

DR ALAIN
VADEBONCŒUR
Texte et illustrations

POUMONS



Du premier au dernier souffle

CHAPITRE 1

INSPIRER



La soirée aux urgences s'annonce plutôt relax. La neige abondante explique moins l'accalmie que l'intense partie de hockey diffusée sur la télévision de la salle d'attente. Ce soir-là, les joueurs du Canadien portent le flambeau de leurs bras meurtris contre les Islanders de New York. C'est du moins ce que j'en comprends des cris de joie et des jurons qui proviennent en alternance de la salle d'attente.

Soudain, la sonnerie stridente du téléphone rouge me tire de ma rêverie partisane. Joanne répond à l'appel et me le résume ainsi :

— Un patient âgé en détresse respiratoire, les paramédics vont être là dans dix minutes.

Pendant que l'équipe se lève et se dirige nonchalamment vers la salle de réanimation afin de préparer l'accueil de notre futur invité, les haut-parleurs claironnent un message cette fois vraiment stressant : « Attention, attention ! Un médecin en STAT à la salle d'accouchement. »

Ma respiration s'accélère. Parce que si les médecins sont rares le samedi soir dans un hôpital, les urgentologues sont toujours là. Et que les urgentologues, à cet instant précis, c'est juste moi, mon collègue

étant occupé à la salle de points. Christiane, la commis, ajoute la fatalité à l'évidence :

— Médecin STAT en salle d'accouchement, qu'ils ont dit !

— Je suis pas sourd.

— Qu'est-ce que tu fais ?

Je m'arrache à ma sidération – et même à mon café – pour me lancer dans un 100 mètres d'hôpital en lançant à la volée :

— Avertissez Gilles pour l'ambulance !

Pendant que j'enjambe les marches à coups de trois, la moitié de mon cerveau révisé mes notions sur l'accouchement tandis que l'autre invoque Héra, déesse grecque de l'accouchement, pour que l'accoucheuse arrive avant moi. Je cours ainsi jusqu'au département des naissances en m'orientant vers les cris qui s'amplifient. Sans prendre le temps de saluer, je me dirige vers la source des décibels. Le reste se déroule comme dans un rêve.

J'entre dans la salle, j'aperçois la femme en douleur, j'identifie les infirmières – l'une surveillant la tête du bébé, l'autre épongeant le front de la mère – et je jette un coup d'œil au père affolé. Je localise ensuite le petit banc réglementaire et je visualise la large flaque de sang sur le plancher. Tout ça en moins d'une seconde. Après cette synthèse, je me retrouve je ne sais trop comment mains gantées en position de *catch face* à la tête suintante du bébé qui avance vers moi. Pendant ce temps, je récapitule encore les complications que je suis sur le point d'affronter courageusement.

Le bébé coupe court à mes réflexions en se propulsant dans ma direction, mû par une force invisible, pendant qu'un intense cri maternel réveille mon acouphène droit ! Tel un ballon, le bébé entre en contact avec le gardien de la vie que je suis, bras meurtris, mais tendus, pour en stabiliser la trajectoire ! C'est maintenant entre lui et moi, plus rien d'autre n'existe : moi, le médecin en sueur au souffle interrompu, et lui, le bébé éjecté de sa matrice liquide vers l'air ambiant, résumant d'un coup des centaines de millions d'années d'évolution.

Mes années de ballon chasseur m'inspirent alors l'agile repositionnement qu'opèrent mes mains, mais le maniement n'est pas tout. Je constate avec déception que ce petit corps éjecté ne respecte pas le principe de la friction et que, dans un splash de liquide amniotique, il m'échappe. Je le bloque rapidement avec mon biceps droit. Par une savante rotation du poignet, j'agrippe ensuite sa cuisse luisante. Et l'obus s'immobilise. Il était plus que temps.

Pendant que je recommence à respirer, j'entends distinctement l'infirmière soupirer, j'ignore toutefois si c'est par soulagement ou exaspération. Je remonte triomphalement le petit corps vers le ventre maternel quelque peu aplani, attendant avec inquiétude le fameux cri primal tout en observant du coin de l'œil le flot de sang provenant de la déchirure vulvaire. Je fais tout cela simultanément, parce qu'ainsi va la médecine d'urgence.

Alors que j'applique une compresse pour limiter le saignement abondant, l'infirmière saisit une petite poire afin d'aspirer les sécrétions orales abondantes et je révise tout l'algorithme de la réanimation cardiorespiratoire néonatale. Les pleurs tardent toujours. Le bébé ne respire pas! Je me remémore les manœuvres de dégagement des voies aériennes que je vais devoir bientôt appliquer: la fréquence appropriée de la ventilation, celle du massage cardiaque, sans oublier les doses de médicaments pédiatriques. Je ferme les yeux une seconde en espérant me réveiller, mais zut, ce n'est pas le cas! Je prends une grande inspiration, j'ouvre les yeux et lance avec courage:

— Il respire pas! On réanime! GO!

— Pardon, docteur?

— Quelqu'un ici pour comprimer et on transfère le bébé sur... la... le...

Les infirmières et le père me regardent avec étonnement, tandis que la mère n'en a que pour son poupon, qui est rose et a les yeux ouverts. Il inspire et expire très bien, sans pleurer. On dirait même qu'il sourit.

— Ah, oui, bien sûr...

Mes muscles se détendent, ma respiration ralentit. Je pousse un soupir de soulagement. La nouvelle maman observe amoureusement son bébé et approche son sein. Le premier repas commence, le père sourit, les infirmières sourient, je souris. Le nouveau citoyen a droit à une petite couverture. L'accoucheuse officielle fait alors son entrée dans la salle, discrètement et pas pressée du tout. Constatant que tout va bien, elle lève le pouce et me signifie d'un hochement de tête entendu que ma prestation est terminée.

De retour à l'urgence, je croise Lyne :

— C'était quoi ?

— Juste un accouchement, l'accoucheuse était en retard. Pis, l'ambulance ?

— Un asthmatique, Gilles a réglé ça. Va te changer, t'es dégueulasse et l'autobus de patients vient d'arriver.

— Qui a gagné ?

— New York, pis mon patient jure que Zedno Chara va être top un jour.

— J'espère qu'il patine plus vite qu'Héra.

— Connais pas. GO !

J'enfile mon café noir maintenant froid et cours changer ce *scrub* souillé par un début – de quart et de vie – intense. Une autre journée au bureau, quoi !

RESPIRER PAR LE NEZ

Je vous invite à prendre une inspiration lente et profonde afin de vous replacer les idées après le tumulte. Gardez l'air en vous quelques secondes. Et expirez tout aussi doucement. Je fais de même en écrivant ces lignes. Inspirez de nouveau, retenant plus longtemps votre inspiration. Expirez encore, sur le même rythme. C'est agréable, non ? Un sentiment de bien-être vous envahit peut-être, parce que se concentrer sur sa respiration apporte un peu de sérénité dans nos vies trop stressantes. Si vous voulez vous gâter, allez-y encore, et c'est le même prix.

Formidable, vous maîtrisez la respiration ! Inspirez de nouveau, un peu plus rapidement et jusqu'à pleins poumons. Retenez maintenant votre souffle tout en continuant à lire. Si vous êtes comme moi, tous les humains sur la Terre et une bonne partie des animaux, vous devrez expirer bientôt, alors laissez-vous aller. Avez-vous remarqué que ce besoin de respirer est plus fort que la volonté ? C'est rassurant, parce que la respiration se fera peu importe ce que nous en pensons.

Respirer – aussi bien pour vous que pour moi ou ma chatte Grizoune – est tout de même une étrange activité. La plupart du temps, l'air s'amène en nos poumons et en ressort sans effort et même sans y penser. Il est vrai que s'il fallait réfléchir à chaque échange d'air, nous n'en finirions plus d'y penser et deviendrions obsédés. Qui aurait le temps de jardiner, de parler, de jouer de la musique, de soigner ou même d'écrire un livre ? Non, mieux vaut que la respiration soit automatique. Nous n'avons à en prendre conscience qu'au moment où un *coach* de yoga, une urgentologue ou un professeur de flûte à bec nous le demande.

Si vous êtes au repos en ce moment, vous inhalez au plus environ 500 ml d'air¹, soit un demi-litre à chacune de vos inspirations. Et en inspirant profondément pour ainsi remplir complètement vos poumons, comme vous pouvez maintenant le faire, autour de six litres d'air s'y retrouvent. Enfin, en sortant le plus d'air possible lors d'une expiration complète, il vous en reste tout de même un litre et demi, parce que vous n'arrivez jamais à écraser complètement vos poumons, du moins pas de votre vivant.

Au fait, je parie que depuis le début de cette lecture, vous respirez par le nez, sauf si congestion nasale carabinée. À moins évidemment que vous ne soyez aussi en train de courir après un autobus de traverser un lac à la

1. Pour une personne au poids de 70 kg. Notez bien toutefois que 150 ml servent en réalité à remplir votre nez, votre gorge, votre trachée et vos bronches, ce qu'on appelle l'espace-mort, laissant environ 350 ml se rendre vraiment là où ça compte, tout au fond de vos alvéoles pulmonaires.

nage ou de chanter du *death metal*, ce qui est peu probable. Expirez donc encore une fois lentement par le nez, en vous concentrant sur le doux frottement de l'air dans chacune de vos narines. Notez aussi l'affaissement de votre cage thoracique et l'enfoncement de votre ventre. Videz à fond vos poumons, puis inspirez de nouveau, à une même vitesse contrôlée, jusqu'au maximum, et appréciez le mouvement inverse des structures et surtout, l'entrée d'air frais, qui est le but de cette manœuvre.

Vous venez de compléter plusieurs cycles respiratoires. C'est bien sûr comme ça depuis votre naissance, vous avez beaucoup d'expérience. Pour tous les animaux à poumons, c'est la même chose : une inspiration profonde pour commencer sa vie – quand tout va bien –, suivie d'une première expiration, souvent une sorte de cri. Par la suite, nos poumons sont en contact intime avec l'air ambiant à chaque cycle respiratoire du reste de notre vie, qui se termine un jour, le plus tard possible, par une expiration ultime.

Mais entre cette première inspiration et ce dernier souffle, quel travail respiratoire colossal ! Entre 12 et 16 respirations par minute au repos chez les adultes – disons 14 – représentent 840 respirations au cours de la prochaine heure, soit 420 litres d'air certifié dûment pompé. Vous ne chômez pas ! Et au terme d'une journée, sans même y penser, vous en êtes déjà à 10 080 litres. En une année, vous aurez respiré 3 681 619 litres sans jamais vous étouffer – du moins je vous le souhaite. Et à 85 ans, c'est plus de 300 millions de litres, l'équivalent de 140 montgolfières, ce n'est pas rien, même si c'est du vent.

Ce n'est pas comme si vous aviez le choix, parce que si la respiration cesse, la vie aussi, très rapidement. D'abord, votre cerveau, aux cellules fragiles et le premier affecté, en prend pour son rhume après trois à six minutes sans oxygène ; vient ensuite votre cœur, cessant de pomper peu après ; puis, tous vos organes, les uns après les autres, à des vitesses variables. À moins d'une intervention médicale urgente, toutes vos cellules se retrouvent plus ou moins rapidement en état de souffrance irréversible, précipitant du coup leur proprio dans un état similaire.

Ces dernières lignes ne vous trouvent plus aussi zen qu'à la suite de l'exercice respiratoire initial ? Peut-être même respirez-vous un peu plus rapidement, constatant avec moi que la vie ne tient qu'à ce souffle ? Si c'est le cas, j'en suis bien désolé, mais j'ai un plan pour vous reconforter : comprendre. Parce que comprendre aide en général à éloigner l'anxiété.

Je vous invite tout de même à prendre une petite pause ou un divin café avant d'avancer avec moi dans cette grande exploration du royaume de la respiration. C'est un fabuleux voyage qui vous laissera sans voix.

DU NEZ AUX POUMONS

Afin de vous placer dans une perspective différente, puis-je cette fois vous demander de vous transformer en courant d'air ? Sans vous envoler, bien entendu. Acceptez simplement d'être inspiré par le flot aérien qui mène à vos propres narines pour commencer une visite intime.

Souffle flottant devant votre propre visage, vous pouvez relaxer là un moment. Apercevez-vous deux sombres orifices ? Choisissez maintenant l'une d'elles, la gauche ou la droite selon votre sensibilité politique. Et entrez en vous-même. Comme vous le constatez, vos narines s'ouvrent sur de vastes cavernes que vous devinez dans la pénombre. Dans ce hall d'entrée, les parois humides plus ou moins recouvertes de mucus et tapissées de poils fins dégagent une chaleur apaisante. Aux cornets finement sculptés, vous remarquez que s'accrochent un peu partout les poussières, pollens, particules et microbes qui vous accompagnent, ce qui vous purifie déjà.

Légèrement réchauffé par l'ambiance déjà chargée d'un brin d'humidité, vous naviguez entre les obstacles comme si vous aviez fait cela toute votre vie. Jetez un coup d'œil au plafond, vous remarquerez sûrement le système sophistiqué de terminaisons nerveuses qui vous permet d'identifier les odeurs. Il signale à votre cerveau les parfums d'un bouquet de fleurs, la présence d'une moufette et même accessoirement le moment d'aller prendre sa douche – tout est prévu.

Tendez l'oreille. Entendez-vous un peu d'écho? C'est comme si les parois osseuses autour étaient creuses. Vos os de la face et du front dissimulent en effet des cavités emplies d'air appelées sinus. Il est possible de les visiter en passant par de petits orifices, les ostiums. Ils jouent un rôle important dans la santé de vos voies respiratoires, surtout grâce au mucus qu'ils produisent, provenant de petites glandes tapissant leur surface. Dans votre curiosité, vous décidez de remettre la visite et d'avancer vers l'arrière.

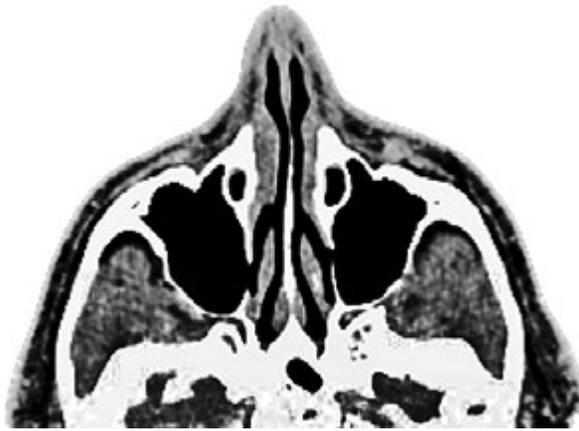


FIGURE 1. SCAN FACIAL. Les structures blanches sont des os, le noir représente de l'air, et les couleurs intermédiaires, les tissus mous. On reconnaît le nez, les cavités nasales qui se prolongent vers l'arrière, les cornets de chaque côté et les vastes cavités noires que sont les sinus maxillaires, sièges fréquents de sinusites.

Vous traversez votre rhinopharynx², où vous apercevez au fond les redoutables adénoïdes, ce tissu voué à votre défense immunitaire, qui vous laisse passer sans sourciller, parce qu'il vous reconnaît. Il est temps de descendre vers les profondeurs, soit l'oropharynx, situé à l'étage inférieur, où vous découvrez d'autres formations assez semblables aux adénoïdes,

2. -*Rhino* signifie « nez ».

appelées amygdales. Vous rejoignez ensuite la région appelée hypopharynx, cernée à l'arrière par une paroi rugueuse et à l'avant par la base de votre langue humide. Un courant d'air vous rejoint alors, provenant de votre bouche, cet orifice assez mal équipé pour le nettoyage de l'air³, mais néanmoins utile en cas de demande accrue.

Vous prenez un moment pour contempler l'arrière-gorge, ce carrefour fréquenté, où se croisent l'air inspiré, le mucus descendant des hauteurs, la nourriture et les liquides cheminant vers l'œsophage et parfois même du trafic en sens inverse, quand les crachats remontent des poumons ou les vomissements de l'estomac ! Par prudence, vous jetez un coup d'œil avant de traverser. N'observant rien de suspect, vous poursuivez votre descente. Dessous, vous apercevez deux orifices ; en arrière, mal défini et aux parois épaissies, c'est l'entrée de l'œsophage, voué aux liquides et aux solides ; en avant, protégée par une magnifique structure aérienne, c'est l'épiglotte, qui surplombe l'ouverture du larynx, voie royale vers les poumons. Vous vous étonnez que des conduits aux rôles aussi différents soient placés si près l'un de l'autre, cela vous semble plutôt risqué !

Pendant que vous êtes poussé⁴ par l'air ambiant, vous constatez que l'épiglotte, en position de repos, frémit un peu, apparemment prête à s'activer pour protéger les voies respiratoires contre les intrus. C'est lorsque vous... Attention ! Une gorgée d'eau ! Le mouvement de l'air s'interrompt. Vous admirez dans ce brouhaha l'agilité de la langue qui propulse l'eau vers l'œsophage, tandis que dans un mouvement sûr, l'épiglotte couvre maternellement l'entrée du larynx. Vous devinez derrière que les cordes vocales se referment. Tout ce beau monde réussit à garder au sec la trachée et à prévenir l'étouffement.

3. Pour vous en convaincre, allez rouler à vélo quand il y a plein d'insectes en vol et vous réaliserez vite qu'en respirant par la bouche, vous risquez d'en introduire certains jusque dans vos poumons.

4. Je clarifierai plus loin les étranges jeux de pression en cause, me contentant d'affirmer maintenant que vous êtes *poussé* plutôt que *tiré*. C'est comme je vous le dis.

Sitôt l'eau sécurisée dans l'œsophage, l'épiglotte se relève et reprend sa position, tandis que vous poursuivez le périple. Sous l'épiglotte, vous aboutissez au larynx. Elle vous chuchote en passant que la partie du larynx visible à l'extérieur porte le nom curieux de pomme d'Adam. Le larynx est situé au milieu de votre cou. Il s'agit d'un passage obligé pour l'air, dans les deux directions et en trafic alterné. À l'intérieur de la boîte laryngée, vous remarquez cet ensemble complexe de muscles, de replis et de cartilages formant vos cordes vocales, actuellement relaxées, en position ouverte. Elles vous permettent gentiment de passer.

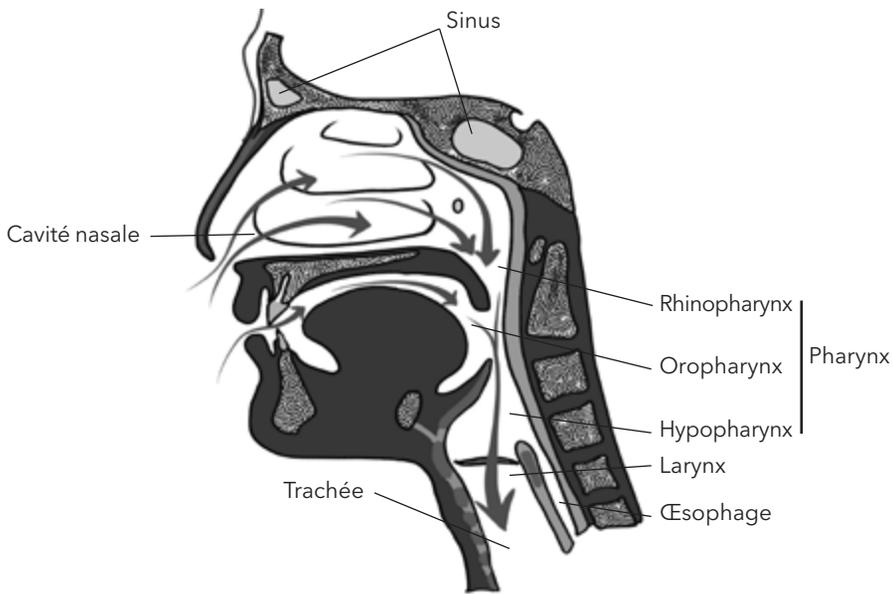


FIGURE 2. CHEMINEMENT DE L'AIR. On reconnaît les narines et les cavités nasales (blanches) avec leurs cornets, entourées de structures osseuses (crénelées) et de sinus (ovales), et plus bas, la bouche et la langue (foncée). L'air chemine par l'une ou l'autre des entrées vers l'arrière, puis descend dans le pharynx, passe derrière l'épiglotte (longue structure dressée), traverse les cordes vocales et se retrouve dans la trachée (tube blanc en avant). L'œsophage est le tube plus mince entre la colonne cervicale et la trachée. Les adénoïdes et les amygdales ne sont pas représentées.

Vous vous dirigez vers le bas pour cheminer dans la trachée, ce tube formé de cartilages en forme de fer à cheval succédant au larynx et s'étirant sur 10 à 12 centimètres. Elle se divise ensuite en deux bronches souches, droite et gauche. Ces tubes spécialisés présentent la rigidité requise pour éviter l'affaissement et maintenir les voies aériennes ouvertes, de même qu'une souplesse suffisante pour s'adapter aux mouvements du cou et du thorax. Ces choses-là sont bien réfléchies, pensez-vous.

Vous devez donc choisir, prenez la gauche, tiens. Surprise ! Juste après, vous rencontrez une autre division, et devez choisir de nouveau. Vous vous dirigez vers l'avant et... Une autre division ? Vous choisissez cette fois à droite et... Ça se divise encore ! Bon, avançons dans le temps, parce que ces tuyaux forment un vaste réseau en arborisation, chaque nouvelle division séparant les canalisations en deux pour obtenir au total jusqu'à 23 générations de bronches. Voilà une méchante dynastie !

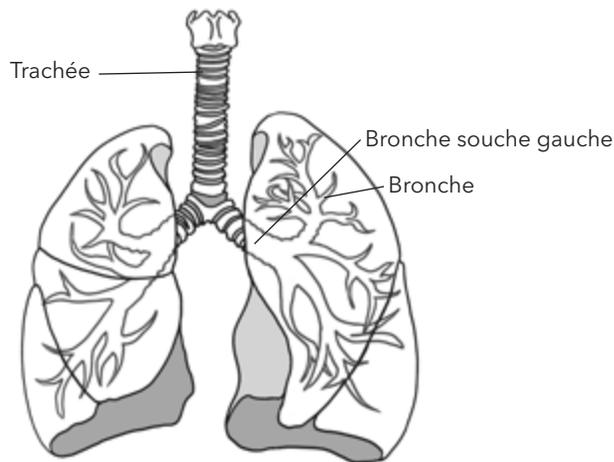


FIGURE 3. APPAREIL RESPIRATOIRE INFÉRIEUR. En haut, on reconnaît le larynx, surplombant la trachée formée d'anneaux, puis les deux bronches souches, droite et gauche, aussi annelées, qui plongent dans chacun des poumons. Le poumon droit (gauche du schéma) possède trois lobes, et le gauche, seulement deux. Au centre, non représentés, se trouvent le cœur, les gros vaisseaux et l'œsophage.

Après tous ces choix, vous cheminez en ce moment à l'intérieur de minuscules conduits de 0,5 mm à 1 mm de diamètre, les bronchioles, dont la mince paroi musculaire est plus réactive que celle des bronches et ne comporte plus de cartilage. La bronchiole terminale que vous choisissez se divise en conduits alvéolaires à la paroi encore plus fine. Disposées régulièrement sur ces conduits s'ouvrent de magnifiques structures diaphanes, les alvéoles pulmonaires. Atteindre le but de ce voyage aérien vous pousse au comble du ravissement. Sous une couche de surfactant (formé à 90 % de lipides et à 10 % de protéines) qui leur confère la souplesse requise pour demeurer bien ouvertes, vous apercevez la paroi translucide des alvéoles, formée d'une seule couche de cellules. Songez aussi qu'il en existe quelque 300 à 500 millions, pour une surface totale d'échange gazeux équivalent à dix terrains de football !

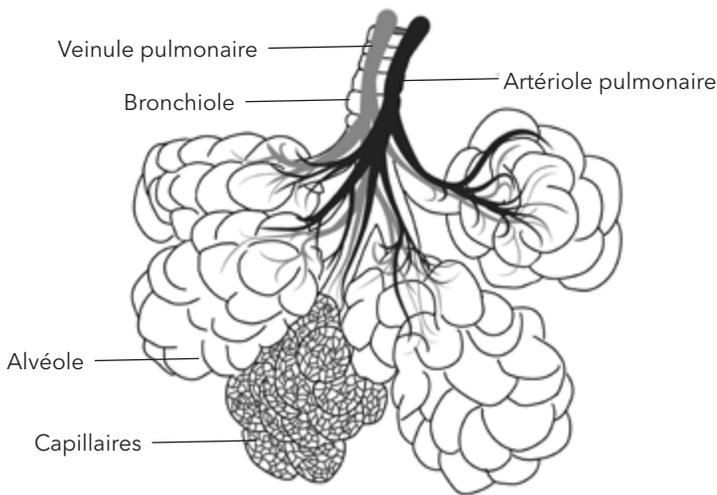


FIGURE 4. ALVÉOLES PULMONAIRES. Vue schématique d'une grappe de cinq alvéoles. Pour celle du milieu, on voit le très dense réseau de capillaires sanguins provenant des artérioles pulmonaires (foncées, sang mal oxygéné) et se dirigeant vers les veinules pulmonaires (pâles, bien oxygénées). On devine l'arbre bronchique derrière les vaisseaux.

Vous devez maintenant choisir l'alvéole de vos rêves. Vous y rentrez lentement, rempli d'émotion. Vous apercevez, superbement tressés dans sa paroi, les innombrables capillaires sanguins où traversent, dans un flot liquidien, des globules qui passent alors du rouge foncé au rouge clair en moins d'une seconde. C'est féérique ! Ces vaisseaux miniatures mesurent à peine en moyenne 8 à 10 microns⁵. Et il s'en trouve, tenez-vous bien, des centaines de milliards partout autour ! Enrobant les alvéoles comme des filets vivants, ils assurent le transport des gaz vitaux – oxygène et CO₂ – dans les deux directions. Dans votre alvéole préférée, prenez un petit repos bien mérité.

LES CIRCULATIONS PULMONAIRES

L'organisateur du voyage vient de me souffler qu'il y a un hic. C'est qu'il ne vous a pas tout dit. Je n'y suis pour rien ! Voici : vous êtes encore loin du but, seulement à la fin de la première étape. Le périple complet est bien plus long, il doit vous mener jusqu'au cœur d'une de vos 30 milliards de milliards de cellules situées loin des alvéoles. Merci de rattacher votre ceinture. Reprenons ce voyage qui deviendra bientôt maritime.

Les capillaires que vous venez de croiser constituent les dernières ramifications des artères pulmonaires et le début des veines pulmonaires. Ils font partie de la circulation pulmonaire, longtemps appelée « petite circulation », malgré son importance vitale. Mais je parle de *la* circulation, alors qu'en fait... Si je vous en proposais deux, ça vous conviendrait ? Et rendu là, pourquoi pas trois ? Attention, divulgâchage : il y a bien *trois* circulations pulmonaires et non une seule !

La circulation pulmonaire dont on entend le plus parler est la « petite circulation », ainsi nommée par opposition à la grande circulation, qui

5. Il faut 1000 microns pour faire un millimètre. Pour comparaison, le diamètre d'un cheveu, pour ceux et celles qui en ont, est environ dix fois plus grand que celui d'un capillaire sanguin. De manière intéressante, les globules mesurant aussi environ huit microns en moyenne, ils doivent donc se contorsionner un peu pour traverser un capillaire !

s'occupe du reste du corps. Le sang pauvre en oxygène, mais riche en CO_2 , provient des veines de tout le corps. Il passe dans le cœur droit, qui le réinjecte vers l'artère pulmonaire principale appelée tronc pulmonaire. Ce tronc se sépare en deux grosses artères, droite et gauche, ce qui tombe bien parce que nous avons deux poumons.

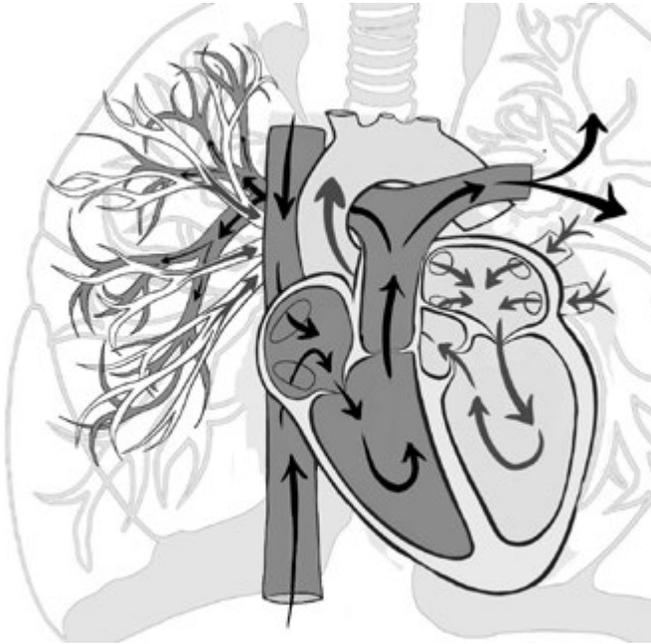


FIGURE 5. CIRCULATION PULMONAIRE PRINCIPALE. Le sang (flèches) arrive au cœur droit (section foncée à gauche du schéma) par les grandes veines caves supérieures et inférieures. Il chemine vers le ventricule droit qui le pousse dans le tronc pulmonaire, puis vers les artères pulmonaires droite et gauche (foncées). Il est alors distribué dans le réseau artériel pulmonaire (foncé), traverse les capillaires, puis retourne au cœur gauche (pâle, section à droite sur le schéma) par les veines pulmonaires (pâles), d'où il est éjecté dans l'aorte (pâle).

En s'y déployant, ces deux artères se fractionnent ensuite à répétition, comme les bronches, pour aboutir à une multitude d'artères de plus en

plus fines pour se transformer en minuscules capillaires qui enveloppent chaque alvéole par milliers. Au total, les globules rouges passent environ 4 à 5 secondes dans ce circuit, et moins d'une seconde dans les capillaires pulmonaires pour effectuer les échanges gazeux.

Après l'opération cruciale d'oxygénation et de rejet du CO₂, les veines pulmonaires redirigent le sang, maintenant rouge vif, vers les quatre veines pulmonaires, puis la partie gauche de la pompe cardiaque, qui le propulse dans la grande circulation pour aller oxygéner tout le corps.

Le débit sanguin de la circulation pulmonaire est d'environ 5 litres par minute chez un adulte au repos et jusqu'à 4 à 6 fois plus chez l'athlète en plein sprint ou si vous fuyez un lion. La hausse s'explique surtout grâce à l'augmentation de la fréquence et de la force des contractions du cœur, pour mieux répondre aux besoins⁶.

Les poumons étant des organes, comment s'oxygènent-ils eux-mêmes? Les artères bronchiques jouent ce rôle, formant ainsi la seconde circulation que je vais maintenant vous décrire. Si un peu d'oxygène est directement utilisé par les cellules des alvéoles, la seconde circulation joue son rôle essentiel en fournissant la majorité du sang aux structures pulmonaires importantes, comme la trachée, les bronches, le tissu de soutien enveloppant les alvéoles et même ces alvéoles. Ce réseau dédié comprend deux artères à gauche et une artère à droite. Elles émanent généralement de l'aorte thoracique, se dirigent le long des bronches en les suivant, se ramifiant en artérioles et capillaires dédiés à l'oxygénation... des poumons eux-mêmes! Le volume circulant y est bien inférieur à celui de la « petite circulation », à peine 1 % à 2 % du débit cardiaque total.

Et vous savez, on retrouve même une troisième « circulation ». Il ne s'agit pas de sang, cette fois, mais plutôt de lymphe. Comme dans tous les tissus, on retrouve dans les parois des bronches et des alvéoles du liquide dit *interstitiel*, dans lequel baignent toutes les cellules vivantes. La

6. Pour tout ce qui concerne le cœur, vous pourrez en lire plus dans *CŒURS* (2023), qui parle évidemment du cœur, chez le même éditeur.

circulation lymphatique est responsable d'en assurer le nettoyage et le recyclage continu. En recueillant l'excès de protéines, de déchets métaboliques et de morceaux de cellules mortes, cette troisième circulation joue un rôle vital pour la santé de nos poumons.

Drainé par de petits conduits lymphatiques dédiés, ce liquide blanchâtre est dirigé vers nos ganglions lymphatiques pulmonaires, situés à des endroits stratégiques le long des bronches, où ils agissent comme des filtres qui capturent les microbes, les débris et même les cellules cancéreuses, pour les éliminer. Une fois ainsi filtrée, la lymphe poursuit son chemin dans la région centrale du thorax, où elle est acheminée par différents conduits vers les veines. En cas d'obstruction du système lymphatique, par une tumeur par exemple, le liquide s'accumule dans les poumons et autour, causant des problèmes parfois graves de congestion.

Comme on le voit, la circulation pulmonaire n'a rien de simple avec ses trois réseaux, chacun requis pour assurer non seulement l'oxygénation et l'élimination du CO₂, mais aussi la bonne santé des poumons, qui méritent pleinement ces délicates attentions.

LE DIAPHRAGME

Passons au moteur de la respiration, parce qu'il faut bien que l'air se meuve. Juste sous les deux poumons, épousant les deux bases pulmonaires, voici l'étonnant diaphragme, un muscle aussi mince que large en forme de doubles dômes, qui assure notre survie et jamais ne se repose. Nuit et jour et du début à la fin de son ultramarathon respiratoire, cet allié indéfectible demeure malgré tout modeste. Mais il vaut bien quelques louanges.

Pesant entre 70 et 120 grammes, ce qui ne fait pas beaucoup de steak, pour une surface de 250 cm², le diaphragme s'ancre au pourtour de la cage thoracique afin de réaliser son travail : s'abaisser de 1 à 2 cm (au repos) pour provoquer l'expansion des poumons et favoriser l'entrée de l'air. Ses cellules musculaires se contractent aussi régulièrement que des vagues sur le lac, sans se fatiguer à intensité normale, à l'image du cœur, son frère de combat vital. Du type musculaire *squelettique*, par opposition

aux muscles *lisses* de son voisin l'estomac, le diaphragme est constitué de fibres rouges très endurantes. Cette couleur caractéristique provient des abondantes mitochondries, usines à produire l'énergie dont je reparlerai plus loin, et de sa myoglobine, une protéine jouant un rôle complémentaire à celui de l'hémoglobine dans le stockage local de l'oxygène.

Pour accomplir sa gymnastique, le diaphragme extrait lui-même la majorité de son énergie de la combustion aérobie⁷ des glucides et des graisses, grâce à l'oxygène dont il assure par ailleurs l'apport. Il est très bien alimenté en sang grâce à plusieurs artères, les principales étant les artères phréniques supérieures et inférieures, qui viennent respectivement de l'aorte thoracique et de l'aorte abdominale. Elles assurent la bonne irrigation du diaphragme et leur redondance permet d'éviter tout problème si l'une d'entre elles est compromise. Sage précaution!

La fréquence des contractions diaphragmatiques varie selon l'âge : de 30 à 60 la minute à la naissance, de 20 à 30 à cinq ans et autour de 12 à 16 à l'âge adulte dans des conditions de repos. Ce qui nous situe à peu près au milieu d'espèces variées. Nous respirons plus vite que la baleine bleue (1 à 4 par minute), l'éléphant (4 à 8) et le cheval (8 à 16), mais plus lentement que ma chatte Grizoune (20 à 40), qu'un rat aperçu hier à Montréal (70 à 150) et que les colibris de mon chalet (250 à 500). À chaque contraction, le diaphragme se déplace vers le bas, forçant l'expansion des poumons et l'entrée de l'air par nos voies aériennes. Au besoin, il est secondé par les autres muscles respiratoires, ceux de la paroi thoracique et du cou, qui contribuent aussi à l'expansion pulmonaire lors de l'inspiration. En position couchée, le diaphragme est responsable du 2/3 de l'entrée d'air, une proportion qui diminue à 1/2 et même à 1/3 en position debout, la différence étant alors assumée par les autres muscles respiratoires.

7. Qui ne peut vivre qu'en présence d'oxygène libre. Le mot signifie que l'air (*aéro-*) contribue à leur vie (*-bie*), double détournement de sens parce que le poisson est tout aussi aérobie que vous et moi, et que nous n'utilisons que l'oxygène de l'air.

En se relâchant passivement, le diaphragme remonte au repos de 1 à 2 cm en raison de la pression abdominale et de l'élasticité des poumons et de la cage thoracique. En cas de nécessité impérieuse de se vider plus rapidement ou avec force, pour gonfler un ballon de fête ou célébrer le dernier but de Lionel Messi par exemple, les muscles de la paroi abdominale y participent en se contractant aussi, accélérant la remontée du diaphragme. Alors qu'au repos le débit expiratoire tourne autour d'un demi-litre par seconde, il grimpe à 3 et même 5 litres par seconde en cas d'effort. Le diaphragme descend alors jusqu'à 10 cm et remonte d'autant, à une fréquence qui grimpe à 40 et même à 60 cycles par minute. Une machine – beaucoup mieux qu'une machine, en réalité !

Face aux défis de l'entraînement ou même ceux de la vie avec une maladie pulmonaire chronique, le diaphragme modifie même sa propre structure afin de mieux répondre aux nouvelles exigences. Blessé, il possède aussi une certaine capacité de se réparer lui-même, grâce à la présence de cellules en dormance qui s'activent au besoin pour former du nouveau muscle. Comme quoi tout est fait pour que notre diaphragme soit toujours là pour inspirer.

LA CAGE THORACIQUE

Même si elle est timide, je tiens à parler de la plèvre, cette discrète membrane accolée sur chaque poumon, qui joue aussi un rôle essentiel dans notre respiration. Je parle d'une plèvre, même si elle se décline en deux épaisseurs : la première enveloppe l'organe noble, et son propre repli forme une seconde couche externe, qui tapisse pour sa part l'intérieur de la cage thoracique.

Le premier feuillet est appelé viscéral (parce qu'apposé aux viscères) et le second, pariétal (accolé à la paroi). Visualisez-les comme deux feuillets de papier cellophane plutôt résistants qui glissent librement l'un sur l'autre, un exercice facilité par la présence d'un peu de liquide pleural, environ

15 à 25 ml en temps normal⁸. Cet espace virtuel ne contient rien d'autre... et surtout pas d'air! Retenez aussi que sa magie résulte de l'effet de ventouse qui accole les deux feuillets ensemble, maintenant les poumons en expansion plaqués contre leur cage thoracique. Sans effet de ventouse, les poumons s'affaissent. Et des poumons écrasés, ça ne sert à rien.

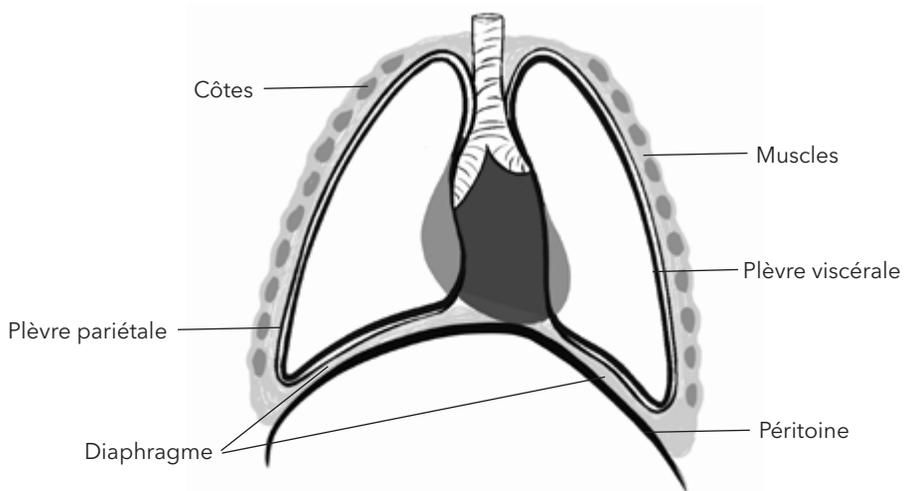


FIGURE 6. PLÈVRE ET DIAPHRAGME. Les côtes sont représentées en coupe (ovales foncés), maintenues en place par des muscles (tissu pâle) et surplombant le diaphragme (dôme pâle). La plèvre viscérale est la couche noire interne qui entoure chaque poumon, la plèvre pariétale est accolée aux muscles qui tapissent la cage thoracique. La ligne foncée courbe du bas représente le péritoine, couche similaire aux plèvres qui contient les viscères abdominaux.

Autour de la plèvre pariétale, la solide cage thoracique se déploie dans la splendeur de son épaisseur. Composée d'os, de cartilages, de muscles et de tout le câblage électrique et vasculaire requis, la cage

8. Le mot «pleural» réfère à la plèvre, et la cavité pleurale, à la cavité habituellement virtuelle entre ses deux feuillets, viscéral et pariétal.

TABLE DES MATIÈRES



PRÉFACE	11
SECTION 1 : COMPRENDRE	15
CHAPITRE 1 : INSPIRER.	17
Respirer par le nez	20
Du nez aux poumons.	23
Les circulations pulmonaires.	29
Le diaphragme	32
La cage thoracique	34
Les jeux de pression	39
CHAPITRE 2 : ÉNERGISER.	43
Le cycle de l’oxygène	44
L’air que nous respirons	49
Donnez-moi de l’oxygène!	50
La respiration cellulaire.	55
VO ₂ et VO ₂ max.	58

Aérobic et anaérobic.	59
Expircr du CO ₂ pour ne pas expircr	60
Le cycle du CO ₂	62
CHAPITRE 3 : PROTÉGER	65
Le centre de commande	67
Défendre les poumons	70
Mucus, crottes de nez et microbiome.	74
Hoquet	77
Quand le médecin prend le contrôle	78
CHAPITRE 4 : DEVENIR	85
Les poumons au fil de l'évolution	89
Les multiples respirations animales	91
Le développement des poumons humains	92
SECTION 2 : SOIGNER	99
CHAPITRE 5 : ÉVALUER	101
La médecine respiratoire.	104
Manquer d'air.	108
Hyperventiler	109
S'inquiéter	111
Examiner	112
CHAPITRE 6 : INVESTIGUER	117
Évaluer les fonctions pulmonaires	119
Mesurer les gaz respiratoires	121
Imagerie pulmonaire	123
Aller voir dans les poumons	127

CHAPITRE 7: DÉBLOQUER	131
Rhume	134
Rhinite allergique	136
Sinusite	137
Corps étranger dans le nez	139
Polypes nasaux	140
Saignement de nez	141
Ronflement	142
Apnée du sommeil	143
Pharyngite et amygdalite	145
Épiglottite	146
Réactions allergiques	148
Laryngite	150
Produire et perdre la voix	152
Trachéomalacie et sténose trachéale	153
CHAPITRE 8: VENTILER	157
Asthme	161
MPOC	165
Bronchite et bronchiolite	168
Grippe, rougeole, COVID-19	170
Coqueluche	173
Bronchiectasies	175
Brûlures respiratoires	177
CHAPITRE 9: LIBÉRER	179
Crevaisson de poumon	181
Du liquide autour des poumons	184
Quand le feu prend dans la plèvre!	186
Fibrothorax	187
Dans les profondeurs du médiastin	188
Avoir le souffle coupé!	190

Point de côté	190
Traumas thoraciques	191
Les fractures de côtes	193
Le diaphragme en grève	195
Quand Houston a un problème	196
CHAPITRE 10: OXYGÉNER	199
Le drame de l'hypoxie	201
Le mal des transports de l'oxygène	203
Livrer l'oxygène	207
Remplacer les poumons par une machine	211
Greffer des poumons neufs	212
CHAPITRE 11: LUTTER	215
Pneumonie	219
Tuberculose	222
Atélectasie : quand le poumon s'écrase	224
Fibrose pulmonaire	225
De l'eau sur les poumons	228
Même les poumons saignent	230
Embolie pulmonaire	231
Hypertension pulmonaire	234
Quand les tumeurs frappent	237
Opérer les poumons	239
SECTION 3: VIVRE	243
CHAPITRE 12: PRÉVENIR	245
Contrôler ses gènes et son destin	247
Entraîner ou réentraîner sa respiration	249
Monter plus haut pour aller plus vite	252

Écraser	255
Dépister le cancer du poumon.....	259
Prévenir au travail.....	260
Pleins feux sur la pollution de l'air.....	262
Le plus grand défi de la santé publique	266
CHAPITRE 13: RESPIRER	269
Rire	271
Parler	273
Méditer.....	277
Écrire	281
INDEX DES PROBLÈMES MÉDICAUX	282
BIBLIOGRAPHIE.....	283
REMERCIEMENTS.....	289