

Exemple détaillé d'une zone de mesure **RADAR**

L'ascension du Mont Ventoux, en trois parties.

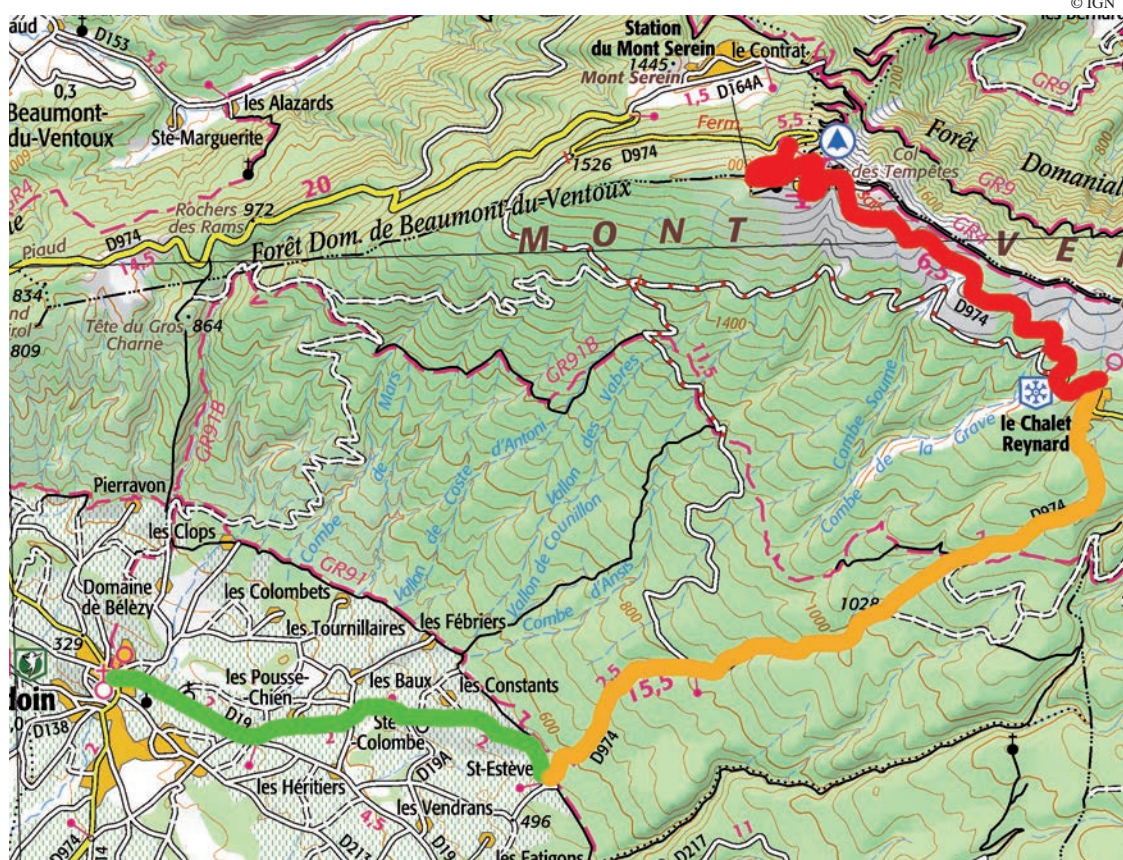
UNE ASCENSION COMME CELLE DU MONT VENTOUX PEUT ÊTRE DIVISÉE EN TROIS PARTIES (VOIR CARTE), ÉTUDIÉES DIFFÉREMMENT SELON LES CIRCONSTANCES DE COURSE ET LA MÉTÉO :

- 1) De Bédoin à Saint Estève = 1
- 2) De Saint Estève au Chalet Reynard = 2
- 3) Du Chalet Reynard jusqu'au sommet = 3

Dans la partie 1, la précision de la mesure de puissance est de +/- 10% dans le cas d'une course en ligne, car les coureurs bénéficient de l'effet de « drafting » quand ils roulent en peloton ou l'un derrière l'autre. En effet, la pente moyenne est inférieure à 4% : les cyclistes profitent de l'aspiration et se suivent. Ils roulent aussi à des vitesses proches de 30 km/h. Cette imprécision de + ou - 10% provient du fait de l'importance des forces aérodynamiques de traînée et d'aspiration par rapport à la force de gravité. Ces forces aérodynamiques ne peuvent pas être déterminées avec précision avec la méthode indirecte employée. Mais la puissance moyenne peut être déterminée dans cette portion 1 avec une bonne précision sur la totalité de l'ascension lors d'un contre-la-montre disputé par vent faible (Dauphiné 2004 et record d'Iban Mayo) où il n'y a pas cet effet « drafting ».

Dans la partie 2, la précision de la mesure de puissance est de +/- 2%. La pente moyenne est proche de 10%, les coureurs se déplacent à des vitesses d'environ 20 km/h et la forêt diminue l'impact du vent. Les coureurs luttent alors principalement contre la pesanteur.

Dans la partie 3, la précision de la mesure de puissance est de +/- 5%. La pente moyenne reste élevée à 8% mais la vitesse du vent au niveau du sol est loin d'être négligeable. Le Mont Ventoux est situé à proximité de la vallée du Rhône où le mistral souffle fréquemment. Il n'y a plus de végétation pour atténuer le vent au



niveau du sol et, plus on monte en altitude (1900m pour le sommet du Ventoux), plus le vent se renforce.

Dans les portraits de coureurs, la puissance moyenne est donc estimée généralement sur la portion 2 entre Saint Estève et le Chalet Reynard.

LES CALCULS DE CERTAINS SONT-ILS PARFOIS MALHONNÊTES INTELLECTUELLEMENT ?

NON,

si nous nous fions à cette étude :

Miguel Indurain a établi un nouveau record du monde de l'heure sur la piste à Bordeaux le 2 septembre 1994 avec 53,04 km. Sa puissance a été estimée à 509,5 watts (réf. 8). 19 jours avant sa tentative de record du

monde, Indurain a effectué un test de laboratoire supplémentaire maximal sur ergocycle freiné mécaniquement (Monark 818 E, Varberg, Suède). Sa puissance au seuil lactique (début de l'accumulation de lactate sanguin - 4 mmol / l) fut de 505 watts (6,23 watts / kg). Cette intensité de l'exercice a été choisie car il a été rapporté qu'elle correspond à ce qui peut être maintenu au maximum pendant une période de temps prolongée. En juillet 1994, Miguel Indurain a remporté son quatrième Tour de France. Il a fait une performance incroyable lors de l'étape d'Hautacam. Nous avons estimé sa puissance (cf pages Indurain) à 530 watts (6,6 watts / kg) pour une période de 35 minutes. Nous avons également estimé sa puissance pendant la montée Avoriaz à la fin d'un contre-la-montre de longue durée (1h30) à 490 watts (6,13 watts / kg).

En moyenne, Indurain a développé 490 watts (6,13 watts / kg) au cours de la dernière montée des étapes de montagne, une valeur légèrement inférieure à sa puissance au seuil lactate (505 watts). L'ordre de grandeur de nos estimations de puissance est donc tout à fait réaliste.

Ref scientifique : Scientific approach to the 1-h cycling world record: a case study. Sabino Padilla, Iñigo Mujika, Francisco Angulo and Juan Jose Goirierna 89:1522-1527, 2000. ; J Appl Physiol

OUI,

si nous nous fions à ces études :

1 : La méthode de Michele FERRARI le « Dottore »

Michele Ferrari propose une simple formule pour déterminer la puissance relative en watts/kg à partir de la

Vitesse Ascensionnelle Moyenne (VAM) d'un coureur quand il grimpe un col.

Puissance relative (watts/kg) = VAM (mètres /heure) / (facteur_pente)

Le facteur de correction « facteur_pente » est égal à $200+10^*p$, avec p le pourcentage moyen.

Par exemple si un coureur grimpe un col de pente moyenne de 6% à 1500m/h, sa puissance relative en watts/kg sera : $1500/(200+10^*6) = 5,77$ w/kg

Michele Ferrari a établi ce lien en pratique en mesurant la VAM sur différentes pentes pour un coureur de 64 kg et développant 300 watts, soit en puissance relative 4,69 w/kg. <http://www.53x12.com/do/show?page=article&id=48> et <http://www.53x12.com/do/show?page=article&id=74>

Notre avis : En toute rigueur, il n'y a pas, en cyclisme sur route pour une pente donnée, de relation aussi simple (linéaire) entre une puissance relative et une vitesse ascensionnelle. Cette formule convient si, pour une pente donnée, un cycliste devait vaincre uniquement des forces proportionnelles à son poids dans les montées de col. Considérons un cycliste qui doit vaincre uniquement la pesanteur. m^*g^*h est l'énergie qu'il doit dépenser pour élever sa masse d'une hauteur h . (m =masse du coureur, g =9,81 m/s²)

Si le coureur dépense cette énergie pendant un temps t , sa puissance sera égale à m^*g^*h/t ou encore $m^*g^*VAM/3600$. Sa puissance relative sera égale à $g^*VAM/3600$

Enfin, on obtient la relation : puissance relative (watts/kg) = VAM / (facteur_pente), avec $\text{facteur_pente} = 3600/g = 367$. En pratique, le cycliste doit vaincre en plus les frottements de l'air, les frottements de roulement, la perte d'énergie de transmission de la chaîne, la force d'inertie pour accélérer. Par conséquent on ne peut plus établir de relation aussi simple. La formule de Ferrari peut néanmoins donner des résultats corrects si le coureur analysé pèse autour des 64 kg et s'il développe environ 4,7 w/kg. Les puissances relatives des coureurs professionnels sur les derniers cols des étapes de montagne sont très souvent au delà

des 5,8 watts/kg. A ce niveau de puissance, les proportions entre les différences forces ne sont plus les mêmes qu'à 4,7 w/kg. Le facteur de correction de la formule de Ferrari entre VAM et puissance relative ne sera plus valide.

Si on tient compte de toutes les forces mise en jeu, plus les forces aérodynamiques (terme non linéaire) seront élevées, plus la formule de Ferrari sera remise en cause. Plus le niveau de puissance sera fort, plus la formule de Ferrari fournira des puissances inférieures à nos modélisations. Par exemple, pour une pente à 8%, à 6 watts/kg, la formule de Ferrari fournira des puissances 2% inférieures à nos estimations. A 6,5 w/kg, la différence sera de 3,5% environ.

La formule, approximative par rapport à notre méthode, n'a pas d'intérêt, si ce n'est sa visée à une désinformation totale en faveur des athlètes « préparés » par Michele Ferrari ou avec qui il a été en rapport, de Moser à Armstrong, en passant par Jalabert.

2 : Analyse du calcul de Fred Grappe dans « cyclisme et optimisation de la puissance en cyclisme »

Frédéric Grappe, qui collabore notamment avec l'équipe professionnelle de la Française des jeux analyse dans son livre « Cyclisme et optimisation de la performance » la montée de Lance Armstrong sur le contre-la-montre de l'Alpe d'Huez en 2004. Son estimation de puissance pour le coureur Américain est de 435 watts, soit 46 watts de moins que notre estimation. Comment une telle différence d'estimation (9%) est-elle possible ?

Fred Grappe donne tous les détails nécessaires pour parvenir à une valeur de 435 watts. La modélisation de Fred Grappe diffère sur un point essentiellement par rapport à la notre : le rendement de la transmission de la chaîne est ignoré. Cela diminue la valeur estimée de 2,5% environ. D'autre part, le coefficient de roulement utilisé C_{rr} est modulé par le cosinus de la pente (projection du poids selon un axe perpendiculaire à la route). Notre simulation simplifie la prise en compte du C_{rr} en supposant qu'il ne dépend pas de la pente. Cela ne change presque pas le résultat, les frottements liés aux roulements

restent faibles par rapport à l'effet de la pesanteur. Il y a une certaine incertitude sur ce paramètre. Enfin, les pentes sont inférieures à 5°, $\cos(5^\circ) = 0,996$. La différence de puissance estimée provient aussi des variables du modèle.

1) Le pourcentage moyen :

L'altitude de départ est en fait de 725m et pas 760m comme il l'écrit (référence carte IGN), ce qui modifie le pourcentage moyen de 7,9% à 8,11%.

2) Coefficient de roulement :

Fred Grappe propose d'utiliser un coefficient de roulement égal à 0,0025. Cette valeur est proche de ce qu'on retrouve généralement dans la littérature scientifique pour un vélodrome. L'auteur du livre en personne a évalué à 0,003 le coefficient de roulement sur vélodrome (cf page 305). Pour quelle raison utiliser un coefficient de roulement inférieur pour des ascensions de col ? Les routes de montagne sont loin d'avoir un revêtement parfaitement lisse.

3) Scx sous estimé à 0,35:

Lance Armstrong a une surface frontale relativement importante dans les ascensions en raison de son gabarit et de sa position souvent en danseuse, le buste redressé. Son coefficient de pénétration dans l'air est donc supérieur à 0,35 quand il grimpe un col. Nous avons estimé son Scx à 0,39 dans les ascensions.

4) La masse totale à transporter :

Celle-ci est de 74kg plus 7kg, soit 81 kg dans son calcul. Il manque la masse des vêtements, des chaussures et de l'équipement embarqué sur le vélo. Ces 4 différences dans les variables de la modélisation ainsi que le rendement de la transmission de la chaîne ignoré expliquent la différence de 9% entre notre estimation et celle de Fred Grappe : 481 watts (6,5 watts/kg) contre 435 watts (5,9 watts/kg).

Peu de temps avant le début du Tour de France 2004, Lance Armstrong effectua un test d'effort avec Michele Ferrari. Il développa 493 watts (cf source) au seuil de lactate pour une masse corporelle de 74kg, soit 6,66 w/kg. Il y a en théorie une très bonne corrélation entre cette puissance au seuil et un effort maximal sur 30 à 40 minutes. Nous sommes également beaucoup plus proches dans notre calcul que Fred Grappe du « nombre magique » de Michele Ferrari : 6,7 w/kg. Cette puissance au seuil était nécessaire selon Michel Ferrari pour remporter le

Tour de France pendant les années Armstrong.

Source : « Lance Armstrong's war », Daniel Coyle, page 209

D'une manière générale nos estimations de puissance sont, pour un temps d'ascension équivalent sur une montée de col, de 5 à 10% supérieures à celles estimées par Fred Grappe.

Dans Vélo Magazine du mois de septembre 2005, Fred Grappe tente d'expliquer la domination de Lance Armstrong. Le titre de l'article : une physiologie aux portes du surnaturel. Il tente de donner un aspect « humain » à Lance Armstrong en s'appuyant sur une valeur de puissance de 5,9 w/kg développée sur le contre-la-montre de l'Alpe d'Huez en 2004, laquelle est sous estimée de 9% selon nous.

De plus, il s'appuie sur l'article très controversé par la communauté scientifique de Edward F.Coyle qui présente entre autre l'évolution du rendement énergétique du coureur américain entre 1993 et 1999. Il n'y aurait jamais eu en réalité une telle évolution du rendement énergétique de Lance Armstrong (<http://www.sportsscientists.com/2008/09/coyle-armstrong-research-installment-2.html>).

Aucune remise en cause de l'auteur de ce livre n'a été faite. S'est-il trompé naïvement, ébloui par la lumière, ou sciemment, en servant par ses calculs la « normalité » de l'idole de l'époque et en cautionnant ses performances «scientistes» ? Si la science est servie par des intérêts plutôt que par des convictions elle n'est plus une science. La réponse est sans doute dans ce que l'auteur laisse entendre, en restant au conditionnel : en augmentant son rendement de 6,9%, comme Lance Armstrong entre 1992 et 1999, David Moncoutié aurait pu réaliser une performance équivalente sur le contre-la-montre de l'Alpe d'Huez en 2004. La réalité est que Lance Armstrong a développé une trop forte puissance (6,5 w/kg) en 2004 et que sa performance n'est pas due à l'amélioration naturelle de son rendement énergétique...