réanimation de la main (Friden et Gohritz 2012).
- **Niveau C7** : extension de l'avant-bras. Le mouvement complet de brasse pour la propulsion subaquatique est possible, de même que la possibilité de soulever le bassin du plan d'assise (*push-up*) pour la prévention d'escarres ischiatiques et la possibilité de transferts (lit/douche/fauteuil/voiture...), essentielles pour l'autonomie et la qualité de vie. L'extension peut également être obtenue pour les tétraplégiques C5-C6 par une chirurgie de réanimation des membres supérieurs avec transfert du deltoïde postérieur ou du biceps sur le tendon tricipital (Jaspers Focks-Feenstra et coll. 2011).
- **Niveau C8-T1** : préhension. La pince pollici-digitale (pouce-index) est conservée avec innervation du muscle opposant du pouce (nerf médian) et de l'adducteur du pouce par les fibres du nerf ulnaire issues des racines C8-T1 (Robinson et coll. 2010). Ceci permet une autonomie pour les actes de la vie courante et une amélioration considérable de la qualité de vie sociale. En plongée, il est possible d'effectuer simultanément une équilibration des oreilles (manœuvre de Valsalva avec une seule main) et une gestion de la stabilisation à l'aide du gilet.

b) Les points de vigilance chez le blessé médullaire

- **Fragilité cutanée**

Le principal risque cutané est le risque d'escarre, nécrose ischémique des tissus comprimés entre un relief osseux et un plan de contact (Kruger et coll. 2013). Les blessés médullaires constituent le groupe de population ayant le risque le plus élevé, proportionnel au niveau lésionnel : plus la lésion est haute, plus le risque cutané est important. 85 % des blessés médullaires sont susceptibles d'avoir au moins une escarre au cours de leur vie et 15 % des blessés médullaires ont eu au moins deux escarres au cours des 12 derniers mois (McKinley et coll. 1999) : l'escarre est la complication la plus fréquente chez les blessés médullaires avec une prévalence de 15,2 % la première année et 29,4 % au bout de 20 ans. Outre le coût élevé de la prise en charge, l'impact est majeur sur la qualité de vie de la personne et l'escarre est la 2^e cause de réhospitalisation pour les paraplégiques après les troubles urinaires (Cardenas et coll. 2004, Lala et coll. 2014).

La physiopathologie associe un processus ischémique focalisé résultant de l'état du patient et des causes extrinsèques tels que la pression (essentiellement), le cisaillement et le frottement. La conjonction du déficit sensitif et de la mobilité réduite crée des situations à risque cutané du fait de la pression exercée sur les zones d'appui, notamment dans les phases prolongées de position assise ou les transferts depuis et vers le fauteuil. Une escarre peut survenir en quelques dizaines de minutes et nécessitera des soins et un alitement de plusieurs mois. La prévention est donc primordiale : il est essentiel d'être vigilant sur les talons et les fesses (ischions) en position assise, et sur les coudes en position allongée (Krause et coll. 2001). Pour la pratique des activités subaquatiques, on accordera une attention particulière au moment de l'habillage si la personne doit s'allonger, et à tous les moments en position assise (chaque plongeur en situation de handicap doit rester le plus possible sur son coussin anti-escarre spécifique et veiller, si nécessaire, à le préserver du milieu humide). Des tapis de mousse sur le sol sont également recommandés pour protéger le sacrum lors de la mise à l'eau et de la sortie.

Le médecin est un acteur clef de cette prévention en rappelant régulièrement les enjeux essentiels aux sportifs en situation de handicap : d'après une étude hollandaise, 29,9 % des escarres auraient pu être évitées avec une auto-inspection et une hygiène quotidienne appropriée (van Loo et coll. 2010).

Sont également possibles plaies ou hématomes qui sont des risques spécifiques en cas de chute lors des transferts (vestiaires, mises à l'eau). De même, il importe de toujours protéger les extrémités et les genoux durant l'immersion.

Les risques de brûlures sont liés aux déficits sensitifs (anesthésie, hypoesthésie, dysesthésie...). Elles sont généralement consécutives à la proximité de sources de chaleur (douche trop chaude, coussin resté au soleil...).

- **Le risque infectieux et mécanique de la vessie**

Le blessé médullaire a systématiquement des troubles urinaires. Il lui est impossible d'uriner de manière volontaire en raison de la déconnexion de la régulation suprasacrée et l'activation de réflexes archaïques. On parle alors de vessie neurologique ou neurovessie. La motricité vésicale est complexe et requiert la coordination de la commande volontaire (cortex cérébral, centres cérébraux de la miction) et l'action du système nerveux autonome. L'interruption de la régulation cérébrale sur la moelle sacrée induit une hyperréactivité du détrusor, aboutissant à des contractions anarchiques et fréquentes. La dyssynergie entre le sphincter urétral, hyperactif, et la contraction du détrusor augmente la pression dans la vessie et favorise le reflux vésico-urétral. Dans le même temps, la vessie se vide incomplètement ce qui favorise les infections urinaires à répétition.

Ce risque infectieux est avec l'escarre le plus gros risque de morbidité chez les blessés médullaires (McKinley et coll. 1999), et il a tendance à s'aggraver nettement avec l'âge : sa prévalence atteint 25,9 % 20 ans après la lésion. Malgré les progrès de prises en charge, les problèmes urinaires restent récurrents et la plupart des blessés médullaires ont une bactériurie permanente. 40 à 50 % d'entre eux sont colonisés par des bactéries résistantes dues notamment à des antibiothérapies successives (Evans et coll. 2017). Les complications urinaires représentent le plus important taux de réhospitalisation (Davidoff et coll. 1990, Waites et coll. 2001). Pour cela il est important de limiter au maximum le résidu vésical post-mictionnel et des bilans urodynamiques doivent être effectués régulièrement avec échographie rénale. Le suivi régulier par un neuro-urologue est impératif. L'absence de contrôle sphinctérien nécessite une vidange vésicale par auto ou hétérosondage, ou miction réflexe par percussion abdominale.

Toute plongée doit débuter vessie vide, il est donc essentiel de disposer de WC accessibles à proximité du lieu de plongée ou au minimum d'un lieu d'intimité où le plongeur peut effectuer dignement les gestes requis. L'intervalle entre deux mictions dépend de plusieurs facteurs (prise hydrique, diurèse, spasticité vésicale...) mais on prévoit généralement 4 h. La logistique des plongées doit impérativement intégrer ce paramètre essentiel y compris lorsqu'il s'agit de départ à la journée sur un bateau. Pour toutes ces raisons et la lutte contre l'hyperthermie, l'habillage des plongeurs s'effectue au dernier moment.

Certaines personnes seraient tentées de limiter l'apport hydrique pour limiter les contraintes de vidange vésicale ; or l'hydratation régulière est essentielle pour lutter contre le risque d'infection urinaire et d'hyperthermie. Un globe vésical important ou une infection urinaire

débutante font courir le risque d'une HRA (hyperréflexie autonome) chez les blessés médullaires de lésion supérieure à T6 (cf. infra).

• Les troubles de la thermorégulation

Du fait de l'atteinte motrice et neurovégétative (perte du contrôle supraspinal du système sympathique avec perte d'effecteurs vasomoteurs et sudoraux), le territoire sous-lésionnel présente paralysie motrice, anhidrose (absence de sudation) et vasoplégie. Les mécanismes mis en jeu par la thermorégulation y sont donc impossibles.

Ces troubles sont proportionnels à l'étendue du territoire sous-lésionnel et augmentent chez les tétraplégiques (Khan et coll. 2007), avec cependant une grande variabilité interpersonnelle. Ces sujets présentent un comportement poïkilotherme qui entraîne un risque de refroidissement lors d'expositions à de basses températures (Krassioukov et coll. 2007). L'hypothermie est réalisée lorsque la température centrale devient inférieure à 35° C (voir chapitre VII, p. 38).

Sur le plan pratique, la thermométrie tympanique est inexploitable pour le contrôle des activités nautiques (Rogers et coll. 2007). La mesure rectale reste la plus fiable. Toutefois, il n'a pas été rapporté d'hypothermie objectivée en plongée Handisub, ni même pour les sports d'hiver à la fédération française Handisport (FFH).

L'hyperthermie est établie pour une température rectale > 38° C (Price 2006). Chez le blessé médullaire le stockage de chaleur dans la zone sous lésionnelle peut vite entraîner une hyperthermie par anhidrose, notamment chez le tétraplégique (Krassioukov et coll. 2007) L'augmentation de la température environnementale est le principal stress thermique et peut entraîner très rapidement un « coup de chaleur » (Collins 1999). C'est pourquoi une **forte exposition au soleil ou une attente prolongée en combinaison** peuvent représenter un vrai danger d'hyperthermie avec polypnée et nécessiter un refroidissement (humidification, baignade, ingestion de boissons fraîches ou glace). Comme pour l'hypothermie, de grandes variabilités interindividuelles sont constatées y compris pour des niveaux lésionnels identiques (Andersen et coll. 1992).

La prévention des troubles de la thermorégulation est essentielle.

Pour l'hypothermie on dispose de moyens techniques efficaces (combinaison intégrale épaisse ou sèche, gants, chaussons, masque facial...) et on évite de plonger en eau trop froide.

Pour l'hyperthermie, on recommandera la prévention avec protection solaire (casquette, abris...), et habillage au dernier moment. Du fait de l'anhidrose sous-lésionnelles les pertes hydriques sont moins importantes, mais l'hydratation doit être maintenue avec des boissons fraîches pour lutter contre le risque d'infection urinaire (même si la restriction hydrique est tentante pour minimiser le nombre de sondage). Le refroidissement général peut également être envisagé (brumisation, immersion, pièce climatisée...).

• Les troubles respiratoires

Chez le sujet valide, 65 % de la capacité vitale forcée est mobilisée par le diaphragme. Pour les niveaux lésionnels au-dessus de C4, l'atteinte diaphragmatique empêche toute activité de plongée. Entre C4 et C5, la capacité vitale peut être réduite jusqu'à 30 % de la valeur prédite (Ledsome et Sharp 1981). 40 % des tétraplégies hautes sont sous assistance respiratoire et les

complications respiratoires sont supérieures à 80 % (Winslow et Rozovsky 2003). En dessous, l'altération de la ventilation va dépendre du niveau lésionnel et de l'atteinte des muscles intercostaux et abdominaux.

Le muscle inspirateur le plus important est le diaphragme, innervé par le nerf phrénique (racines C3-C5). Les autres muscles inspireurs sont les intercostaux externes innervés par les racines thoraciques. Les muscles inspireurs accessoires sont le grand pectoral, les scalènes, le trapèze, les sterno-cléido-mastoïdiens et les dentelés.

Les muscles expirateurs sont les muscles de la paroi abdominale, grands droits, obliques et abdominaux transverse, innervés par les racines thoraciques basses et lombaires. Normalement, l'expiration n'utilise pas ces muscles mais leur activité est cruciale en cas d'expiration forcée, durant l'effort ou la toux. Quand la toux n'est plus possible par déficit des muscles expiratoires, le drainage des sécrétions bronchiques en excès n'est plus assuré (Jackson et Grooms 1994, Winslow et Rozovsky 2003). **L'inhalation accidentelle d'eau, par exemple lors de la mise à l'eau, peut s'avérer problématique.** Ces muscles expirateurs sont par ailleurs utiles pour le fonctionnement diaphragmatique, pour stabiliser la cage thoracique et éviter son collapsus durant la contraction diaphragmatique, pour servir de point d'appui au diaphragme lors de sa contraction, pour garder au diaphragme sa forme en coupole, importante pour la force de sa contraction (McCool et coll. 1986).

Si la lésion siège entre C6 et C8, la fonction diaphragmatique est intacte (Winslow et Rozovsky 2003). L'expiration est essentiellement passive liée au retour élastique de la cage thoracique et des poumons puisque les intercostaux externes et les muscles de la paroi abdominale sont paralysés (De Troyer et coll. 1986). La toux est quasiment impossible et le risque de fatigue des muscles respiratoires est notable en cas d'excès de sécrétions ou d'infection bronchopulmonaire.

La compliance de la paroi thoracique et des poumons est diminuée chez le tétraplégique. La rigidité accrue de la cage thoracique est expliquée par l'ankylose des articulations costales et la spasticité des muscles intercostaux. La diminution des volumes pulmonaires et l'altération du surfactant pourraient expliquer la diminution de la compliance pulmonaire (Brown et coll. 2006).

Les tétraplégiques ont fréquemment un trouble ventilatoire obstructif réversible après bronchodilatateurs en raison de la perte de l'activité sympathique postganglionnaire. La réversibilité généralement observée après administration d'un agent anticholinergique tel que le bromure d'ipratropium souligne l'hyperactivité vagale cholinergique observée (Almenoff et coll. 1995).

Chez les tétraplégiques, la réponse des centres respiratoires au stimulus hypercapnique est diminuée en position assise, en rapport avec une baisse de la pression artérielle (Ben-Dov et coll. 2009). Un risque accru de syndrome d'apnée du sommeil a également été rapporté chez ces personnes (Biering-Sørensen et coll. 2009).

Évaluation de la fonction ventilatoire

La mesure des volumes pulmonaires et des débits bronchiques n'est pas aisée chez le blessé médullaire, particulièrement le tétraplégique. Il importe de faire appel à des centres spécialisés et équipés. La question de la comparaison des valeurs obtenues avec celle des valeurs prédites chez les valides reste débattue. La position a un impact significatif sur la

mécanique pulmonaire des blessés médullaires. En effet les muscles respiratoires participent activement et simultanément à l'équilibre de la posture en raison de la paralysie motrice sous-lésionnelle. Typiquement, la capacité vitale augmente entre la position assise et la position allongée, ce qui est l'inverse du sujet valide. La plupart des travaux publiés font état d'une baisse de 25 % en moyenne des volumes pulmonaires chez le blessé médullaire (Estenne et De Troyer 1987).

Les adaptations à retenir pour la plongée : la respiration diaphragmatique est essentielle ce qui nécessite un équipement adapté avec si possible pas de ceinture de plombs autour de la taille mais des plombs intégrés au gilet stabilisateur. La combinaison ne doit pas être trop serrée pour permettre la meilleure compliance abdominale possible, l'idéal étant d'opter pour une combinaison sur mesure. La **prévention de l'essoufflement** est fondamentale : la baisse des volumes pulmonaires, la moindre réponse des centres respiratoires à l'hypercapnie, la propulsion sans palmes en s'aidant des membres supérieurs peuvent favoriser un essoufflement qui peut apparaître plus ou moins rapidement selon la forme physique du plongeur et son niveau lésionnel. On évitera donc toute fatigue avant la plongée (proximité du parking, limitation des transferts, parcours sans dénivelé, aide éventuelle pour l'habillage), on préviendra les coups de chaleur qui génèrent une polypnée et on adaptera la plongée (proximité du lieu de plongée avec le bateau, éviter les forts courants, pauses d'observation au cours de la plongée, possibilité d'assistance humaine à la propulsion lorsque la personne est fatiguée...).

- **Les troubles cardiovasculaires**

Toute lésion supérieure à T6 peut se compliquer de dysrèflexie végétative, liée à la perte de la régulation centrale sous la lésion. Il s'agit d'une **hyperréflexie autonome (HRA)**, réponse sympathique exagérée à un stimulus prenant naissance en dessous du territoire lésé et conduisant à une vasoconstriction diffuse et à une hypertension artérielle parfois sévère (Bycroft et coll. 2005).

Il se produit une réponse compensatrice parasympathique exagérée au-dessus de la lésion pour diminuer la fréquence cardiaque et produire une vasodilatation, qui n'est pas suffisante pour abaisser la pression artérielle. Ce phénomène ne se produit pas pour les lésions en dessous de T6 car la mise en jeu des nerfs splanchniques, intacts chez ces personnes, est suffisante pour assurer une dilatation adaptée du lit vasculaire splanchnique (Bycroft et coll. 2005). La fréquence de ces manifestations varie entre 20 et 70 % des blessés médullaires supérieurs à T6 (Helkowski et coll. 2003). Les stimuli en cause sont nombreux, on parle « d'épines irritatives ». Le plus fréquent est la distension vésicale par défaut de sondage (75 % des cas). Il peut s'agir également d'une fracture occulte (attention à la chute possible des blocs de plongée mal arrimés sur le bateau) ou d'un organe abdominal en souffrance (*tourista*). Les manifestations cliniques habituelles sont des céphalées, une hypertension artérielle, une vasodilatation cutanée avec chair de poule, une sudation profuse et un risque de choc volémique (Krassioukov et coll. 2007). Une vision floue, une anxiété, des nausées, des vomissements peuvent apparaître. Typiquement, il existe une bradycardie. L'attaque peut être sévère avec un risque de bradycardie profonde, d'arrêt cardiaque, d'hémorragie cérébrale ou de crises comitiales. **Toute crise de HRA ou épisode de céphalée non étiqueté impose l'arrêt de la pratique et une investigation médicale rapide.**

Sur le plan thérapeutique, la mise en position demi-assise et l'administration de nifédipine (10 mg *per os* ou en sublingual) sont recommandées, en même temps que le traitement de la cause (sondage vésical, etc.).

Le risque de **cardiopathie ischémique est 3 à 10 fois supérieur** chez le blessé médullaire à celui de la population générale (Myers et coll. 2007) en raison de la perte de la masse musculaire, de l'augmentation de la masse grasse et de la sédentarité forcée (Bauman et Spungen 2000). Un bilan cardiologique régulier est recommandé.

• Les douleurs chroniques

De nombreux blessés médullaires (65 % en moyenne, selon Siddall et Loeser, 2001) ont des douleurs chroniques de type neuropathique (Bauman et Spungen 2000). S'il apparaît clairement que ces douleurs sont liées à l'hyperexcitabilité neuronale, leur mécanisme précis n'est pas bien compris. Il existe deux types principaux de douleurs neuropathiques chez le blessé médullaire :

- Les douleurs au niveau de la lésion sont généralement dues aux lésions directes des racines nerveuses lors du traumatisme initial. Ce type de douleurs doit systématiquement faire rechercher, surtout si elles se modifient ou changent de niveau, la **présence d'une syringomyélie post-traumatique** dont la présence peut constituer une contre-indication à la pratique de la plongée (Caremel et coll. 2013)
- Les douleurs sous-lésionnelles sont plutôt en rapport avec un phénomène de désafférentation thalamique (Wasner et coll. 2008). Leur présence peut nécessiter, si elles sont gênantes, la prise de médicaments à forte dose (opiacés, antidépresseurs, anticonvulsivants) isolés ou en association, dont l'impact sur la capacité de plonger devra être évalué.

• Les troubles musculosquelettiques

Les lésions médullaires induisent une altération rapide du métabolisme osseux. On note une accélération de la perte de densité et une désorganisation de l'architecture trabéculaire osseuse quelques mois à quelques années après la blessure (Jiang et coll. 2006). L'étiologie de ces troubles n'est pas connue avec précision mais on évoque la réduction de la charge mécanique et la modification des ostéocytes par immobilisation (Maimoun et coll. 2019), ainsi qu'un stress oxydatif et une inflammation (Zhang et coll. 2015). Il en résulte un risque fracturaire accru encore mal quantifié par manque d'étude sur des échantillons de grande taille (Zleik 2018). La plus grande attention doit être portée sur ce danger par l'ensemble des moniteurs prenant en charge ces plongeurs (manipulation de la personne, rangement et sécurisation du matériel, etc.).

La sur-utilisation des membres supérieurs est la règle chez les blessés médullaires surtout en raison des transferts itératifs et de l'utilisation du fauteuil roulant. L'apparition d'un syndrome de la coiffe des rotateurs est fréquente, jusqu'à 75 % des cas (Sinnott et coll. 2001). En plongée, la préservation des épaules doit impérativement être respectée par l'encadrement.

• La spasticité

La spasticité est liée à l'interruption des voies descendantes inhibitrices issues des motoneurons alpha et se manifeste par une augmentation du tonus musculaire et des spasmes (Adams et Hicks 2005). Elle a des effets négatifs et des effets positifs. Parmi les effets négatifs, douleurs, contractures et spasmes musculaires importants sont possibles pouvant altérer la qualité du sommeil et l'activité quotidienne. À l'inverse, la **spasticité peut permettre de faciliter la station debout, les transferts et améliorer le retour veineux des**

membres inférieurs ce qui contribue à diminuer le risque de thrombose veineuse profonde (Nair et Marsden 2014). Dans certains cas, un traitement médicamenteux peut être prescrit pour atténuer les douleurs dues à la spasticité (baclofène, tinazidine, diazepam) (Hugenholtz et coll. 1992, Siddall et Loeser 2001). Certains patients bénéficient de l'injection intrathécale de baclofène par l'intermédiaire d'un dispositif implanté. Le retentissement de ces thérapeutiques sur la capacité à plonger doit être évalué, et conduire à limiter la profondeur à 10 m en présence d'une pompe sous-cutanée (Rat 2017), en raison de sa résistance mécanique.

- **Syringomyélie**

La syringomyélie est une dégénérescence kystique intramédullaire. Son incidence varie chez les blessés médullaires selon la nature diagnostique : 3 à 4 % pour les études cliniques (Brodbelt et Stoodley 2003) contre 25 à 30 % pour les dépistages par IRM (Caremel et coll. 2013). Parmi les mécanismes évoqués figure l'obstruction par la cicatrice gliale à la circulation du liquide céphalorachidien. Le principal risque est l'extension de cette cavité syringomyélique vers le haut par augmentation récurrente des pressions intrathoraciques (efforts, manœuvres de Valsalva...) qui aggraverait les déficits moteurs et sensitifs. **Chez le plongeur, en cas de doute avec aggravation des déficits neurologiques, l'imagerie (IRM)** permet de faire le bilan et, en cas de suspicion d'ADD, d'avoir des clichés comparatifs. Toute modification clinique du territoire sus-lésionnel doit entraîner une investigation minutieuse, sachant que le délai moyen entre l'apparition d'une cavité syringomyélique et le traumatisme initial est de 2,8 ans avec des extrêmes allant de 3 mois à 34 ans (Caremel et coll. 2013).

III-1.2.- Autres pathologies

a) Sclérose en plaques

La sclérose en plaques (SEP) est une maladie du jeune adulte qui représente la première cause de handicap sévère non traumatique chez les trentenaires. L'âge moyen de début des symptômes est 30 ans. Environ 80 000 personnes sont touchées en France. La maladie fait intervenir des mécanismes auto-immuns complexes dirigés vers les oligodendrocytes, cellules synthétisant la gaine de myéline des axones du système nerveux central. Ils se traduisent par une démyélinisation et souvent le début d'une dégénérescence axonale (Lublin et coll. 2013).

Les symptômes varient beaucoup d'une personne à l'autre et se modifient au cours de l'évolution de la maladie. Les signes neurologiques (troubles moteurs, sensitifs ou sensoriels) sont souvent associés à une fatigue extrême et inhabituelle, des troubles de la mémoire, de la concentration ou des épisodes dépressifs.

- **Les points de vigilance en plongée en cas de SEP**

En dehors des poussées, la plongée est parfaitement possible sans difficulté particulière. Aucune donnée ne permet de relier l'activité sportive et les poussées de la maladie. En cas de troubles fixés, l'adaptation et les recommandations suivent celles du blessé médullaire.

b) Paralysie cérébrale

Le terme de paralysie cérébrale fait référence à un groupe hétérogène de conditions associant de manière permanente et non évolutive un déficit moteur central qui affecte le tonus musculaire, la posture et les capacités de mouvements (Rosenbloom 2007). Ces déficiences

sont la conséquence d'anomalies du développement cérébral chez le fœtus ou le jeune enfant. Les causes en sont multiples. L'atteinte motrice, de gravité variable, affecte les capacités fonctionnelles et l'activité quotidienne. Des symptômes associés sont fréquents tels que troubles cognitifs, difficultés de communication, troubles du comportement, musculosquelettiques ou épilepsie (Biorgaas et coll. 2012).

Les troubles fréquents de communication résultent en général d'une dysarthrie. Ces difficultés de locution souvent associées à des mouvements athétosiques ne doivent pas être confondus avec un déficit intellectuel qui serait alors synonyme de polyhandicap. Ces troubles de la coordination ne sont pas une contre-indication médicale. L'encadrant évaluera s'il doit adapter le matériel pour une tenue en bouche correcte de l'embout, notamment avec l'usage d'un masque facial.

Sauf en cas d'épilepsie (25 à 45 % des patients), la plongée est généralement possible.

- **Les points de vigilance chez le paralysé cérébral**

Les troubles du comportement, les troubles psychiatriques avec labilité émotionnelle, les difficultés d'attention et l'anxiété marquée conduisent à recommander un encadrement stable et chevronné.

c) Amputation traumatique et agénésie

Ces pathologies sont généralement stables et non évolutives, y compris pour les lésions traumatiques après la phase de cicatrisation et la mise en place de prothèse définitive. Elles diffèrent par leur étiologie (congénitale ou acquise) et de possibles douleurs de désafférentation de type algohallucinose (douleur du membre fantôme). Les études chez les militaires américains rapportent que 85 % des sujets présentent des douleurs post-amputation modérées à sévères (Cohen et coll. 2019). Les étiologies vasculaires peuvent atteindre 80 % dans la pratique hospitalière courante (Hsu et Cohen 2019), ce qui les différencie des traumatismes de guerre.

Les capacités fonctionnelles sont logiquement généralement supérieures pour une personne agénésique qui n'est pas confrontée aux adaptations psychologiques, motrices et sensibles d'une amputation.

Le principal enjeu médical est l'état cutané du moignon. Le médecin doit veiller à sensibiliser le plongeur en situation de handicap à la nécessité d'une hygiène renforcée en milieu humide, et de se déplacer avec la plus grande prudence s'il enlève sa prothèse pour l'activité subaquatique. Les risques de chute et de blessures sont plus élevés pour les personnes très autonomes qui sous-estiment souvent les glissades accidentelles au bord d'une piscine ou sur un bateau.

En dehors des plaies cutanées du moignon et des contre-indications générales définies pour tout sportif valide, les activités subaquatiques sont tout à fait possibles en tenant compte précisément des atteintes associées. La prise en charge peut initialement être proposée par l'encadrant dans un cursus spécialisé pour permettre une approche individualisée dans un environnement adapté (matériel spécifique, expérience des encadrants spécialisés pour compenser les difficultés de propulsion ou préhension). La progression de ces plongeurs est généralement rapide et ils rejoignent habituellement le cursus standard s'ils valident les aptitudes requises par le code du sport.

d) Déficience visuelle

Les déficients visuels constituent un groupe hétérogène de personnes en situation de handicap. Les recommandations présentées dans le chapitre XXII Ophtalmologie concernent les pratiquants valides. Hors de ces limites, la plongée est possible dans un parcours spécifique, sous réserve de respecter quelques précautions. En particulier, la communication entre le pratiquant et son encadrant, essentielle pour la prévention des accidents, doit passer par un autre canal que visuel. Il est recommandé d'utiliser des codes de toucher ou acoustiques.

Le médecin doit également sensibiliser les plongeurs déficients visuels et les encadrants aux risques spécifiques de chutes et de blessures, nécessitant parfois un guidage et dans tous les cas une grande discipline dans la libération des voies de passage.

e) Déficience auditive

Les déficients auditifs ont généralement accès à l'ensemble des activités sportives. Seules les difficultés de communication nécessitent parfois des adaptations. L'intégration dans un cursus standard sera aisée pour :

- toute personne présentant un déficit partiel, si l'environnement n'est pas trop bruyant et que l'usage d'une audioprothèse permet un échange verbal en dehors des phases subaquatiques ;
- toute personne sourde qui peut lire sur les lèvres et s'exprimer oralement.

L'enjeu est de préserver, le cas échéant, une audition résiduelle et de ne pas exposer le sujet à un risque de troubles de l'équilibre permanents en cas de système de compensation altéré. L'examen médical peut requérir l'avis d'un spécialiste ORL.

Dans tous les cas, l'examen médical et la pratique de l'activité imposent un moyen de communication adapté (interprète en langue des signes française, lecture labiale, communication écrite...). Des restrictions techniques, voire une pratique exclusivement en surface sont à envisager si un risque médical est avéré.

Les contre-indications et recommandations sont précisées dans le chapitre XII. Si nécessaire, une pratique sportive adaptée peut-être proposée en cursus adapté, par exemple en cas de limitation à une évolution en surface.

III-2.- DÉFICIENCES MENTALES, COGNITIVES ET PSYCHIQUES

Les handicaps mentaux, cognitifs et psychiques affectent les comportements et la relation aux autres et sont de ce fait bien souvent perçus par beaucoup comme difficiles à intégrer dans le monde sportif en général et dans celui de la plongée en particulier.

III-2.1.- Terminologie et nomenclature

Pour éviter toute confusion il convient de revenir sur les différentes dénominations et classifications.

L'OMS répertorie les troubles de la santé mentale par pathologies dans la classification internationale des maladies (CIM)⁷. Elle propose également une approche complémentaire sur les capacités fonctionnelles avec la classification internationale des capacités fonctionnelles, du handicap et de la santé (ICF)⁸.

La classification des pathologies mentales est souvent controversée et fait l'objet de nombreux remaniements qui participent aux difficultés diagnostiques (l'autisme initialement intégré dans les troubles envahissants du développement fait maintenant partie des troubles neurodéveloppementaux en tant que troubles du spectre autistique).

L'approche fonctionnelle de l'ICF rejoint, quant à elle, la notion de situation de handicap de la loi de 2005. Elle regroupe notamment toutes les fonctions mentales dans un même chapitre et distingue les fonctions mentales globales (conscience, fonctions intellectuelles, fonctions psychosociales globales...) des fonctions mentales spécifiques (attention, mémoire, fonctions psychomotrices...).

Les deux approches diagnostique (CIM) et fonctionnelle (ICF) sont donc complémentaires, mais ne peuvent se superposer. C'est pourquoi les conséquences intellectuelles, cognitives et psychiques sont envisagées ici dans les principales pathologies mentales actuellement rencontrées. Comme pour les situations de handicap moteur, certaines atteintes restent compatibles avec le cursus standard. C'est notamment le cas pour les troubles cognitifs comme la dyslexie, la dyscalculie, lorsqu'ils sont modérés.

III-2.2.- Déficiences intellectuelles

La déficience intellectuelle est une pathologie à part entière, un désordre neurodéveloppemental qui débute dans l'enfance et correspond à l'ancienne terminologie de « retard mental ». Il se caractérise principalement par le test psychométrique du quotient intellectuel (QI) qui permet une évaluation standardisée de l'intelligence. Les conséquences sont très variables d'une personne à l'autre et dépendent du niveau d'atteinte, hiérarchisé de « limite » à « profond ». Les atteintes cognitives se caractérisent par de possibles déficits du langage, de la compréhension, de l'attention, de la mémoire. Elles sont souvent associées à des difficultés d'adaptation sociale engendrées notamment par des troubles de l'humeur ou du comportement : diminution de la tolérance à la frustration, à l'échec, diminution des contrôles avec réaction exagérée aux stimulations, baisse du niveau d'autocritique, comportement social inadapté, désinhibition...

La trisomie 21, comme d'autres pathologies complexes, est associée à un déficit intellectuel. Elle est la maladie génétique la plus touchée par ce type d'atteinte (Bull et coll. 2011). Elle se caractérise par une variété de troubles dysmorphiques, d'anomalies congénitales (cardiaques notamment) ou de pathologies associées, très variables, d'un individu à un autre. La déficience intellectuelle est constante avec un QI généralement compris entre 50 et 70. Dans certains cas, assez rares, des troubles psychiatriques sont associés ce qui peut rendre l'activité difficile. Environ 40 % de ces personnes ont une pathologie cardio-vasculaire congénitale (Irving et Chaudhari 2012) qui doit être soigneusement évaluée avant d'autoriser la plongée. Les troubles de l'audition sont présents chez 38 à 78 % des patients selon les études (Shott et coll. 2001). Un grand nombre d'entre eux peuvent porter des aérateurs transtympaniques (Manickam et coll. 2016). La récurrence des épisodes d'otite moyenne est courante,

⁷ [https://www.who.int/fr/news-room/detail/18-06-2018-who-releases-new-international-classification-of-diseases-\(icd-11\)](https://www.who.int/fr/news-room/detail/18-06-2018-who-releases-new-international-classification-of-diseases-(icd-11))

⁸ <https://www.who.int/classifications/icf/en/>

pratiquement chez une personne sur deux. L'évaluation attentive de la sphère ORL est cruciale pour éviter que ne s'installe ou s'aggrave une perte de l'audition.

En outre, hypothyroïdie et diabète de type 1 sont fréquemment retrouvés dans cette population (Bull et coll. 2011).

- **Les points de vigilance en cas de déficience intellectuelle**

La plongée est possible pour les personnes à qui une déficience intellectuelle légère laisse une capacité suffisante de communication et d'apprentissage, même s'il persiste des difficultés d'acquisition des gestes, d'adaptation au changement, ou un temps de réaction à une situation nouvelle ralenti.

Outre l'adaptation du langage et l'apprentissage par imitation, le moniteur doit accepter de devoir parfois « tout recommencer » à chaque séance. La fréquence des problèmes ORL, en particulier en cas de trisomie, doit imposer la vigilance à chaque séance car la personne peut ne pas être en mesure de s'exprimer.

Il est recommandé d'avoir une approche très progressive, pas à pas, avec un temps d'apprentissage en surface qui peut être long avant toute immersion.

III-2.3.-Autisme

On évoque l'autisme devant des troubles sévères et précoces du développement de l'enfant qui surviennent avant l'âge de 3 ans et qui comportent trois symptômes principaux (triade) : des troubles de la communication et du langage (y compris les troubles de la communication non verbale), des troubles des interactions sociales (perturbations des interactions sociales, isolement) et des comportements répétitifs (répertoire d'intérêts et d'activités restreint, stéréotypé et répétitif). Le sujet est vaste et ne sera pas détaillé ici. Il se caractérise en effet par une très grande diversité de tableaux cliniques de gravité variable. Face aux formes plus ou moins sévères présentées par ce handicap et devant la diversité des pathologies rencontrées, on parle de troubles du spectre de l'autisme⁹. Selon la Haute Autorité de Santé (HAS 2010), la prévalence des troubles irait, selon les critères diagnostiques retenus, de 2 à 7 pour 1000 personnes de moins de 20 ans. Elle était de 0,4/1000 dans la décade 1960-1970. Cette forte augmentation ne s'explique qu'en partie par l'évolution des critères de diagnostic et une amélioration de la formation des professionnels au dépistage (Xu et coll. 2016).

- **Incidence de l'autisme sur la plongée**

Une déficience intellectuelle est notée chez 70 % des enfants atteints d'autisme infantile avec pour conséquence **un déficit dans la saisie de l'information** (Zwaigenbaum et Penner 2018). La saisie de l'information sensorielle (visuelle, auditive, tactile) peut-être inhabituelle et l'encodage de départ est déterminant. Par exemple, un enfant qui a l'habitude de manger un biscuit refusera de le manger s'il est coupé car il ne correspond plus à sa perception habituelle. L'autiste éprouve de grandes difficultés à comprendre la pensée des autres. Ceci explique les difficultés à comprendre l'ironie, le 2^e degré, le mensonge qui nécessitent une analyse subtile des états mentaux d'autrui. Ce dysfonctionnement l'empêche de remarquer ou d'avoir conscience de l'expression du visage, du langage corporel ou des nuances de langage comme

⁹ <https://www.inserm.fr/information-en-sante/dossiers-information/autisme>

la moquerie. **On ne peut guère attendre que l'autiste communique sur ce qui ne va pas (froid, fatigue p. ex.).**

L'autiste a un retard dans l'apprentissage du langage sans tentative de communication par le geste ou la mimique. Certains peuvent avoir un langage fonctionnel mais avec des particularités telles que l'écholalie (répétition en écho d'un énoncé), l'inversion des pronoms (je / tu), le langage idiosyncrasique (langage propre à soi-même qui n'est pas forcément fait pour être compris ni partagé avec la communauté qui entoure la personne). Les sujets d'intérêt sont restreints avec un **non-respect des codes sociaux comme la distance interpersonnelle ou le contact visuel** (hypersélectivité visuelle avec utilisation préférentielle de la vision périphérique, difficulté à maintenir le regard direct). La communication de l'autiste a peu de finalité sociale. Elle se limite souvent à la finalité d'obtenir un objet ou un comportement ; elle est très rarement utilisée pour échanger avec un partenaire, **empêchant la communication par signes en plongée**. Les difficultés comportementales (auto ou hétéro-agression) et psychologiques sont liées aux difficultés de communication et d'expression des besoins et désirs.

La mémoire n'est pas nécessairement perturbée dans son ensemble chez les personnes autistes (Zwaigenbaum et Penner 2018). Seuls certains sous-types semblent altérés avec d'importantes différences selon les études. La mémoire de travail (à court terme) peut être altérée chez l'autiste d'autant plus que les tâches sont complexes ou spatiales. Cette difficulté pourrait s'expliquer soit par une réelle supériorité du traitement perceptif (la personne cible les nombreux détails plutôt que la globalité), soit par un défaut de cohérence centrale (difficultés dans la création de liens entre les différentes informations cibles).

La mémoire épisodique (à long terme) permet d'apprendre sans garder le souvenir de l'apprentissage (mémoire implicite ou procédurale), ou de garder les souvenirs d'événements familiaux, de livres lus, de voyages (mémoire explicite ou déclarative). Pour les personnes autistes les actions explorant **le rappel libre et la reconnaissance de matériel simple sont généralement correctement réalisées**. En revanche les actions explorant le rappel de stimuli plus complexes, verbaux et spatiaux sont souvent plus perturbées. La mémorisation de certains types d'informations liées au contexte est également déficitaire notamment dans les aspects sociaux (**difficultés pour l'évolution en palanquée**).

La mémorisation visuelle chez les personnes autistes peut être supérieure à la norme (facilité impressionnante à mémoriser des listes de nombres, à reproduire des dessins, à réaliser un puzzle de 2000 pièces). Néanmoins elle est souvent focalisée sur des détails plus que sur la globalité ; certains parlent de cécité contextuelle. Pour reconnaître un lieu, une personne autiste pourra mémoriser un détail (couleur de la chaise, son emplacement, l'intensité lumineuse). Si un détail est changé, elle peut avoir des difficultés à reconnaître le lieu ou la situation, ce qui rend son environnement hautement instable (**difficultés dans la reconnaissance du matériel de plongée par exemple**).

Hyper ou hypo sensorialité : l'autiste peut être très sensible aux variations sensorielles (lumière, bruit, odeur, texture...). Il existe plusieurs théories qui font appel soit à la sur stimulation (les informations sensorielles stimulent davantage les personnes autistes : elles peuvent ne pas s'habituer aux stimuli de l'environnement comme le tic-tac de l'horloge), soit à la sous-stimulation (les stimuli qui arrivent au cortex seraient traités de manière plus sélective).

Il découle de tous ces éléments qu'il importe, pour la pratique de la plongée subaquatique, de garder présente à l'esprit la nécessité de précautions particulières lors des contacts cutanés, la mise en place de la combinaison ou du masque, le contact avec l'eau... (Daclin 2010). Les difficultés de reconnaissance de l'environnement et du matériel et les spécificités visuelles limitent la surveillance habituelle de l'état psychique par échange de regards.

III-2.4 – Schizophrénie

La schizophrénie est une maladie psychiatrique qui concerne environ 0,7 % de la population mondiale, dont 600 000 personnes en France. Elle est caractérisée par un ensemble de symptômes très variables tels que délires, hallucinations, retrait social et difficultés cognitives. Si la schizophrénie est une maladie chronique qui évolue en général par phases aiguës dans les premières années, elle se stabilise généralement avec des symptômes résiduels d'intensité variable selon les sujets. Au final, environ un tiers des patients sont en rémission durable après quelques années de traitement ce qui leur permet de reprendre une vie sociale, professionnelle, affective et donc sportive.

La littérature rapportant des expériences de plongée chez ces personnes est particulièrement rare. Des initiatives locales très intéressantes ont été rapportées : l'équipe de H. Brosseau (Auboire et coll. 2013) propose depuis plus de 10 ans d'utiliser la pratique de la plongée comme une approche thérapeutique chez des patients schizophrènes. L'hypothèse est que le milieu sous-marin est particulièrement adapté pour le patient psychotique et serait mobilisateur de mémoire archaïque et ancestrale. Le soignant plongeur va aider le patient à construire son cheminement personnel, le milieu sous-marin jouant une sorte de rôle de médiateur thérapeutique et de « mobilisateur » corporel. Un certain nombre de ces patients psychotiques sont traités par des médicaments psychotropes qui provoquent souvent ralentissement psychique et moteur et des troubles de la vigilance. Ils peuvent donc entraîner une baisse des capacités cognitives, ce qui peut poser des problèmes de sécurité en plongée, d'autant qu'ils sont parfois prescrits à des posologies très importantes.

Le patient psychotique bien stabilisé avec un traitement équilibré ne présente pas de troubles cognitifs liés au traitement. Bien au contraire, l'effet antidopaminergique des neuroleptiques permet au patient de mieux utiliser ses facultés psychiques (Auboire et coll. 2013). Plusieurs neuroleptiques sont réputés allonger la durée de l'intervalle QT faisant courir le risque de torsade de pointes (Ray et coll. 2009, Nielsen et coll. 2011). Un avis cardiologique pour guider le choix du médicament utilisé dans l'optique d'une pratique de la plongée est recommandé, même si la profondeur d'évolution est peu importante.

III-2.5-Points de vigilance en plongée communs aux handicaps mentaux, cognitifs et psychiques

Compte tenu de la labilité clinique et des interactions individuelles et environnementales, le CACI ne peut présager l'état de la personne en situation de handicap mental cognitif ou psychique au moment de pratiquer une activité subaquatique.

L'encadrant ne peut se reposer uniquement sur le CACI, et doit mettre en œuvre une approche pédagogique adaptée :

- découvrir les intérêts et les motivations (point de départ),
- rendre les événements prévisibles (pas de surprise),
- ne pas hésiter à guider « physiquement »,

- veiller à ce que le regard vise bien ce que l'on propose, (difficultés de coordination oculo-manuelle),
- privilégier la progressivité en structurant les apprentissages, en ajoutant une difficulté à la fois, multiplier les étapes en décomposant et en fractionnant les tâches à réaliser,
- veiller à élargir les contextes : la même notion sera apprise successivement dans des contextes différents, pour espérer accéder à la généralisation.

Il est recommandé que le médecin intervienne auprès de l'encadrant et insiste sur l'importance de rester vigilant et d'interroger à chaque séance l'entourage familial et éducatif sur les éventuels troubles psychiques ou comportementaux récents ou les améliorations perçues.

IV – CONCLUSION

Les activités subaquatiques occupent une place privilégiée dans l'offre parfois très restreinte des pratiques sportives accessibles aux personnes les moins autonomes. Leur santé est souvent largement impactée par une faible mobilité ou des affections chroniques et les médecins ont un rôle essentiel dans la promotion de l'égalité des chances pour l'accès à la pratique sportive, conformément à la *loi n°2005-102 du 11 février 2005*. Plusieurs dispositifs de santé publique comme celui du Sport-Santé et leurs déclinaisons permettent désormais de relever ce défi.

Au-delà des contre-indications médicales développées par ailleurs dans cet ouvrage, et qu'il faudra dans tous les cas rechercher, la situation de handicap ne constitue pas en soi une contre-indication à la pratique des activités subaquatiques. Si la personne ne peut valider seule les aptitudes requises par le code du sport elle peut alors pratiquer avec un cursus adapté (tel Handisub[®]) et un encadrement spécialisé justifiant d'une formation spécifique. La détermination des capacités de la personne en situation de handicap doit résulter d'une évaluation conjointe entre le médecin et l'encadrant spécialisé de l'activité subaquatique, en tenant compte de la précieuse expérience des aidants et de la famille.

Chaque plongeur en situation de handicap peut passer d'un cursus spécialisé à un cursus standard et inversement selon ses compétences et ses capacités fonctionnelles qui peuvent varier selon de nombreux facteurs (type d'activité, dégradation du tableau clinique ou au contraire récupération post-traumatique, entraînements bénéfiques...).

Dans cette optique, il est recommandé :

- que le médecin examinateur ait des compétences spécifiques en plongée et dans la prise en charge du handicap et s'entoure de toutes les ressources complémentaires nécessaires ;
- que le suivi médical de la personne en situation de handicap soit recueilli dans un dossier. Il pourrait inclure les éléments transmis par l'encadrant spécialisé (nature des activités subaquatiques pratiquées, cursus spécialisé ou standard pour chacune d'entre elles, niveaux de compétences acquis, et progrès ou difficultés rapportés...). Si elle le souhaite, la personne en situation de handicap pourrait transmettre ces informations directement ou par l'intermédiaire de son représentant légal à ses encadrants spécialisés non-médecins.

Recommandation n° 18

L'existence d'un handicap ne peut à elle seule constituer une contre-indication à la pratique des activités subaquatiques. Au contraire, ces dernières sont souvent le meilleur rempart contre les effets délétères de la sédentarité ou de l'isolement fréquemment observés chez les personnes en situation de handicap.

Le médecin doit s'assurer en premier lieu de l'absence de contre-indications conformément aux présentes recommandations. Si les capacités fonctionnelles du plongeur lors des activités avec immersion ne semblent, a priori, pas compatibles avec les aptitudes requises par le code du sport ou un cursus fédéral standard, il recommande sur le CACI une évaluation individuelle, en situation, par un encadrant spécialisé qui déterminera si le plongeur doit être orienté vers un cursus spécifique. Cette orientation peut évoluer dans le temps selon les progrès du plongeur ou l'aggravation de ses incapacités.

Cette évaluation de la situation de handicap requiert une double expertise médicale et technique conditionnée par une étroite coopération entre l'encadrant qualifié pour la prise en charge spécialisée des personnes en situation de handicap et le médecin possédant les connaissances nécessaires en médecine, physiologie et pratique des activités subaquatiques (techniques et procédures) et pour le suivi des déficiences et incapacités concernées. À défaut, il doit solliciter l'avis de confrère(s) spécialiste(s) de la discipline.

La consultation médicale doit se dérouler dans des conditions tenant compte des contraintes spécifiques de chaque situation de handicap (accessibilité, aide de vie, communication...) dans le respect du secret médical. L'interrogatoire et l'examen porteront sur l'analyse de la déficience et des pathologies associées.

Les examens complémentaires habituellement prescrits pour les plongeurs valides peuvent être complétés par des investigations complémentaires selon la pathologie concernée.

Pour les blessés médullaires :

- une IRM médullaire est recommandée en l'absence d'examen de référence de moins de 5 ans, à la recherche d'une cavité syringomyélique dont la présence et les caractéristiques peuvent justifier une contre-indication à la plongée en raison d'un risque accru d'aggravation du déficit neurologique par la répétition des manœuvres de Valsalva (2B) ;

- les points de vigilance à prendre en compte sont :

- la fragilité cutanée (escarres, brûlures, dermabrasions...),
- les troubles urinaires (infections, troubles vésico-sphinctériens...),
- les troubles de la thermorégulation,
- les troubles respiratoires (prévention de l'essoufflement),
- les troubles cardiovasculaires (risque d'hyperréflexie autonome pour les lésions supérieures à T6),
- les troubles digestifs (constipation, diarrhée, ballonnements, incontinence...),
- les douleurs chroniques (sus-lésionnelles nociceptives ou sous-lésionnelles neurogènes),
- la spasticité (la présence d'une pompe à perfusion implantée limite la plongée à 10 m),
- les troubles musculo-squelettiques (fractures, usure prématurée de l'appareil locomoteur par surutilisation des membres supérieurs...).

La déficience visuelle impose de mettre en place un moyen de communication fiable utilisant un autre canal que visuel.

La déficience auditive profonde devra faire appel à la langue des signes.

Pour les handicaps mentaux, cognitifs et psychiques, le rôle de l'encadrant est prépondérant : le certificat ne peut présager de l'état de la personne au moment de pratiquer l'activité subaquatique. La pratique repose sur une approche pédagogique adaptée, réévaluée à chaque séance, avec l'entourage familial et éducatif.

A l'issue de l'examen, le médecin transmet au pratiquant une synthèse de son évaluation et en informe son médecin traitant (s'il est différent) et les spécialistes sollicités pour l'expertise ou en charge du suivi du patient. Cette analyse résume les enjeux de la pratique sportive envisagée en listant les éventuels points de vigilance, les différents bénéfices attendus et confirme l'absence de contre-indication.

Des restrictions techniques justifiées par les données de l'examen médical peuvent être précisées sur le CACI et doivent permettre à l'encadrant d'adapter la pratique en tenant compte des difficultés techniques. Les activités de surface devront être privilégiées dans les situations extrêmes et la contre-indication définitive doit rester une exception.

Références

Adams MM, Hicks AL. Spasticity after spinal cord injury. *Spinal Cord* 2005; 43: 577-86.

Albert T, Ravaud JF, Tetrafigap g. Rehabilitation of spinal cord injury in France: a nationwide multicentre study of incidence and regional disparities. *Spinal Cord*. 2005;43(6):357-65.

Almeida MRG, Bell GS, Sander JW. Epilepsy and recreational scuba diving: an absolute contraindication or can there be exceptions? A call for discussion. *Epilepsia* 2007; 48(5): 851-8.

Almenoff PL, Alexander LR, Spungen AM, Lesser MD, Bauman WA. Bronchodilatory effects of ipratropium bromide in patients with tetraplegia. *Paraplegia*. 1995; 33(5): 274-7.

Andersen LS, Biering-Sørensen F, Müller PG, Jensen IL, Aggerbeck B. The prevalence of hyperhidrosis in patients with spinal cord injuries and an evaluation of the effect of dextropropoxyphene hydrochloride in therapy. *Paraplegia*. 1992; 30(3): 184-91.

Association suisse des paraplégiques. Paralyse médullaire. CH 6207 Nottwil; 2012. 16 p. Disponible sur : https://www.spv.ch/_/frontend/handler/document.php?id=413&type=42 (sept. 2019).

Auboire G, Brosseau H, Hemmen JM, Guillard A, Gouriou F. La plongée sous-marine, une thérapie innovante pour les patients schizophrènes. *Revue Institutions* 2013; 52.

Bauman WA, Spungen AM. Metabolic changes in persons after spinal cord injury. *Phys Med Rehabil Clin N Am*. 2000; 11(1): 109-40.

Ben-Dov I, Zlobinski R, Segel MJ, Gaides M, Shulimzon T, Zeilig G. Ventilatory response to hypercapnia in C(5-8) chronic tetraplegia: the effect of posture. *Arch Phys Med Rehabil*. 2009; 90(8): 1414-7.

Biering-Sørensen F, Jennum P, Laub M. Sleep disordered breathing following spinal cord injury. *Respir Physiol Neurobiol*. 2009; 169(2): 165-70.

Bjorgaas HM, Hysing M, Elgen I. Psychiatric disorders among children with cerebral palsy at school starting age. *Res Dev Disabil* 2012; 33(4): 1287-93.

Brodbelt AR, Stoodley MA. Post-traumatic syringomyelia: a review. *J Clin Neurosci*. 2003; 10(4): 401-8.

Brown R, DiMarco AF, Hoit JD, Garshick E. Respiratory dysfunction and management in spinal cord injury. *Respir Care*. 2006; 51(8): 853-68; discussion 869-70.

Bull MJ, Committee on Genetics. Health supervision for children with Down syndrome. *Pediatrics* 2011; 128(2): 393-406.

Bycroft J, Shergill IS, Chung EA, Arya N, Shah PJ. Autonomic dysreflexia: a medical emergency. *Postgrad Med J*. 2005 Apr;81(954):232-5. Review. Erratum in: *Postgrad Med J*. 2005 Oct;81(960):672. Choong, E A L [corrected to Chung, E A L].

Candela AR. SCUBA diving for blind and visually impaired people. *J Visual Impair Blind* 1982; 76(5): 186-9.

Cardenas DD, Hoffman JM, Kirshblum S, McKinley W. Etiology and incidence of rehospitalization after traumatic spinal cord injury: a multicenter analysis. *Arch Phys Med Rehabil*. 2004; 85(11): 1757-63.

Caremél R, Hamel O, Gerardin E, *et al*. Syringomyélie post-traumatique : ce que doit savoir l'urologue ? *Prog Urol*. 2013; 23(1): 8-14.

Cohen SP, Gilmore CA, Rauck RL, *et al*. Percutaneous Peripheral Nerve Stimulation for the Treatment of Chronic Pain Following Amputation. *Mil Med*. 2019; 184(7-8):e 267-e74.

Collins, K. Temperature regulation in the autonomic nervous system. *In*: Mathias CJ, Banister R. (eds). *Autonomic Failure. A Textbook of Clinical Disorders of the Autonomic Nervous System*. Oxford University Press, Oxford. 1999, p. 92-9.

Daclin C. La plongée subaquatique avec des enfants qui présentent un handicap mental : Conditions de réalisation, intérêt et limites. Mémoire DIU. 67 p. <https://tdah-dys-ted.com/2015/10/21/plongee-subaquatique-les-troubles-du-spectre-autistique-se-diffractent-ils-en-milieu-aquatique/> [19 août 2019].

Davidoff G *et al*. Rehospitalization after initial rehabilitation for acute spinal cord injury: incidence and risk factors. *Arch Phys Med Rehabil* 1990; 71(2): 121-4.

De Troyer A, Estenne M, Heilporn A. Mechanism of active expiration in tetraplegic subjects. *N Engl J Med*. 1986; 314(12): 740-4.

Delmas L, Baye B. Réflexion sur les bénéfices de la plongée en bouteille chez les infirmes moteurs cérébraux. *Mot Cérébrale* 2009; 30: 135-41.

Estenne M, De Troyer A. Mechanism of the postural dependence of vital capacity in tetraplegic subjects. *Am Rev Respir Dis*. 1987; 135(2): 367-71.

Evans CT, Fitzpatrick MA, Jones MM, *et al*. Prevalence and Factors Associated With Multidrug-Resistant Gram-Negative Organisms in Patients With Spinal Cord Injury. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 2017; 38(12): 1464-71.

Fleming NC, Melamed Y. Report of a scuba diving training course for paraplegic and double leg amputees with an assessment of physiological and rehabilitation factors. *SPUMS J* 1977; 7: 19-35.

Fridén J, Gohritz A. Novel concepts integrated in neuromuscular assessments for surgical restoration of arm and hand function in tetraplegia. *Phys Med Rehabil Clin N Am*. 2012 Feb;23(1):33-50, ix-x.

HAS. Autisme et autres troubles envahissants du développement. État des connaissances hors mécanismes physiopathologiques, psychopathologiques et recherche fondamentale. Haute

- autorité de santé 2010. 32 p. https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2010-03/autisme_etat_des_connaissances_synthese.pdf [17 sept 2019].
- Haydn T, Brenneis C, Schmutzhard J, Gerstenbrand F, Saltuan L, Schmutzhard E. [Scuba diving – a therapeutic option for patients with paraplegia]. *Neuropsychiatr* 2007; 21(3): 226-9 [Allemand].
- Helkowski WM, Ditunno JF Jr, Boninger M. Autonomic dysreflexia: incidence in persons with neurologically complete and incomplete tetraplegia. *J Spinal Cord Med.* 2003; 26(3): 244-7.
- Hughenoltz H, Nelson RF, Dehoux E, Bickerton R. Intrathecal baclofen for intractable spinal spasticity--a double-blind cross-over comparison with placebo in 6 patients. *Can J Neurol Sci.* 1992; 19(2): 188-95.
- Hsu E, Cohen SP. Postamputation pain: epidemiology, mechanisms, and treatment. *J Pain Res.* 2013; 6: 121-36.
- Irving CA, Chaudhari MP. Cardiovascular abnormalities in Down's syndrome: spectrum, management and survival over 22 years. *Arch Dis Child* 2012; 97(4): 326-30.
- Ivkovic D, Markovic M, Todorovic BS, Balestra C, Marroni A, Zarcovic M. Effect of a single pool dive on pulmonary function in asthmatic and non-asthmatic divers. *Diving Hyperb Med* 2012; 42(2): 72-7.
- Jackson AB, Groomes TE. Incidence of respiratory complications following spinal cord injury. *Arch Phys Med Rehabil.* 1994; 75(3): 270-5.
- Jackson AB, Dijkers M, Devivo MJ, Poczatek RB. A demographic profile of new traumatic spinal cord injuries: change and stability over 30 years. *Arch Phys Med Rehabil.* 2004;85(11):1740-8.
- Jaspers Focks-Feenstra JH, Snoek GJ, Bongers-Janssen HM, Nene AV. Long-term patient satisfaction after reconstructive upper extremity surgery to improve arm-hand function in tetraplegia. *Spinal Cord* 2011; 49(8): 903-8.
- Jiang SD, Jiang LS, Dai LY. Mechanisms of osteoporosis in spinal cord injury. *Clin Endocrinol (Oxf).* 2006; 65(5): 555-65.
- Khan S, Plummer M, Martinez-Arizala A, Banovac K. Hypothermia in patients with chronic spinal cord injury. *J Spinal Cord Med.* 2007; 30(1): 27-30.
- Kirshblum SC et al. International standards for neurological classification of spinal cord injury (revised 2011). *The Journal of Spinal Cord Medicine*, 2011, 34:535-546. doi: <http://dx.doi.org/10.1179/204577211X13207446293695> PMID:22330108
- Krassioukov AV, Karlsson AK, Wecht JM, Wuermsler LA, Mathias CJ, Marino RJ; Joint Committee of American Spinal Injury Association and International Spinal Cord Society. Assessment of autonomic dysfunction following spinal cord injury: rationale for additions to International Standards for Neurological Assessment. *J Rehabil Res Dev.* 2007; 44(1): 103-12.
- Krause JS, Vines CL, Farley TL, Sniezek J, Coker J. An exploratory study of pressure ulcers after spinal cord injury: relationship to protective behaviors and risk factors. *Arch Phys Med Rehabil.* 2001; 82(1):107–13.
- Krebs J, Koch HG, Hartmann K, Frotzler A. The characteristics of posttraumatic syringomyelia. *Spinal Cord.* 2016; 54(6): 463-6.
- Kruger EA, Pires M, Ngann Y, Sterling M, Rubayi S. Comprehensive management of pressure ulcers in spinal cord injury: current concepts and future trends. *J Spinal Cord Med.* 2013; 36(6): 572-85.
- Kurtzke JF. Epidemiology of spinal cord injury. *Exp Neurol.* 1975; 48(3 pt. 2): 163-236.

- Lala D, Dumont FS, Leblond J, Houghton PE, Noreau L. Impact of pressure ulcers on individuals living with a spinal cord injury. *Arch Phys Med Rehabil.* 2014 Dec;95(12):2312-9.
- Ledsome JR, Sharp JM. Pulmonary function in acute cervical cord injury. *Am Rev Respir Dis.* 1981; 124(1): 41-4.
- Lewis MJ, Cohen EB, Olby NJ. Magnetic resonance imaging features of dogs with incomplete recovery after acute, severe spinal cord injury. *Spinal Cord.* 2018; 56(2): 133-41.
- Lublin FD, Reingold SC, Cohen JA, et al. Defining the clinical course of multiple sclerosis: the 2013 revisions. *Neurology* 2014; 83(2): 278-86.
- Maimoun L, Ben Bouallegue F, Gelis A, *et al.* Periostin and sclerostin levels in individuals with spinal cord injury and their relationship with bone mass, bone turnover, fracture and osteoporosis status. *Bone.* 2019; 127: 612-9.
- Manickam V, Shott GS, Heithaus D, Shott SR. Hearing loss in Down Syndrome revisited - 15 years later. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2016; 88: 203-7.
- McCool FD, Pichurko BM, Slutsky AS, Sarkarati M, Rossier A, Brown R. Changes in lung volume and rib cage configuration with abdominal binding in quadriplegia. *J Appl Physiol* (1985). 1986; 60(4): 1198-202.
- McKinley WO, Jackson AB, Cardenas DD, DeVivo MJ. Long-term medical complications after traumatic spinal cord injury: a regional model systems analysis. *Arch Phys Med Rehabil.* 1999; 80(11): 1402-10.
- Mueller ME. Psychological benefits of scuba diving in the disabled: a survey. *Arch Phys Med Rehabil* 1992; 73(10): 1014.
- Myers J, Lee M, Kiratli J. Cardiovascular disease in spinal cord injury: an overview of prevalence, risk, evaluation, and management. *Am J Phys Med Rehabil.* 2007; 86(2): 142-52.
- Nair KP, Marsden J. The management of spasticity in adults. *BMJ.* 2014 Aug 5;349: g4737.
- Nielsen J, Graff C, Kanters JK, Toft E, Taylor D, Meyer JM. Assessing QT interval prolongation and its associated risks with antipsychotics. *CNS Drugs.* 2011; 25(6): 473-90.
- Noreau L, Noonan VK, Cobb J, Leblond J, Dumont FS. Spinal Cord Injury Community Survey: Understanding the Needs of Canadians with SCI. *Top Spinal Cord Inj Rehabil.* 2014; 20(4): 265-76.
- Novak HF, Ladurner G. [Scuba diving as a rehabilitation approach in paraplegia]. *Rehab (Stuttg)* 1999; (3): 181-4 [Allemand].
- OMS. Lésions de la moelle épinière – Perspectives internationales. Organisation mondiale de la santé. Genève ; 2013 : 276 p. Disponible sur : https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/131503/9783033046399_fre.pdf [septembre 2019].
- Price MJ. Thermoregulation during exercise in individuals with spinal cord injuries. *Sports Med.* 2006; 36(10): 863-79.
- Rat D. Barotraumatisme d'une pompe à Baclofène en plongée sous-marine : à propos de deux cas. Mémoire pour l'obtention du DES de médecine physique et réadaptation. Université Rennes 1, 2017. 36 p.
- Ray WA, Chung CP, Murray KT, Hall K, Stein CM. Atypical antipsychotic drugs and the risk of sudden cardiac death. *N Engl J Med.* 2009; 360(3): 225-35. Erratum in: *N Engl J Med.* 2009; 361(18): 1814.
- Robinson MA, Barton GJ, Lees A, Sett P. Analysis of tetraplegic reaching in their 3D workspace following posterior deltoid-triceps tendon transfer. *Spinal Cord.* 2010; 48(8): 619-27.

- Rogers IR, Brannigan D, Montgomery A, Khangure N, Williams A, Jacobs I. Tympanic thermometry is unsuitable as a screening tool for hypothermia after open water swimming. *Wilderness Environ Med.* 2007 Fall;18(3):218-21.
- Rosenbloom L. Definition and classification of cerebral palsy. Definition, classification, and the clinician. *Dev Med Child Neurol Suppl* 2007; 109: 43.
- Shott SR, Joseph A, Heithaus D. Hearing loss in children with Down syndrome. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2001; 61(3): 199-205.
- Siddall PJ, Loeser JD. Pain following spinal cord injury. *Spinal Cord.* 2001; 39(2): 63-73.
- Sinnott KA, Milburn P, McNaughton H. Factors associated with thoracic spinal cord injury, lesion level and rotator cuff disorders. *Spinal Cord* 2001; 38: 748-53.
- Trape P, Watelain E. Plongée sous-marine et déficience motrice : état de l'art. *Science & Sports* 2018 ; 33(supp 1) : S8-S10.
- van Asbeck FW, Post MW, Pangalila RF. An epidemiological description of spinal cord injuries in The Netherlands in 1994. *Spinal Cord.* 2000; 38(7): 420-4.
- van Loo MA, Post MW, Bloemen JH, van Asbeck FW. Care needs of persons with long-term spinal cord injury living at home in the Netherlands. *Spinal Cord.* 2010; 48(5): 423-8.
- Waites KB, Canupp KC, Chen Y, DeVivo MJ, Moser SA. Bacteremia after spinal cord injury in initial versus subsequent hospitalizations. *J Spinal Cord Med.* 2001; 24(2): 96-100.
- Wasner G, Lee BB, Engel S, McLachlan E. Residual spinothalamic tract pathways predict development of central pain after spinal cord injury. *Brain.* 2008; 131(Pt 9): 2387-400.
- Wendling J, Ehram R, Knessl P *et al.* Tauchtauglichkeit Manual Annex 3. Hyperbaric Editions, CH 2502 Biel-Bienne. 2002; p. 197-201. ISBN 3-9522284-0-0.
- Williams B. On the pathogenesis of syringomyelia: a review. *J R Soc Med.* 1980; 73(11): 798-806.
- Winslow C, Rozovsky J. Effect of spinal cord injury on the respiratory system. *Am J Phys Med Rehabil.* 2003; 82(10): 803-14.
- Wyndaele M, Wyndaele JJ. Incidence, prevalence and epidemiology of spinal cord injury: what learns a worldwide literature survey? *Spinal Cord.* 2006; 44(9): 523-9.
- Xu G, Strathearn L, Liu B, O'Brien M, Kopelman TG, Zhu J, Snetselaar LG, Bao W. Prevalence and Treatment Patterns of Autism Spectrum Disorder in the United States, 2016. *JAMA Pediatr.* 2019; 173(2): 153-159.
- Zhang C, Chen K, Han X, Fu J, Douglas P, Morozova AY, et al. Diffusion Tensor Imaging in Diagnosis of Post-Traumatic Syringomyelia in Spinal Cord Injury in Rats. *Med Sci Monit.* 2018; 24: 177-82.
- Zhang XX, Qian KJ, Zhang Y, *et al.* Efficacy of coenzyme Q10 in mitigating spinal cord injury-induced osteoporosis. *Mol Med Rep.* 2015; 12(3): 3909-15.
- Zleik N, Weaver F, Harmon RL, *et al.* Prevention and management of osteoporosis and osteoporotic fractures in persons with a spinal cord injury or disorder: A systematic scoping review. *J Spinal Cord Med.* 2018: 1-25.
- Zwaigenbaum L, Penner M. Autism spectrum disorder: advances in diagnosis and evaluation. *BMJ.* 2018 May 21;361:k1674. doi: 10.1136/bmj.k1674.