

## ▶ Biomécanique du pédalage



© Christian Labatune

# Pour un bon coup de pédale

**L'énergie est une denrée précieuse, alors mieux vaut l'économiser ! Notre organisme répond lui aussi à ce principe d'économie et de moindre effort. Pourquoi alors ne pas améliorer son coup de pédale pour le rendre plus juste, plus efficace et plus esthétique !**

**C**ela pourrait nous permettre de réduire notre fatigue ou d'augmenter notre rayon d'action. Le tourisme à vélo nous fait envisager parfois de longs périples. S'il est un geste qui est devenu automatique et qu'un cycliste n'envisage pas de modifier, c'est bien le pédalage. Alors à quoi bon analyser, décortiquer un geste aussi familier considéré par beaucoup comme naturel ; ne suffit-il pas d'appuyer sur les pédales ? Et non, il ne suffit pas et surtout pas sur les deux pédales en même temps !

### Trois bonnes raisons d'y regarder de plus près

- Tout d'abord, pour comprendre afin d'optimiser et être plus efficace, pour

rendre le geste plus harmonieux et ainsi diminuer notre dépense d'énergie surtout sur de longs parcours.

- Ensuite parce que pédaler ne nous est pas naturel, que le geste n'est pas aussi simple qu'il y paraît, qu'il ne suffit pas d'appuyer sur une pédale mais qu'en tirant du côté opposé, on obtient, par synergie, un surcroît de force donc de puissance.

- Enfin, parce que la compréhension du fonctionnement des groupes musculaires mis en jeu peut permettre de prévenir quelques dysfonctionnements ou déséquilibres, voire d'éviter des blessures en pratiquant les étirements adaptés.

Ce qui apparaît immédiatement lors de l'analyse biomécanique du pédalage, c'est le nombre important d'articulations

en jeu : cheville-genou-hanche ; autant de leviers qui peuvent laisser l'énergie se disperser. Or, la bonne transmission de l'énergie produite est le facteur essentiel de l'économie du geste et, avec tant de pertes possibles, le rendement peut être diminué si nous n'y prenons pas garde.

### Tout est affaire de cycles

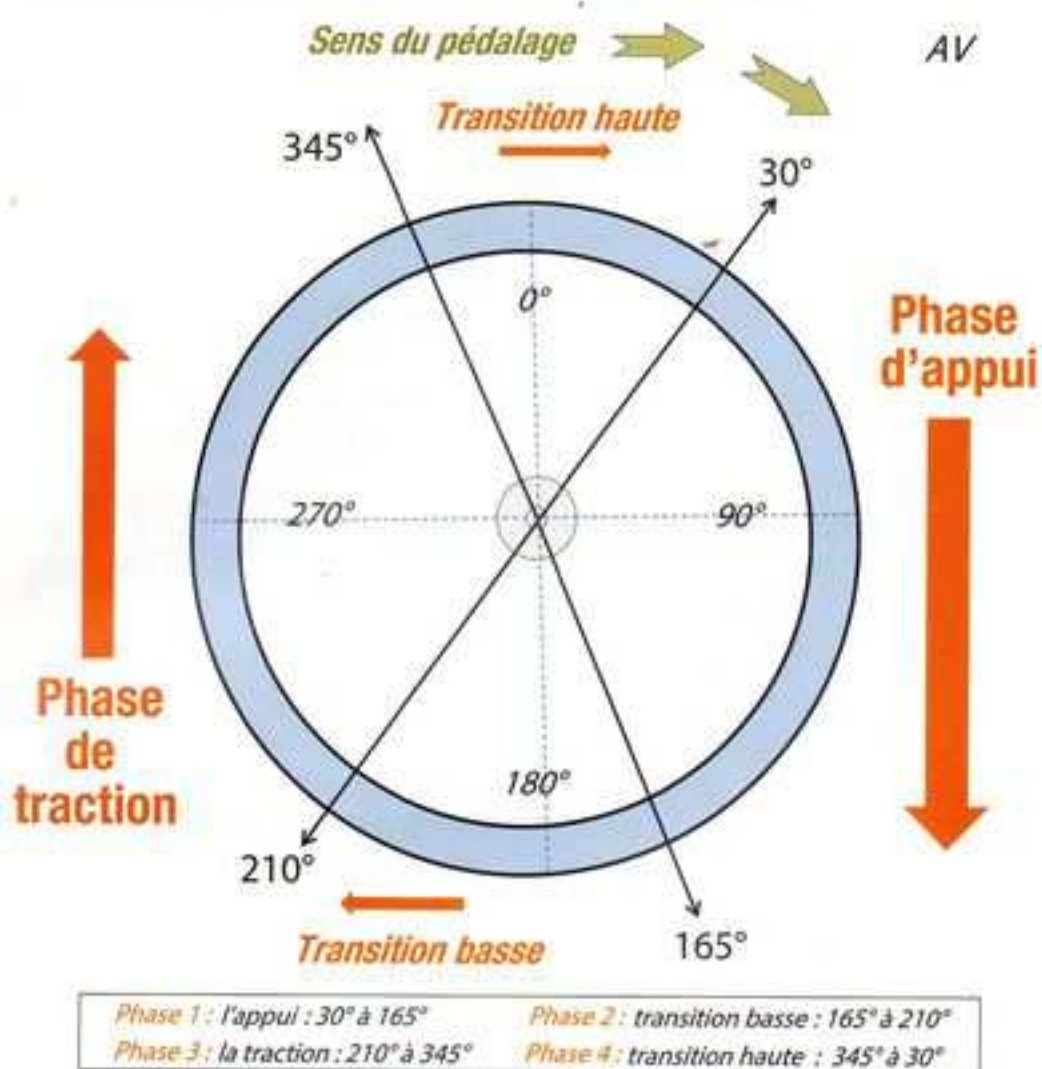
Lors d'un tour de pédale ou un cycle, il nous faut distinguer quatre phases (*schéma 1*) :

- L'appui (phase avant, d'extension des trois articulations), la plus efficace.
- La traction (phase arrière, de flexion), dont l'efficacité est loin d'être négligeable.
- Les deux transitions (haute et basse), souvent considérées, à tort, comme des points morts.

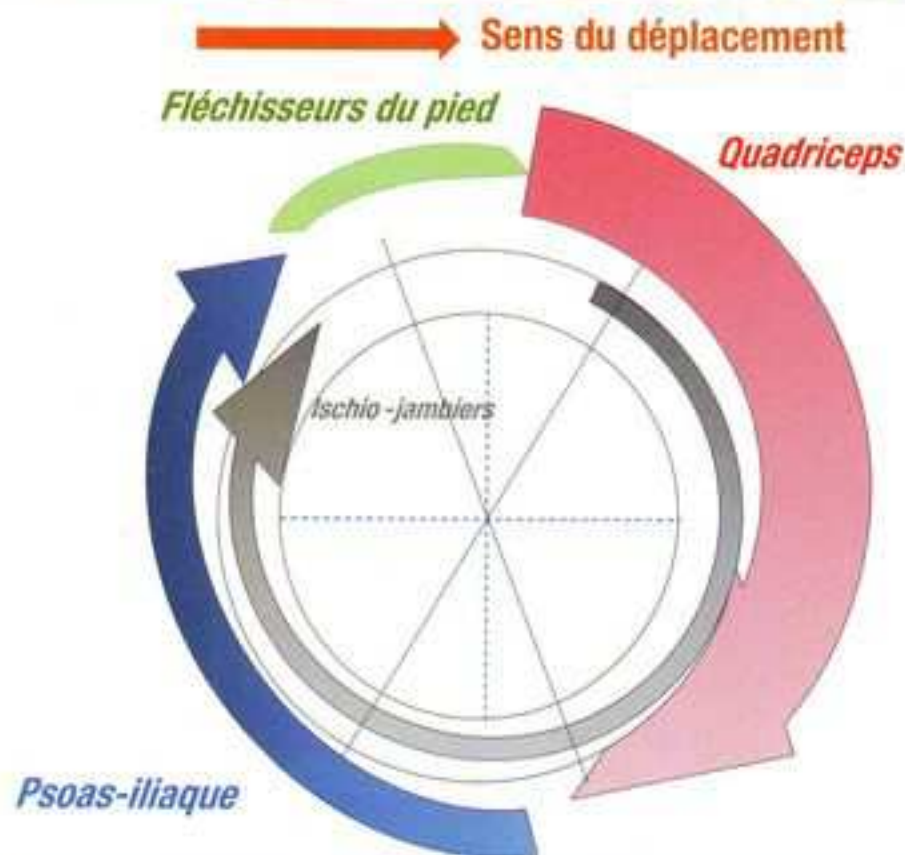
Si nous nous contentons d'appuyer, la force que nous exerçons servira, bien sûr, à faire avancer le vélo, mais également à faire remonter le membre inférieur opposé si ce dernier est passif. Or cet ensemble inerte représente une masse d'environ 10 kg ! Et même sur le plat, l'alléger, rendre actif ce membre inférieur, per-



## Schéma 1 : Les phases du pédalage



## Schéma 2 : Coordination musculaire lors d'un cycle



Ce schéma, qui illustre (partiellement) la mise en action de différents groupes musculaires au travail pendant un cycle, met en évidence l'alternance entre temps d'engagement et temps de repos ; les niveaux de puissance et la durée des temps forts sont très variables. Afin de ne pas trop charger ce schéma, ne figurent que quatre groupes musculaires.

mettra d'améliorer le rendement et donc d'être plus économe. Très souvent le cyclotouriste ne s'intéresse qu'à la phase d'appui sauf lorsqu'une côte se présente ou que le vent de face vient contrarier sa progression, l'effort de traction devient alors un complément appréciable. La traction n'est bien sûr possible qu'équipé de cale-pieds bien serrés ou, de façon plus efficace et plus confortable, de pédales autobloquantes.

### 1/ L'appui : « J'appuie sur une pédale »

Cette phase correspond à une extension active de la hanche et du genou grâce aux groupes musculaires les plus puissants du corps, le grand fessier et le quadriceps sous un contrôle des ischio-jambiers (l'effet sangle) ; mais cette extension n'est efficace que grâce à une solide fixation (ou gainage) du bassin. En effet, si le bassin « flottait » il basculerait latéralement et, outre le fait que la poussée serait peu efficace, les vertèbres lombaires en subiraient de fâcheuses conséquences. À cet effet, le carré des lombes et les abdominaux stabilisent l'appui. Ce gainage puissant et alternant « gauche-droite » chaque seconde, est nécessaire pour deux raisons. Il est garant d'un bon rendement mécanique, mais aussi garant de l'intégrité bio-mécanique de la zone lombaire.

### 2/ La traction :

#### « Je tire sur l'autre pédale »

Cette phase correspond à une flexion active du genou et de la hanche ; l'analyse des coordinations et des synergies

musculaires en est relativement complexe (schéma 2).

- Pour les groupes musculaires concernés par la flexion active du genou, l'essentiel du travail est fourni par les ischio-jambiers (arrière de la cuisse). Muscles volumineux mais fragiles.

- Pour la flexion de la hanche (provoquant la remontée du genou), ce sont des muscles profonds et donc méconnus qui interviennent, en particulier le psoas-iliaque ; par ses insertions hautes et basses, son trajet et sa puissance, les deux faisceaux de ce muscle jouent un rôle déterminant, surtout pour le début de la phase de remontée du genou.

En effet, le psoas est ancré à l'avant du corps des vertèbres lombaires, l'iliaque, sur la face interne de l'ilion (schéma 3). Ils traversent le bassin et s'insèrent par un tendon commun sur une protubérance du fémur (le petit trochanter) à distance de l'axe de l'articulation de la hanche ; cette distance lui permet de développer un levier important dès le début de la phase ascendante, avant que le relais ne soit pris par les autres fléchisseurs.

Ainsi, dès la phase de transition basse et le début de la phase arrière, le rôle de ces « grands oubliés » que sont les ischio-jambiers et le psoas iliaque est déterminant lorsque l'on souhaite améliorer notre indice d'efficacité de pédalage et donc l'harmonie du coup de pédale.

### 3/ Les phases de transition ou comment « enrouler » son coup de pédale

Dans la mesure où les phases de tran-

## Le « pédaler efficacement », ça s'apprend !

Accumuler des heures de selle ne suffit pas et, pour certains d'entre nous, il n'y a pas que le vélo dans la vie ! En deux ou trois sorties hebdomadaires, pour celui qui souhaite progresser et s'offrir le plaisir d'améliorer son coup de pédale (souti esthétique et ergonomique, donc économique), voici quelques pistes : En préalable, vérifier les réglages de la position sur le vélo ainsi que le calage des pieds. Intégrer aux sorties quelques séquences techniques :

- Sur une dizaine de coups de pédales, pensez à tirer le genou (le droit) vers le haut, puis idem avec le gauche, pédaler normalement 15 secondes puis recommencer...

- Pédalage d'un seul pied en arrondissant le passage haut (pied droit... pédalage normal... pied gauche... pédalage normal...), plusieurs séries de 30 secondes à 1 minute.

- Jouer sur les contrastes en variant les cadences (de moins de 50 tours/min en puissance, à plus de 100, en vitesse).

- Jouer sur les contrastes en alternant position assise/danseuse.

- En danseuse, jouer sur le contraste : gainage (le vélo n'oscille pas) ou grande amplitude latérale (balancement de gauche à droite).

Pour les jeux de contraste, il est nécessaire de retrouver, après chaque contrainte, un pédalage normal avant de passer à la contrainte opposée. Tout un programme possible pour nos écoles cyclo et pour tous ceux qui admettent que, quel que soit l'âge, l'exploration, les progrès sont accessibles, ne serait-ce que pour plus de confort.



**Schéma 3 : Le psoas-iliaque**



Le schéma ci-dessus permet de mieux comprendre le rôle du psoas-iliaque au début de la phase de traction alors que le levier des autres groupes musculaires est pratiquement nul. Le psoas prend appui sur la partie antérieure des corps vertébraux (lombaire) : avec un dos placé, il peut ainsi tirer pour faire remonter le genou sans mettre à mal les corps vertébraux.

sition correspondent à des moments où les forces exercées sont moindres, il s'agit d'en réduire la durée et de maintenir un minimum d'action sur les pédales. Pour ce faire, la continuité de l'action des ischio-jambiers (phase basse) et l'intervention des fléchisseurs du pied (phase haute) permettent de suppléer à l'inertie. Mais revenons à la phase : traction de la pédale.

Lors de cette flexion active du genou, le pied tire vers le haut et la cheville se trouve en légère extension (schéma 4), même si les fléchisseurs du pied interviennent en fin d'ascension ; c'est à ce moment précis que l'apprentissage de l'enroulé va permettre à la cheville de passer en souplesse « au sommet » et de retrouver instantanément de la tonicité (via le tendon d'Achille) pour transmettre toute la force d'extension exprimée par fessier et quadriceps.

**Une affaire de coordination et de compromis**

Nous voyons tout de suite que l'acquisition de cette coordination est plutôt complexe en raison de la complémentarité nécessaire entre les différents groupes musculaires afin que leurs actions motrices s'enchaînent sans que se produisent d'inter-

férences, d'actions parasites, inhibitrices. Et quand, en plus, il faut que la cheville enchaîne instantanément et en souplesse d'un groupe musculaire à son antagoniste !... Pédaler juste, ça s'apprend !

L'apprentissage de cette coordination ne peut se faire qu'en pédalant lentement et en puissance pour prendre le temps de placer les temps forts successifs dans une chronologie harmonieuse. Ce n'est que lorsque la coordination intra (et inter) musculaire sera satisfaisante que le cycliste pourra employer des développements plus petits et ainsi augmenter la fréquence de pédalage.

Cette situation de compromis à trouver entre coordination et vitesse est une situation d'apprentissage très riche. Cette coordination serait, par exemple, à mettre en place grâce à des séquences courtes de pédalage à cadence lente, puis élevée (en vitesse) ; nous évoquerons, plus bas, ce travail technique par contraste.

**Mais à propos de vitesse, y aurait-il une fréquence de pédalage optimale ?**

Cette cadence qui permettrait d'être efficace tout en étant économe est, en fait, très dépendante du type de monture, de la puissance développée, des capacités biomécaniques du cycliste, de la nature du terrain et de l'esprit de la sortie.

Chez le non-sportif, en allure réduite ou

lorsqu'un dénivelé se présente, la cadence diminue spontanément, se fixant autour de 60 tours/min. C'est la cadence qui est ressentie comme la plus économique pour ce profil de cyclotouriste, sur le plan énergétique. Néanmoins, les cyclistes expérimentés adoptent, sur le plat du moins, une cadence bien plus élevée. Cela s'explique, entre autres, par un meilleur équilibre des tensions entre les différents muscles qui produisent le pédalage. Cet équilibre se situerait aux alentours de 90-100 tours/min.

Juste quelques repères :

- Pour une promenade cyclotouriste : 60-70 tours par minute.
- Pour rouler efficacement mais raisonnablement : 80.
- Pour les cyclistes compétitifs « type contre la montre » : 100-110.
- Lors de sprints la fréquence peut monter au-dessus de 130 sur quelques secondes !

Pédaler encore plus rond et plus fluide, c'est toujours possible mais lorsqu'il s'agit de modifier des automatismes ancrés depuis des années, cela nécessite du temps et de la persévérance. Le jeu en vaut-il la chandelle ? À chacun sa réponse ! ■

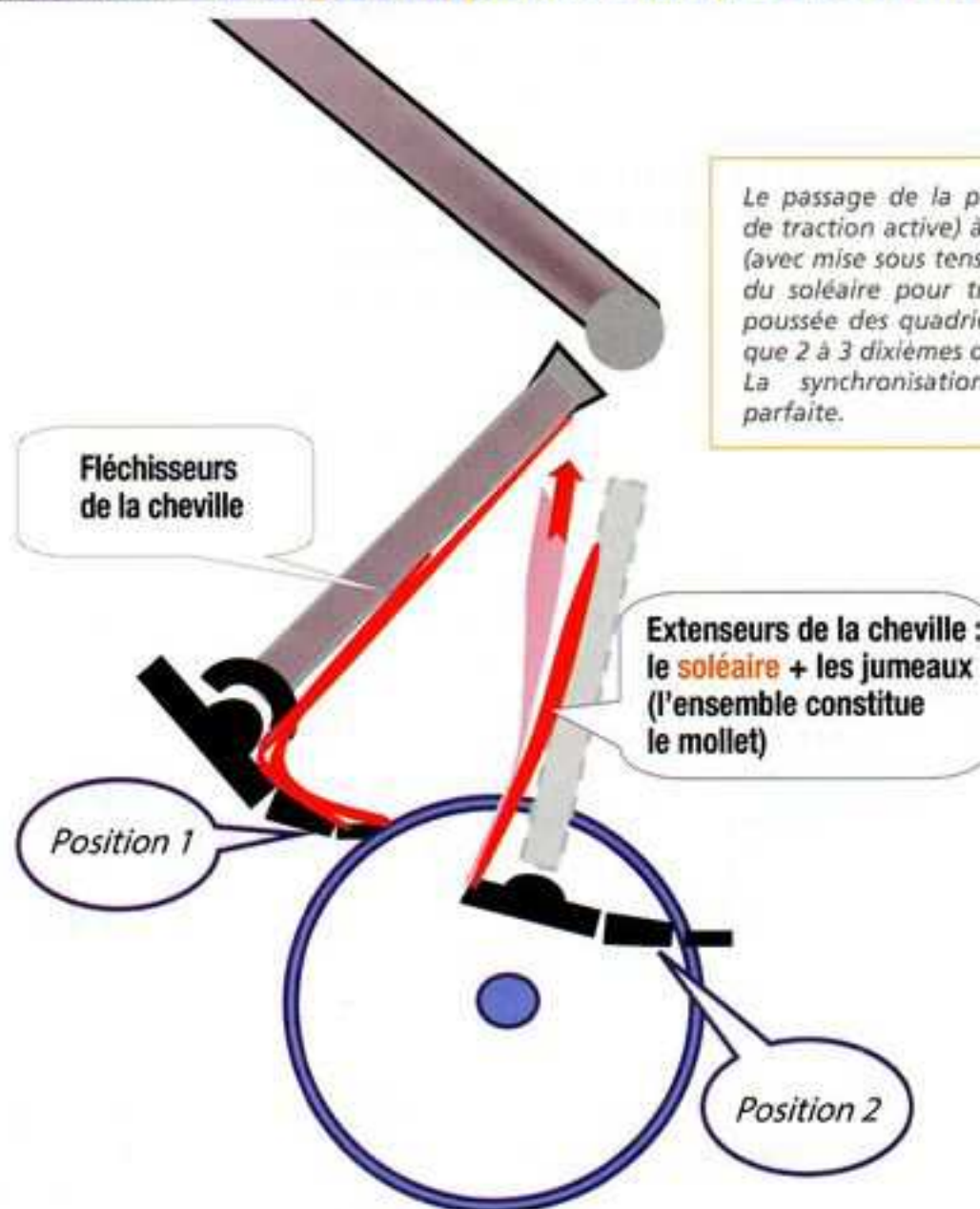
Daniel Jacob

Professeur d'EP et préparateur physique

D' Yves Yau

Médecin du sport • Médecin fédéral

**Schéma 4 : Passage de la position critique haute avec enroulé**



Le passage de la position 1 (fin de traction active) à la position 2 (avec mise sous tension puissante du soléaire pour transmettre la poussée des quadriceps) ne dure que 2 à 3 dixièmes de secondes ! La synchronisation doit être parfaite.