

CE QU'IL TE RESTE APRÈS 5 HEURES. TA DURABILITÉ, DÉCORTIQUÉE.

L'analyse complète de la victoire de Paul Seixas au Tour de Lombardie, la science de la durabilité, le protocole pour mesurer la tienne, et les lignes de ton bilan qui disent si ton corps rationne ton carburant.

Samedi 10 octobre 2026, Tour de Lombardie. Après 221 kilomètres et plus de 5 heures de course, un coureur de 20 ans attaque assis dans le Civiglio, lâche Evenepoel, Del Toro, Pidcock et Ciccone, et bat le record de la montée détenu par Pogačar. Ici, on ne fait pas de procès : on décortique le travail. Ce dossier part de la course, minute par minute, puis descend d'un étage à chaque partie. La puissance qu'il te reste quand tu as déjà beaucoup donné, les fibres que ta cadence épargne, le compartiment de glycogène qui commande ta force, et l'ordre exact dans lequel ton bilan sanguin réagit quand tu roules en dessous de tes besoins.

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

Ce document ne constitue pas un avis médical. Il ne remplace ni un examen, ni une prescription, ni le suivi par un médecin. Un test d'effort maximal suppose un état de santé compatible : en cas de traitement en cours, de pathologie cardiaque ou de doute, demande l'avis de ton médecin avant de le réaliser. Aucune dose de complément n'y figure.

LA COURSE, DÉCORTIQUÉE

239 kilomètres de Bergame à Côme, 5 heures 49 minutes et 28 secondes, 41 km/h de moyenne. Paul Seixas a 20 ans et 16 jours. Il devient le plus jeune vainqueur de l'histoire de la course. Un an plus tôt, sur la même épreuve, il finissait 7e. **Entre les deux, ses watts frais ont peu changé. Ce qui a changé, c'est ce qu'il lui reste à la fin.**

1	Toute la journée, il ne dépense rien	Son équipe contrôle l'échappée avec d'autres formations. Lui reste caché. Ses propres mots après la ligne : « tout le monde a fait plus que ce qu'il avait à faire ». Chaque relance qu'il n'a pas eu à faire est du glycogène qu'il garde pour la fin.
2	Le Caviglio, à 18 km de l'arrivée	4,1 kilomètres à 9,7 % de moyenne. Il trouve le rythme trop lent et accélère plus tôt que prévu. Sur les images, il attaque assis , mains aux cocottes, buste immobile. Evenepoel saute, Del Toro saute, Pidcock et Ciccone tiennent environ un kilomètre.
3	Le record du Caviglio	11 minutes 54 secondes, ancien record de Pogačar battu, 20,8 km/h de moyenne sur une pente à presque 10 %. Soit environ 400 mètres de dénivelé en moins de 12 minutes, une vitesse d'ascension proche de 2 000 mètres par heure , réalisée après plus de 5 heures de course.
4	Moi contre moi-même	Au sommet, une trentaine de secondes. Il passe en mode contre-la-montre, l'exercice qui l'a révélé (champion du monde junior du chrono en 2024). Dans la descente vers Côme, aucun risque. À l'arrivée : Mas à 48 secondes, Ciccone à 1 minute 05, Evenepoel et McNulty à 1 minute 20.

« Il y avait des parties pas vraiment raides. Alors j'ai dû très bien gérer mon effort, et accélérer dans les parties dures. » Paul Seixas, conférence de presse.

La phrase que personne n'a relevée

Cette phrase, c'est de la science de l'allure. Dès 1997, un modèle publié dans la revue de référence de la médecine du sport a montré que **faire varier sa puissance avec la pente fait gagner du temps** par rapport à un effort constant. Un peu plus fort là où ça monte, un peu moins là où ça s'aplanit. La raison est mécanique : dans le raide, tu vas lentement, donc tu restes longtemps sur ce segment et la résistance de l'air pèse peu. Chaque watt y achète plus de secondes. Une réanalyse de 2007 a chiffré l'écart : sur un parcours vallonné, moduler une puissance moyenne de 289 watts de plus ou moins 10 % fait gagner **126 secondes** à dépense égale.

Seixas a donc fait 2 choses à la fois dans le Caviglio. Il a placé ses accélérations là où elles rapportent le plus. Et il les a faites assis, ce qui, on le verra en partie 3, épargne les fibres qui servent à attaquer.

Course : Il Lombardia, résultats officiels ; Velon Pro (record du Caviglio) ; conférence de presse officielle du vainqueur.
Allure : Swain DP, Med Sci Sports Exerc, 1997 ; réanalyse publiée en 2007. Aucune donnée de puissance du coureur n'est publique sur cette course, aucune n'est avancée ici.

LE PARADOXE DES 20 ANS

Les chercheurs ont un mot pour ce qui a fait gagner Seixas : la **durabilité**. C'est la capacité à garder ta puissance quand tu as déjà beaucoup travaillé. Elle se mesure en kilojoules par kilo de poids de corps, le travail déjà accumulé dans la journée.

Ce qui sépare les divisions

En 2022, une équipe espagnole a analysé les données de course de 112 coureurs professionnels, 66 du WorldTour et 46 de la division inférieure. Frais, les 2 groupes sont proches. Après 45 kJ/kg, l'équivalent d'une très grosse journée, les coureurs du WorldTour perdent entre 4,7 et 8,8 % de leur puissance maximale. Ceux de la division inférieure, entre 7,6 et 11,6 %. **L'écart se creuse surtout sur les efforts de 5 minutes et plus**, exactement la durée d'une montée décisive.

TES WATTS FRAIS DISENT CE QUE TU VAUX AU DÉPART. TA DURABILITÉ DIT CE QUE TU VAUX À L'ARRIVÉE.

Pourquoi c'est un paradoxe

En 2024, la même équipe a comparé des coureurs de moins de 23 ans à des pros, cette fois après des efforts intenses répétés. Les jeunes voient leur puissance baisser dès 5 kJ/kg de travail intense accumulé. Les pros tiennent jusqu'à 7,5 kJ/kg : **50 % d'efforts intenses en plus avant de décrocher**. La durabilité est la qualité qui arrive en dernier dans une carrière, après des années de volume. Seixas en a 20, et il a produit l'effort de sa journée au bout de 5 heures.

Le détail que les plans d'entraînement ignorent

Une 3e étude a suivi 30 coureurs professionnels de moins de 23 ans sur une saison entière, en séparant leur profil frais (avant 2 000 kJ de travail) de leur profil fatigué (après 2 000 kJ). Deux résultats changent la façon de s'entraîner. D'abord, **c'est le profil fatigué qui bouge au fil de la saison, bien plus que le profil frais**. Tes tests faits frais ne voient presque rien de ta progression réelle, ni de ta dégradation en fin de saison. Ensuite, ce qui améliore le profil fatigué, c'est le temps passé sous le premier seuil ventilatoire, la vraie endurance facile, et une répartition polarisée de l'intensité. Le volume facile, celui que tout le monde coupe en premier quand le temps manque, est précisément celui qui construit la réserve.

Lire tes propres fichiers en 10 secondes

Ton compteur affiche le travail en kilojoules. Un raccourci utile : ton corps ayant un rendement d'environ 20 à 25 % sur un vélo, **1 kJ affiché correspond à peu près à 1 kcal dépensée**. Divise ce chiffre par ton poids et tu sais à quel étage de fatigue se joue chacune de tes sorties. À 70 kg, 25 kJ/kg font 1 750 kJ, soit en général 2 h 30 à 3 heures d'endurance.

Mateo-March M et al., Int J Sports Physiol Perform, 2022 ; Leo P et al., Int J Sports Physiol Perform, 2024 ; Spragg J et al., étude de saison sur 30 coureurs professionnels U23, 2022.

ASSIS : LA CADENCE QUI ÉCONOMISE TES FIBRES

Ton muscle recrute ses fibres dans un ordre fixe. D'abord les lentes, endurantes, peu puissantes. Puis, quand la force demandée augmente, les rapides, explosives, qui vivent surtout de glycogène. **Ce n'est pas la vitesse de tes jambes qui appelle les fibres rapides, c'est la force de chaque appui.**

Debout, en grosse dent, chaque coup de pédale est lourd. Assis, les jambes qui tournent vite, tu réparties la même puissance sur plus de coups, chacun plus léger. Même watt, autre recrutement.

L'étude qui l'a mesuré dans la fibre

8 hommes ont pédalé 30 minutes à environ 85 % de leur capacité aérobie, une fois à 50 tours par minute, une fois à 100, pour la même dépense d'énergie. Biopsies de la cuisse avant et après, glycogène mesuré fibre par fibre.

Fibres	À 50 tours par minute	À 100 tours par minute
Rapides (type II)	-49 % de glycogène	-33 % de glycogène. Différence significative
Lentes (type I)	-46 % de glycogène	-35 %. Différence non significative

À dépense égale, la basse cadence vide le réservoir des fibres rapides 1,5 fois plus vite. Ce réservoir, c'est ta cartouche pour la fin.

La nuance qui évite le contresens

Ne retiens pas « mouline toujours ». À faible puissance, tourner très vite coûte de l'énergie pour rien : tu déplaces tes jambes plus souvent. La cadence haute paie quand **l'effort est élevé et que tes fibres rapides sont la ressource rare**, c'est-à-dire dans les montées, dans les relances, et surtout tard dans la sortie. Seixas ne fait pas autre chose : assis dans le raide, plus fort là où la pente l'exige, pour garder de quoi frapper au bon moment.

1	Dans les relances de la journée	Relance assis, en tournant, plutôt que debout en grosse dent. Chaque relance en force entame la cartouche de la fin.
2	Dans les longues montées	Assis par défaut. Garde la danseuse pour les ruptures de pente et l'attaque.
3	Après 3 heures	C'est là que la règle compte le plus : tes fibres rapides ont déjà payé. Protège ce qu'il en reste.

Ahlquist LE et al., Eur J Appl Physiol, 1992 (8 hommes, 30 min à environ 85 % de VO₂max, 50 contre 100 tr/min). Principe de recrutement par taille des unités motrices (Henneman).

LE GLYCOGÈNE QUI COMMANDE TA FORCE

Tu as déjà eu les jambes vides avec un cardio qui répondait encore ? Le moteur tourne, la force ne vient plus. L'explication est un étage plus bas que tout ce qu'on t'a raconté sur le glycogène.

Ton glycogène n'est pas rangé à un seul endroit

Dans ta fibre musculaire, le glycogène est stocké en 3 compartiments. Sous la membrane. Entre les myofibrilles. Et à l'intérieur même des myofibrilles, collé contre la machinerie qui fait contracter le muscle : c'est le **glycogène intramyofibrillaire**. C'est le plus petit stock, et c'est celui qui part en premier pendant un effort long.

Pourquoi ce petit stock commande ta force

Pour se contracter, ta fibre doit libérer du calcium depuis son réservoir interne, le réticulum sarcoplasmique. En 2011, une équipe danoise et suédoise a suivi des skieurs de fond d'élite avant, juste après, 4 heures et 22 heures après une course d'une heure. Résultat : **quand le glycogène baisse, et surtout le glycogène intramyofibrillaire, la vitesse de libération du calcium baisse avec lui**. Moins de calcium libéré, moins de force par contraction.

1	Le stock intramyofibrillaire baisse	Il s'épuise en premier lors des efforts longs et intenses.
2	Le calcium sort moins vite	Le réservoir interne de la fibre libère son calcium plus lentement.
3	La force par contraction baisse	Surtout aux basses fréquences de stimulation, celles d'un effort prolongé.
4	Jambes vides, cardio intact	Le cœur et les poumons ont encore de la marge. La commande de contraction, non.

Honnêteté sur le niveau de preuve : le lien entre ce compartiment et la libération du calcium est solidement établi, le mécanisme biochimique exact reste discuté. Ce qu'on en tire en pratique ne dépend pas de ce détail : **ce qui protège ta force de fin de course, c'est d'arriver au moment décisif avec ce compartiment encore garni**. 2 leviers. Ne pas le vider pour rien (partie 3). Et le réalimenter pendant l'effort.

Le carburant pendant la sortie

Ton intestin absorbe le glucose par une porte qui sature autour de 60 grammes par heure. Le fructose passe par une seconde porte. En les associant, dans un rapport d'environ 1 pour 0,8, les pros montent à 90, parfois 120 grammes de glucides par heure. Et l'intestin s'entraîne : il faut 6 à 12 semaines de paliers progressifs pour tolérer ces quantités. Le débit qu'on te conseille partout ne vaut que si ton intestin a été préparé à l'encaisser.

Ørtenblad N, Nielsen J, Saltin B, Holmberg HC, J Physiol, 2011. Absorption intestinale des glucides : transporteurs SGLT1 et GLUT5, données de nutrition sportive de référence.

TON BILAN, ET DANS QUEL ORDRE IL RÉAGIT

Ce compartiment de glycogène, tu le remplis avec ce que tu manges. Et beaucoup de cyclistes qui veulent s'affûter roulent en dessous de leurs besoins sans le savoir. Sur 50 cyclistes route compétiteurs étudiés en 2018, **28 % étaient en faible disponibilité énergétique**, et 44 % avaient déjà une densité osseuse lombaire basse. La disponibilité énergétique était le premier facteur qui l'expliquait.

La séquence que personne ne t'explique

Quand l'énergie manque, ton corps ne coupe pas tout en même temps. Il y a un ordre, et il explique pourquoi tant de bilans reviennent « normaux » chez des sportifs qui s'éteignent.

1	En quelques jours : leptine et insuline	Chez l'homme, 4 jours à un apport très bas suffisent à faire chuter la leptine de plus de 50 % et l'insuline de plus d'un tiers. Dans la même étude, la T3, la testostérone et l'IGF-1 n'avaient pas encore bougé. La leptine n'est presque jamais prescrite. L'insuline à jeun, si.
2	En quelques semaines : T3, IGF-1, testostérone	Si le déficit dure, ta thyroïde convertit moins de T4 en T3, l'hormone active. L'IGF-1 baisse. Puis la testostérone : chez les cyclistes en déficit chronique de l'étude de 2018, elle était plus basse que chez ceux qui mangeaient à leurs besoins.
3	En quelques mois ou années : l'os	La densité osseuse décroche en silence, d'abord aux vertèbres. Sur un vélo, rien ne vient compenser : ton poids est porté.

Un bilan normal ne prouve pas que tu manges assez. Il peut juste dire que le déficit n'a pas encore atteint l'étage que tu regardes.

Les lignes à lire ensemble

Marqueur	Ce qu'il mesure	Comment le lire
Insuline à jeun, avec la glycémie	Le premier étage de la réponse au déficit	Une insuline très basse chez un sportif mince n'est pas forcément une bonne nouvelle : elle peut signer un apport insuffisant
T3 libre, avec T4 libre et TSH	La conversion vers l'hormone active	La TSH reste souvent normale pendant que la T3 libre glisse. Lue seule, la TSH rassure à tort
IGF-1	Le statut nutritionnel et l'axe de croissance	Baisse quand l'énergie manque, souvent avant les paramètres androgéniques
Testostérone totale, SHBG, albumine, LH	La fraction réellement disponible et sa commande	Une totale correcte avec une SHBG haute peut cacher une fraction libre basse. Une LH non élevée signe un frein central, réversible par l'alimentation et la charge
Ferritine, avec CRP	Le stock de fer, corrigé de l'inflammation	La ferritine monte avec l'inflammation et après un gros effort : sans CRP à côté, elle rassure à tort

Le signal que tu peux voir sans prise de sang

Un appétit qui augmente pendant que ton poids ne bouge pas, chez un sportif d'endurance déjà mince, n'est pas une question de protéines. C'est la demande d'énergie qui n'est pas servie. La faim est la demande, le poids stable est la réponse, la puissance de fin de sortie qui ne vient plus est la conséquence.

Quand te prélever

Une course laisse une trace biologique de plusieurs jours : enzymes musculaires, CRP, ferritine, créatinine montent, et l'hémoglobine baisse par dilution. Prélève-toi en milieu de semaine, le matin entre 7 et 9 heures, à jeun, **au moins 72 heures après ta dernière course** et sans séance intense dans les 48 heures.

Koehler K et al., J Sports Sci, 2016 (6 hommes, 4 jours à 15 kcal par kg de masse maigre et par jour). Keay N, Francis G, Hind K, BMJ Open Sport Exerc Med, 2018 (50 cyclistes route compétiteurs).

MESURE TA DURABILITÉ

Le test que font les équipes professionnelles avec leurs données de course, tu peux le reproduire avec un capteur de puissance, ou à défaut une montée chronométrée. Il compare la même performance faite fraîche et faite après une grosse dépense. **L'écart entre les deux, c'est ta durabilité.**

A	Le test frais	Reposé, après 15 minutes d'échauffement progressif : 20 minutes au maximum de ce que tu peux tenir, sur une montée régulière ou sur home-trainer. Note la puissance moyenne, ou le temps d'ascension si tu n'as pas de capteur.
B	Le test fatigué, 3 à 7 jours plus tard	Sortie d'endurance facile, sous ton premier seuil, jusqu'à 25 kJ par kilo de poids de corps (1 750 kJ à 70 kg). Bien alimenté : 60 à 90 grammes de glucides par heure selon ce que ton intestin tolère. Puis le même effort de 20 minutes, sur la même montée.
C	Le calcul	Puissance du test B divisée par celle du test A. Ou, sans capteur, temps du test A divisé par temps du test B. Ce rapport, c'est ton chiffre de durabilité.
D	Le retest dans 8 semaines	Mêmes conditions, même heure, même parcours, même alimentation. C'est l'évolution de TON rapport qui compte, pas une comparaison avec un pro.

Pourquoi on ne te donne pas de seuil

Aucune étude n'a publié de valeur de référence pour l'amateur. Les chiffres des pros servent de repère d'ordre de grandeur, pas de note. Si ton rapport s'améliore pendant que ta puissance fraîche stagne, tu progresses exactement là où se gagnent les courses. S'il se dégrade alors que tu t'entraînes plus, cherche du côté de la partie 5 avant d'ajouter des séances.

Les 4 leviers qui construisent la réserve

1	Le volume facile	Le temps sous le premier seuil est ce qui améliore le profil fatigué. C'est le premier qu'on sacrifie, c'est le dernier à couper.
2	La cadence	Assis, en tournant, dans les montées et les relances. Garde la force pour le moment où elle décide.
3	L'intestin entraîné	Monte tes glucides d'effort par paliers sur 6 à 12 semaines, pour arriver au moment décisif avec du carburant dans la fibre.
4	L'énergie disponible	Mange à la hauteur de ce que tu dépenses. Et vérifie-le sur les bonnes lignes de ton bilan, dans le bon ordre.

SEIXAS A GAGNÉ SUR CE QUI LUI RESTAIT. LA TIENNE, DE RÉSERVE, SE CONSTRUIT ET SE MESURE.

C'est exactement ce que je fais en Suivi Performance : tes données d'entraînement, puissance, cardio, sommeil, lues chaque semaine à côté de ta biologie. Le point de départ reste le même pour tout le monde, ton BioScan.

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

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