

NORME ISO
INTERNATIONALE 16976-3

Première édition
2022-10

**Appareils de protection
respiratoire — Facteurs humains —**

**Partie 3:
Réponses physiologiques et limites
en oxygène et en dioxyde de carbone
dans l'environnement respiratoire**

Respiratory protective devices — Human factors —

*Part 3: Physiological responses and limitations of oxygen and
limitations of carbon dioxide in the breathing environment*

ISO 16976-3:2022

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4c51acd5-69f2-44b9-8240-70324d3a61cf/iso-16976-3-2022>



Numéro de référence
ISO 16976-3:2022(F)

© ISO 2022

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 16976-3:2022

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4c51acd5-69f2-44b9-8240-70324d3a61cf/iso-16976-3-2022>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2022

Tous droits réservés. Sauf prescription différente ou nécessité dans le contexte de sa mise en œuvre, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie, ou la diffusion sur l'internet ou sur un intranet, sans autorisation écrite préalable. Une autorisation peut être demandée à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Case postale 401 • Ch. de Blandonnet 8
CH-1214 Vernier, Genève
Tél.: +41 22 749 01 11
E-mail: copyright@iso.org
Web: www.iso.org

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos	iv
Introduction	v
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	1
4 Symboles et abréviations	4
5 Oxygène et dioxyde de carbone dans l'environnement respiratoire: réponses physiologiques et limites	5
5.1 Généralités	5
5.2 Échange d'oxygène et de dioxyde de carbone gazeux dans les poumons chez l'homme	5
5.3 Transport de l'oxygène et du dioxyde de carbone dans le sang	6
5.4 Oxygène, dioxyde de carbone et contrôle de la respiration	8
5.5 Effets physiologiques de l'hyperoxie	9
5.6 Effets physiologiques de l'hypoxie	10
5.7 Hypercapnie: Effets physiologiques	13
5.8 Pertinence pour l'utilisation d'appareils de protection respiratoire (APR)	16
5.9 Interprétation des résultats	21
5.10 Importance des résultats	22
Bibliographie	23

(standards.iteh.ai)

[ISO 16976-3:2022](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4c51acd5-69f2-44b9-8240-70324d3a61cf/iso-16976-3-2022)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4c51acd5-69f2-44b9-8240-70324d3a61cf/iso-16976-3-2022>

Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (IEC) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les procédures utilisées pour élaborer le présent document et celles destinées à sa mise à jour sont décrites dans les Directives ISO/IEC, Partie 1. Il convient, en particulier, de prendre note des différents critères d'approbation requis pour les différents types de documents ISO. Le présent document a été rédigé conformément aux règles de rédaction données dans les Directives ISO/IEC, Partie 2 (voir www.iso.org/directives).

L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence. Les détails concernant les références aux droits de propriété intellectuelle ou autres droits analogues identifiés lors de l'élaboration du document sont indiqués dans l'Introduction et/ou dans la liste des déclarations de brevets reçues par l'ISO (voir www.iso.org/brevets).

Les appellations commerciales éventuellement mentionnées dans le présent document sont données pour information, par souci de commodité, à l'intention des utilisateurs et ne sauraient constituer un engagement.

Pour une explication de la nature volontaire des normes, la signification des termes et expressions spécifiques de l'ISO liés à l'évaluation de la conformité, ou pour toute information au sujet de l'adhésion de l'ISO aux principes de l'Organisation mondiale du commerce (OMC) concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir www.iso.org/avant-propos.

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 94, *Sécurité individuelle — Équipement de protection individuelle*, sous-comité SC 15, *Appareils de protection respiratoire*.

Cette première édition de l'ISO 16976-3 annule et remplace l'ISO/TS 16976-3:2019, qui a fait l'objet d'une révision technique.

Les principales modifications sont les suivantes:

- le document a fait l'objet d'une révision éditoriale.

Une liste de toutes les parties de la série ISO 16976 se trouve sur le site Web de l'ISO.

Il convient que l'utilisateur adresse tout retour d'information ou toute question concernant le présent document à l'organisme national de normalisation de son pays. Une liste exhaustive desdits organismes se trouve à l'adresse <https://www.iso.org/fr/members.html>.

Introduction

Des millions de travailleurs à travers le monde portent un appareil de protection respiratoire (APR) en raison de la nature de leurs activités. Il existe un nombre considérable d'APR différents, allant des appareils filtrants aux appareils avec alimentation en gaz respirable, en passant par les appareils de protection respiratoire de plongée ou UBA («underwater breathing apparatus») ainsi que les appareils de protection respiratoire pour l'évacuation permettant de s'échapper en cas d'urgence (appareil isolant autonome d'évacuation ou SCSR [«self-contained self-rescuer»]). Beaucoup de ces appareils assurent une protection contre les contaminants en suspension dans l'air sans fournir d'air ou d'autres mélanges de gaz respirables à l'utilisateur. Celui-ci est donc potentiellement protégé contre les particules ou autres toxines en suspension dans l'air, mais reste exposé à un mélange de gaz ambiant très différent de celui normalement présent au niveau de la mer. Un APR qui fournit de l'air respirable à l'utilisateur, par exemple un appareil de protection respiratoire isolant autonome (SCBA) ou un UBA, peut ne pas fonctionner correctement ou mal éliminer le dioxyde de carbone présent dans la zone de respiration, exposant ainsi l'utilisateur à un environnement de gaz respirable altéré. Dans certains cas particuliers, l'APR expose intentionnellement le porteur du masque à des mélanges de gaz respiratoires très différents du mélange de gaz atmosphérique normal contenant environ 79 % d'azote et 21 % d'oxygène ainsi que des traces d'autres gaz. Ces circonstances particulières concernent l'aviation, la plongée à titre professionnel ou militaire, et le milieu hospitalier.

Les mélanges de gaz respirables différant de l'atmosphère normale peuvent avoir des effets importants sur la plupart des systèmes physiologiques. De nombreuses réactions physiologiques faisant suite à une exposition à des niveaux faibles ou élevés d'oxygène ou de dioxyde de carbone peuvent influencer lourdement sur la capacité à travailler en sécurité, à s'échapper d'une situation dangereuse et à estimer correctement les dangers présents dans un environnement. En outre, si elle est suffisamment importante, une modification de l'environnement en gaz respirables peut s'avérer dangereuse, voire mortelle. Il est donc crucial pour la sécurité et la santé du travailleur de surveiller et de contrôler le gaz respirable, et de limiter l'exposition de l'utilisateur à des variations de la concentration ou de la pression partielle de l'oxygène et du dioxyde de carbone.

Le présent document traite de la composition gazeuse de l'atmosphère terrestre; de la physiologie fondamentale du métabolisme à l'origine du dioxyde de carbone dans l'organisme, de la physiologie respiratoire et du transport de l'oxygène vers les cellules et les tissus de l'organisme; et du transport subséquent du dioxyde de carbone des tissus jusqu'aux poumons, en vue de son élimination hors du corps. Après la physiologie fondamentale de la respiration, le présent document aborde les réponses physiologiques face aux atmosphères respirables altérées (hyperoxie, hypoxie) et aux effets d'un excès de dioxyde de carbone dans le sang (hypercapnie). Des exemples sont tirés de la littérature biomédicale correspondante.

Enfin, il traite de l'effet d'une modification des concentrations/pressions partielles de l'oxygène et du dioxyde de carbone sur l'utilisation des appareils de protection respiratoire. Le contenu du présent document est destiné à servir de base pour faire progresser la recherche et le développement des APR, dans le but de réduire au minimum les variations de l'environnement respiratoire, et de minimiser ainsi l'impact physiologique de leur emploi sur l'utilisateur. Si cela est possible, tous les travailleurs pour lesquels il est recommandé, en fonction de leur profession, de porter un APR verront leur santé et leur sécurité améliorées.

Appareils de protection respiratoire — Facteurs humains —

Partie 3:

Réponses physiologiques et limites en oxygène et en dioxyde de carbone dans l'environnement respiratoire

1 Domaine d'application

Le présent document présente:

- une description de la composition de l'atmosphère terrestre;
- une description de la physiologie de la respiration humaine;
- une étude de la littérature biomédicale actuellement disponible sur les effets du dioxyde de carbone et de l'oxygène sur la physiologie humaine;
- des exemples de circonstances environnementales dans lesquelles la pression partielle de l'oxygène ou du dioxyde de carbone peut différer de celle observée au niveau de la mer.

Le présent document identifie les valeurs limites de la concentration en oxygène et en dioxyde de carbone et la durée pendant laquelle elles ne devraient pas causer de détresse physiologique. Pour illustrer de manière adéquate les effets sur la physiologie humaine, le présent document traite à la fois des expositions à haute altitude, avec de faibles pressions partielles, et de la plongée sous-marine, qui implique des conditions de pressions partielles élevées. Le présent document aborde également l'utilisation d'appareils de protection respiratoire et les diverses intensités d'activité pouvant donner lieu au port d'un APR.

2 Références normatives

Le présent document ne contient aucune référence normative.

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <https://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <https://www.electropedia.org/>

3.1

alvéoles

sacs alvéolaires terminaux des poumons dans lesquels a lieu un échange de gaz respirable entre l'air alvéolaire et le capillaire pulmonaire

Note 1 à l'article: Les alvéoles constituent l'unité anatomique et fonctionnelle des poumons.

Note 2 à l'article: Température ambiante et pression atmosphérique réelles; pression de vapeur saturante.

3.2 température et pression corporelles à saturation BTPS

condition normale pour l'expression des paramètres de ventilation

EXEMPLE Température corporelle (37 °C), pression atmosphérique (1 013,25 hPa) et pression de vapeur d'eau (6,27 kPa) dans un air saturé.

Note 1 à l'article: Il s'agit de la pression atmosphérique sur le lieu des essais qu'il convient d'utiliser lorsque des conditions BTPS sont spécifiées.

3.3 carbaminohémoglobine HbCO₂

hémoglobine ayant fixé du dioxyde de carbone sur un site tissulaire en vue de son transport vers les poumons

3.4 espace mort

<anatomique> régions conductrices des voies respiratoires ne contenant pas d'*alvéoles* (3.1) et, par conséquent, ne donnant lieu à aucun échange gazeux

Note 1 à l'article: Ces zones incluent le nez, la bouche, la trachée, les bronches et les voies respiratoires inférieures. Ce volume est généralement de 150 ml chez un homme de taille moyenne.

3.5 espace mort

<physiologique> total de l'ensemble des *espaces morts* (3.4) anatomiques ainsi que des *alvéoles* (3.1) sous-perfusées (circulation sanguine réduite) ne participant pas aux échanges gazeux

Note 1 à l'article: Le volume de l'espace mort physiologique peut varier en fonction du degré de ventilation. Ainsi, l'espace mort physiologique correspond à la fraction du volume courant qui ne contribue pas aux échanges gazeux dans les poumons.

3.6 dyspnée

sensation de manque d'air, de respiration difficile ou pénible, ou sensation d'essoufflement

3.7 dioxyde de carbone en fin d'expiration

fraction volumique du dioxyde de carbone dans le souffle au niveau de la bouche à la fin de l'expiration

Note 1 à l'article: Le taux de dioxyde de carbone en fin d'expiration est très proche de celui du dioxyde de carbone alvéolaire.

3.8 hémoglobine Hb

molécules particulières contenues dans tous les globules rouges qui fixent l'oxygène ou le dioxyde de carbone en conditions physiologiques normales et qui transportent l'oxygène ou le dioxyde de carbone en direction ou en provenance des tissus de l'organisme

3.9 hypercapnie hypercarbie

quantité excessive de dioxyde de carbone dans le sang

3.10 hyperoxie

fraction volumique ou pression partielle de l'oxygène dans l'environnement respiratoire supérieure à celle de l'atmosphère terrestre au niveau de la mer, entraînant un excès d'oxygène dans l'organisme

Note 1 à l'article: Ceci peut se produire lorsqu'une personne se trouve dans des conditions hyperbares (plongée), est soumise à des mélanges de gaz respiratoires contenant une fraction élevée en oxygène, ou lors de certaines procédures médicales.

3.11 hypoxie

fraction volumique ou pression partielle de l'oxygène dans l'environnement respiratoire inférieure à celle de l'atmosphère terrestre au niveau de la mer

Note 1 à l'article: L'hypoxie anémique est due à une réduction de la capacité de transport de l'oxygène par le sang suite à une diminution de l'hémoglobine totale ou une altération des constituants de l'hémoglobine.

3.12 hypocapnie

fraction volumique ou pression partielle du dioxyde de carbone dans l'environnement respiratoire ou dans l'organisme inférieure à celle de l'atmosphère terrestre au niveau de la mer

Note 1 à l'article: Ceci se produit généralement dans les conditions d'hyperventilation (plongée) ou dans les situations médicales entraînant une réduction du dioxyde de carbone dans l'organisme.

3.13 medulla oblongata

zone du cerveau où se situe le centre du contrôle respiratoire

3.14 oxyhémoglobine

HbO_2

hémoglobine (3.8) ayant fixé l'oxygène issu des poumons pour le transporter dans les tissus

3.15 pression partielle

pression exercée par chacun des constituants d'un mélange gazeux pour former une pression totale

EXEMPLE L'air est un mélange d'oxygène, d'azote, de dioxyde de carbone, de gaz inertes (argon, néon) et de vapeur d'eau. La fraction volumique d'oxygène dans l'air est d'environ 20,9 %. Au niveau de la mer, la pression atmosphérique totale est de 101,3 kPa (760 mmHg). La pression de vapeur d'eau est de 6,26 kPa (47 mmHg) (saturation totale dans les poumons à une température corporelle d'environ 37 °C). La pression partielle de l'oxygène est obtenue en soustrayant la pression de vapeur de la pression atmosphérique totale puis en multipliant la fraction volumique de l'oxygène par la pression atmosphérique en conditions sèches. Ainsi, $101,3 - 6,3 = 95,1$ kPa ($760 \text{ mmHg} - 47 \text{ mmHg} = 713 \text{ mmHg}$); $0,21 \times 95,1 \text{ kPa} = 19,9 \text{ kPa}$ ($= 149 \text{ mmHg}$). Si la pression ambiante augmente (comme en plongée), la pression partielle de chaque constituant gazeux augmente. Ainsi, à 2 atm en valeur absolue, la pression partielle de l'oxygène dans un gaz sec est de $101,3 \times 2 = 202,6$ kPa ($760 \text{ mmHg} \times 2 = 1\,520 \text{ mmHg}$); $0,21 \times 202,6 = 42,6$ kPa ($0,21 \times 1\,520 \text{ mmHg} = 319 \text{ mmHg}$).

Note 1 à l'article: La pression partielle dépend de la fraction volumique du constituant gazeux.

Note 2 à l'article: La pression partielle d'un gaz peut augmenter ou diminuer même lorsque sa fraction volumique relative reste inchangée. La pression partielle entraîne la diffusion du gaz à travers les membranes cellulaires et est donc plus importante que la fraction volumique relative du gaz.

3.16 système respiratoire

organes tubulaires et caverneux (bouche, trachée, bronches, poumons, *alvéoles* (3.1), etc.) et structures assurant la ventilation pulmonaire et les échanges gazeux entre l'air ambiant et le sang

3.17
température et pression normales, à sec
STPD

conditions normales pour l'expression de la consommation d'oxygène

Note 1 à l'article: Température normale (0 °C) et pression normale (101,3 kPa, 760 mmHg), air sec (humidité relative de 0 %).

3.18
ventilation

<général> processus d'échange d'air entre les poumons et l'environnement ambiant

4 Symboles et abréviations

APRF	appareil de protection respiratoire filtrant («air purifying respirator»)
SC	surface corporelle, exprimée en m ²
PAPR	appareil de protection respiratoire filtrant à ventilation assistée («powered air purifying respirator»)
SAR	appareil de protection respiratoire isolant alimenté en gaz respirable («supplied air respirator»)
SCBA	appareil de protection respiratoire isolant autonome («self-contained breathing apparatus»)
UBA	appareil de protection respiratoire de plongée («underwater breathing apparatus»)
p_{CO_2}	pression partielle du dioxyde de carbone
$p_A CO_2$	pression partielle alvéolaire du dioxyde de carbone
$p_a CO_2$	pression partielle artérielle du dioxyde de carbone
$p_v CO_2$	pression partielle veineuse du dioxyde de carbone
pO_2	pression partielle de l'oxygène
$p_A O_2$	pression partielle alvéolaire de l'oxygène
$p_a O_2$	pression partielle artérielle de l'oxygène
$p_i O_2$	pression partielle de l'oxygène inspiré
$p_v O_2$	pression partielle veineuse de l'oxygène
V_E	ventilation par minute (expiration) volume total expiré par les poumons en 1 min, en l/min (BTPS)
\dot{V}_I	ventilation par minute (inspiration) volume total d'air inspiré dans les poumons en 1 min, en l/min (BTPS)
$\dot{V}(O_2)$	consommation d'oxygène
$V(O_2)$	volume d'oxygène consommé par les tissus humains, en l/min, dérivé de la différence entre le volume minute de l'oxygène inhalé et le volume minute de l'oxygène expiré.
$\dot{V}(CO_2)$	vitesse d'élimination du dioxyde de carbone

$V(\text{CO}_2)$ volume de dioxyde de carbone produit par minute, dérivé du produit de la ventilation par minute et de la différence entre les concentrations en pourcentage du dioxyde de carbone expiré et inhalé

5 Oxygène et dioxyde de carbone dans l'environnement respiratoire: réponses physiologiques et limites

5.1 Généralités

L'atmosphère terrestre est composée principalement d'azote et d'oxygène, plus quelques gaz à l'état de traces. La concentration du dioxyde de carbone dans l'air est très faible (environ 0,03 %). Les humains requièrent de l'oxygène comme élément principal dans la production d'énergie au cours du métabolisme cellulaire aérobie. De faibles concentrations ou de faibles pressions partielles atmosphériques d'oxygène (telles que celles rencontrées à haute altitude) peuvent limiter la production d'énergie métabolique, ce qui peut compromettre le fonctionnement physiologique. En revanche, les faibles concentrations de dioxyde de carbone dans l'atmosphère respiratoire ne semblent pas avoir de conséquence physiologique. Le dioxyde de carbone est un sous-produit du métabolisme cellulaire et c'est cette source de dioxyde de carbone, et non la concentration atmosphérique normale, qui provoque des effets physiologiques. Cependant, une augmentation du niveau de dioxyde de carbone dans l'environnement, comme dans la zone de respiration des appareils respiratoires ou dans les espaces confinés, peut également avoir de lourdes conséquences sur le système respiratoire.

Des concentrations élevées en oxygène ou en dioxyde de carbone peuvent avoir des répercussions physiologiques dramatiques. L'hyperoxie, en particulier sous des pressions ambiantes supérieures à une atmosphère (atm), telles que celles rencontrées en plongée, peut être toxique et même mortelle pour l'homme. Des concentrations élevées en dioxyde de carbone peuvent également lourdement influencer sur la respiration et le métabolisme. Cette revue aborde plusieurs points:

- l'oxygène et le dioxyde de carbone dans le cadre de la physiologie humaine normale;
- les effets physiologiques de l'hypoxie et de l'hyperoxie;
- les effets physiologiques de l'hypercapnie;
- la pertinence pour les appareils de protection respiratoire.

5.2 Échange d'oxygène et de dioxyde de carbone gazeux dans les poumons chez l'homme

Une ventilation par minute normale résulte d'une activité neuronale dans les centres respiratoires situés dans les zones du tronc cérébral connues sous le nom de *medulla oblongata* et de pons. Les mouvements d'air dans les poumons lors de l'inspiration et de l'expiration facilitent les échanges gazeux nécessaires au fonctionnement métabolique normal.

Toutes les zones du système pulmonaire ne donnent pas lieu à un échange gazeux. L'espace mort anatomique (régions dépourvues de diffusion gazeuse dans le sang) correspond à un volume d'environ 150 ml du système pulmonaire. L'espace mort physiologique peut toutefois fortement accroître ce volume en fonction du niveau d'activité. Le gaz inhalé traverse les zones de l'espace mort avant de parvenir aux alvéoles pulmonaires. Les échanges gazeux se produisent dans les alvéoles, qui sont en contact avec les capillaires sanguins.

Les échanges amenant l'oxygène dans la circulation sanguine et les échanges éliminant le dioxyde de carbone de la circulation sanguine et l'envoyant dans les alvéoles se font par simple diffusion selon un gradient de pression partiel. La pression partielle de l'oxygène dans les alvéoles ($p_A\text{O}_2$) est d'environ 13,3 kPa (100 mmHg), alors qu'elle est d'environ 5,3 kPa (40 mmHg) dans le sang veineux ($p_V\text{O}_2$). L'oxygène se déplace donc de la zone à forte concentration en oxygène dans les alvéoles vers la zone à faible concentration en oxygène dans le sang veineux. L'oxygène est également transporté dans les globules rouges via un gradient de pression partielle similaire afin de se fixer à l'hémoglobine. À

l'inverse, la pression partielle du dioxyde de carbone dans le sang veineux ($p_v\text{CO}_2$) est d'environ 6,1 kPa (46 mmHg) et seulement d'environ 5,3 kPa (40 mmHg) dans les alvéoles. Le dioxyde de carbone va donc du sang veineux vers les alvéoles puis est expiré dans l'atmosphère.

Après ces échanges gazeux, la pression $p_a\text{O}_2$ est d'environ 12,6 kPa (95 mmHg) et la pression $p_a\text{CO}_2$ est d'environ 5,3 kPa (40 mmHg) dans le sang artériel. Le sang artériel arrivant aux cellules libère l'oxygène et absorbe le dioxyde de carbone selon un processus similaire de déplacement par gradient de pression partielle. Après libération de l'oxygène dans les cellules, la pression $p\text{O}_2$ est d'environ 5,3 kPa (40 mmHg) et la pression $p\text{CO}_2$ est d'environ 6,1 kPa (46 mmHg). De retour dans les poumons pour un nouveau cycle d'échanges gazeux, chaque gaz se déplace à nouveau via le gradient de pression partielle correspondant et répète le processus. L'alimentation des cellules en oxygène et l'élimination du dioxyde de carbone hors du corps se déroulent correctement aussi longtemps que la ventilation des poumons et l'irrigation du sang, assurée par un système circulatoire sain, travaillent de concert.

5.3 Transport de l'oxygène et du dioxyde de carbone dans le sang

L'oxygène est très peu soluble dans le sang. Il est donc transporté vers les organes vitaux, les muscles en activité et le cerveau par un mécanisme de transport particulier du sang. Lorsque l'oxygène de l'atmosphère diffuse des alvéoles jusque dans la circulation, environ 25 % de l'oxygène présent dans les alvéoles est rapidement transporté dans les globules rouges et se fixe sur l'hémoglobine pour former de l'oxyhémoglobine. L'oxyhémoglobine des globules rouges est acheminée par la circulation artérielle jusqu'aux capillaires, où l'oxygène diffuse des globules rouges vers les cellules des tissus cibles. L'oxygène est ensuite utilisé dans les processus métaboliques aérobie se déroulant dans les mitochondries des cellules.

Plusieurs facteurs affectent l'affinité de l'oxygène pour l'hémoglobine. Pour une pression $p\text{O}_2$ ambiante donnée, une augmentation de la température corporelle et de l'acide lactique dans le sang (\downarrow pH), une hausse de la pression $p_a\text{CO}_2$ ou un accroissement du 2,3-diphosphoglycérate (DPG, un produit du métabolisme anaérobie des globules rouges) peuvent réduire l'affinité de l'oxygène pour l'hémoglobine^[4]. Ce phénomène est connu sous le nom d'«effet Bohr» (voir également la Référence [5]), voir [Figure 1](#).

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4c51acd5-69f2-44b9-8240-70324d3a61cf/iso-16976-3-2022>