

LE GAZ QUI FABRIQUE DU SANG. CE QUE LES ÉQUIPES DU TOUR FAISAIENT VRAIMENT, ET POURQUOI TON HÉMOGLOBINE HAUTE PEUT TE MENTIR.

L'affaire du monoxyde au Tour, le mécanisme qui trompe ton rein, l'étude qui fait gagner 5 % de masse d'hémoglobine en 3 semaines, le fumeur qui fait la même chose sans le savoir, les capteurs aveugles, les causes d'une hémoglobine haute et l'arbre pour trancher.

En 2024, des coureurs du Tour respiraient du monoxyde de carbone pour mesurer leur sang. Depuis, l'UCI puis l'antidopage l'ont encadré, parce que le même gaz, répété, fabrique du sang. Ce dossier t'explique pourquoi, te montre que la cigarette, le cigare ou la chicha déclenchent le même mécanisme à petite dose, et te donne l'arbre de lecture pour savoir ce que raconte vraiment une hémoglobine haute sur ton bilan.

Emmanuel Gutierrez · TrainingPerf · 18 ans de terrain, lecture biologique de l'athlète

Ce document ne constitue pas un avis médical. Il ne remplace ni une consultation, ni un bilan, ni le suivi par un médecin. Une hémoglobine ou un hématocrite élevé se discute avec ton médecin, qui reste seul à poser un diagnostic et à décider d'un traitement. Maux de tête, nausées ou malaise dans une pièce chauffée : tu sors, tu aères et tu appelles les secours.

L'AFFAIRE : DES COUREURS DU TOUR QUI RESPIRENT DU MONOXYDE

Juillet 2024, pendant le Tour de France. Un média cycliste révèle que des coureurs de plusieurs équipes de premier plan inhalent du **monoxyde de carbone**, le gaz des pots d'échappement et des chaudières mal réglées. Les équipes concernées le reconnaissent : la technique sert à mesurer le sang de leurs coureurs, au début et à la fin des stages en altitude.

La technique s'appelle le **CO rebreathing**. Pendant 2 minutes environ, tu respires en circuit fermé un mélange d'oxygène et d'une petite dose calibrée de monoxyde. On prélève une goutte de sang avant et après. Comme le monoxyde se fixe sur l'hémoglobine, on calcule à partir de la dilution la **masse totale d'hémoglobine** que tu portes dans tout ton corps, en grammes. C'est une mesure de laboratoire validée, utilisée en recherche depuis plus de 20 ans.

Le problème n'est pas la mesure. C'est qu'avec la même machine, on peut faire autre chose que mesurer. Répété plusieurs fois par jour, le monoxyde devient un **stimulus** : ton corps se croit en altitude et fabrique du sang (partie 2). La frontière entre l'outil de mesure et l'outil de préparation tient à la fréquence.

Date	Décision	Ce qui reste autorisé
Juillet 2024	Révélation pendant le Tour, plusieurs équipes reconnaissent l'usage	Tout, à ce moment-là, aucune règle ne l'encadre
10 février 2025	L'UCI interdit l'inhalation répétée de monoxyde, pour raisons de santé	Une mesure en milieu médical, sous la responsabilité d'un médecin
1er janvier 2026	L'Agence mondiale antidopage classe l'usage non diagnostique dans les manipulations du sang	La mesure de la masse d'hémoglobine ou de la fonction pulmonaire, sous supervision médicale

Ce dossier ne qualifie aucune équipe et aucun coureur. À l'époque, la pratique était autorisée. Ce qui nous intéresse, c'est le mécanisme, parce que tu peux le déclencher sans le savoir, et parce qu'il fausse la lecture de ta propre prise de sang.

L'OUTIL QUI MESURE TON SANG ET L'OUTIL QUI LE STIMULE, C'EST LE MÊME GAZ. SEULE LA FRÉQUENCE CHANGE.

Révélation : Escape Collective, juillet 2024. Communiqué UCI, interdiction à compter du 10/02/2025. Liste des interdictions 2026 de l'Agence mondiale antidopage, méthodes de manipulation du sang.

LE MÉCANISME : POURQUOI UN GAZ TOXIQUE FABRIQUE DU SANG

Ton hémoglobine a un site de fixation pour l'oxygène. Le monoxyde se fixe exactement au même endroit, avec une affinité **200 à 250 fois supérieure**. Chaque molécule de monoxyde qui s'accroche occupe une place qui ne portera plus d'oxygène. On appelle cette forme la carboxyhémoglobine.

La double peine que personne n'explique

Le monoxyde ne fait pas que prendre des places. Sur la même molécule d'hémoglobine, il rend les sites restants plus collants pour l'oxygène : la courbe de dissociation se déplace vers la gauche. Ton sang transporte moins d'oxygène, **et il lâche moins bien celui qu'il transporte** au niveau du muscle. Une hémoglobine à 5 % de carboxyhémoglobine livre moins que ce que 5 % laisseraient croire.

Ton rein mesure en permanence l'oxygène qui lui arrive. Il voit baisser la livraison et réagit comme en altitude : il sécrète de l'**EPO**, l'hormone qui ordonne à ta moelle osseuse de produire des globules rouges. La moelle accélère, les globules tout neufs, les réticulocytes, sortent dans le sang en quelques jours, puis la masse d'hémoglobine monte.

L'étude allemande, chiffre par chiffre

À l'université de Bayreuth, une équipe a fait inhaler à 11 hommes modérément entraînés une petite dose de monoxyde, 5 fois par jour, pendant 3 semaines. Objectif : maintenir leur taux de carboxyhémoglobine autour de 5 %. 11 autres hommes recevaient un placebo.

Mesure	Groupe monoxyde	Ce que ça veut dire
Masse d'hémoglobine	919 g au départ, 962 g en semaine 3, soit environ +4,7 %	Le gain d'un stage en altitude, sans quitter la plaine
Réticulocytes	En hausse dès la 1re semaine	La moelle a reçu l'ordre et tourne plus fort
EPO	Tendance à la hausse en semaine 1, puis freinée après l'arrêt	Le signal monte, puis le corps se recale
Après l'arrêt	Gain de masse maintenu 3 semaines	Les globules vivent environ 120 jours

Pour obtenir ce gain, ils maintenaient leur sang à environ 5 % de carboxyhémoglobine. C'est à peu près le niveau d'un fumeur régulier.

LE MONOXYDE PREND LA PLACE DE L'OXYGÈNE ET EMPÊCHE CELUI QUI RESTE DE SE DÉCROCHER. TON REIN CROIT QUE TU ES EN ALTITUDE.

Schmidt W. et al., Chronic exposure to low-dose carbon monoxide alters hemoglobin mass and VO2max, Medicine and Science in Sports and Exercise, 2020. Revue : Repeated carbon monoxide inhalation in sports, Frontiers in Physiology, 2024.

CONCENTRATION OU MASSE : LE CHIFFRE QUE TON BILAN NE MESURE PAS

Sur ta prise de sang, l'hémoglobine est donnée en grammes par décilitre. C'est une **concentration** : une quantité de globules dans un volume de sang. Elle dépend de 2 choses à la fois, le nombre de globules et la quantité d'eau autour. Le CO rebreathing mesure autre chose : la **masse** totale, en grammes, indépendante de l'eau.

	Hémoglobine du bilan	Masse d'hémoglobine
Unité	g/dL, une concentration	g ou g/kg, une quantité totale
Dépend de ton eau du jour	Oui, fortement	Non
Où on la mesure	N'importe quel laboratoire	Laboratoire de physiologie, CO rebreathing
Ce qu'elle raconte	L'état du moment, eau comprise	Le vrai capital de transport d'oxygène

Repères de masse chez l'homme : environ 11 à 12 g par kilo chez un non-entraîné, 14 à 15 g par kilo et plus chez un athlète d'endurance de haut niveau. Ces chiffres ne se lisent pas sur un bilan de ville. C'est pour ça qu'on lit ta concentration avec ce qui la déplace, jamais seule.

Le paradoxe à connaître : un athlète très entraîné a souvent une **grosse masse** d'hémoglobine et une **concentration plutôt basse**, parce que son plasma a grossi encore plus vite que ses globules. À l'inverse, une hémoglobine haute sur le papier peut cacher une masse banale et un manque d'eau, ou des globules qui transportent autre chose que de l'oxygène (partie 4).

TON BILAN LIT UNE CONCENTRATION. TA PERFORMANCE DÉPEND D'UNE MASSE. LES 2 NE BOUGENT PAS TOUJOURS ENSEMBLE.

LE MONOXYDE QUE TU RESPIRES SANS LE SAVOIR

Pas besoin de machine. La combustion du tabac produit du monoxyde, et un fumeur garde en permanence une partie de son hémoglobine occupée. Le chiffre dépend du produit, de la fréquence et de l'inhalation.

Situation	Carboxyhémoglobine habituelle	Lecture
Non-fumeur, air de ville	Environ 0,5 à 1,5 %	Le bruit de fond normal
Fumeur régulier de cigarettes	Environ 3 à 8 %, plus de 10 % chez les gros fumeurs	Le niveau du protocole allemand, en continu
Chicha, une soirée en lounge	De 1,5 % à 10,6 % en moyenne après la séance	Plus de monoxyde qu'avec une cigarette, à nicotine comparable
Cigare	Variable, surtout selon que la fumée est avalée ou non	Le cigare du vendredi compte, à dose plus faible
Poêle, chaudière, garage	Variable, parfois toxique	Maux de tête, nausées, fatigue en intérieur : on aère et on consulte

L'hématocrite du fumeur monte par 2 portes

1re porte : le monoxyde déclenche la fabrication de globules, exactement comme dans l'étude. 2e porte : le tabac **réduit le volume de plasma**. Plus de globules, moins d'eau autour : la concentration grimpe des 2 côtés. C'est ce qu'on appelle la polyglobulie du fumeur. Ton compte rendu affiche une belle hémoglobine, alors qu'une partie de ces globules porte du gaz, et que ton sang est plus épais.

La bonne nouvelle est dans la vitesse de retour. Le monoxyde quitte le sang avec une demi-vie de 4 à 6 heures à l'air libre : en 1 à 2 jours sans fumer, il est presque parti. Les globules en trop, eux, vivent environ 120 jours. L'hématocrite se normalise en général en **2 à 3 mois** après l'arrêt. Une hémoglobine relue 3 mois après avoir arrêté raconte la vérité.

CHEZ UN FUMEUR, UNE BELLE HÉMOGLOBINE PEUT ÊTRE UNE COMPENSATION, PAS UNE QUALITÉ.

Eissenberg T., Shihadeh A., Waterpipe tobacco and cigarette smoking: direct comparison of toxicant exposure, Am J Prev Med 2009. Étude de terrain en lounge de chicha, 200 clients. Polyglobulie du fumeur : volume plasmatique réduit et production accrue, normalisation en 2 à 3 mois après l'arrêt.

TES CAPTEURS SONT AVEUGLES AU MONOXYDE

Ton oxymètre de doigt et le capteur de ta montre envoient 2 longueurs d'onde de lumière à travers ta peau et comparent ce qui revient. La carboxyhémoglobine renvoie la lumière presque comme l'hémoglobine chargée d'oxygène. Résultat : **ils la comptent comme de l'oxygène**. Un fumeur à 8 % de carboxyhémoglobine peut lire 97 ou 98 % sur son doigt.

Ta prise de sang de ville ne mesure pas non plus la carboxyhémoglobine. Elle se dose sur un gaz du sang avec co-oxymétrie, ou avec certains oxymètres hospitaliers à plusieurs longueurs d'onde. Autrement dit, sur un bilan standard, rien n'affiche le monoxyde. Il faut **le savoir**, et pour le savoir, il faut le demander.

Devant une hémoglobine trop belle, ma première question n'est pas un marqueur. Je demande : tu fumes ? Même juste le week-end ? Même la chicha ?

NI TA MONTRE NI TON BILAN NE VOIENT LE MONOXYDE. LA SEULE FAÇON DE LE SAVOIR, C'EST LA QUESTION.

UNE HÉMOGLOBINE HAUTE A PLUSIEURS CAUSES, ET LE BILAN NE DIT PAS LAQUELLE

Cause	Ce qui tranche	Signature
Manque d'eau le jour du tube	Albumine et protides totaux en hausse en même temps	Tout est concentré, rien n'est fabriqué
Signal de fabrication : tabac, chicha, altitude, tente hypoxique	Réticulocytes en hausse, EPO normale ou haute	La moelle a reçu un ordre
Testostérone, la tienne ou celle d'un traitement	Hématocrite qui suit, testostérone dosée au bon moment	La testostérone freine l'hepcidine et pousse la moelle
Vrai gain d'entraînement	Se confirme sur plusieurs bilans comparables	La seule bonne nouvelle de la liste
Cause hématologique primitive, rare	EPO basse alors que l'hématocrite est haut	Avis médical, recherche de mutation par le médecin

Le paradoxe de l'apnée du sommeil

On lit partout que l'apnée du sommeil fait monter l'hématocrite. Sur 527 patients apnéiques analysés en 2023, **plus de 98 % n'avaient pas d'hémoglobine élevée**. Leur moelle accélère bien la nuit, mais le corps détruit une partie des globules neufs dès que l'oxygène revient. L'apnée se cherche et se traite pour plein de raisons, mais elle explique rarement à elle seule un hématocrite haut. Si tu en as un, on cherche d'abord ailleurs.

Sous testostérone, l'hématocrite est le chiffre de sécurité

C'est l'effet indésirable le plus fréquent d'un traitement par testostérone, surtout avec les formes injectables qui font des pics. Les recommandations endocriniennes demandent de la prudence au-delà de 50 % avant de démarrer, et un ajustement ou une pause au-delà de 54 % en cours de traitement. Ces décisions appartiennent au médecin prescripteur. Notre rôle est que le chiffre arrive sous ses yeux, avec son contexte.

HAUTE NE VEUT PAS DIRE BONNE. ON LIT L'EAU, L'USINE, LES HORMONES ET L'HISTORIQUE AVANT DE SE RÉJOUIR.

Apnée : Song J. et al., American Journal of Hematology 2023 (527 patients). Testostérone : recommandations de l'Endocrine Society 2018. Critères de polyglobulie primitive : Organisation mondiale de la santé, 2016.

L'ARBRE DE LECTURE D'UNE HÉMOGLOBINE HAUTE

Voici l'ordre dans lequel je tranche. Chaque étape élimine une cause avant de passer à la suivante.

1	Le contexte, avant tout chiffre	Tabac, chicha, cigare, même occasionnels. Séjour ou tente en altitude dans les 3 derniers mois. Testostérone, prescrite ou non. Hydratation la veille, dernière séance dure, garrot long au prélèvement. Sans ces réponses, on devine.
2	L'eau	Albumine et protides totaux hauts en même temps que l'hémoglobine : concentration. On refait le prélèvement bien hydraté, 48 à 72 heures après une séance dure, avant toute conclusion.
3	L'usine	Réticulocytes hauts : la moelle a reçu un ordre récent. Tabac, altitude ou hormones. Réticulocytes normaux avec une hémoglobine haute stable : on regarde l'historique.
4	Le signal	EPO haute ou normale haute : ton corps répond à un manque d'oxygène, tabac et altitude en tête. EPO basse avec un hématocrite haut : ce n'est plus une question de performance, c'est un avis médical.
5	L'historique	Comme le passeport biologique : ta ligne à toi, bilan après bilan, dans des conditions comparables. Un chiffre qui monte seul parle plus qu'un chiffre isolé au-dessus d'une norme.

Repère chiffré : chez l'homme, au-delà de **16,5 g/dL d'hémoglobine ou 49 % d'hématocrite**, les critères hématologiques demandent qu'on cherche une cause. Ce n'est pas un diagnostic, c'est un seuil à partir duquel on ne laisse plus le chiffre sans explication.

Ce qui t'envoie chez ton médecin sans attendre

Maux de tête inhabituels, vertiges, visage rouge, démangeaisons après la douche chaude, troubles de la vue, mollet gonflé ou douloureux, essoufflement au repos : tu ne lis pas ça sur un dossier, tu consultes. Et si tu as des antécédents de caillot, un hématocrite haut se discute toujours avec ton médecin.

L'antidopage lit le stock et l'usine ensemble : l'hémoglobine et les réticulocytes, sur la durée. Ton bilan classique lit le stock tout seul, une fois.

CONTEXTE, EAU, USINE, SIGNAL, HISTORIQUE. DANS CET ORDRE, ET JAMAIS UN CHIFFRE SEUL.

Passeport biologique de l'athlète : le score OFF combine l'hémoglobine et le pourcentage de réticulocytes. Critères OMS 2016 pour la polyglobulie de Vaquez.

2 CAS DU TERRAIN

Cas 1 : 2 cigarettes le soir, déclarées après coup

Un athlète remplit son questionnaire sans rien cocher côté tabac. Quelques semaines plus tard, il me l'écrit de lui-même par message : 2 cigarettes le soir. Son hémocrite était à **47,2 %, pour une borne haute à 48,6**. Dans la norme, tout en haut. Le compte rendu ne signalait rien. Chez lui, avec un terrain qui coagule plus facilement que la moyenne, un sang plus épais pesait davantage que chez n'importe qui. Personne ne lui avait posé la question.

Cas 2 : testostérone prescrite depuis 10 ans

Un athlète sous testostérone injectable depuis une dizaine d'années. Son hémocrite passe de **48,5 % à 54,3 % en 7 mois**, sur 4 bilans. Le bilan qui affichait 54,3 avait été prescrit par un autre spécialiste. Le médecin qui suivait la testostérone ne l'avait probablement jamais vu. Le chiffre existait, personne ne l'avait relié au traitement.

Les 2 cas ont un point commun : **le chiffre était sur la feuille**. Ce qui manquait, c'était la question posée et le lien fait entre le chiffre, le contexte et la personne qui doit décider.

LE CHIFFRE ÉTAIT LÀ. CE QUI MANQUAIT, C'ÉTAIT LA QUESTION ET LE LIEN.

Cas anonymisés du suivi TrainingPerf, 2026. Détails modifiés pour qu'aucune personne ne soit reconnaissable.

CE QUE JE LIS EN SUIVI PERFORMANCE

En Suivi Performance, je lis chaque semaine tes séances, ta VFC, ta fréquence cardiaque de repos et tes nuits, en face de ta biologie. Ton hémoglobine ne se lit jamais seule : avec ton albumine, tes réticulocytes, ton hématocrite, tes hormones quand elles sont en jeu, et surtout avec ton historique et le moment du prélèvement.

Et je pose les questions que la feuille ne pose jamais : le tabac, la chicha, l'altitude, les traitements, l'eau de la veille. C'est souvent là que se cache la réponse.

Les équipes du Tour mesuraient leur masse d'hémoglobine en laboratoire. Toi, tu peux déjà apprendre à lire la tienne correctement sur ton bilan.

UNE HÉMOGLOBINE HAUTE SE LIT AVEC TON EAU, TON USINE, TES HORMONES ET TON HISTORIQUE. JAMAIS SEULE.

Et maintenant, on part de toi.

Ce dossier t'a montré le mécanisme. Mais le mécanisme général, ce n'est pas ton corps. La vraie question, c'est ce que TA biologie raconte.

BioScan · offert.

Ta cartographie sur 5 axes, 10 minutes depuis ton téléphone, sans carte bleue. Le point de départ.

trainingperf.fr/bioscan/app

Décodage Performance · 197€ ou 3x66€.

Tu as déjà des analyses ? Je les lis vraiment, ligne par ligne. Protocole applicable inclus.

trainingperf.fr/decodage-performance

Bilan Performance · 697€ ou 3x232€.

La vue complète : 4 analyses qui dialoguent (biologie, posture, biomécanique, composition). Kit envoyé chez toi.

trainingperf.fr/bilan-performance

« C'est pas dans ta tête. C'est dans ta biologie. »

Emmanuel · TrainingPerf

Ce document est éducatif et ne constitue pas un avis médical. Les ranges fonctionnels TP diffèrent des ranges labo standards et sont issus de la pratique clinique TrainingPerf. Parles-en à ton médecin ; ce guide ne se substitue pas à une consultation ni à un suivi par un professionnel diplômé.

TrainingPerf : précision clinique par la biologie. Cabinet de consulting en performance biologique premium, France. trainingperf.fr