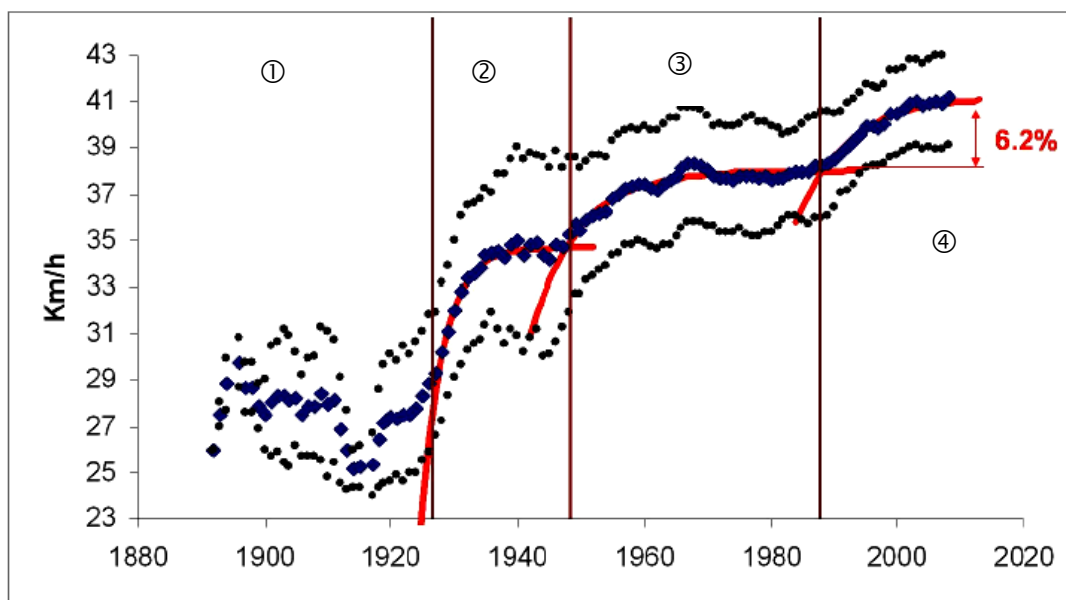


PERFORMANCES SPORTIVES ET DOPAGE

« Nous avons étudié l'évolution des performances en cyclisme sur route au travers des 11 courses les plus représentatives : 4 courses en ligne d'une journée (Milan-San Remo, Paris-Roubaix, Liège-Bastogne-Liège et La Flèche Wallonne), 4 courses à étape qui durent de 4 à 6 jours (Paris-Nice, les Quatre Jours de Dunkerque, le Midi Libre et le Dauphiné Libéré) et les 3 grands tours européens (Italie, France et Espagne). Pour chacune de ces courses, depuis leur première édition jusqu'en 2008, nous avons collecté les kilomètres parcourus, les temps des vainqueurs et la vitesse moyenne des coureurs. Nous avons regroupé toutes les courses et effectué une moyenne annuelle des 11 vainqueurs des 11 courses. Dans les années 1900, la moyenne de vitesse était de $26,5 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$. Dans les années 2008, elle était supérieure à $40 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$.

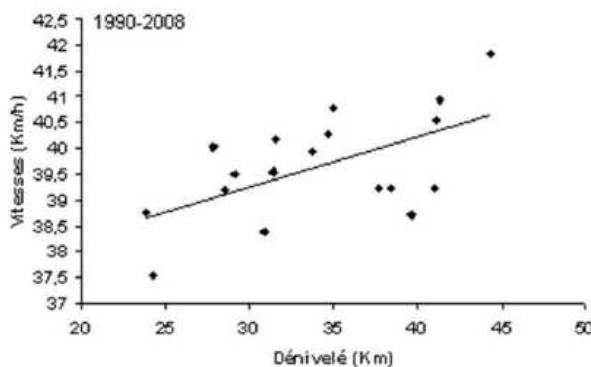
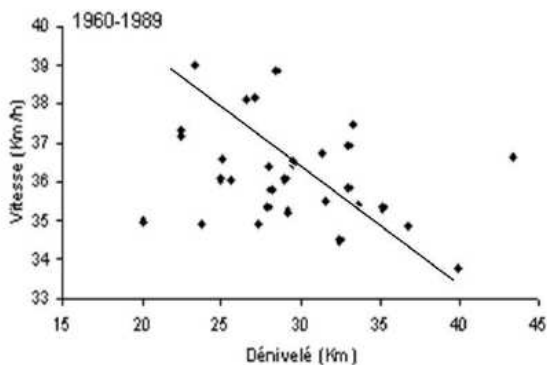


Moyenne lissée des vitesses des onze courses

L'évolution des vitesses s'est faite sur quatre périodes :

- ① : le début de la compétition où les performances sont très variables ;
- ② : l'entre deux-guerres : la croissance des performances est rapide du fait de l'évolution du matériel et d'une meilleure structuration des méthodes d'entraînement ;
- ③ : l'après-guerre : l'évolution est lente avec un plateau atteint dès les années 1970 ;
- ④ : les années 1990, avec une brusque amélioration des performances de 6,2 % par rapport à l'étape de stagnation précédente.

Nous avons également comparé la relation entre le dénivelé total (somme des altitudes de tous les cols grimés) des courses et la vitesse du vainqueur.



D'après franceolympique.com

Questions :

- A)** L'évolution des performances de la période ④ ne peut pas être justifiée par des considérations technologiques. Expliquer pourquoi.
- B)** L'une des explications circonstanciées les plus probables de l'évolution des performances de la période ④ tient à l'arrivée d'une molécule dopante : l'E.P.O.
- 1) Rechercher la signification de « E.P.O. » puis compléter la première ligne du tableau ci-dessous.
 - 2) Rechercher pour quelle pathologie cette molécule est prescrite par un médecin, quel est l'effet de cette molécule sur le corps humain puis compléter la cinquième ligne du tableau ci-dessous.
 - 3) Expliquer alors ce que recherchent les cyclistes tricheurs en utilisant l'E.P.O.
 - 4) Après avoir nommé les différents atomes de la molécule d'EPO, calculer sa masse molaire.

Nom de la substance	
Formule brute	$C_{809}H_{1301}N_{229}O_{240}S_5$
Classe associée	S2. Hormones peptidiques, facteurs de croissance et substances apparentées.
Statut	Substance interdite.
Utilisation médicale	
Contrôle antidopage	Analyses urinaires régulières.

- C)** Dans une course cycliste, plus le dénivelé est grand plus la course est dure. En utilisant les représentations graphiques vitesse = f (dénivelé) :
- 1) Montrer la cohérence des performances sur la période 1960-1989.
 - 2) Montrer l'incohérence des performances sur la période 1990-2008.
- D)** Il existe d'autres molécules dopantes dans le sport en général : on peut citer par exemple l'éthanol, la 1-testostérone et la caféine. Consacrons-y une brève étude chacune.

1) L'éthanol.

Nom de la substance	Ethanol.
Formule brute	C_2H_6O
Effets recherchés	Détente, diminution des tremblements, augmentation de la confiance en soi.
Effets indésirables	Agressivité, diminution de l'équilibre et de la coordination motrice, maladies du foie et dépendance (à long terme). Coma éthylique. Dépendance.
Indications thérapeutiques	Désinfection locale.
Contrôles antidopage	Uniquement en compétition.
Note spéciale	L'éthanol est interdit en compétition seulement, dans certains sports (aéronautique, automobile, karaté, motocyclisme ...) sera effectuée par éthylométrie et/ou analyse sanguine. Le seuil de violation (valeurs hématologiques) est 0.10 g.L^{-1} .

- a) L'éthanol est une molécule de la famille des alcools. Quel est le groupe caractéristique de cette famille ? Comment le nomme-t-on ?
- b) Ecrire les formules développée et semi-développée de l'éthanol.
- c) Parmi les modèles moléculaires présentés, lequel correspond à l'éthanol ?

- d) Donner la formule semi-développée de l'isomère qu'il peut également se former.

2) La 1-testostérone.

Nom de la substance	1-testostérone (17 bêta-hydroxy-5 alpha-androst-1-ène-3-one).
Classe associée	Classe S1.1. Agents anabolisants: stéroïdes anabolisants androgènes (SAA) : augmente le potentiel de motivation du sportif. Elle permet également d'augmenter la masse musculaire et la force ainsi que la résistance à la fatigue (augmentation de l'intensité de l'entraînement).
Statut	Substance interdite depuis 1984.
Effets indésirables	La consommation de testostérone exogène à visée de dopage est dangereuse pour la santé.
Note spéciale	Cette substance n'est pas (ou plus) commercialisée. Détection par analyses sanguines.

A partir du modèle moléculaire de la 1-testostérone :

- Ecrire sa formule brute.
- Ecrire les formules développée et semi-développée.
- Entourer le(s) groupe(s) caractéristique(s) et le(s) nommer.

3) La caféine.

Nom de la substance	Caféine
Classe associée	Classe A : stimulant.
Effets recherchés	Stimulant du système nerveux de consommation courante, la caféine permet de retarder l'arrivée de la fatigue et d'accroître la vigilance. Psychostimulant. Favorise la consommation des graisses.
Effets indésirables	Douleurs musculaires, tachycardie, insomnie
Statut	Jusqu'en 2004, son usage est, bien sûr, accepté et un sportif n'est déclaré positif qu'au-delà de 12 µg/L. Sa dose mortelle chez l'homme est de l'ordre de 5 à 10 g/L. Elle est très facilement détectable aux contrôles. Depuis 2005, l'A.M.A. (agence mondiale anti-dopage) a retiré la caféine de la liste des produits interdits pour le classer dans la catégorie des produits sous surveillance. Ceci signifie qu'elle est toujours recherchée dans les contrôles et qu'en cas de recrudescence de taux anormalement élevés, elle sera à nouveau interdite.

A partir du modèle moléculaire de la caféine :

- Ecrire la formule brute
- Ecrire les formules développée et semi-développée.
- Entourer les groupes caractéristiques et les nommer.
- Calculer la masse molaire moléculaire.

Le café torréfié présente un pourcentage massique en caféine moyen voisin de 3 %. On admet que la totalité de la caféine se dissout lors de la préparation de la boisson (par percolation ou filtration). La caféine est classée « toxique », sa dose létale est proche de 125 mg.kg⁻¹.

- Quelle est la signification de « létale » ?

- f)** Sachant qu'il faut une masse $m = 5 \text{ g}$ de café solide pour préparer un espresso (une tasse), déterminer la masse de caféine présente dans cette boisson.
- g)** Déterminer combien de tasses de café un individu de 50 kg devrait-il boire pour atteindre la dose létale ?
- h)** Déterminer est la quantité de matière n_c de caféine présente dans la tasse de café.
- i)** Le volume de la boisson est $V_t = 50 \text{ mL}$ par tasse, déterminer la concentration molaire C_c puis le titre massique t_c en caféine dans cette boisson.
- j)** Les doses retrouvées chez les sportifs positifs au contrôle anti-dopage atteignent couramment des valeurs équivalentes à la consommation de 150 tasses de café. On est donc très loin, contrairement aux protestations des « victimes », d'un usage normal. Elle est souvent absorbée sous forme de gélules pendant la course. Déterminer la masse de caféine qui est alors consommée.

[Source des documents](#) : franceolympique.com ; dopage.com ; cyclisme-dopage.com ; wikipedia.org.