

# Quel type de plongée pour quel enfant?

Marc-Alain Panchard, Pédiatre FMH, Néonatalogue, Médecin chef du service de Pédiatrie de l'Hôpital Riviera, Vevey, Suisse, P\*\* CMAS, Membre SGUHM (Société Suisse de Médecine Subaquatique et Hyperbare), Medical Examiner of Divers

## Résumé

La plongée enfant connaît actuellement un essor considérable, lié autant à des facteurs culturels qu'économiques. Afin de préserver la santé des enfants pratiquant cette activité de loisir, il est essentiel de tenir compte de leur immaturité tant physiologique que psychologique, et d'évaluer de façon scrupuleuse le contexte dans lequel se situera leur pratique de cette activité.

## Introduction

Peu de temps après la mise au point du scaphandre autonome, J.Y. Cousteau initiait ses enfants à la plongée sous-marine. Le moins que l'on puisse dire est que l'expérience a dû être mouvementée et qu'il est presque miraculeux que ses fils aient survécu! En effet, dans *Le monde du silence*, on peut lire: *Pendant l'été qui suivit la Libération, je revins un jour de Paris avec deux minuscules scaphandres autonomes pour mes enfants, Jean-Michel et Philippe, âgés respectivement de sept et de cinq ans(...). Il n'est pas absolument nécessaire de savoir nager pour descendre avec un scaphandre autonome(...). Impossible de les empêcher de parler. Philippe perdit son embout : je le lui replantai vite dans la bouche et je bondis aussitôt vers Jean-Michel, dont je remis en place le tuyau respiratoire (...).*

Depuis lors, les choses ont évolué, et ne se passent heureusement plus ainsi. Néanmoins, il n'existe pas de consensus sur le moment adéquat pour commencer la pratique de la plongée sous-marine. Nous allons voir que ce moment dépend essentiellement de l'encadrement proposé.

Si l'on recense les pratiques existantes, on peut constater de grandes diversités. Un auteur médecin rapporte des plongées dès l'âge de 2 ans et demi (!) dans les lagons de Tahiti, il est vrai! À l'autre extrême, certains estiment qu'il faut avoir 16 ans pour commencer la plongée sous-marine. Chez les moniteurs, les mêmes variétés d'attitudes se rencontrent: si certains recommandent la plongée comme activité d'éveil dès 6 ans (J.J. Gautier, de l'Association Réflexion sur la Plongée Enfant), d'autres n'hésitent pas à expliquer, sur leur site Internet, pourquoi ils refusent d'entraîner les enfants à la pratique de ce sport (Taylor L.H.. Why I do NOT train kids. <http://www-personal.umich.edu/~lpt/kids.htm>).

Il appartiendra donc à chacun de se prononcer, mais en gardant à l'esprit 3 facteurs: l'enfant est un être différent de l'adulte sur le plan de l'anatomie et de la physiologie; l'enfant est un être différent sur le plan psychologique; tous les encadrements ne se valent pas. La plongée est une activité source certes de beaucoup de plaisirs, mais n'est, pour l'enfant qu'un loisir, au même titre que le foot, le karaté, l'escalade ou le saut à l'élastique... Il est important de se souvenir qu'elle n'est donc pas indispensable au développement de l'enfant. Nul certificat ou diplôme ne vaut la santé ou la vie d'un enfant.

## **Facteurs physiologiques et anatomiques**

### *Système respiratoire*

La consommation d'oxygène de l'enfant est plus grande que celle de l'adulte compte tenu de la différence de poids. En cas d'apnée, volontaire ou forcée, la capacité de résistance de l'enfant sera donc plus faible.

Par ailleurs, son propre espace mort est, proportionnellement, plus grand que celui d'un adulte. Il faudra donc, plus encore que chez l'adulte, éviter de l'augmenter par du matériel inadapté.

Le plus important des facteurs est cependant le petit diamètre des voies respiratoires, surtout des petites bronches. La résistance au passage de l'air sera donc énormément plus grande que chez l'adulte, puisqu'elle n'augmente pas linéairement, mais à la puissance quatre par rapport à la baisse du diamètre. L'enfant se retrouve donc facilement dans une situation un peu comparable à celle d'un asthmatique, qui ne peut pas facilement évacuer l'air de ses poumons. On imagine donc le risque important de surpression pulmonaire que cela peut faire courir à la remontée, surtout si elle s'effectue en catastrophe. On sait aussi que, dans ce domaine, la faible profondeur de plongée ne protège pas des accidents, des barotraumatismes pulmonaires étant survenus en piscine, lors de remontée avec la glotte fermée.

### *Système cardio-vasculaire*

Le foramen ovale perméable est un sujet de controverse très vif au sein de la communauté des plongeurs et médecins de la plongée. Même si la question est loin d'être résolue, elle mérite d'être posée aussi chez l'enfant. La fréquence exacte du foramen ovale chez l'enfant n'est pas connue, mais comme elle décline avec l'âge on peut supposer qu'elle est plus élevée chez l'enfant plus jeune. Le risque d'embolies gazeuses par ce foramen ovale est donc potentiellement plus grand.

### *La régulation de la température*

Pour des raisons de composition corporelle (moins de graisses) et de rapport entre la surface corporelle et le volume, un enfant se refroidit plus vite, dans une eau froide, qu'un adulte. Par exemple, on a montré qu'un séjour prolongé dans une eau à 20.3° ne modifiera pas la température centrale de l'adulte, alors qu'on observera une chute de 2.5 à 3° chez l'enfant.

### *Le système ORL (nez, gorge, oreilles)*

L'anatomie de l'enfant est différente et complique énormément l'équilibration à la descente (réponse à la déglutition paradoxale car la trompe d'Eustache se ferme, béance tubaire volontaire impossible). D'autre part, pour beaucoup d'enfants, la manoeuvre de Valsalva est plus difficile à comprendre. A la descente, le risque de barotraumatisme est donc plus grand chez l'enfant que chez l'adulte

### *Système locomoteur*

Le squelette de l'enfant est en croissance, et ce parfois jusqu'à l'âge de 18 ans. Il est donc important de s'intéresser aux effets de la plongée sur le système locomoteur de l'enfant plongeur.

On peut envisager deux effets nocifs.

Tout d'abord le poids de l'équipement. À une époque où l'on constate que l'on doit surveiller le poids des sacs scolaires des enfants, la surcharge représentée par l'équipement de plongée est à considérer avec attention. Le problème peut cependant être résolu par le choix d'un matériel adapté à l'enfant (l'industrie s'est rapidement lancé dans ce créneau) ou par l'utilisation d'un détendeur de type narguilhé branché à la bouteille de l'enseignant.

D'autre part, la croissance est assurée par les cartilages de croissance, situés aux extrémités des os ou à leur pourtour. Certains spécialistes se sont inquiétés de l'effet que pourraient avoir sur ces cartilages les micro-bulles circulantes liées à la décompression. Cependant, si l'on pousse le raisonnement plus loin, il est important de considérer que ces cartilages de croissance sont richement vascularisés, et se comporteront comme des tissus à période courte. En pratique, un auteur a réalisé un suivi de la croissance d'enfants plongeurs et n'a pas mis en évidence de problème.

Un dernier point, qui peut sembler comique seulement à un non-plongeur a trait à la forme du bassin de l'enfant, très étroit en comparaison de celui de l'adulte. Tout pédiatre (ou parent) qui a vu les enfants baisser leurs pantalons sans les déboutonner comprendra qu'une ceinture de lest aura une tendance spontanée à glisser de la taille vers les jambes, puis vers le fond marin, condamnant le plongeur pédiatrique à une

remontée incontrôlée, ainsi qu'à ses corollaires : accident de décompression et surpression pulmonaire.

### *La composition corporelle*

Composé de moins de graisses, l'enfant renferme plus d'eau par unité de poids qu'un adulte. Sa composition doit donc, pour sa santé, rester plus "humide" que celle d'un adulte. La perte d'eau bien connue des plongeurs va donc représenter pour lui un risque plus grand de déséquilibre que pour un adulte. Les boissons seront donc encore plus importantes chez le plongeur pédiatrique.

D'autre part, les volumes relatifs de l'enfant et de sa combinaison seront différents de ce que l'on constate chez l'adulte et rendront son équilibrage plus difficile (la combinaison étant pour lui plus grande relativement que chez un adulte, sa compression en profondeur représentera un changement de volume relativement plus important).

### *La physiologie des gaz*

Les mécanismes de saturation et de désaturation tissulaires sont bien compris chez l'adulte. Cette compréhension a permis la mise au point de tables fiables aussi bien pour la décompression physiologique que pour la thérapie hyperbare des accidents de décompression. Les algorithmes de calcul des ordinateurs de plongée sont basés sur ces connaissances.

Cependant, ces mécanismes n'ont jamais été étudiés chez l'enfant. Il y a cependant fort à parier que la cinétique de saturation-désaturation ne sera pas la même que chez l'adulte, ne serait-ce qu'en raison des différences de composition corporelle. Il conviendra de s'en souvenir, aussi bien lors de la planification du profil de plongée que lors d'une éventuelle recompression thérapeutique. Les données des ordinateurs de plongée, ici encore plus qu'ailleurs, doivent donc être considérées comme indicatives, et pondérées en fonction de la situation.

Une étude a permis de démontrer que l'importance des bulles circulantes asymptomatiques après la plongée diminue avec l'âge. Cependant, elle ne concerne que l'adulte et ne peut être extrapolée sans autres à l'âge pédiatrique.

Enfin, la pression partielle d'oxygène tissulaire augmente significativement avec la profondeur. L'innocuité de cette augmentation sur divers tissus en croissance reste à prouver.

## Comment prendre en compte ces facteurs physiologiques et anatomiques?

Parmi les particularités physiologiques de l'enfant, aucune n'est réellement une contre-indication absolue à la plongée. En effet, bien que de nombreuses inconnues demeurent, des adaptations, techniques ou pratiques, sont souvent possibles. Les plus importantes semblent évidemment une limitation de la durée, de la profondeur, et une adaptation des paliers, en étant encore plus prudent que d'habitude dans l'interprétation des indications des ordinateurs. La table suivante résume les mesures à prendre en compte, en fonction de la particularité pédiatrique envisagée.

Particularité de l'enfant	Conséquence sur la plongée
Espace mort relativement plus grand	Matériel respiratoire de volume interne réduit
Résistances respiratoires élevées	Vitesse de remontée plus lente que 10 m/min
Foramen ovale perméable	Limitation de la profondeur Limitation de la durée Allongement du palier de sécurité
Sensibilité au froid augmentée	Combinaison adaptée Limitation de la durée
Équilibration ORL plus difficile	Masque toujours pourvu de contreforts nasaux Descente plus lente
Squelette en croissance	Matériel léger et adapté
Risque éventuel sur les cartilages de croissance	Limitation de la profondeur Limitation de la durée Allongement du palier de sécurité
Bassin étroit	Lestage approprié (p.ex. incorporé au gilet, ou sous forme de harnais)
Composition corporelle différente	Isolation thermique appropriée Insister sur les boissons (eau, thé chaud selon la température) Pas de plongée en eau froide
Cinétique des gaz mal étudiée	Limitation de la profondeur Limitation de la durée Pas de plongée successive

## **Facteurs psychologiques**

### *Maturation psychologique*

Afin de définir l'adéquation de l'enfant au voyage en milieu sous-marin, par définition hostile, il est bon de réfléchir à l'âge d'apparition de l'attention aux détails, du jugement adéquat, du sens des responsabilités, de la capacité d'attention constante, du respect des règles, du sens du danger et de la conscience de la mort. Les enfants n'agissent pas, ne pensent pas, ne réagissent pas et ne jouent pas comme les adultes.

Selon Piaget, psychologue de renommée internationale, ce n'est qu'entre 7-8 et 12 ans que l'enfant passe d'un mode de pensée pré-opératoire à un mode de pensée opératoire concret. Ce n'est qu'après 11-12 ans que s'élabore enfin la pensée formelle dont les groupements caractérisent l'intelligence réflexive achevée. Seule la pensée formelle permettra au plongeur de se tirer d'une situation imprévue. La conservation de l'égalité de longueur apparaît vers 7 ans, de l'égalité de poids vers 9 ans et de vitesse vers 12 ans. Le respect mutuel fait son apparition entre 7 et 12 ans, et la personnalité débute vers la fin de l'enfance (8-12 ans) avec l'organisation autonome des règles et des valeurs.

D'autre part, la prudence, mère de la sûreté aussi en plongée, est reliée à la conception que peut avoir le sujet de la mort, notamment de sa propre mort. Or ce n'est qu'entre 10 et 12 ans que la mort acquiert son caractère permanent (on est mort pour toujours), universel (tout le monde peut mourir une fois) et personnel (cela peut m'arriver à moi aussi).

En résumé, l'organisation intellectuelle de l'enfant ne lui permettra de prendre conscience des tenants et aboutissants de l'incursion sous-marine que vers l'âge de 12 ans.

Certains auteurs suggèrent que le plongeur pédiatrique doit être à même, comme tout plongeur, de tirer son coéquipier d'affaire en cas de problème. Cette assertion est cependant discutable. Il peut en effet être question d'accompagner l'enfant en plongée sans vouloir faire de cette expérience une plongée standard de type adulte. Mais on devra dans ce cas revoir le concept du binôme pour prévoir un encadrement plus important pour l'enfant plongeur. Pourquoi ne pas envisager des plongées à quatre : en cas de problème survenant à un des plongeurs adultes, un autre peut intervenir et le troisième adulte raccompagnera l'enfant à la surface ?

D'autres auteurs pensent qu'un enfant doit aussi être à même de comprendre les bases théoriques de la plongée pour être initié. Rien n'est moins évident, cependant. On n'exige pas d'un enfant qu'il connaisse les bases théoriques de l'alpinisme pour l'emmener se balader en montagne, ni qu'il maîtrise le code de la route avant de l'accompagner pour une promenade à vélo. Bien encadré, un enfant peut ignorer les lois

de Dalton ou de Boyle-Mariotte et tout de même plonger, pour autant qu'une connaissance intuitive des conséquences de ces lois puisse lui être inculquée (le ballon gonflé au fond et qui explose en remontant est toujours très marquant).

### *La motivation*

La motivation d'un enfant à vouloir plonger n'est pas toujours évidente. S'il est des cas où le désir d'exploration et de communion avec la nature l'emporte, il convient de se méfier notamment des enfants de plongeurs. Il n'est en effet pas rare de voir un enfant manifester non pas son désir mais celui de ses parents. Il est évident que l'on ne pourra pas dans ce cas attendre de lui la concentration et le calme suffisants. L'appréciation de l'aptitude à la plongée ne pourra donc se faire sans une évaluation approfondie de la motivation propre de l'enfant.

### **Comment prendre en compte ces facteurs psychologiques?**

On peut donc, en fonction de l'évolution psychologique de l'enfant définir trois zones. Une première, où l'enfant est trop jeune pour plonger, quel que soit l'encadrement. Une seconde zone, où il est clair que l'enfant va se comporter de façon similaire à un adulte. Et une troisième zone, intermédiaire, où l'enfant pourra plonger, à condition que le milieu et l'encadrement lui soient adaptés. Il est malheureusement fort difficile de définir les limites de chacune de ces zones, qui varient d'ailleurs probablement d'un individu à l'autre (on peut même penser, sans trop plaisanter, que certains adultes n'auront jamais la maturité suffisante pour être autorisés à plonger...).

Occupons-nous tout d'abord de la limite supérieure. Il est probablement raisonnable d'envisager qu'un adolescent puisse plonger de façon tout à fait similaire à un adulte dès l'âge de 16 ans. De ce qui a été exposé plus haut, la majorité des adolescents peuvent même pratiquer la plongée avec de minimes adaptations de l'environnement dès l'âge de 14 ans.

En ce qui concerne la limite inférieure, elle est plus difficile à définir, et ne peut être fixée de façon univoque. En effet, son appréciation dépend fortement de l'encadrement. L'enseignement et la pratique de la plongée dans un club de vacances, en mer chaude, mais avec du personnel habitué uniquement aux adultes, avec des groupes mixtes d'enfant et d'adultes devront être considéré comme peu sécurisé et ces conditions feront déconseiller cette pratique aux plus jeunes. Au contraire, plusieurs groupes ont pu montrer que l'accompagnement des enfants par des cadres spécialement formés à cette pédagogie particulière, au sein de groupes composés exclusivement d'enfants, avec une lente progression en piscine avant la première excursion en eau libre pouvait se faire dès l'âge de 8 à 10 ans.

Il est donc de première importance, pour que le médecin puisse décider de l'aptitude de l'enfant à la plongée qu'il puisse disposer d'une vue compétente de la situation, et qu'il puisse évaluer:

- l'enfant lui-même, sur le plan physique et surtout sur le plan psychologique ainsi que de sa motivation propre. Pour ce faire, il doit pouvoir compter sur sa connaissance propre du candidat, par exemple, s'il en est le pédiatre habituel, ou sur l'avis des enseignants ou du pédiatre habituel dans le cas contraire. Dans les cas limites, l'avis d'un psychologue spécialiste de l'enfant n'est pas à négliger. L'avis des parents quant à la maturité de leur enfant est malheureusement sujet à caution, pour des raisons évidentes de manque d'objectivité et de motivation personnelle.

- le milieu dans lequel sera formé l'enfant. Il doit en effet pouvoir vérifier que la formation envisagée soit spécifiquement dédiée aux enfants, par du personnel spécialement formé à cet effet, et que la progression soit adaptée aux enfants. Pour cette raison, il est extrêmement délicat de se prononcer sur la demande faite en urgence par les parents, deux jours avant le départ pour des vacances balnéaires dans un club dont le médecin ignore tout.

Pour ces mêmes raisons, il est nécessaire que le médecin dispose de compétences étendues: connaissance de la médecine de l'enfant en général, connaissance du candidat en particulier, connaissance de la médecine de la plongée, et, il est nécessaire de le mentionner, indépendance face à l'organisation dans laquelle l'enfant sera amené à plonger. Le médecin mandaté par le club de vacances pour évaluer les candidats pédiatriques risque en effet de ne pas avoir toute l'objectivité voulue.

## **Conclusion**

1°) Sur le plan physique, les limitations sont peu nombreuses et peuvent être surmontées le plus souvent par une adaptation du matériel et du plan de plongée. Ce sera donc les facteurs psychologiques qui vont principalement dicter la décision d'aptitude à la plongée sous-marine de l'enfant.

2°) Ces facteurs psychologiques dépendent de l'enfant en question et du milieu dans lequel il va être formé à la plongée sous-marine. Ces paramètres doivent être disponibles et pris en compte par le médecin appelé à évaluer l'aptitude du candidat.

3°) Ce médecin doit disposer d'une formation spécifique et consacrer beaucoup plus de temps à l'évaluation d'un candidat plongeur pédiatrique que d'un candidat adulte. Il pourra pratiquement toujours négliger l'électrocardiogramme, mais jamais l'entretien psychologique.

4°) Le médecin et les moniteurs doivent toujours garder à l'esprit et répéter aux parents que La plongée de l'enfant n'est qu'une activité de loisir! Elle n'est certainement jamais nécessaire à son équilibre physique ou psychologique. Il convient donc de peser

attentivement le bénéfice attendu et le risque encouru. Ce dernier n'est jamais nul et bien des plongeurs sportifs ont tendance à l'oublier. Cousteau lui-même reconnaît n'avoir pas eu toujours conscience du risque encouru : *Je sentais bien, confusément, que je trichais avec la nature. Mais il me semblait impensable qu'il y eût une punition pour un péché aussi merveilleux.* Aux Etats-unis, pays de la voiture et de l'enfant rois, un instructeur de plongée, Larry Taylor recommande aux parents d'attendre, pour laisser leur enfant plonger, d'avoir assez confiance en lui pour lui laisser conduire la plus chère des voitures du ménage.....

Adresse pour la correspondance: Dr Marc-Alain Panchard, Rue d'Italie 58, CH-1800 Vevey, Suisse. [map@swissonline.ch](mailto:map@swissonline.ch)