

ARIONE  
HORSE DATA SCIENCE

**L'ANALYSE DE LA VITESSE EN COURSE :  
QUEL EST L'INTÉRÊT DES DONNÉES DANS  
VOTRE TRAVAIL DE VITESSE ?**



**LES DONNÉES DE TRACKING AU SERVICE DE LA PERFORMANCE**



# INTRODUCTION

ÉVOLUTION DES VITESSES EN COURSE  
RAPPEL DU PAYSAGE SCIENTIFIQUE ENCORE TRÈS  
IMMATURE

## 01 ANALYSE DE LA VITESSE EN COURSE

1. Vitesse moyenne et finish Line
2. Analyse des temps intermédiaires
3. Vitesse et topographie
4. Vitesse et track design
5. Vitesse et influence du type de sol et de la qualité du terrain
6. Vitesse et influence de la ferrure
7. Vitesse et influence du niveau de la course

## 02 VITESSE ET APPLICATION À L'ENTRAÎNEMENT

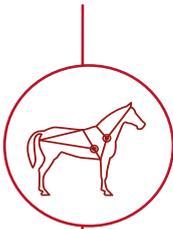
1. Respect des consignes de vitesse par le cavalier
2. Réponse du cheval à l'effort demandé
3. Adaptation du travail individuel
4. Analyse des temps intermédiaires à l'entraînement
5. Application à une course

## OVERVIEW

## L'AVIS D'EXPERT



La vitesse est un paramètre clé de la victoire en course. Monitorer régulièrement cette donnée permet de :



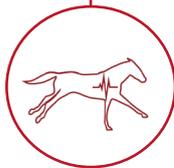
### **DÉTECTER LES PRÉFÉRENCES DES CHEVAUX**

*Sur quel type de piste mon cheval est-il le plus performant ?  
Quelles pistes offrent les meilleurs performances ?*



### **ADOPTER LES STRATÉGIES GAGNANTES**

*Quelle stratégie adopter ?  
Comment réguler la vitesse du cheval lors de la course ?  
Quelles sont les données de référence à connaître ?  
Pourquoi analyser les temps intermédiaires ?*



### **DÉTECTER LES FUTURS PERFORMEURS**

*Qu'est ce qui caractérise un bon cheval ?  
Quels sont les points de référence parmi les grands champions ?  
Quelle est la tenue de vitesse de mes chevaux ?*



# ÉVOLUTION DES VITESSES EN COURSE

Les courses ont beaucoup progressé dans la deuxième partie du vingtième siècle, l'industrie s'est structurée, l'écosystème dans son ensemble a gagné en cohérence, attirant plus d'investisseurs, améliorant les produits des haras et faisant gonfler les prix de vente des chevaux. Cependant, en parallèle de ces évolutions de marché, il est intéressant d'analyser les évolutions des qualités des chevaux de course et notamment celle de la vitesse.

Par exemple, on constate que les temps de course des vainqueurs de grandes courses comme le Prix de Diane, le Kentucky Derby, la Melbourne Cup et le Preakness Stakes ont cru d'environ 11% des années 1870 jusque dans les années 1970. Par la suite, on constate une stabilisation des vitesses de courses sauf pour le Prix de Diane.

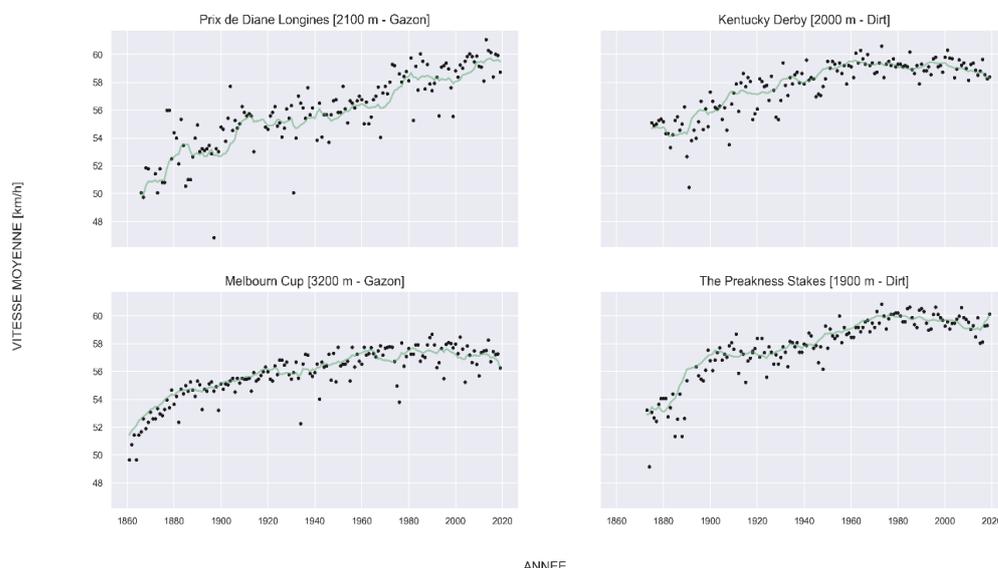
L'élevage, les techniques d'entraînement, l'amélioration de la nutrition, ou encore l'amélioration des surfaces de course sont autant de facteurs qui ont contribué à l'élévation du niveau des courses.

Jusqu'aux années 1950, les programmes d'amélioration de l'élevage de pur-sangs ont eu un impact très important sur la qualité des chevaux et donc sur leur vitesse.

Depuis les années 1950, l'impact de l'élevage sur l'amélioration des performances en course a eu un effet plus limité.

Notons aussi que la variation de temps de course sur le dirt (on peut ici analyser le Kentucky Derby) est bien inférieure à celle sur gazon. En effet la qualité des pistes sur gazon est variable d'une année à l'autre, les techniques d'entretien ont évolué, ce qui permet aux courses sur gazon de voir leurs temps de course s'améliorer de façon plus conséquente.

La Melbourne Cup est quant à elle une course à handicap, les chevaux sont nivelés en leur ajoutant du poids, ce qui peut expliquer un certain équilibre des performances [Gardner, 2006].



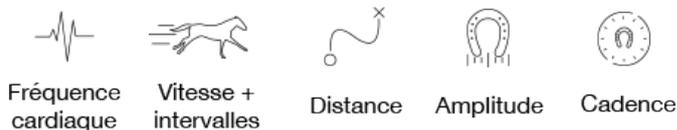
# RAPPEL DU PAYSAGE SCIENTIFIQUE

## ENCORE TRÈS IMMATURE

Il est aujourd'hui encore très difficile de trouver de la documentation scientifique et des études précises et sérieuses sur la vitesse en course et à l'entraînement.

L'équipe Arioneo a utilisé toutes les ressources dont elle pouvait prouver le sérieux et celles-ci sont présentées à la fin de ce chapitre dans la bibliographie.

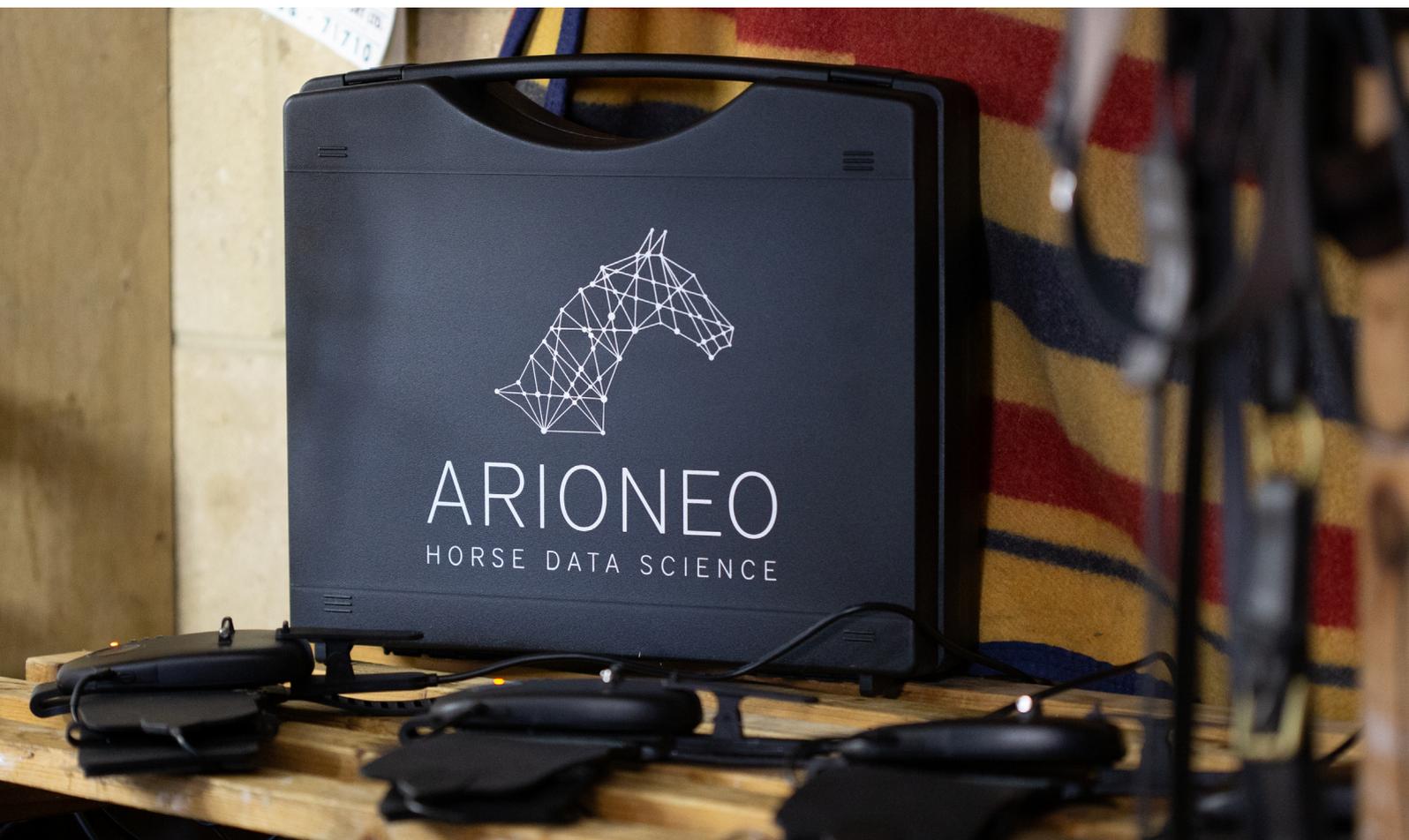
Le paysage scientifique, encore très immature aujourd'hui ne cesse cependant d'évoluer, notamment grâce à l'usage de nouvelles technologies de pointe. Cardiofréquencesmètres, électrocardiographes, GPS plus précis, tracking systèmes sur les hippodromes de plus en plus répandus et capteurs locomoteurs sophistiqués, contribuent à influencer la recherche dans le milieu équin.



Grâce à notre technologie EQUIMETRE alliant électrocardiographe, GPS et capteurs de la locomotion, **Arioneo soutient chaque année plusieurs projets de recherche** et s'engage pour étendre le savoir de l'industrie en la matière.

Ces connaissances bénéficient à l'ensemble de la filière, contribuent à entraîner les chevaux de manière plus respectueuse, en toute sécurité et en tendant vers l'excellence.

Ce livre blanc est l'occasion de synthétiser et de partager cette connaissance.



# CHAPITRE 1 | ANALYSE DE LA VITESSE EN COURSE

La question de la vitesse est un sujet central puisque la clé de la victoire en course réside dans la gestion de la vitesse tout au long de la course. Toutes les courses sont différentes et de nombreux événements viennent perturber l'évolution de la vitesse au cours de la course.

Afin de comprendre comment les paramètres influencent la course, il est tout d'abord intéressant de comprendre comment sont courues les courses et ainsi répondre aux différentes questions que l'on peut se poser en regardant les courses.

---

**Quelles stratégies les gagnants adoptent-ils pour leur finish ?**

**Comment le terrain influe-t-il sur la vitesse ?**

**Dans quelle mesure les gagnants de Groupe 1 courent-ils plus vite que les chevaux de handicap ?**

**D'un pays à l'autre, comment les stratégies de course et d'entraînement varient-elles ?**

---



# 1 VITESSE MOYENNE ET FINISH LINE

Le clou du spectacle lors d'une course et les plus belles impressions de vitesse surviennent souvent dans la dernière ligne droite, lors du finish dans lequel la course se dénoue. Mais ces impressions de vitesse et d'accélération ne se vérifient pas toujours dans les faits.

---

**La ligne droite est-elle toujours courue plus rapidement que le reste de la course ?  
Comment les chevaux et les jockeys optimisent-ils leur vitesse pour préserver leur finish ?**

---

Pour se pencher sur la question de la vitesse en course, les temps intermédiaires, ou intervalles, sont un outil idéal. Ces derniers peuvent apporter un éclairage très pertinent sur la façon dont sont courues les courses, notamment parce qu'ils permettent d'analyser les différentes phases de course, stratégies d'accélération et vitesses dans la dernière ligne droite.

Logiquement, on peut s'attendre à constater des rythmes lents, grandissant progressivement, puis plus rapides dans la fin de la course, et de nouveau plus lents à la fin de la course lorsque les chevaux plafonnent dans leur vitesse au finish et ralentissent dans les derniers mètres car ils ont épuisé leur réserve d'énergie. Les vitesses étant toutefois affectées par les virages et ondulations topographiques de la piste, cela reste une règle très générale. De nombreux facteurs peuvent influencer la vitesse. Dans ce chapitre, nous allons donc évaluer leurs influences respectives.

## LA VITESSE

*La vitesse d'un cheval est le rapport entre la distance qu'il va parcourir et le temps qu'il va mettre pour parcourir cette distance.*

$$\text{Vitesse} = \frac{\text{Distance}}{\text{Temps}}$$

*La vitesse peut s'exprimer de plusieurs façons selon les zones géographiques, et selon les disciplines.*

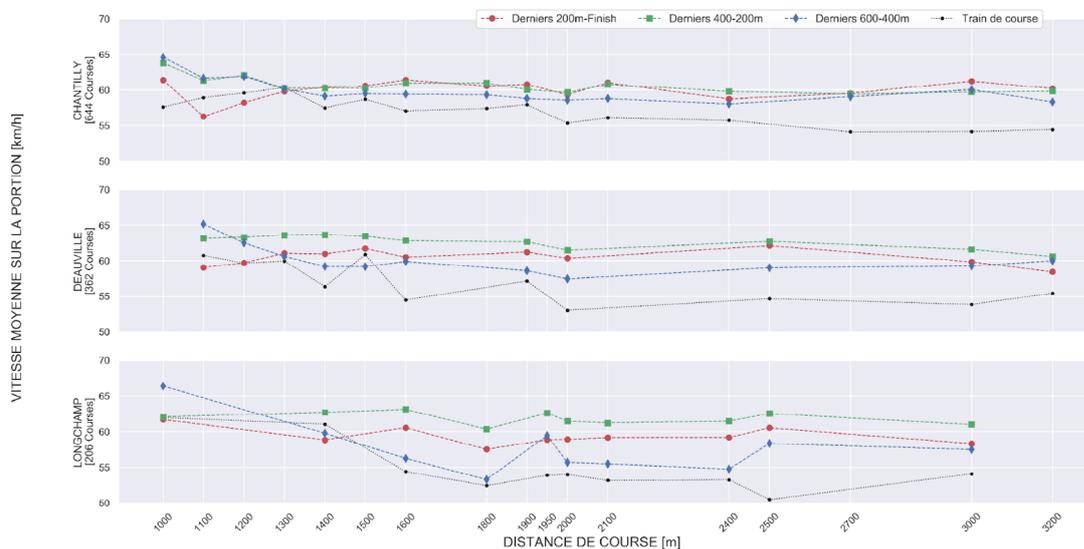
*En Europe, les vitesses sont classiquement exprimées en km/h, soit le nombre de kilomètres parcourus en une heure. Plus rarement la vitesse est exprimée en mètres par seconde (m/s). Dans les cultures anglo saxonnes, on parlera plutôt de "miles per hour" (m/h, 1 Mile= 1,6 Km).*

*Au trot, une autre façon d'analyser la vitesse est préférée en étudiant les réductions kilométriques. On parle alors de minutes par kilomètre (min/km), soit le nombre de minutes nécessaires pour parcourir un kilomètre.*



## 2 VITESSE ET ANALYSE DES TEMPS INTERMÉDIAIRES

Exemple de comparaison des vitesses de courses et des temps intermédiaires des hippodromes de Chantilly, Deauville et Longchamp pour les courses sur gazon.



*Comparaison des vitesses de courses sur gazon sur les différents intervalles  
Hippodromes de Chantilly, Deauville, Longchamp (France)*

Sur le graphique ci-dessus sont comparés les vitesses de courses et les temps intermédiaires des hippodromes de Chantilly, Deauville et Longchamp pour les courses sur gazon. On peut tout d'abord constater que le train de course est en moyenne plus élevé à Chantilly qu'à Deauville et Longchamp.

Sur les hippodromes de Chantilly et Deauville, il est intéressant de noter que dans les courses sur courtes distances (1300m et moins) la vitesse moyenne du dernier 200m est la plus faible et les derniers 600-400m sont courus plus rapidement que les derniers 400-200m. Cela souligne donc nettement que les chevaux sont lancés à un train élevé et que dans les derniers 200m, les chevaux ralentissent avec une rupture nette de la vitesse. Les chevaux qui feront l'arrivée seront ceux capables de maintenir une vitesse élevée le plus longtemps possible plutôt que ceux dont la capacité d'accélération est la plus grande. On retrouve également ce type de comportement pour les courses à Longchamp jusqu'à 1400m.

***Il est intéressant de noter que dans les courses de courtes distance (1300m et moins) la vitesse moyenne du dernier 200m est la plus faible et que les derniers 600-400m sont courus plus rapidement que les derniers 400-200m.***

***Au-delà de 1400m, la stratégie de course diffère.***

Les chevaux impriment un train de course raisonnable de l'ordre de 55km/h et accélèrent progressivement sur les 600 derniers mètres. À Chantilly les vitesses sur les 600 derniers mètres sont assez similaires à celles du train de course. À Deauville, la vitesse des 200 derniers mètres est légèrement plus faible que les derniers 400m-200m, cela témoigne de la difficulté de la piste. À Longchamp, le ralentissement dans les 200 derniers mètres est encore accentué, cela est dû à la pente dans la ligne droite qui limite les chevaux dans leur capacité d'accélération. Nous reviendrons plus en détail sur ces paramètres dans le chapitre portant sur la topographie.

On remarque donc que suivant la distance, les stratégies de course sont différentes. Par conséquent, les stratégies d'entraînement doivent être adaptées selon la course visée. Sur des courses courtes, le cheval doit être capable de tenir une vitesse élevée du début à la fin. Sur distance plus longue, le cheval doit être capable de tenir une vitesse correcte puis de mener une accélération.

***À l'entraînement le cheval doit donc apprendre à accélérer pour atteindre sa vitesse de pointe.***

La stratégie sera alors basée sur le niveau de cette vitesse de pointe, plus elle est élevée, plus on peut lancer le cheval tard, surprendre ses adversaires, et donner du moral au cheval en le laissant doubler ses concurrents. D'autres chevaux préféreront mener le train de course dès le début.

**ORDRE DE GRANDEUR**

***Sur les 200 derniers mètres, 3 km/h d'écart entre deux chevaux induisent environ 10 mètres d'écart, le cheval le plus lent doit donc être lancé 10 mètres plus tôt pour avoir des chances de passer la ligne en tête.***



Il est intéressant de mettre ces analyses françaises en regard avec des stratégies internationales. Qu'en est-il à Dubaï par exemple ?

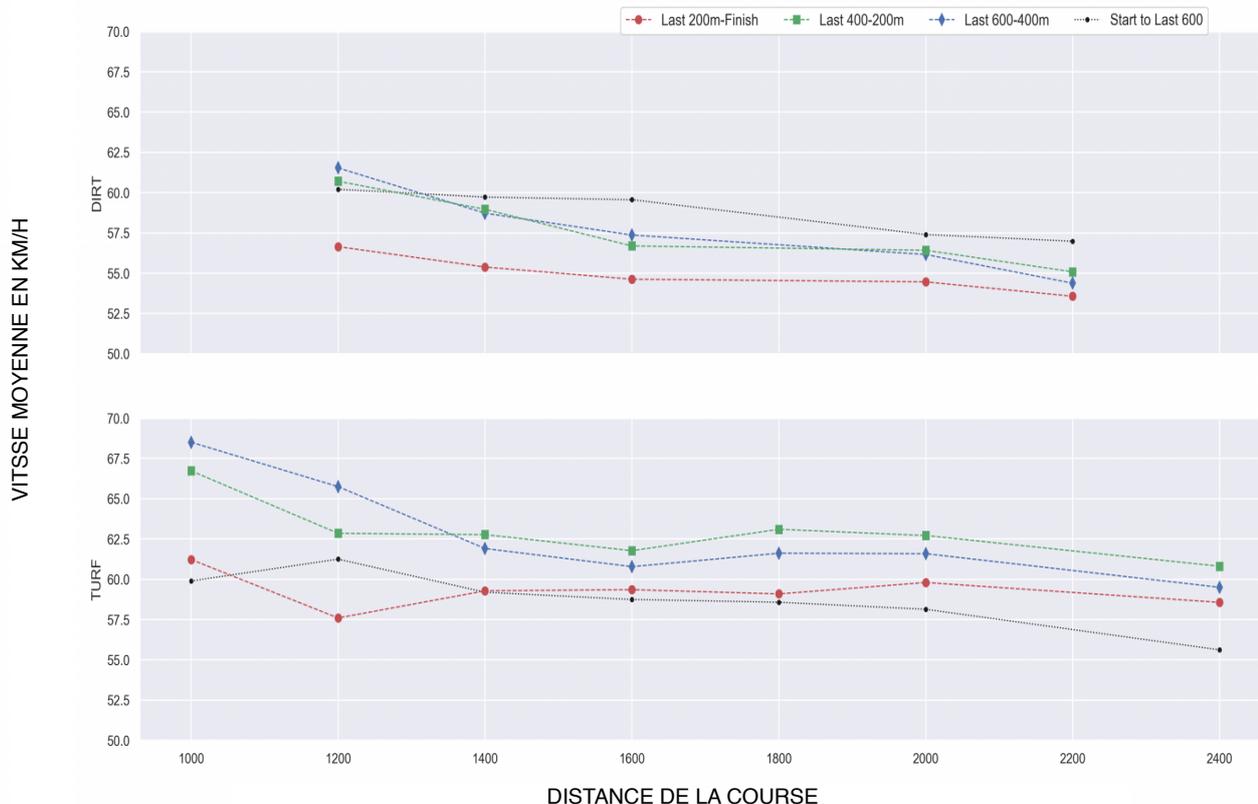
Attardons-nous sur les temps des courses réalisés sur l'hippodrome de Meydan à Dubaï.

**Sur le Dirt, on remarque que la course est courue très différemment.** Le train de course est très rapide (jusqu'à 600m après le départ), puis la vitesse diminue sur les derniers 600-400m, se maintient sur les derniers 400-200m et chute drastiquement sur les derniers 200m.

On constate que la place laissée à l'accélération est très limitée. Le cheval qui gagnera la course est le cheval qui sera capable de maintenir sa vitesse et de résister à la fatigue jusque dans les derniers instants. Le niveau et ce profil de vitesse fait penser à une typologie de course sur terrain lourd. Ce qui laisse à penser que ce seront probablement les chevaux puissants qui porteront la victoire.

On remarque donc que suivant la distance, les stratégies de course sont différentes. Par conséquent les stratégies d'entraînement doivent être adaptées selon la course visée. Sur des courses courtes, le cheval doit être capable de tenir une vitesse élevée du début à la fin. Sur distance plus longue, le cheval doit être capable de tenir une vitesse correcte puis de mener une accélération.

INTERVALLES DE VITESSE POUR LES PISTES EN SABLE ET GAZON À MEYDAN



Sur le gazon à Meydan, les pistes sont courues de manière un peu plus similaire aux courses françaises. Au-dessus de 1400m, le train de course est modéré puis les chevaux accélèrent progressivement pour atteindre leur maximum dans les derniers 400-200m, puis la vitesse moyenne diminue fortement dans les derniers 200m. À la différence de la France, les chevaux sont lancés beaucoup plus tôt avec une vitesse moyenne dans le train de course et dans les derniers 600-400m supérieure d'environ 5%, la vitesse moyenne dans les derniers 400m est légèrement plus faible qu'en France.

On remarque donc que les stratégies de course d'un pays à un autre, d'un hippodrome à un autre, ou encore d'une piste à l'autre peuvent être grandement différentes. Dans la suite, nous nous attacherons à quantifier l'impact que peuvent avoir les différents paramètres sur la manière dont sera courue la course.

| GAZON - CHANTILLY      | 1000  | 1100  | 1200  | 1300  | 1400  | 1500  | 1600  | 1800  | 1900  | 2000  |
|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Vitesse Moyenne [km/h] | 61,2  | 60,1  | 60,4  | 60,3  | 58,6  | 59,5  | 58,3  | 58,2  | 58,6  | 56,5  |
| Train de Course [km/h] | 57,6  | 58,9  | 59,6  | 60,3  | 57,5  | 58,7  | 57,1  | 57,4  | 57,9  | 55,3  |
| Dernier 600m [s]       | 34,17 | 36,22 | 35,61 | 35,96 | 36,06 | 35,94 | 35,66 | 35,84 | 36,09 | 36,50 |
| Meilleur 200m [s]      | 11,15 | 11,68 | 11,61 | 11,95 | 11,93 | 11,89 | 11,73 | 11,81 | 11,85 | 12,07 |

| GAZON - DEAUVILLE      | 1000 | 1100  | 1200  | 1300  | 1400  | 1500  | 1600  | 1800 | 1900  | 2000  |
|------------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|
| Vitesse Moyenne [km/h] |      | 61,6  | 60,5  | 60,6  | 58,5  | 61,0  | 56,8  |      | 58,1  | 55,2  |
| Train de Course [km/h] |      | 57,6  | 58,9  | 59,6  | 60,3  | 57,5  | 58,7  |      | 57,1  | 57,4  |
| Dernier 600m [s]       |      | 34,64 | 34,96 | 34,99 | 35,28 | 35,18 | 35,38 |      | 35,54 | 36,17 |
| Meilleur 200m [s]      |      | 11,05 | 11,38 | 11,32 | 11,31 | 11,35 | 11,46 |      | 11,49 | 11,71 |

| GAZON - LONGCHAMP      | 1000  | 1100 | 1200 | 1300 | 1400  | 1500 | 1600  | 1800  | 1900  | 2000  |
|------------------------|-------|------|------|------|-------|------|-------|-------|-------|-------|
| Vitesse Moyenne [km/h] | 62,9  |      |      |      | 60,9  |      | 56,4  | 54,6  | 55,5  | 55,2  |
| Train de Course [km/h] | 57,6  |      |      |      | 58,9  |      | 59,6  | 60,3  | 57,5  | 58,7  |
| Dernier 600m [s]       | 34,11 |      |      |      | 35,76 |      | 36,10 | 37,97 | 35,84 | 36,86 |
| Meilleur 200m [s]      | 10,85 |      |      |      | 11,48 |      | 11,41 | 11,93 | 11,50 | 11,71 |

| GAZON - MEYDAN  | 1000  | 1100 | 1200  | 1300 | 1400  | 1500 | 1600  | 1800  | 1900  | 2000  |
|-----------------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|-------|-------|-------|
| Vitesse Moyenne | 62,9  |      | 61,6  |      | 60,3  |      | 59,6  | 59,2  | 58,7  | 58,9  |
| Train de Course | 59,9  |      | 61,3  |      | 59,2  |      | 58,7  | 58,6  |       | 58,1  |
| Dernier 600m    | 33,06 |      | 35,01 |      | 35,27 |      | 35,65 | 35,37 |       | 35,16 |
| Meilleur 200m   | 10,94 |      | 11,46 |      | 11,78 |      | 12,14 | 12,34 | 12,66 | 12,38 |

| DIRT - MEYDAN   | 1200  | 1400  | 1600  | 1900  | 2000  |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Vitesse Moyenne | 59,7  | 58,9  | 58,1  | 57,1  | 57,1  |
| Train de Course | 60,2  | 59,7  | 59,6  |       | 57,4  |
| Dernier 600m    | 36,25 | 37,43 | 38,63 |       | 38,83 |
| Meilleur 200m   | 11,89 | 12,35 | 12,78 | 13,05 | 13,02 |

*Détail des vitesses de courses sur les différents intervalles sur Gazon et Dirt Hippodromes de Chantilly, Deauville, Longchamp (France) et Meydan (Dubai)*

### 3 VITESSE ET TOPOGRAPHIE

Chez les humains, la pente a un impact clair et intuitif sur notre corps et donc sur la vitesse de course. En montée, les muscles sont plus sollicités et demandent des dépenses énergétiques plus importantes à vitesse égale.

À l'inverse, sur une pente descendante, les dépenses énergétiques demandées sont inférieures, et atteindre une vitesse donnée est plus facile.

L'accélération causée par une pente descendante s'explique par le gain d'énergie issu du déplacement du centre de gravité du corps avec la baisse d'altitude.

Une pente permet même d'atteindre des vitesses sur-maximales, supérieures aux

vitesses maximales atteintes par le sportif lors de son entraînement sur le plat, jusqu'à une certaine limite de pente.

L'entraînement en vitesse sur-maximale, atteinte grâce à une descente par exemple, permet d'ailleurs au sportif sprinter de mieux connaître ses allures et son corps lorsqu'il atteint sa vitesse maximale.

Par ailleurs une alternance entre un entraînement en montée et un entraînement en descente permet à l'athlète humain d'élever sa vitesse maximale.

On note toutefois que la perte de vitesse dans les montées est deux fois supérieure au gain de vitesse relevé dans les descentes.



**Cependant, chez le cheval, il n'en va pas de même.**

C'est ce que montre notamment l'étude sur les liens entre vitesse et inclinaison du terrain, menée par le Structure and Motion Lab du Royal Veterinary College de Londres.

L'objectif de cette étude était d'établir si oui ou non les vitesses en course pouvaient s'expliquer par une limite de puissance. Ainsi, si la vitesse s'expliquait principalement par la puissance relative à l'effort physique demandé, la vitesse en montée devrait s'avérer moins importante, et la vitesse en descente plus importante, l'effort énergétique demandé étant respectivement plus et moins important.

Les résultats de leur étude ont réfuté ces hypothèses. Au contraire de ce qui était attendu, les vitesses maximales atteintes en course survenaient lorsque la pente du terrain était neutre. Dans tous les autres cas de pentes, que celles-ci soient ascendantes ou descendantes, les vitesses diminuaient.

**Lorsqu'il est confronté à une pente, une montée, ou une descente, le cheval réduit sa vitesse.**

## — Pentes ascendantes

Les données récoltées sur des pentes ascendantes corroborent l'hypothèse d'une limite de puissance métabolique à la vitesse. Plus la montée est raide, plus l'effort à fournir pour le cheval est important. Dans une course en montée, cela signifie que les chevaux possédant un meilleur métabolisme se distingueront des autres par leur capacité à compenser le coût énergétique additionnel occasionné par la pente par de meilleures mobilisations énergétiques qui leur permettront de maintenir leur vitesse constante.



## — Pentes descendantes

En revanche, en descente on observe une baisse de vitesse lorsque l'on s'attendait à ce que la baisse de puissance requise explique une augmentation de la vitesse. Le fait que les chevaux ralentissent aussi en descente prouve que d'autres facteurs que des facteurs métaboliques interviennent pour expliquer la vitesse. Ce n'est pas seulement l'efficacité du cœur et des muscles, sources de l'apport général d'énergie, qui influe sur la vitesse.

*Les résultats suivants sont extraits de l'article de Self et al. (2012). A notre connaissance, cette étude est la seule présentant l'influence du dénivelé sur les temps de courses chez le cheval. Par ailleurs, certains lecteurs ont reporté être en désaccord avec les données présentées dans cet article. Nous vous invitons donc à prendre du recul sur les résultats suivants. Si par ailleurs, vous avez connaissance d'article affirmant ou infirmant les résultats suivants, nous serons ravis de les insérer pour illustrer nos propos.*

En descente, le poids du cheval est amené à se déplacer vers l'avant, sur l'avant main de l'animal. Ainsi, une plus grande consommation d'énergie des antérieurs justifie une petite partie du ralentissement observé mais celle-ci est considérée comme négligeable. **Deux principales hypothèses** sont avancées par les scientifiques.

Tout d'abord, la baisse de la vitesse en descente pourrait s'expliquer par **des aptitudes musculaires et tendineuses des antérieurs différentes chez le cheval et chez l'homme**. Chez le cheval, les fibres des muscles des antérieurs sont plus courtes que celles des hommes, et la structure des tendons extenseurs des genoux équins est moins efficace pour lutter contre la compression des membres induite par la gravité. Ainsi ces facteurs ne permettraient pas au cheval d'affronter la descente avec autant d'efficacité que l'homme. Dans le cas où cette hypothèse serait vérifiée, un travail d'entraînement effectué en descente permettrait au cheval d'adapter sa musculature et ses tendons à ce type d'effort et on verrait ses capacités dans la pente augmenter.

Mais d'autre part, et de façon plus probable, on pourrait aussi expliquer ce ralentissement dans la descente par un **fonctionnement mécanique des membres antérieurs, inhérent au cheval, qui n'est pas propice à de grandes vitesses dans les descentes**. Si c'était cette hypothèse qui prévalait, un travail dans la pente n'aiderait en rien à améliorer la vitesse du cheval en descente, et occasionnerait même des risques de blessures en poussant un squelette et une musculature ne permettant pas, du fait de leur constitution, d'atteindre de grandes vitesses en descente. Il se pourrait ainsi que la difficulté pour les chevaux à conserver une grande vitesse en descente soit finalement due à la simplicité anatomique de leurs antérieurs qui limite la résistance au poids et la stabilité.

Une dernière hypothèse, peu considérée par les scientifiques est l'influence de la psychologie du cheval, ou l'influence de son libre-arbitre. Difficile à évaluer, ces paramètres de peur, le réflexe de préservation de son intégrité par le cheval, sa volonté de garder le contrôle de son allure, peut varier selon les chevaux et expliquer en partie pourquoi ces derniers vont avoir tendance à ralentir dans les descentes.

La réponse à cette question nécessite des études complémentaires. Les équipes d'Arioneo mettent au quotidien leur savoir-faire dans la réalisation d'études et la conception d'algorithmes afin d'être en mesure de contribuer à la recherche pour pouvoir un jour trancher ce débat.



## 4 VITESSE ET TRACK DESIGN

Les tracés des hippodromes sont conventionnellement basés sur deux lignes droites reliées par deux courbes circulaires.

Dans les courbes, le cheval est sujet à la force centrifuge qui a tendance à le tirer vers l'extérieur de la courbe. La force centrifuge augmente lorsque que le rayon de la courbe diminue ou que la vitesse augmente. Pour compenser l'effet de cette force, les courbes sont principalement dessinées avec un dévers augmentant de l'intérieur du rail vers l'extérieur. On remarque également ce type de design dans les courbes sur les autoroutes ou encore les voies de chemin de fer. Lorsqu'il n'y a pas de dévers de courbe, le cheval est obligé de réduire sa vitesse et de compenser en adaptant sa locomotion pour rester dans l'intérieur du virage et ne pas céder à la force centrifuge. Cette compensation peut induire une charge supérieure sur les articulations. Il a été montré qu'un mauvais dessin de piste pouvait provoquer une asymétrie de la locomotion, donc des troubles locomoteurs, et des blessures.

Par ailleurs, il est également nécessaire de définir la transition lente entre la courbe et la ligne droite, cela favorise l'équilibre et la foulée naturelle du cheval et ainsi limite les contraintes mécaniques sur les membres. Il est donc important d'avoir une piste bien conçue pour favoriser la vitesse et la foulée naturelle du cheval.

**L'entraînement en ligne droite doit être privilégié pour limiter les contraintes mécaniques.**

Il ne faut tout de même pas négliger l'entraînement en virage afin d'habituer le cheval aux sensations et ainsi améliorer la proprioception dans les virages. Il est également important d'entraîner corde à droite et corde à gauche pour ne pas créer de dissymétrie musculaire et des phénomènes compensatoires de la locomotion liés à un entraînement dans un seul sens de rotation. Chaque cheval ayant son côté de prédilection, il est intéressant de tirer des chiffres objectifs des entraînements corde à droite et corde à gauche. Pour faire des choix d'engagement éclairés, connaître les variations de temps sur un intervalle donné corde à gauche versus corde à droite, peut s'avérer décisif.

Afin d'évaluer l'influence de la courbe sur les temps de courses, nous pouvons comparer les courses de 1600m à Deauville en ligne droite et en virage, pour les courses à conditions et de handicap sur herbe.



| COURSE              | Total                  | Start-1000m            | 1000m-1200m            | 1200m-1400m            | 1400m-Finish           |
|---------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
|                     | Temps [s]              |
| AVEC CORDE A DROITE | 110,65                 | 68,37                  | 12,93                  | 11,64                  | 12,14                  |
| EN LIGNE DROITE     | 98,37                  | 62,21                  | 11,58                  | 11,64                  | 11,72                  |
|                     | Vitesse Moyenne [km/h] |
| AVEC CORDE A DROITE | 52,1                   | 52,7                   | 55,7                   | 61,8                   | 59,3                   |
| EN LIGNE DROITE     | 58,6                   | 57,9                   | 62,2                   | 61,9                   | 61,4                   |

*Comparaison des temps et des vitesses moyennes pour une course en ligne droite et une course comprenant un virage avec corde à droite sur 1600m, en gazon, sur l'hippodrome de Deauville pour course à conditions et de handicap*

**Les courses en virage sont en moyenne 11% plus lentes que les courses en ligne droite.**

C'est sur les premiers 1200m que la différence est la plus grande, donc bien dans le virage. En effet, les vitesses sur les derniers 400m sont quasiment identiques. On remarque une vitesse légèrement plus faible de 2 km/h sur les derniers 200m des courses en virage. Cela peut éventuellement s'expliquer par le fait que malgré une vitesse plus faible, la course en virage exige une consommation d'énergie supérieure pour compenser les effets de la force centrifuge, énergie qui n'est plus disponible pour maintenir l'effort jusqu'à la ligne d'arrivée. Cette hypothèse reste néanmoins à confirmer.



## 5 VITESSE ET INFLUENCE DU TYPE DE SOL ET DE LA QUALITÉ DU TERRAIN

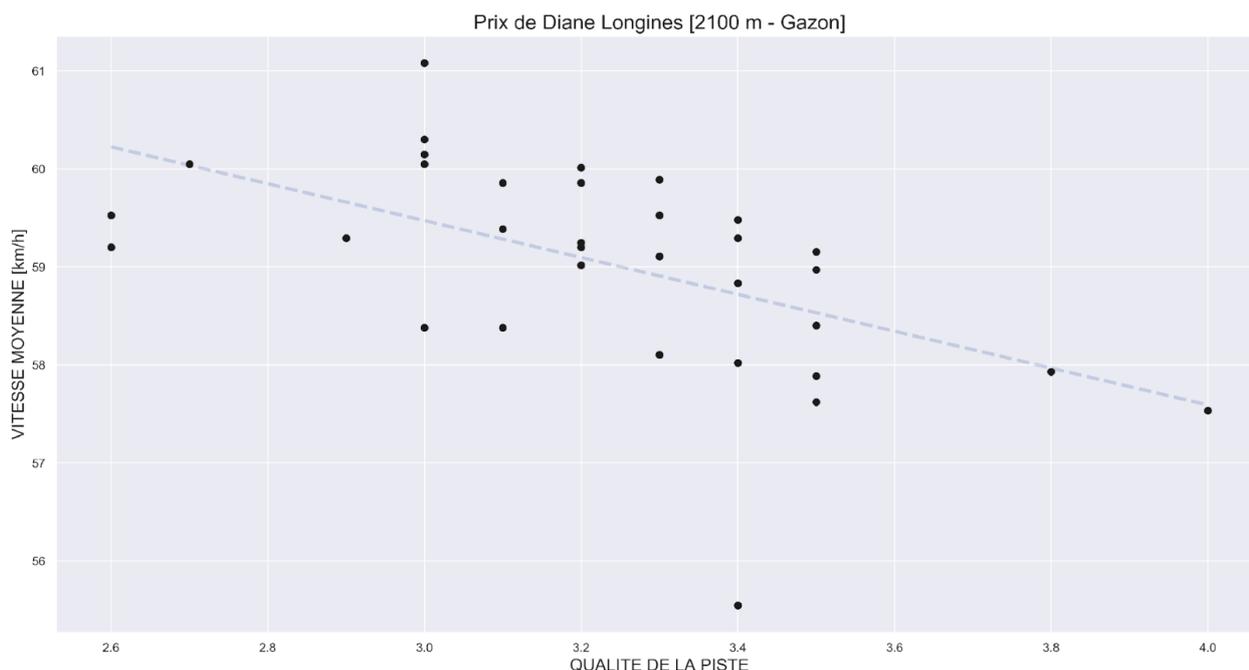
Le type de piste influence grandement la performance des chevaux. Ils sont tous affectés par l'état ainsi que la nature de la piste sur laquelle ils vont courir, mais ne vont pas être impactés de la même façon. Chaque cheval a un ou plusieurs types de pistes pour lesquelles ses performances seront maximales. Il est donc intéressant d'analyser ses performances de vitesse régulièrement et sur plusieurs types de pistes afin de mieux connaître les aptitudes physiologiques et sportives de ses chevaux. Nous verrons plus tard comment analyser les vitesses à l'entraînement en tenant compte du terrain.

La qualité des pistes va dépendre essentiellement de leur entretien. Par exemple, les pistes en gazon ont besoin d'un entretien très méticuleux. En effet il faut l'arroser régulièrement tout en faisant attention à la météo, fertiliser le sol, enlever les mauvaises herbes, aérer le sous-sol, tondre la piste, etc.

La météo joue un rôle essentiel car ce sont la pluie et l'humidité de l'air qui assouplissent les sols. **Sur une piste bonne, donc plutôt sèche, les courses sont plus rapides. À l'inverse sur les pistes souples donc plus humides, les courses sont plus lentes.**

Les chevaux avec une masse assez importante ont plus de mal à courir sur les pistes profondes.

Par exemple, si on regarde les vitesses moyennes sur les différents Prix de Diane en fonction de l'état de la piste, on peut remarquer une très grande influence de l'état de la piste, avec une perte de presque 2 km/h sur la vitesse moyenne entre un terrain bon et un terrain très souple.



*Influence de la qualité du terrain sur la vitesse moyenne du prix de Diane Longines*

## — La mesure de la qualité : le Pénétrromètre

La qualité des pistes est une des conditions qui a le plus de conséquences sur les performances des chevaux et donc sur les pronostics. Pour déterminer l'état de la piste, les régisseurs de l'hippodrome utilisent un instrument qui s'appelle le pénétrromètre. C'est une tige de fer avec un poids d'un kilo en forme d'obus qui s'utilise en le laissant tomber à une hauteur déterminée et en relevant ensuite la profondeur à laquelle il a pénétré dans le sol. Trois chocs consécutifs sont effectués à deux ou trois mètres de la lice à dix endroits clés de la piste. Toutes les données récoltées permettent de donner une valeur numérique moyenne qui va de 2,2 à 6, voire plus. On parle d'indice pénétrrométrique mesuré le plus souvent en newton (N).

### Information sur l'état du terrain Hippodromes de France Galop

|                    |           |           |           |            |           |             |           |           |                  |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|-------------|-----------|-----------|------------------|
| <b>Jusqu'à 2.2</b> | 2,3 - 2,7 | 2,8 - 2,9 | 3,0 - 3,2 | 3,3 - 3,4  | 3,5 - 3,7 | 3,8 - 4,1   | 4,2 - 4,5 | 4,6 - 5,0 | 5,1 et au dessus |
| <b>TRÈS LÉGER</b>  | LÉGER     | BON LÉGER | BON       | BON SOUPLE | SOUPLE    | TRÈS SOUPLE | COLLANT   | LOURD     | TRÈS LOURD       |

Source : France Galop

Le jour précédent les courses, les régisseurs mesurent l'état du terrain avant midi et publient l'indice et la qualification sur le site de France Galop. Le jour J, à 10h, ils diffusent sur le site de France Galop le qualificatif de l'état du terrain en prenant en compte l'indice de pénétrrométrie mesuré la veille ainsi que l'évolution de la météo. Deux heures avant la réunion, les régisseurs décident d'un nouvel horaire de mesure du terrain. Pour finir, si au cours de la réunion les régisseurs aperçoivent un changement considérable de l'état du terrain, ils publient cette nouvelle sur l'hippodrome.

Dans certains hippodromes, quand le gazon est trop abîmé par le passage des chevaux, les ouvriers des pistes ont la possibilité de déplacer la lice qui délimite la piste vers une partie moins abîmée. Il faut trois à six semaines pour que ce terrain soit de nouveau praticable. Entre chaque course, les principaux trous sont rebouchés afin de sécuriser les pistes pour les prochains chevaux et jockeys. Les mottes de gazon sont replacées à l'aide d'un long marteau en bois appelé mailloche. Après la réunion, un travail complet de rebouchage avec des crocs en fer est effectué.

## — Quantification de l'influence de la piste sur la vitesse

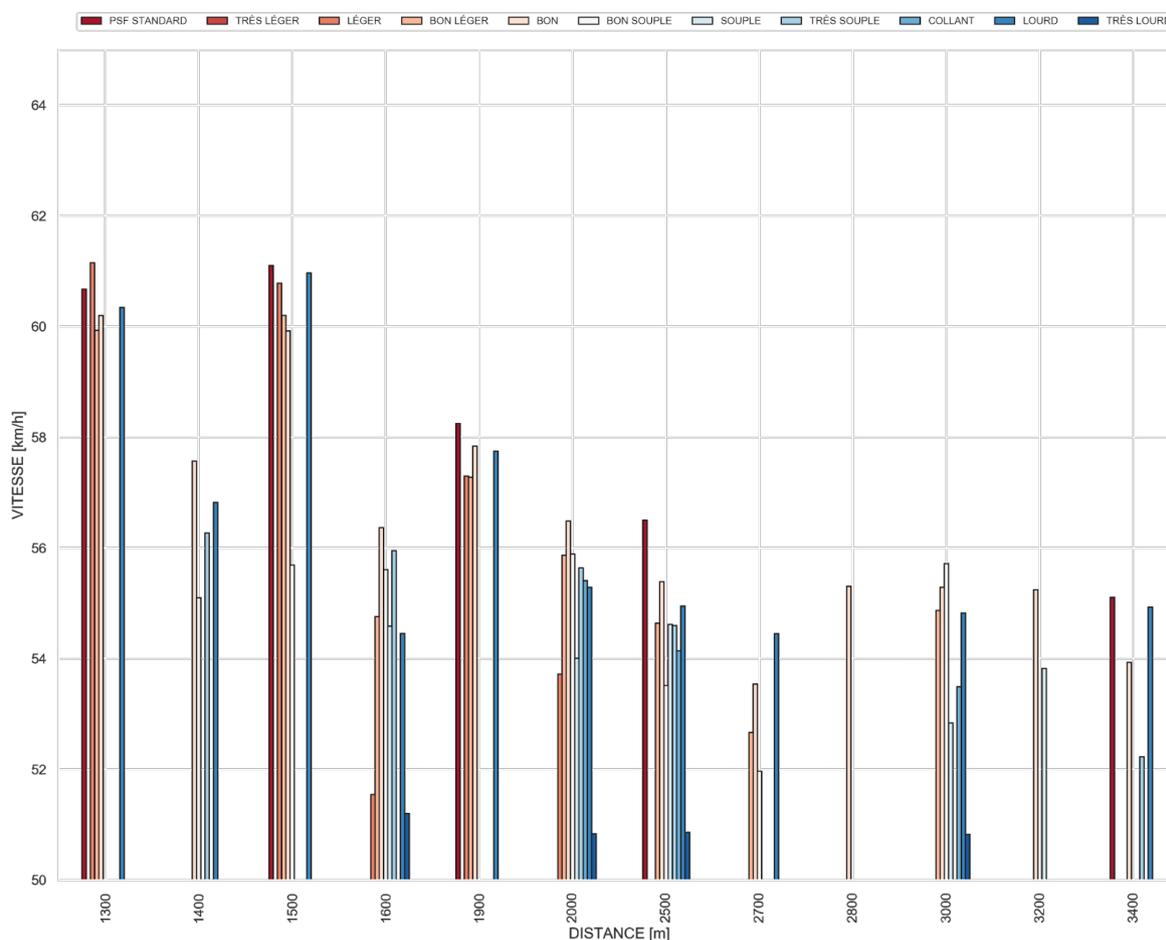
Pour illustrer nos propos, nous nous appuyons sur les données recueillies à l'hippodrome de Deauville. Sur le graphique suivant sont présentées les données de vitesse. On remarque que la piste en PSF est la piste la plus rapide et que les terrains qualifiés de bon ou proche de bon sont généralement les plus propices aux meilleures vitesses sur gazon. On remarque aussi que les terrains collant, lourd et très lourd sont généralement les plus lents.

Du point de vue de l'entraînement, à Deauville, il peut-être très intéressant d'entraîner les chevaux sur la PSF afin de leur **donner l'opportunité d'expérimenter la pleine vitesse**.

Comme on l'a vu dans la partie sur l'influence de la pente, l'entraînement en vitesse sur-maximal offre au cheval la possibilité d'aller chercher de très hautes vitesses à plusieurs reprises dans la saison, cela permet notamment de développer les capacités locomotrices, de coordination, d'équilibre à pleine vitesse. Il est également intéressant de faire travailler les chevaux sur terrain plus lourd pour les muscler.

*@ Dans l'idéal, un travail terrain lourd suivi de PSF peut permettre au cheval d'enchaîner un travail difficile puis une grande facilité de mouvement, ce qui d'un point de vue perception de la vitesse et pour le moral peut être très bon.*

INFLUENCE DU TYPE DE TERRAIN SUR LA VITESSE DE COURSE A DEAUVILLE  
(corde à droite)



*Influence du terrain sur la vitesse moyenne de course, pour les courses à conditions et de handicap de l'hippodrome de Deauville*

| DISTANCE       | PSF          | TRÈS LÉGER | LÉGER         | BON LÉGER     | BON       | BON SOUPLE    | SOUPLE        | TRÈS SOUPLE   | COLLANT       | LOURD         | TRÈS LOURD    |
|----------------|--------------|------------|---------------|---------------|-----------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 1300           | 0,8%         |            | 1,6%          | -0,4%         | Référence |               |               |               |               | 0,2%          |               |
| 1400           |              |            |               |               | Référence | -4,3%         |               | -2,3%         |               | -1,3%         |               |
| 1500           | 2,0%         |            | 1,4%          | 0,5%          | Référence | -7,1%         |               |               |               | 1,7%          |               |
| 1600           |              |            | -8,6%         | -2,9%         | Référence | -1,4%         | -3,2%         | -0,7%         |               | -3,4%         | -9,2%         |
| 1900           | 0,7%         |            | -0,9%         | -1,0%         | Référence |               |               |               |               | -0,2%         |               |
| 2000           |              |            | -4,9%         | -1,1%         | Référence | -1,1%         | -4,4%         | -1,5%         | -1,9%         | -2,1%         | -10,0%        |
| 2500           | 2,0%         |            |               | -1,4%         | Référence | -3,4%         | -1,4%         | -1,4%         | -2,3%         | -0,8%         | -8,2%         |
| 2700           |              |            |               | -1,6%         | Référence | -2,9%         |               |               |               | 1,7%          |               |
| 2800           |              |            |               |               | Référence |               |               |               |               |               |               |
| 3000           |              |            |               | -0,7%         | Référence | 0,8%          | -4,4%         |               | -3,2%         | -0,8%         | -8,1%         |
| 3200           |              |            |               |               | Référence |               | -2,6%         |               |               |               |               |
| 3400           | 2,2%         |            |               |               | Référence |               |               | -3,2%         |               | 1,9%          |               |
| <b>Moyenne</b> | <b>1,53%</b> |            | <b>-2,27%</b> | <b>-1,08%</b> |           | <b>-2,76%</b> | <b>-3,19%</b> | <b>-1,82%</b> | <b>-2,47%</b> | <b>-0,31%</b> | <b>-8,85%</b> |

*Variation de la vitesse moyenne en pourcentage par rapport à un terrain bon, pour les courses à conditions et de handicap de l'hippodrome de Deauville*

Par ailleurs, le monitoring des chevaux au quotidien sur la même piste mais dans des conditions différentes est très intéressant. Il permet de se rendre compte de quels chevaux ont le plus d'aptitudes pour quel type de terrain. Par exemple, un cheval qui sur terrain lourd a une vitesse réduite et une fréquence cardiaque élevée, est un cheval qui travaille beaucoup pour se déplacer, alors qu'un autre cheval sera plus à l'aise.

Mettre en regard l'analyse de la fréquence cardiaque d'un cheval avec celle de sa vitesse sur terrain lourd est clé pour mieux comprendre les préférences et spécificités athlétiques de ses chevaux.

Pour mieux comprendre l'analyse de la fréquence cardiaque, le lecteur pourra se reporter au livre blanc spécialisé sur le sujet.

## 6 VITESSE ET INFLUENCE DE LA FERRURE

À l'hippodrome, en ce qui concerne le poids, tout compte. De l'équipement du cavalier, à celui de son cheval, l'entourage du cheval tente de réduire au maximum le poids porté par le cheval dans l'espoir de limiter sa dépense énergétique et donc d'améliorer sa vitesse.

---

**Que dit la science à ce sujet ?**

**Quel est l'impact du poids sur la vitesse du cheval ?**

---

Pour étudier ces questions nous distinguerons les univers du Trot et du Galop qui appliquent à ces questions des raisonnements différents. Au trot, la question du poids se pose notamment avec celle du ferrage sur laquelle nous nous pencherons. Au galop, le déferrage étant interdit, on étudiera cette question avec les handicaps et l'impact du poids ajouté au cheval.

### — L'impact de la ferrure sur la vitesse du trotteur

Contrairement aux entraîneurs de galop en France, les entraîneurs de trot peuvent choisir de faire courir leurs chevaux déferrés, ou pieds nus. Au Galop, il est en France interdit de courir déferré chez les deux ans, ensuite il s'agit plutôt de déferrages permanents pour des chevaux qui ne sont pas confortables ferrés, que de stratégie de gain de vitesse. La réglementation varie suivant le pays. Chez les trotteurs, cette technique relève d'une véritable stratégie et consiste à déferrer le cheval juste avant la course après une préparation minutieuse du pied du cheval, le planning de déferrage devant être suivi avec attention afin de trouver un bon équilibre entre optimisation de la vitesse en course et usure du pied du cheval.

Un trotteur est considéré ferré quand « la moitié au moins de son sabot est munie d'une protection rigide et visible qui assure cette fonction pendant tout le temps de la course (à l'exception de la résine) ». Au contraire, un cheval est réputé déferré «lorsque son sabot n'est muni d'aucune protection ou est protégé uniquement par de la résine».

 Ferré  DA = Déferré antérieur

 DP = Déferré postérieur  D4 = Déferré des quatre pieds

---

## Quels sont les facteurs qui expliquent que le déferrage implique une amélioration de la vitesse?

---

Trois paramètres principaux l'expliquent :

### — Légèreté

Un cheval déferré porte logiquement moins de poids, ce qui lui permet d'améliorer sa vitesse. Certes, il ne s'agit que de quelques 800 grammes gagnés (200g par fer environ), ce qui est dérisoire par rapport au poids du cheval, mais posé à l'extrémité du membre, ce poids alourdit la foulée et influe sur la locomotion.

### — Allures plus naturelles

Sans artifice ajouté au bout du membre du cheval les allures du trotteur sont plus naturelles, ce qui occasionne moins de fautes.

### — Irrigation et oxygénation du pied

L'anatomie et la physiologie du pied du cheval sont complexes. Lors de l'appui du pied, l'anatomie particulière du sabot procure au cheval un amortissement capital pour la qualité de la foulée. Les talons s'écartent, la fourchette s'étire, ce qui contribue à amortir mais surtout à comprimer les vaisseaux sanguins, augmentant la pression sanguine dans le sabot, ce qui chasse le sang vers le coeur. Au soutien, le pied se gorge à nouveau de sang. Lorsque le cheval est ferré, l'écartement du sabot et l'écrasement de la fourchette sont moins importants puisque retenus par le fer. Ainsi le déferrage permet un système de pompe sanguine qui permet une bonne oxygénation du sang et une perfusion optimale des tissus. L'efficacité de cette pompe « aspirante - refoulante » dépend du cheval (tolérance au déferrage, état du pied et de la corne), de son type de ferrure (présente ou non, ainsi que d'autres types de protection comme la résine), mais aussi du type de piste (dure ou amortissante) sur lequel il évolue. Toutefois, la surface sur laquelle court le cheval peut également avoir un effet néfaste sur le pied en termes d'usure, de développement de sensibilité voire de lésions plus profondes, notamment lorsqu'elle est très abrasive.

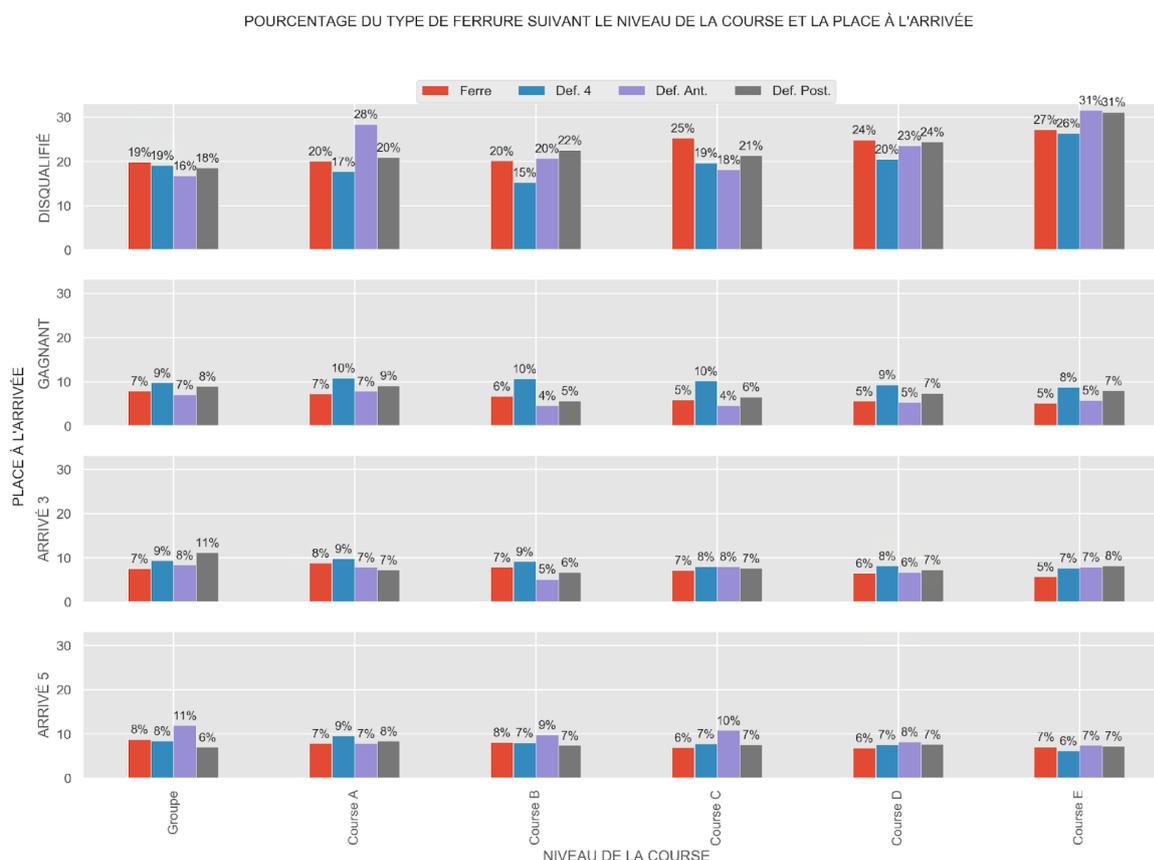


## — Exemple : Influence de ferrure sur la place à l'arrivée et le niveau de la course à Vincennes au trot attelé

Grâce aux données récoltées par Arioneo, nos experts en data science ont pu vérifier ces théories. Voici les conclusions auxquelles ils sont arrivés.

Première vérification par les chiffres, les chevaux ferrés partent plus souvent à la faute que les chevaux déferrés quel que soit le niveau de la course. Par ailleurs, plus le niveau de la course augmente, plus la proportion de chevaux partant à la faute augmente.

Pour gagner, l'influence de la ferrure est plus grande pour les courses de classe que pour les courses de groupe. Les chevaux déferrés ont plus de chance de gagner dans les courses de classe. Cette différence est moins marquée pour la 3e place, cependant les chevaux arrivant 3e sont le plus souvent déferrés. La différence est encore moins marquée pour la 5e place, ou il y a presque autant de chevaux déferrés et de ferrés. Bien sûr, cette statistique s'explique aussi par le fait que les entraîneurs choisissent de déferrer leurs chevaux lorsqu'ils pensent que leurs partants ont de bonnes chances : le cheval est prêt à gagner donc on le défère pour mettre toutes les chances de son côté. Ainsi, il est logique que statistiquement les gagnants soient le plus souvent déferrés.



*Pourcentage de chevaux disqualifiés, gagnants, 3e ou 5e par rapport à l'ensemble des chevaux ferrés, déferrés des 4 fers, déferrés des antérieurs ou déferrés des postérieurs et de même niveau de courses.*

## 7 VITESSE ET INFLUENCE DU NIVEAU DE LA COURSE

Intuitivement, il semble facile d'affirmer que les courses de Groupe 1 se courent plus vite que les courses à conditions. Toutefois, les chiffres nous permettent d'apporter des nuances et mettre fin à quelques idées reçues.

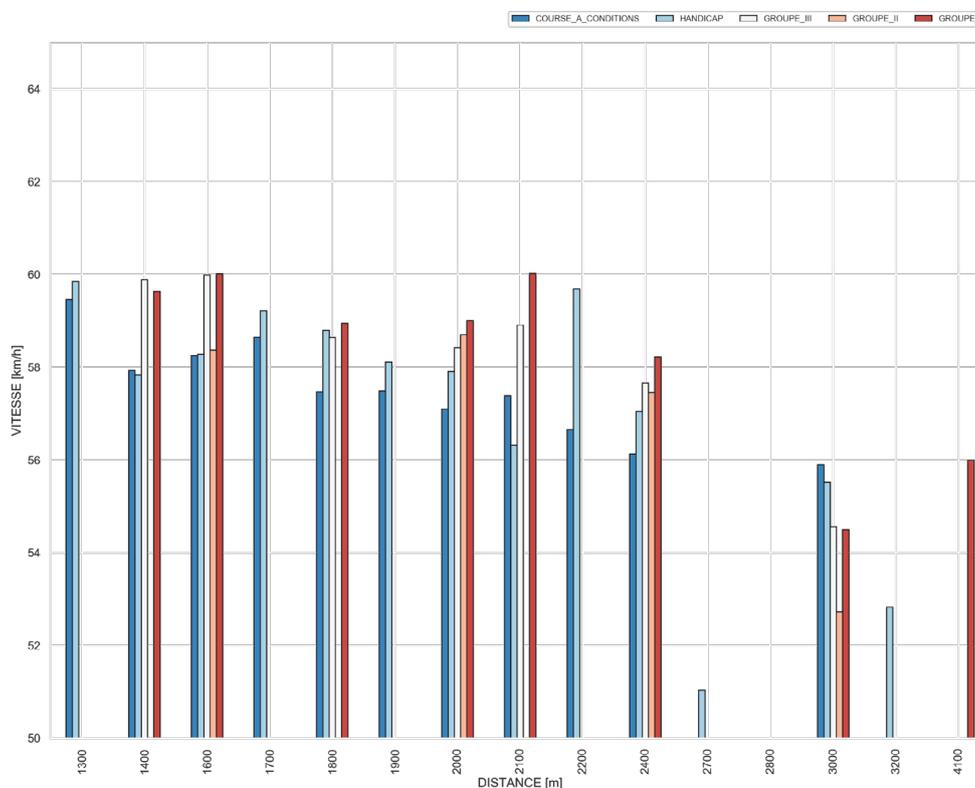
Voici une étude sur les vitesses moyennes de course à Chantilly, toutes qualités de terrains confondues, selon les catégories de course.

Sur le graphique suivant on note des absences de données, on ne trouve pas de données de Groupe 1 sur 1300m par exemple, car il n'y en a tout simplement pas.

En règle générale, le constat intuitif se confirme, plus la qualité de la course augmente, plus la vitesse augmente. Cela dit, il est intéressant de noter que les différences de vitesses entre les courses de Groupe 1, 2 et 3 sont minimales. Pour les courses de 1400m, 1600m, 3000m, les courses de Groupe 3 se courent plus vite que les courses de Groupe 1.

Enfin, pour les grandes distances, à 3000m, le rapport de vitesse est inversé : ce sont les courses à conditions et les courses de handicap qui se courent plus vite que les courses de Groupe. Cela s'explique probablement par des courses de groupe plus tactiques.

Il est important de nuancer ces résultats, un volume de données plus grand permettrait d'affiner cette analyse.



*Influence du niveau de la course sur la vitesse moyenne de course à Chantilly (France)*

# CHAPITRE 2 | VITESSE ET APPLICATION

## À L'ENTRAÎNEMENT

Nous avons donc décrit et analysé à l'aide de statistiques issues de bases de données conséquentes de nombreux paramètres influant sur la vitesse en course.

**Étudions maintenant comment exploiter cette connaissance à l'entraînement.**

Tout d'abord, afin de suivre le travail de vitesse des chevaux à l'entraînement et pouvoir être capable de mettre les temps d'entraînement en face des temps référence de course, un bon système de suivi de la vitesse est nécessaire et indispensable pour 5 raisons. Grâce au suivi de la vitesse d'entraînement en live l'entraîneur peut s'assurer que ses consignes sont bien respectées.

Ensuite il peut estimer la réponse du cheval à l'effort demandé et se faire une idée de la charge qu'a représenté le travail qu'il lui a demandé.

Cette compréhension de l'encaissement du travail par le cheval permet ensuite d'adapter le travail individuel de chaque cheval en fonction de sa réponse aux travaux précédents afin de le faire progresser. Une fois prêt à courir c'est l'analyse des temps intermédiaires qui permet à l'entraîneur de prendre une décision éclairée quant à ses choix d'engagements.

### 1 RESPECT DES CONSIGNES PAR LE CAVALIER

Afin d'apprécier concrètement la vitesse du cheval lors de son travail, l'entraîneur dispose de deux outils. D'une part il a la possibilité de **suivre la vitesse de ses lots en direct lors de l'entraînement**, et plus seulement lorsque les chevaux passent devant lui. Avec la vitesse en direct de tous les chevaux, l'entraîneur peut aussi intervenir au milieu de l'entraînement si il a des systèmes de communication avec ses cavaliers. Ainsi il peut avoir l'assurance que tous les chevaux sont entraînés en suivant ses directives.

D'autre part, l'entraîneur a à sa disposition un **outil de replay de l'entraînement à posteriori** qui lui permet d'analyser grâce à une carte, et une barre de défilement, comment la vitesse a évolué au cours de l'entraînement à des endroits précis correspondant à ses consignes. Il peut alors revivre l'entraînement de ses lots, cheval par cheval, enrichi de données cardio et locomotrice.



Carte de l'entraînement sur la plateforme EQUIMETRE

## 2 RÉPONSE DU CHEVAL À L'EFFORT DEMANDÉ

Selon les travaux, les conditions du terrain, les différents états de forme de chaque cheval, le même travail ne va pas être encaissé de la même façon par tous les chevaux. Ainsi, lors des travaux de vitesse il est important d'**analyser les paramètres de fréquence cardiaque, et de récupération**. L'analyse de la récupération se conduit en deux étapes, tout d'abord la **récupération rapide après l'effort**, puis la **récupération à 15 minutes**.

Un cheval en bon état de forme démontrera une belle élasticité dans ses rythmes cardiaques, c'est-à-dire qu'il sera capable de monter haut rapidement lorsque l'effort demandé s'intensifie et de redescendre bas tout aussi rapidement lorsque l'effort demandé sera moins intense. Pour obtenir plus de clés d'analyse de la fréquence cardiaque chez le cheval de course, le lecteur pourra se reporter au premier chapitre de ce livre blanc. Selon la qualité de la récupération, l'entraîneur pourra avoir une **idée précise de la difficulté du travail du jour pour le cheval** et il pourra ainsi anticiper d'éventuels sur ou sous-entraînements, comprendre que tel exercice n'est pas acquis pour tel cheval ou au contraire que tel entraînement était facile pour un autre.

### 3 ADAPTATION AU TRAVAIL INDIVIDUEL

Grâce à l'analyse de la réponse à l'effort demandé, l'entraîneur peut faire progresser son cheval plus vite en identifiant de façon plus efficace les points d'amélioration. Dès lors, une personnalisation par individu sera possible dans l'entraînement. Afin d'analyser l'impact des différents paramètres qui influent sur la vitesse de chaque cheval, il s'agit d'incorporer dans les travaux d'analyse une variété dans la nature et l'intensité des efforts demandés. En variant les travaux, il sera possible d'isoler les paramètres préférés des chevaux ou au contraire ceux qui leur posent le plus de difficulté. Par exemple, les chevaux pourront alterner entre travaux de fond avec des galops de chasse sur de longues distances, et des travaux à grande vitesse sur le gazon.

Pour faire varier les types de pistes, travailler sur des pistes profondes obligera le cheval à mobiliser ses muscles et donc à les développer ainsi que ses capacités respiratoires, puis en enchaînant ce travail avec des pistes plus rapides comme la PSF, le cheval pourra se délier et expérimenter des vitesses plus importantes, ce qui aura par ailleurs le bénéfice d'avoir une influence positive sur son moral.

Enfin, varier les travaux passe aussi par la main à laquelle le cheval est travaillé, et il sera judicieux d'analyser par exemple les meilleurs 600m réalisés sur une piste corde à droite et sur une piste corde à gauche, à effort demandé égal. Ainsi l'entraîneur disposera de données objectives et précises pour faire ses choix d'engagement.

Dans cette même optique, il est utile de temps en temps, en accord avec le vétérinaire et en prenant toutes les précautions pour préserver l'intégrité du cheval, d'expérimenter à l'entraînement des vitesses de pointe, similaires aux vitesses de course. Ces entraînements ponctuels à vitesse maximale permettront d'analyser des temps intermédiaires comparables à ceux observables en course et seront aussi utiles pour évaluer les fréquences cardiaques maximales pour chaque cheval. Cependant, ces entraînements à vitesse maximale doivent être menés avec précaution afin d'éviter tout risque de blessure.



## 4 L'ANALYSE DES TEMPS INTERMÉDIAIRES À L'ENTRAÎNEMENT

L'analyse des temps intermédiaires en course, mise en regard avec l'analyse des temps intermédiaires à l'entraînement s'avère donc être un outil de choix pour l'aide à la décision de l'engagement. Ainsi, l'entraîneur va pouvoir étudier si tel cheval est prêt pour telle course. En superposant les données de course aux données d'entraînement, il pourra décider plus aisément quelle course engager, et quel cheval engager dans quelle course.

Prenons un exemple concret. Le cheval de deux ans Arion (anonymisé, comme le sont toutes les données présentes dans le document), engagé à St Cloud dans une course à conditions sur 2000m (pour 2 ans n'ayant jamais gagné), dont les temps intermédiaires sont affichés ci-dessous était engagé. La météo était plutôt mauvaise le jour de l'entraînement sélectionné (7,7 degrés sous un ciel couvert avec faibles pluies), le terrain était donc plutôt lourd.

|     |  |  |  |  |  |  |  |  |
|-----|---|---|---|---|---|--|---|---|
|     | Gait  | Distance meters   | Time min  | Pace km/h   | Average HR bpm  | Average tilt %   | Stride Length meters  | Stride Freq. stride/s   |
| ▶ 1 | Walk  | 1520  | 13:52.0   | 6.6   | 112   | 0.0  | 0.0   | 0.01  |
| ▶ 2 | Trot  | 285   | 01:05.0   | 15.8  | 166   | 0.1  | 2.6   | 1.65  |
| ▶ 3 | Gallop  | 1300  | 03:27.0   | 22.6  | 175   | -0.0   | 3.5   | 1.84  |
| ▶ 4 | Walk  | 700   | 07:23.0   | 5.7   | 95  | -0.1   | 0.0   | 0.06  |
| ▼ 5 | Gallop  | 1790  | 02:37.0   | 41.0  | 203   | -0.1   | 6.2   | 2.16  |
|     |   | 190   | 00:13.6   | 50.0  | 184   | -0.5   | 6.25  | 2.23  |
|     |   | 200   | 00:12.6   | 56.8  | 204   | 0.3  | 7.00  | 2.28  |
|     |   | 200   | 00:11.6   | 61.7  | 207   | 0.2  | 7.35  | 2.31  |
|     |   | 200   | 00:11.3   | 63.5  | 209   | -0.2   | 7.62  | 2.34  |
|     |   | 200   | 00:11.6   | 61.7  | 210   | -0.1   | 7.39  | 2.33  |
|     |   | 200   | 00:13.3   | 54.0  | 211   | 0.3  | 6.78  | 2.24  |

Tableau des temps intermédiaires sur la plateforme EQUIMETRE

Dans les intervalles encadrés en rouge, on voit que le cheval était en train de travailler au canter. Calculons la moyenne de ces temps intermédiaires. On trouve 13,8 secondes.

## 5 APPLICATION À UNE COURSE

En moyenne, sur l'hippodrome de St Cloud, dans les courses à conditions de 2000m, sur un terrain de Collant à Très Lourd (prévisible d'après la météo), les courses se courent en 146,21 secondes, avec en moyenne des intervalles de 200m courus en 14,2s. Ce calcul a été réalisé grâce à un échantillon de 20 courses répondant à toutes ces conditions, d'après des données trouvées sur PMU.com.

On constate ainsi qu'Arion, qui était au plus vite à 12,0 et 12,3, et en moyenne à 13,8, était donc prêt à courir et à gagner cette course. Le cheval gagne la course de plusieurs dizaines de longueurs. Le caractère du cheval, sa position au départ et pendant la course, sont autant de paramètres qui vont jouer sur le mental et donc sur sa performance.



# ANALYSE DE LA VITESSE - CE QU'IL FAUT SAVOIR

## DÉTECTER LES FUTURS PERFORMEURS & INDIVIDUALISER L'ENTRAÎNEMENT

### Détecter les futurs performeurs

Une fois que tous les chevaux sont prêts à travailler la vitesse, un test standardisé peut être effectué. Effectuer le même exercice dans les mêmes conditions avec tous les chevaux de l'écurie permet d'établir des comparaisons sur la base de données comparables. Cela permet de détecter les futurs performeurs - des chevaux avec des données exceptionnelles.

### Individualiser l'entraînement

Un test standardisé permet de quantifier la vitesse et la condition physique de chaque cheval. C'est aussi un moyen de détecter les futurs performeurs et les forces et faiblesses des chevaux. Vous pouvez ensuite regrouper vos chevaux selon leur niveau et les éléments à travailler.

## IDENTIFIER LES PRÉFÉRENCES & MAXIMISER VOS CHANCES

Les indicateurs que vous devez évaluer lors de l'identification des préférences de piste sont :

- Les **changements de foulée à plus de 60km/h** (en cadence et amplitude) - si elle varie beaucoup, le cheval peut avoir rencontré des difficultés pour performer sur ce type de piste.
- **Récupération** - Si le temps de récupération est long, cela signifie que le cheval a fait un effort important.

### Facteurs influençant la vitesse

|                     |                     |
|---------------------|---------------------|
| Topographie         | Niveau de la course |
| Track design        | Ferrure             |
| Qualité de la piste |                     |

## ENGAGER EN COURSE GRÂCE À L'ANALYSE DE LA VITESSE

### Analyse de temps intermédiaires

L'entraîneur est en mesure de savoir si un cheval est prêt pour une course particulière. En comparant les données relatives à la course avec ses données d'entraînement, il pourra plus facilement décider de la course à laquelle il participera, et du cheval à inscrire à cette course.

### Méthode

Calculer la moyenne des temps intermédiaires du 200m de la course ciblée et calculer la vitesse moyenne des travaux lourds dans les mêmes conditions que celles de la course (types et qualité de la piste si possible), puis les comparer pour évaluer si le cheval est prêt ou non.



# L'AVIS D'EXPERT

**Dr Emmanuelle van Erck**

**Docteur vétérinaire, spécialiste européenne en médecine interne équine.  
Equine Sports Medicine Practice, Belgique**

La performance sportive n'est pas le fruit du hasard. Elle est le résultat d'une préparation physique optimale et d'un excellent état de santé. La révolution technologique de ces 20 dernières années a bouleversé notre approche du sport, quelle que soit la discipline athlétique considérée. Les objets connectés ont permis aux athlètes et à leurs entraîneurs de mesurer objectivement la réponse du corps à l'effort physique, de savoir si l'athlète en faisait trop ou trop peu et dans quelle mesure l'entraînement pouvait être optimisé, à la fois pour améliorer la performance mais aussi éviter les blessures.

Arioneo a développé EQUIMETRE, un système inédit de mesure et de suivi de la performance physique du cheval. Contrairement aux autres objets connectés, EQUIMETRE permet d'intégrer de très nombreux paramètres sportifs, tout en offrant une lecture simple de l'exercice. L'entraîneur a à sa disposition le suivi du parcours et la vitesse du cheval, mais également, intervalle par intervalle, sa locomotion et sa fréquence cardiaque. La qualité des mesures est telle que celles-ci peuvent être exploitées pour établir un diagnostic d'arythmie cardiaque sur base de l'électrocardiogramme enregistré.

La stratégie d'entraînement dépend du niveau de forme et de la récupération après le travail et la compétition. EQUIMETRE permet d'évaluer la récupération à court et à moyen terme, donnant des informations sur l'état de fatigue du cheval et son aptitude à progresser. Les paramètres mesurés peuvent être comparés d'un travail à l'autre, de semaine en semaine. L'entraîneur a ainsi les moyens d'évaluer concrètement les progrès du cheval à l'entraînement, de comparer cet individu à lui-même et aux autres chevaux de l'effectif. Des milliers de mesures acquises chez des chevaux de différents profils ont permis de comprendre comment chaque cheval répondait différemment à son entraînement et d'adapter la difficulté du travail à chaque athlète, en fonction de ses capacités. Ainsi, chez un cheval répondant facilement et rapidement au travail, l'entraîneur peut en toute sécurité faire le choix d'intensifier les exercices et d'optimiser l'état de forme du cheval.

Du fait de ses caractéristiques originales, EQUIMETRE est destiné non seulement à être un outil de suivi de l'entraînement mais également un outil en médecine du sport, utile au suivi de la santé de l'athlète. Les mesures permettent d'établir si le cheval a travaillé dans les limites de ses capacités physiques. Si ses capacités ont été dépassées, est-ce le résultat d'un manque de qualité ou une éventuelle faiblesse liée à un problème de santé qui évolue à bas bruit ? Le concept est de permettre à l'entraîneur de réagir immédiatement et de prévenir problèmes et lésions avant leur occurrence. Chez un cheval qui aurait une blessure ou une affection avérée, EQUIMETRE permet d'accompagner la période de révalidation, de déterminer si les délais de récupération et les modalités de rétablissement sont respectés. Ceci évite de reprendre le travail trop précocement et d'évoluer au rythme du travail du cheval.

**«EQUIMETRE d'Arioneo s'établit  
comme un partenaire de la santé  
et de la performance du cheval.»**





ARIONE

# EQUIMETRE

La technologie dédiée à l'entraînement du cheval de course



## Optimiser la performance de vos chevaux

- Détecter les futurs performeurs
- Analyser les aptitudes sportives pour l'engagement en course
- Détecter le profil locomoteur et la distance de prédilection



## Suivre la santé de vos chevaux

- Prévenir le risque de blessure
- Analyser la contreperformance
- Communiquer avec votre vétérinaire et vos propriétaires

“ Nous avons essayé d'allonger la distance de course d'un de mes chevaux, Fast and Fearless. L'objectif était de le faire passer en stayer, sur des distances de 1400m et 1600m. Cependant, en regardant ses données collectées par EQUIMETRE (amplitude et cadence), nous l'avons raccourci et il a gagné ses dernières courses.

James Peters “  
entraîneur de chevaux de groupe 2 & 3 à Singapour

### EQUIMETRE EN 4 ÉTAPES



INSTALLATION  
EN 30 S



COLLECTE DE  
DONNÉES



TÉLÉCHARGEMENT  
DES DONNÉES



ANALYSE DES DONNÉES

CONTACTEZ NOUS POUR PLUS D'INFORMATIONS

Échangez avec l'un de nos experts sur vos besoins au sein de votre écurie et découvrez quelle offre Equimetre pourrait vous correspondre. Nous organisons également des démonstrations dans vos écuries si vous le souhaitez.

[SALES@ARIONE.COM](mailto:SALES@ARIONE.COM)

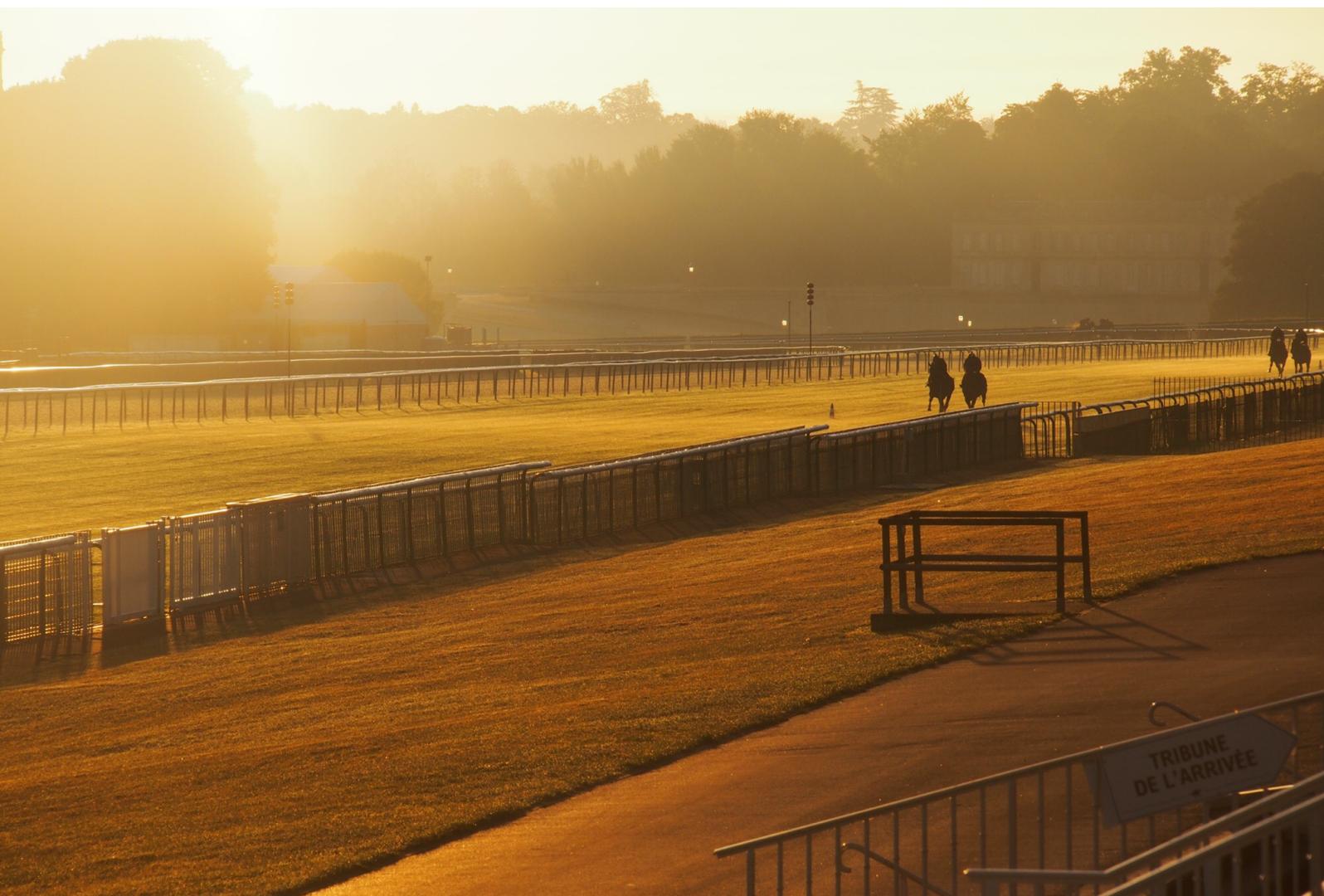
Vous souhaitez suivre les chevaux de votre écurie et maximiser vos chances de réussite ?

**ESSAYER LA PLATEFORME GRATUITEMENT**

## **CONTACTEZ-NOUS POUR PLUS D'INFORMATIONS**

Parlez à l'un de nos spécialistes de vos besoins au sein de votre écurie et découvrez quelle offre Equimetre pourrait vous convenir. Nous organisons également des démonstrations sur place si vous le souhaitez.

**[SALES@ARIONE.COM](mailto:SALES@ARIONE.COM)**



## **BIBLIOGRAPHIE**

### **Influence de la topographie :**

Z. T. Self, A. J. Spence, and A. M. Wilson, Speed and incline during Thoroughbred horse racing: racehorse speed supports a metabolic power constraint to incline running but not to decline running. J Appl Physiol 113: 602–607, 2012.

### **Influence des courbes :**

I. FREDRICSON, G. DALIN, S. DREVEMO and G. HJERTEN. A Biotechnical Approach to the Geometric Design of Racetracks. EQUINE VETERINARY JOURNAL Vol. I. No. 2. April 1975

### **Influence du terrain :**

[https://www.canalturf.com/infos-hippiques/25013\\_le-terrain-est-souple-a-saint-cloud.html](https://www.canalturf.com/infos-hippiques/25013_le-terrain-est-souple-a-saint-cloud.html)  
<https://www.paris-hippiques.info/terrain.html>  
<https://www.zone-turf.fr/actualite/plat/mesure-de-l-etat-du-terrain-le-retour-du-penetrometre-80918.html>

### **Influence de la ferrure :**

<http://theses.vet-alfort.fr/telecharger.php?id=2123>  
<http://www.leparisien.fr/sports/hippisme/trot-le-deferrage-aide-le-cheval-dans-ses-efforts-11-03-2017-6753954.php>

### **Pour aller plus loin :**

Eric Barrey. Biomechanics of locomotion in the athletic horse. CHAPTER 2.5

