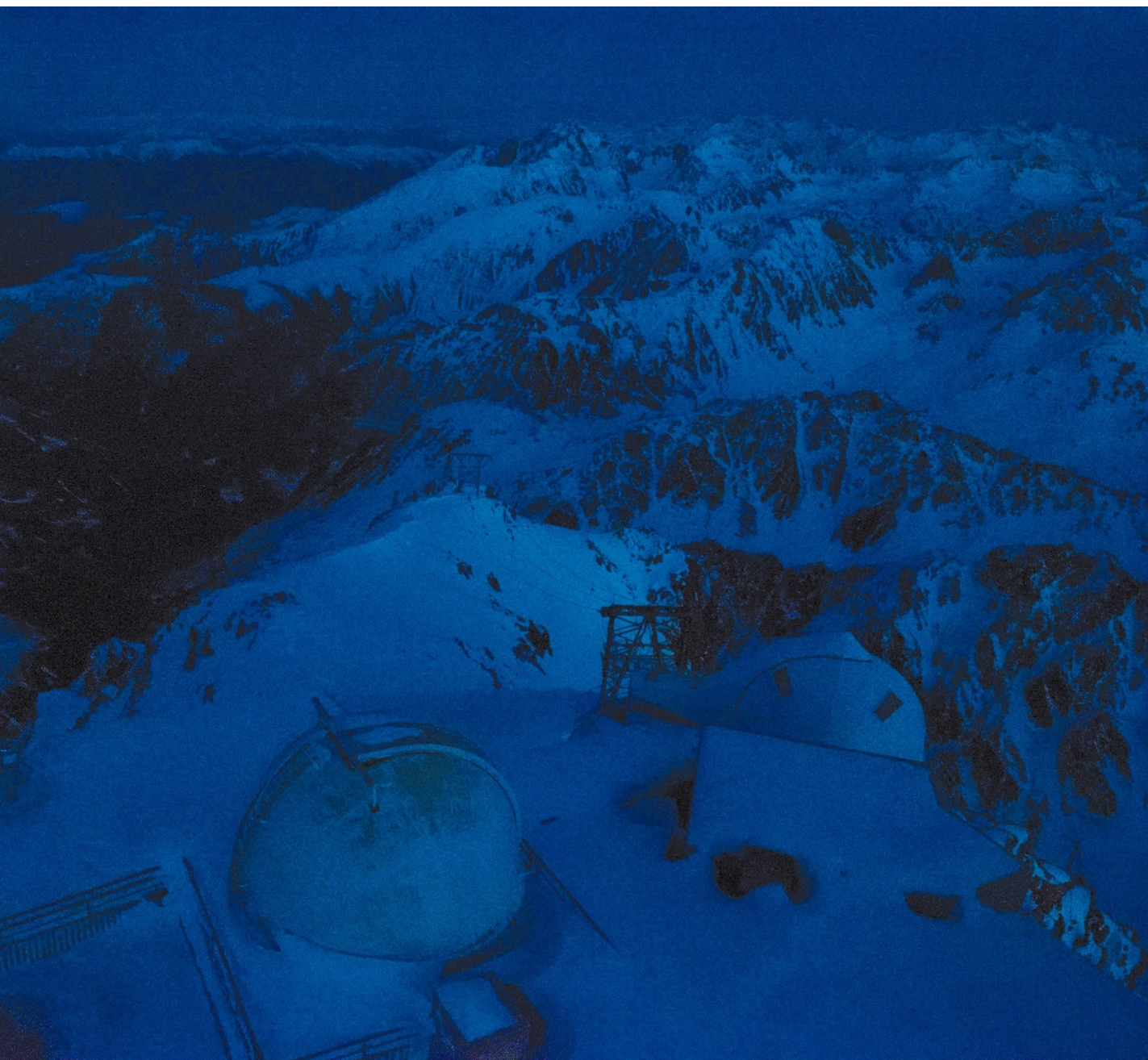




images pendant le développement de façon à jouer sur les densités (*voir la photographie ci-dessus*). À chaque fois, il s'est agi de laisser l'environnement et ses composantes (rayonnement solaire, conditions météorologiques, gaz atmosphériques...) imprégner les images de façon à donner forme à l'insaisissable, et *in fine* «de faire sortir les données des laboratoires pour qu'elles prennent place dans le débat public», selon la photographe.

Les deux autres photographes, Grégoire Éloy et Myriem Karim ont également pris la direction des Pyrénées pour eux aussi rendre compte d'une nature qui change sous l'impact de

l'activité humaine. Chacun à sa manière, et sans concertation préalable, les trois artistes se sont emparé des liens entre l'humanité et la nature pour mieux les comprendre, appeler à les retisser et finalement répondre à la «crise de la sensibilité au vivant» sur laquelle alerte notamment le philosophe Baptiste Morizot. Et c'est heureux qu'art et science puissent ensemble aider à cette mission.

Comme l'indique Héloïse Conés, conservatrice du patrimoine à la Bibliothèque nationale de France et marraine de l'édition 2021 (Catherine Jeandel en était la marraine d'honneur), la Résidence 1+2 «redonne une forme à des

savoirs qui peuvent nous échapper et crée des passerelles pour un partage du sensible». Il en sera sans doute ainsi en 2022, avec comme nouveau parrain Michel Poivert, président de l'association de préfiguration du Collège international de photographie du Grand Paris (CIPGP)! ■

Le site de la Résidence 1 + 2 : www.1plus2.fr/residences/residence-2021/



L'auteur a publié :
**Pollock, Turner, Van Gogh,
Vermeer et la science...**
(Belin, 2018)

LES AUTEURS



**JEAN-MICHEL COURTY
ET ÉDOUARD KIERLIK**
professeurs de physique
à Sorbonne Université, à Paris

OXYGÈNE À GOGO

L'oxygène est abondant dans l'air ambiant, mais l'isoler pour en faire bénéficier des malades en insuffisance respiratoire n'est pas si simple.



Dans les hôpitaux, l'oxygène médical est stocké soit sous forme liquide dans des grands réservoirs isolants soit sous forme « gazeuse » dans des bouteilles à haute pression (200 bars). Il peut aussi être produit par des concentrateurs d'oxygène portatifs pour un usage à domicile ou mobile.

L'affaire a défrayé la chronique: pendant quelques mois, au printemps 2021, plusieurs pays confrontés à la pandémie de Covid-19 ont subi des pénuries d'oxygène médical, indispensable au traitement des malades en insuffisance respiratoire. Pourtant, il constitue un cinquième de l'air que nous respirons et, sous forme atomique, un tiers des constituants de l'eau (H_2O). La difficulté n'est donc pas d'en trouver, mais de le séparer et de l'isoler afin qu'il soit pur et utilisable. La physique nous propose des solutions variées et adaptées aux situations: pour les spationautes de la station spatiale internationale, les malades à l'hôpital ou les personnes à insuffisance respiratoire à leur domicile.

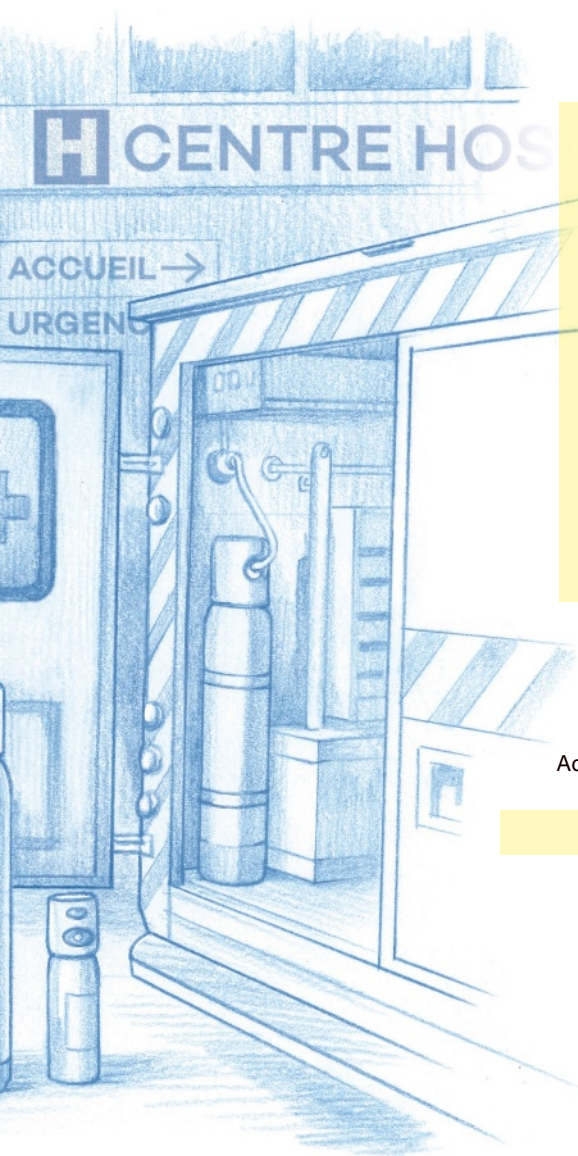
L'oxygène médical, comme celui que l'on achète en bouteilles dans le commerce, est obtenu à partir de l'air ambiant. Cet air est un mélange constitué de 21% de dioxygène O_2 et 78% de diazote N_2 , le 1% restant étant constitué de gaz rares (hélium, argon...) et de dioxyde de carbone.

DISTILLER DE L'AIR LIQUIDE

Le procédé utilisé pour en extraire l'oxygène est, dans son principe, on ne peut plus simple: il s'agit d'une distillation du type de celle pratiquée pour les eaux-de-vie, fondée sur des températures d'ébullition différentes des constituants du mélange. Plus facile à dire qu'à faire cependant, puisque qui dit distillation dit liquide, or l'air est gazeux. Il ne devient

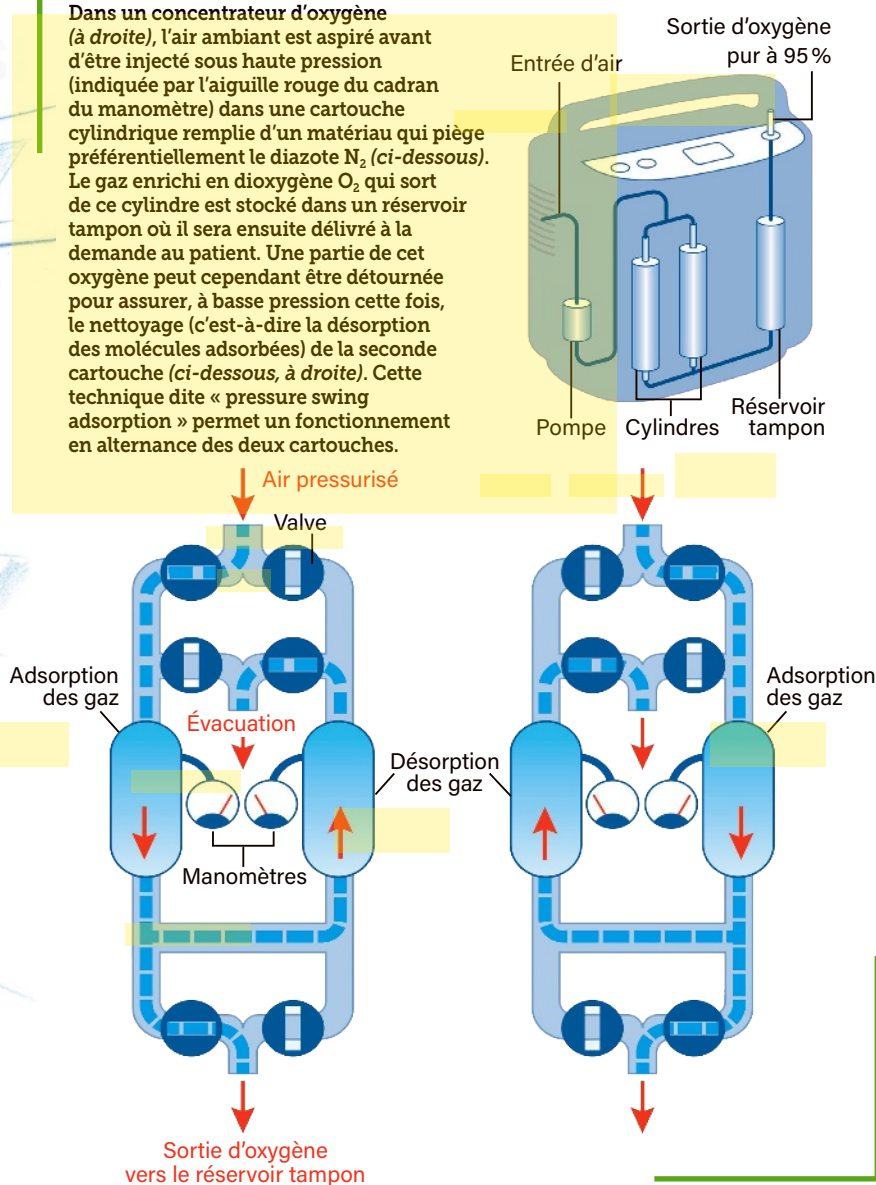
liquide qu'à des températures inférieures à $-141\text{ }^{\circ}\text{C}$ à haute pression et à $-192\text{ }^{\circ}\text{C}$ à la pression atmosphérique. Il faut donc refroidir l'air ambiant à des températures extrêmement basses puis procéder à la distillation. Ensuite, une fois l' O_2 isolé, lorsque l'on revient à température ambiante, on peut comprimer fortement le gaz O_2 sans qu'il se liquéfie. Ainsi, les besoins quotidiens d'un être humain en O_2 – 700 grammes par jour – correspondent à 500 litres de gaz pur à pression atmosphérique, 2,5 litres à 200 bars, pression de conditionnement en bouteille et, finalement, 0,6 litre sous forme liquide à basse température.

Si l'on peut approvisionner quotidiennement un hôpital, qui peut stocker de



ANATOMIE D'UN CONCENTRATEUR

Dans un concentrateur d'oxygène (à droite), l'air ambiant est aspiré avant d'être injecté sous haute pression (indiquée par l'aiguille rouge du cadran du manomètre) dans une cartouche cylindrique remplie d'un matériau qui piège préférentiellement le diazote N_2 (ci-dessous). Le gaz enrichi en dioxygène O_2 qui sort de ce cylindre est stocké dans un réservoir tampon où il sera ensuite délivré à la demande au patient. Une partie de cet oxygène peut cependant être détournée pour assurer, à basse pression cette fois, le nettoyage (c'est-à-dire la désorption des molécules adsorbées) de la seconde cartouche (ci-dessous, à droite). Cette technique dite « pressure swing adsorption » permet un fonctionnement en alternance des deux cartouches.



l'oxygène en bouteilles sous pression ou en phase liquide dans des grands réservoirs, il est des situations où cela n'est pas envisageable: la station spatiale internationale par exemple! Chaque mois, en effet, les sept habitants de l'ISS consomment 100 000 litres, soit 150 kilogrammes d' O_2 . La solution adoptée est donc de le produire sur place par électrolyse de l'eau (on décompose la molécule d'eau H_2O grâce à l'électricité). De l'ordre de 7 kWh (soit la combustion d'un demi-litre d'essence) sont nécessaires pour produire dans des conditions normales de température et de pression un mètre cube d' O_2 (soit 1,4 kg). Le coût est toutefois prohibitif pour une utilisation médicale, et si l'on s'intéresse

aujourd'hui à ce procédé, c'est non pas pour l' O_2 , mais pour produire du dihydrogène vert (sans émission de gaz carbonique quand l'électricité provient de sources renouvelables) et pour stocker l'énergie de sources intermittentes.

DISTINGUER LES MOLÉCULES D' O_2 ET DE N_2

Qu'en est-il pour les patients qui présentent des insuffisances respiratoires et ont besoin d'une oxygénothérapie à domicile? Plutôt que de livrer du gaz sous pression, la solution choisie aujourd'hui est d'utiliser des concentrateurs. Ces appareils aspirent l'air ambiant; le font passer à travers un matériau poreux qui retient le N_2 et

délivrent de l' O_2 à des concentrations au-delà de 90% à des débits de quelques litres par minute. Le principe de fonctionnement? La physisorption, c'est-à-dire l'adsorption réversible de molécules d'un gaz ou d'un liquide sur une surface solide. Ce piégeage temporaire des molécules par une surface est dû aux forces de nature électrique qui existent entre toutes les molécules. Ce piégeage est réversible, car les forces en jeu sont d'un ordre de grandeur plus faible que celles

Les auteurs ont notamment publié:
En avant la physique!,
une sélection de leurs
chroniques (Belin, 2017).

