



Diplôme d'Université

Trail Running

Analyse de l'influence de l'engagement en descente sur la performance en trail

Présenté par

Valentin Thonon

Sous la direction de **Sabine Ehrstrom**

Promotion 2025

RESUME

Ce mémoire s'intéresse à l'influence du ressenti d'engagement en descente sur la performance en trail running. Si la gestion de l'effort en montée et sur l'ensemble de la course a déjà été largement étudiée pour expliquer la performance, c'est moins le cas concernant les descentes, bien qu'elles puissent représenter jusqu'à un tiers du temps de course sur certains formats. L'objectif de ces travaux est donc d'évaluer l'influence du niveau d'engagement en descente sur la performance et, dans un second temps, de développer une méthodologie permettant d'établir le profil d'un coureur en descente et d'identifier les formats de course les plus adaptés pour optimiser la performance. Deux approches complémentaires ont été retenues pour répondre à cette problématique.

La première partie repose sur l'analyse des données d'une compétition suite à un questionnaire d'après course sur le Grand-Duc de Chartreuse 2025. Les résultats montrent qu'un engagement marqué en descente est favorable sur le format court avec un ressenti d'engagement en descente proche de 8.0/10. En revanche, les formats longues distances, le ressenti d'engagement devient plus modéré en s'établissant à 5.6/10 sur le format long. Cette étude a aussi mis en avant que sur le format longue distance les athlètes les plus performants ont réussi à augmenter leur ressenti d'engagement sur la dernière descente du parcours alors qu'il était maintenu, voire diminué, pour les autres coureurs. Sur le format court, globalement, l'intégralité des coureurs ont augmenté leur engagement en descente sur la fin de course.

La seconde approche propose de développer un test terrain pour évaluer le profil d'un coureur en descente. Un protocole complet sur un itinéraire en descente (870m de long pour 135m de dénivelé négatif) a été mis en place auprès d'un échantillon de dix coureurs. Chaque participant a réalisé quatre descentes contrôlées à des niveaux d'engagement croissants entre 3/10 et 10/10. Lors de chaque descente les données suivantes ont été relevées : temps de descente, fréquence cardiaque et ressenti d'engagement déclaré. Les résultats indiquent une diminution régulière des temps de descente avec l'augmentation du ressenti d'engagement, avec cependant une forte disparité entre les coureurs. En revanche, pour des valeurs hautes de ressenti d'engagement, le gain de temps est plus réduit. En effet, le gain est en moyenne de 0,64 minute par palier de ressenti d'engagement entre 3/10 et 6/10, contre seulement 0,26 minute entre 8/10 et 10/10. L'analyse des résultats montrent que certains coureurs présentent un profil dit « linéaire », avec

un gain de temps quasiment équivalent entre chaque palier de ressenti d'engagement. A l'inverse, d'autres coureurs semblent atteindre un palier à partir duquel l'augmentation du ressenti d'engagement ne se traduit pas par une augmentation significative de la vitesse. Ce test a également permis de confirmer que lorsque que l'engagement est maximal, la fréquence cardiaque en descente est très élevée, avec des valeurs comprises entre 92% et 100% de la fréquence cardiaque maximale.

Le croisement des deux volets de cette étude permet de proposer une relation entre le profil de coureur et le type de course : les coureurs ayant un profil linéaire lors du test terrain seront avantagés sur les descentes pour les formats courts où le ressenti d'engagement doit être importants. A l'inverse, ceux qui atteignent un palier à partir d'un ressenti d'engagement autour de 6/10 seront moins pénalisés sur les formats longs.

En conclusion, l'engagement en descente apparaît comme une variable clé de la performance en trail, mais son effet est modulé par la durée de l'épreuve et le profil physiologique de l'athlète. Ces résultats ouvrent des perspectives pour l'individualisation des stratégies de course et pour l'entraînement spécifique à la descente, en vue d'optimiser la performance.

Table des matières

RESUME	3
INTRODUCTION	8
I. Partie I : Cadre théorique : apports scientifiques et conceptuels	11
I.1. Spécificités physiologiques et mécaniques de la descente en trail.	11
I.2. Stratégies de course et engagement en trail	11
I.3. Conclusion sur l'état de l'art	12
II. Partie II : Étude de la gestion de course en descente lors d'une compétition	13
II.1. Contexte de l'étude	13
II.2. Méthodologie	14
II.3. Résultats	15
II.3.1. Profil des répondants au questionnaire	15
II.3.2. Perception et frein à la performance en descente	16
II.3.3. Analyse de l'évolution de l'engagement en descente	16
II.4. Discussion et limites	21
II.4.1. Discussion	21
II.4.2. Limites	22
III. Partie III : Test terrain évolution du ressenti d'engagement	24
III.1. Contexte de l'étude	24
III.2. Méthodologie	24
III.2.1. Caractéristique du terrain	24
III.2.2. Présentation des participants	25
III.2.3. Protocole de test	25
III.3. Résultats	27
III.3.1. Relation globale entre le ressenti d'engagement et la vitesse de descente	27
III.3.2. Analyse individuelle des données	28
III.4. Discussion et limites	30
III.4.1. Discussion	30
III.4.2. Limites	31
IV. Partie IV : Relation entre les résultats du questionnaire et du test terrain	32
CONCLUSION	34
BIBLIOGRAPHIE	37
ANNEXES I : Questionnaire après course Grand-Duc de Chartreuse 2025	38

INTRODUCTION

Les compétitions de trails sont de plus en plus variées, que ce soit sur leur format (course en montagne, kilomètre vertical, trail court, trail long, ultra-trail, course par étape, backyard....) , sur le profil (montagne, vallonné, plat...) ou la technicité du terrain (sentier de montagne, piste forestière, sable, hors sentier ...). Ces spécificités permettent à chacun de trouver son plaisir en fonction de ses qualités. Cela implique également une gestion de course différente.

De nombreuses études ont montré que la descente est un moment clé pour la performance. Pour certains coureurs c'est un moment de récupération, tandis que pour d'autres c'est une occasion de gagner ou de reprendre du temps. Le choix de l'allure en descente a un impact élevé pour la suite de la course, notamment avec le risque de chute ou de blessure, et l'augmentation de la fatigue musculaire due à la contraction excentrique des muscles. Dans cette étude, nous proposons d'évaluer la stratégie de course à adopter en descente pour optimiser la performance en fonction du format du trail, de la technicité du parcours et du profil du coureur.

Pour répondre à cette problématique, quatre hypothèses ont été retenues et seront discutées dans étude :

- H1 : Un engagement élevé en descente améliore significativement la performance globale sur les trails courts, mais cet effet diminue, voire devient négatif, sur les longues distances en raison de la fatigue musculaire accumulée
- H2 : Les coureurs adoptant une stratégie d'engagement progressif (modéré en début de course, plus appuyé en fin de course) obtiennent de meilleures performances globales que ceux adoptant une stratégie uniforme (rythme élevé ou modéré en continu).
- H3 : L'impact de l'engagement en descente sur la performance est corrélé au niveau d'entraînement spécifique du coureur dans ce type de terrain (expérience, force excentrique, coordination, proprioception).
- H4 : Le gain de temps en augmentant l'engagement de fort à maximal est moins marqué qu'entre moyen et fort.

Ce rapport s'organise en quatre parties, une analyse de l'état de l'art actuel sur le sujet, une analyse d'après course des données de descente, un test terrain, et une dernière partie pour

mettre en relation les deux premières. Pour commencer, la première partie s'intéresse au cadre théorique de l'étude en détaillant les spécificités physiologiques de la descente en trail. Les travaux existants sur la stratégie de course et sur le niveau d'engagement en descente sont également discutés. Dans la seconde partie, à l'aide d'un questionnaire d'après course, nous allons essayer de comprendre comment les coureurs ont géré leur effort lors des différentes descentes d'un trail court et d'un trail long. Cette analyse permettra également d'identifier d'éventuelles différences de stratégie et d'engagement en descente entre les premiers et le reste des coureurs. La troisième partie propose, à l'aide d'un test terrain, de quantifier le gain de temps associé à une augmentation de l'engagement en descente. Un protocole pour évaluer les qualités d'un coureur en descente est également mis en place dans cette partie. Pour finir, la dernière partie cherche à établir des relations entre les parties précédentes, ou au contraire, de mettre en évidence d'éventuelles contradictions entre les résultats. Les principales limites de l'étude seront abordées et des perspectives pour de nouveaux travaux seront également proposées.

I. Partie I : Cadre théorique : apports scientifiques et conceptuels

I.1. Spécificités physiologiques et mécaniques de la descente en trail.

Les qualités physiques requises en descente diffèrent sensiblement de celles en montée ou sur terrain plat. Sur ces derniers, la VO_{2max} et la capacité à maintenir un pourcentage élevé de VO_{2max} constituent des déterminants majeurs de la performance. Ainsi, selon Lemire et al. (2019), la fraction de VO_{2max} expliquerait 70% de la performance en montée, contre seulement 48 % en descente. De plus, Lemire et al. (2020) indiquent qu'en descente, les coureurs atteignent leur fréquence cardiaque maximale à environ 70 % de VO_{2max} . Cela confirme que d'autres facteurs limitants interviennent dans cette phase de course.

Juillaguet et al. (2018) concluent que la performance en descente est multifactorielle et ils montrent que les résultats en descentes sont prédictible grâce aux facteurs suivants : les capacités musculaires (17 %), la biomécanique de course (24 %), la prise de risque (13 %), la perception (25 %), tandis que 21 % des déterminants restent encore inexpliqués.

Sur le plan musculaire, Giandolini et al. (2016) rapportent jusqu'à 15 % de perte de force musculaire après une descente réalisée à haute intensité, illustrant l'importance du travail excentrique. Au niveau biomécanique, Juillaguet et al. (2018) montrent que les coureurs attaquant en médio-pied performant mieux, tandis que Bettega et al. (2023) mettent en évidence l'impact de la longueur de foulée sur la vitesse de descente. Enfin, sur le plan perceptif et réactif, García Muñoz (2024) souligne que les athlètes disposant d'un temps de réaction plus court et d'une capacité d'accélération élevée présentent de meilleures performances en descente.

En somme, la littérature existante met en évidence que la descente en trail mobilise des qualités qui diffèrent de celles sur terrain plat et de la montée. Elle requiert une combinaison de force musculaire excentrique, de coordination biomécanique, de réactivité neuromotrice et de gestion perceptive du terrain.

I.2. Stratégies de course et engagement en trail

Pour tous les coureurs participant à une compétition, la gestion des descentes s'inscrit dans une stratégie globale de course. La méta-analyse de Genitrini (2021), portant sur plus de 16 000 coureurs, met en évidence que sur ultra-trail, les athlètes les plus rapides sont ceux qui présentent la plus faible perte de vitesse en fin de course, et plus particulièrement sur les

portions descendantes. Carrillo et al. (2025) parviennent aux mêmes conclusions sur trail court lors des championnats du monde trail à Innsbruck (40km $\pm$ 3000 m de dénivelé). Nous pouvons également citer les travaux de Bettega et al. (2023) qui, sur la Dolomys Skyrace 2023 (22 km, $\pm$ 1750 m de dénivelé positif/négatif), observe que le temps perdu par rapport aux meilleurs est plus élevé en descente (21,8 %) qu'en montée (18,5 %). Ces analyses soulignent donc l'importance d'un entraînement spécifique en descente afin de pouvoir maintenir une allure compétitive tout au long de la course et optimiser la performance.

Ainsi, la capacité d'un coureur à maintenir un engagement élevé en descente constitue un atout majeur pour réaliser une performance, mais un haut niveau d'engagement s'accompagne de contraintes et de risques. D'une part, comme l'ont montré Giandolini et al. (2016), un effort intense en descente entraîne une fatigue musculaire excentrique plus importante qui peut compromettre la suite de la performance. D'autre part, l'augmentation de la vitesse accroît le risque de chute et de blessure, ce qui impose aux coureurs un arbitrage constant entre vitesse et sécurité.

I.3. Conclusion sur l'état de l'art

Ainsi, la descente en trail apparaît comme une composante spécifique, complexe et multifactorielle de la performance. Elle ne se résume pas uniquement à des qualités physiologiques classiques, mais repose également sur des dimensions biomécaniques, neuromusculaires et psychologiques, propres à chaque individu. L'engagement adopté par un coureur dans les descentes traduit alors un équilibre entre ses compétences techniques, sa tolérance au risque et sa stratégie globale de gestion de course.

C'est dans cette perspective que nous avons cherché, au travers de cette étude, à mieux comprendre la manière dont les coureurs perçoivent et quantifient leur engagement en descente. La partie suivante analyse l'évolution de cet engagement en fonction du format de course, du niveau de performance et de la position des descentes au sein du parcours.

II. Partie II : Étude de la gestion de course en descente lors d'une compétition

II.1. Contexte de l'étude

Pour cette étude sur l'influence de la stratégie et du niveau d'engagement en descente sur la performance, un questionnaire d'après course lors du trail du Grand Duc de Chartreuse 2025 (Isère) a été proposé aux participants. Les formats de course étaient les suivants :

- **Trail court** : 24 km / 1 800 m D+, avec deux descentes réparties au début et à la fin du parcours. Le profil est détaillé sur le graphique 1



Graphique 1 : Profil du trail court

- **Maratrail** : 46 km / 2 800 m D+ avec deux descentes situées sur la première moitié du parcours, la fin étant une portion de 15 km vallonnée. Le graphique 2 illustre le profil du parcours



Graphique 2: Profil du Maratrail

- **Trail long** : 70 km / 4 200 m D+, 5 descentes réparties tout le long du parcours, avec des distances, des dénivelés et des technicités variables. Le profil de la course est représenté sur le graphique 3



A l'aide de ce questionnaire, l'objectif est de comprendre comment les coureurs appréhendent les descentes lors d'une compétition. En fonction du profil des coureurs et de leur niveau de performance, nous allons analyser la stratégie adoptée lors des descentes et le ressenti d'engagement.

Pour effectuer cette analyse, nous allons comparer l'engagement sur chaque descente ainsi que la moyenne d'engagement pour chaque coureur et chaque format.

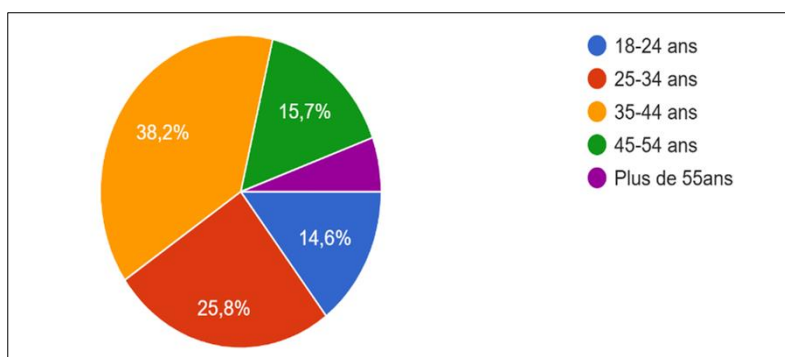
- **Analyse globale par athlète :** Nous avons calculé la moyenne d'engagement pour chaque coureur sur l'ensemble de sa course. Cette moyenne permet d'obtenir un indicateur représentatif du niveau d'engagement global adopté par l'athlète, indépendamment de la variabilité entre les descentes. Cette approche est utile pour comparer directement des profils d'athlètes de niveaux différents sur les mêmes formats de course. Ensuite, pour comparer chaque format, nous avons classé les performances des coureurs en fonction de l'index UTMB obtenu sur la course.
- **Analyse par descente :** Nous avons ensuite examiné séparément le niveau d'engagement sur chaque descente d'un même parcours. L'objectif étant de détecter d'éventuelles variations au cours de la course pour un même coureur.

Cette double analyse, analyse globale entre coureurs et analyse spécifique individuelle sur chaque descente, permet de déterminer si le format de la course et le niveau des coureurs influencent le ressenti d'engagement, mais aussi de mieux comprendre comment l'engagement peut évoluer au sein d'un même effort.

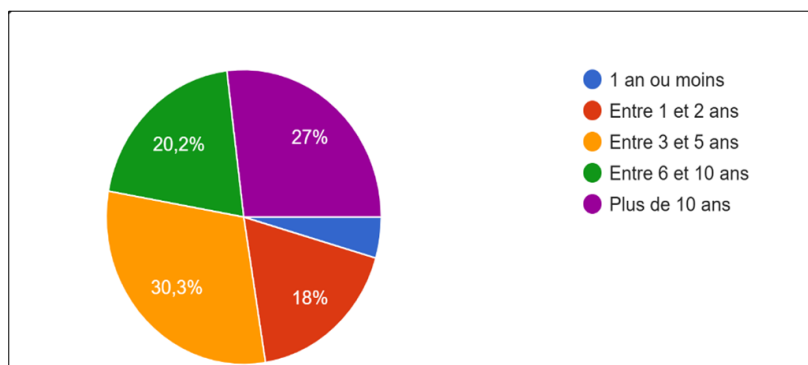
II.3. Résultats

II.3.1. Profil des répondants au questionnaire

Le questionnaire a été largement complété par les participants du Grand Duc, avec près de 10% de retour sur l'ensemble des participants. Sur les 90 réponses obtenues, il y a 73 % d'hommes et 27 % de femmes. Ces coureurs sont de tout niveau, de débutant à niveau régional avec des index UTMB allant de 400 à 780. La moyenne d'âge est de 40 ans mais avec une forte disparité comme le montre le graphique 4. Le graphique 5 met en avant que ce sont principalement des coureurs ayant une expérience supérieure à trois ans en trail qui ont répondu au questionnaire. Concernant la répartition selon le format de course, il y a 31 coureurs qui ont fait le trail long, 15 étaient sur le Maratrail, et 44 sur le trail court. Les réponses des coureurs effectuant la course en relais (5 étapes de 8km à 18km) ont été considérées dans l'analyse comme faisant partie du trail court.



Graphique 4 : Répartition des coureurs selon la tranche d'âge



Graphique 5 : Répartition de l'expérience des coureurs en trail

II.3.2. Perception et frein à la performance en descente

L'analyse des réponses au questionnaire met en évidence que la descente est perçue principalement comme un moment de plaisir (54 % des répondants). A l'inverse, pour une minorité les descentes sont associées à une source de stress (15 %).

Près de la moitié des participants (43 %) considèrent la descente comme une opportunité stratégique pour gagner du temps, tandis que 31 % la perçoivent avant tout comme une phase de récupération.

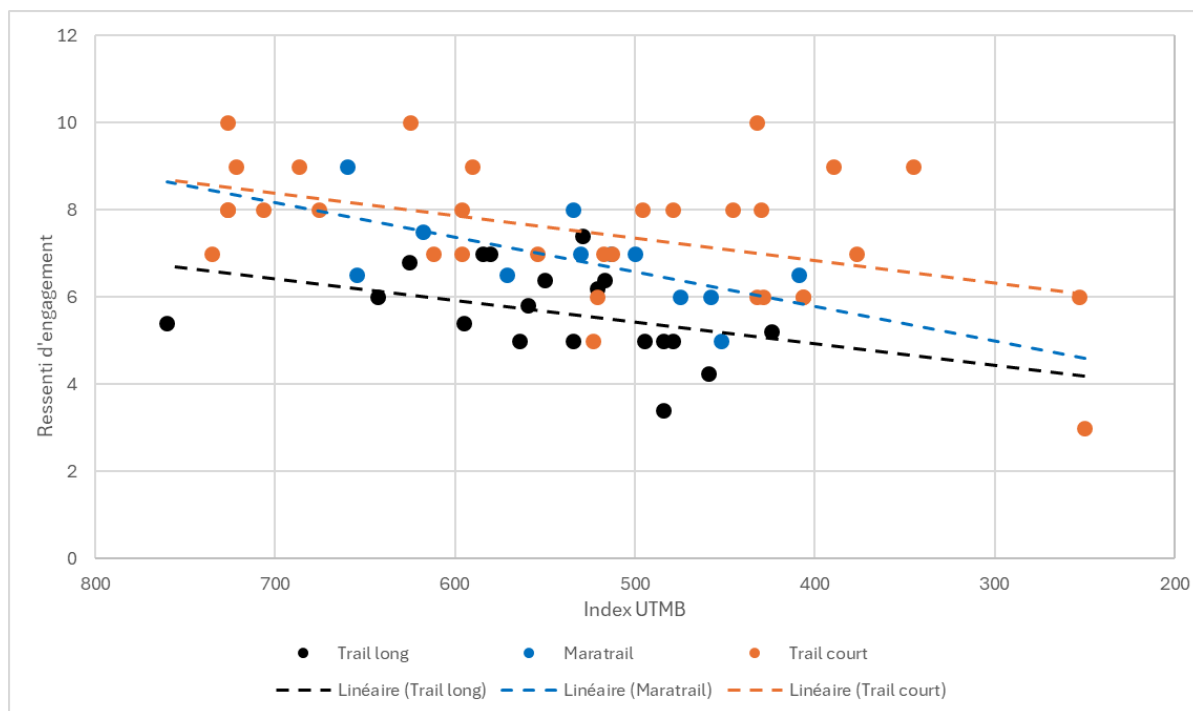
Concernant les facteurs limitant la vitesse en descente, la peur de la chute ou de la blessure ressort comme la contrainte majeure (57 % des réponses). La technicité du terrain est citée par 47 % des participants, suivie par la gestion globale de la course (42 %) et les douleurs physiques (musculaires, articulaires, pieds, abdominale, gastrique...) rapportées par 40 % des coureurs. Les limitations d'ordre physiologique, telles qu'une fréquence cardiaque ou respiratoire trop élevées, ne sont presque jamais mentionnées (3 %). Le même constat est observé pour les contraintes biomécaniques liées à l'allongement de la foulée (2 %). Enfin, seulement 3 % des répondants déclarent ne percevoir aucune limite en descente.

La grande majorité des coureurs annoncent avoir une stratégie d'allure constante sur chaque descente (70%). Pour 25% des coureurs, il est préférable de commencer doucement pour accélérer sur la fin et seulement 5 % des coureurs démarrent dès le début sur un rythme élevé au risque de finir plus lentement. Cependant, dans les faits on remarque que l'allure en début de course est globalement plus rapide qu'en fin de course, mais l'engagement que mettent les coureurs reste le même, voire augmente pour certains coureurs, afin de compenser l'accumulation de la fatigue.

Pour finir, sur la première partie de course, plus de la moitié des coureurs déclarent se tenir à leur plan de course (60%) alors que 20 % vont finalement plus vite que prévu et 20 % moins vite.

II.3.3. Analyse de l'évolution de l'engagement en descente

Le graphique 6 illustre la relation entre le ressenti d'engagement (RE) moyen dans les descentes pour chaque coureur et la performance associée en fonction du format de course). Afin de comparer les résultats entre les différents formats de course, les coureurs sont classés en fonction de leur performance (index UTMB).

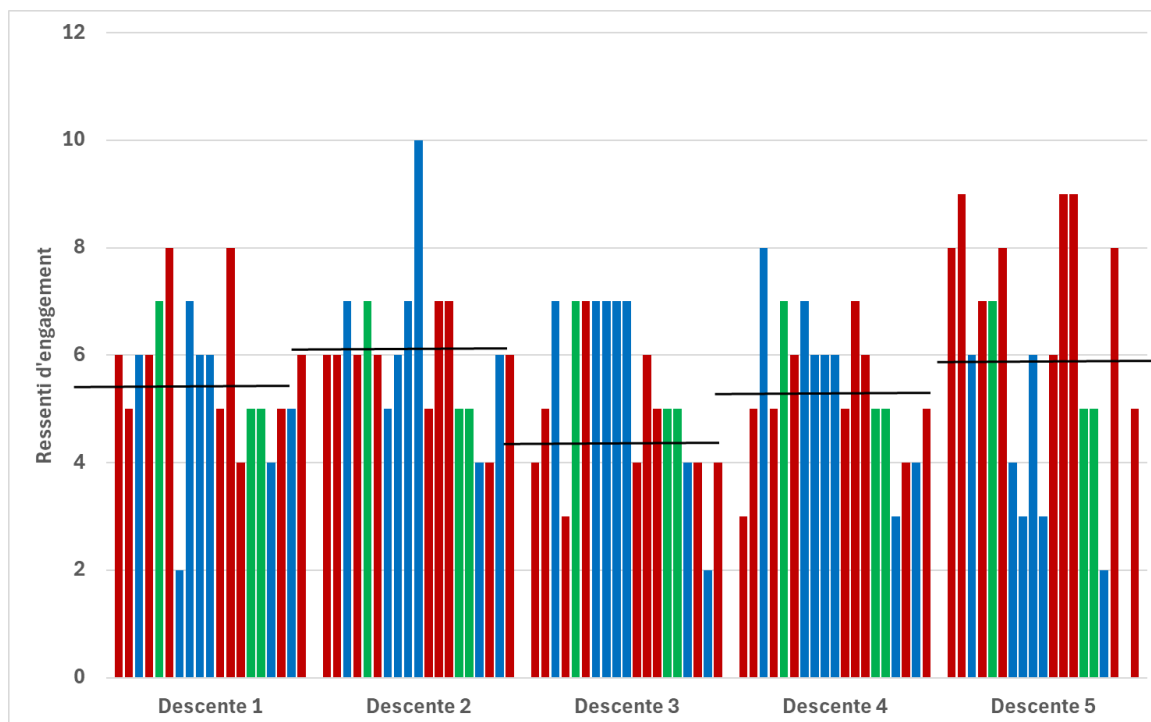


Graphique 6 : Ressenti d'engagement moyen des coureurs en fonction de la performance

De manière générale, plus les coureurs sont performants, plus leur engagement en descente est élevé. Cependant, il est nécessaire de nuancer cette conclusion car le R^2 de la droite de tendance est trop faible sur chaque format (0.186 trail long, 0.424 Maratrail et 0.157 trail court), ce qui indique une importante disparité parmi les réponses.

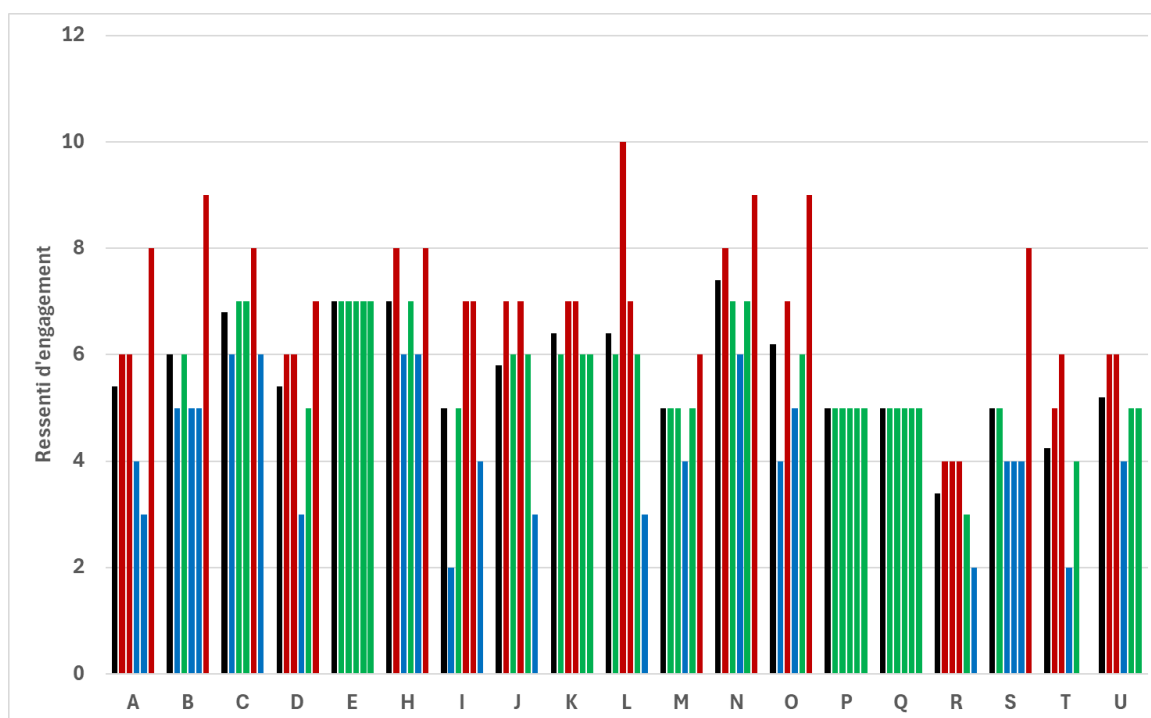
D'autre part, on remarque que l'intensité du RE varie selon les formats de course. Sur le trail court, les coureurs présentent un RE élevé (7,1/10) avec une baisse d'intensité assez modérée entre les premiers et derniers avec environ 8,2 pour les premiers et 6,8 pour les derniers. Sur Maratrail, le RE moyen est légèrement plus faible (6,4/10) mais avec une baisse d'intensité plus marquée, proche de 2,5 points de RE, entre les coureurs les plus performants et les coureurs les moins performants. Pour finir, sur trail long, le RE moyen est plus faible que sur les autres formats (5,7/10) et la baisse d'intensité est peu marquée avec environ 1,6 points de moins pour les coureurs les moins performants, une valeur similaire à celle observée pour le trail court.

Le graphique 7 présente le RE des coureurs pour chaque descente sur le trail long avec, en rouge, les coureurs ayant un RE supérieur à la moyenne globale des RE, en vert ceux ayant un RE équivalent (à plus ou moins 0.5 point), et en bleu ceux ayant un RE inférieur. Les coureurs sont classés pour chaque descente du plus rapide au plus lent.



Graphique 7 :RE par descente sur trail long

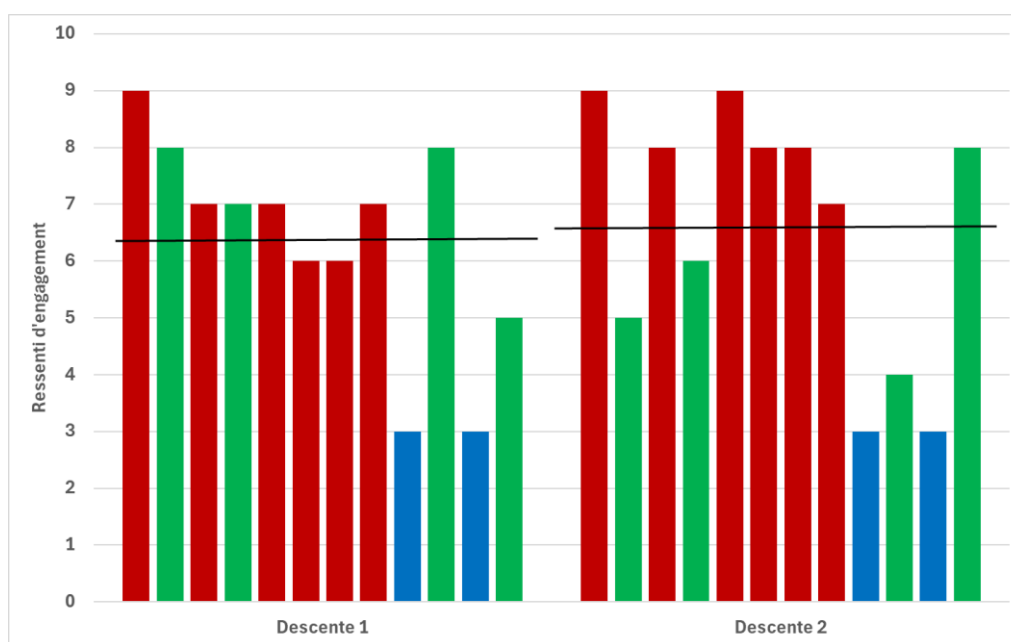
Le graphique 8 détaille le RE par descente pour chaque coureur avec en premier en noir la moyenne de la course, puis en rouge (RE supérieur à la moyenne), en vert (RE proche de la moyenne à plus ou moins 0.5 point), ou en bleu (RE inférieur à la moyenne) les cinq descentes de la course.



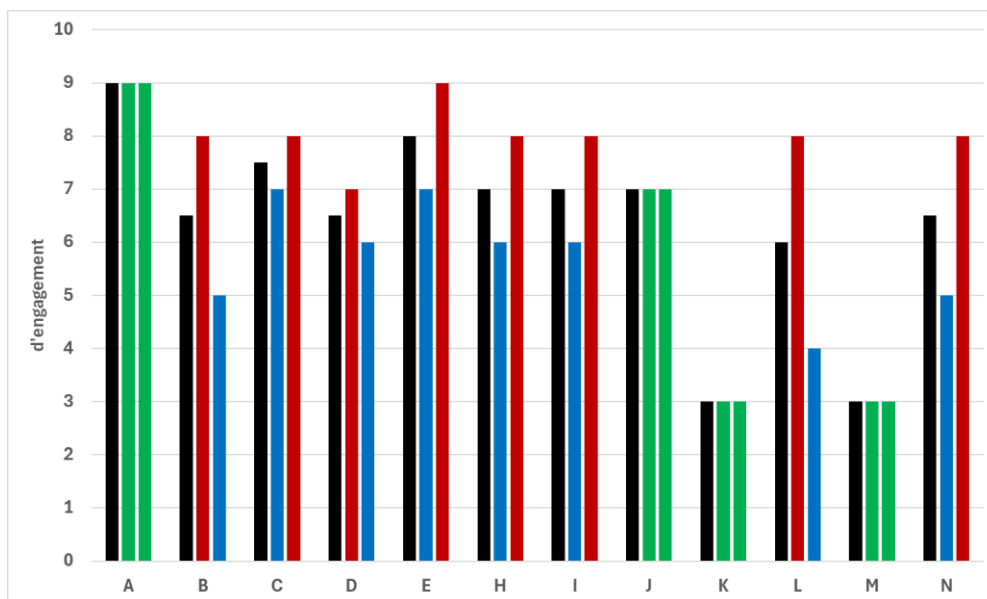
Graphique 8 :RE par coureur sur trail long

A partir des graphiques 7 et 8, on remarque une faible variation du RE moyen entre chaque descente (entre 5,3/10 et 6,1/10). Cependant, sur la dernière descente, une très grande disparité est observée avec des valeurs allant de 2 à 9. En effet les coureurs les plus rapides parviennent à maintenir, voire élever, l'engagement sur la dernière descente, ce qui n'est pas le cas pour les coureurs moins rapides. On observe également que peu de coureurs parviennent à maintenir un RE constant (16%), tandis que près de la moitié (47%) ont une variation supérieure à 3 points entre les descentes.

Les graphiques 9 et 10 présentent les mêmes données que précédemment (graphique 7 et 8) mais pour le format Maratrail. On observe que les moyennes de RE sont très proches entre la première descente (6,3) et la deuxième descente (6,5). On constate également une dispersion assez large des valeurs individuelles, certains coureurs présentant des RE très élevés (jusqu'à 9) tandis que d'autres affichent des valeurs plus faibles (3). Les coureurs les plus rapides montrent globalement des valeurs d'engagement supérieures à celles des coureurs les plus lents. Un tiers (33%) des coureurs parviennent à conserver un ressenti d'engagement constant tandis qu'un coureur (8%) présente un écart supérieur à 3 points entre les deux descentes du parcours.

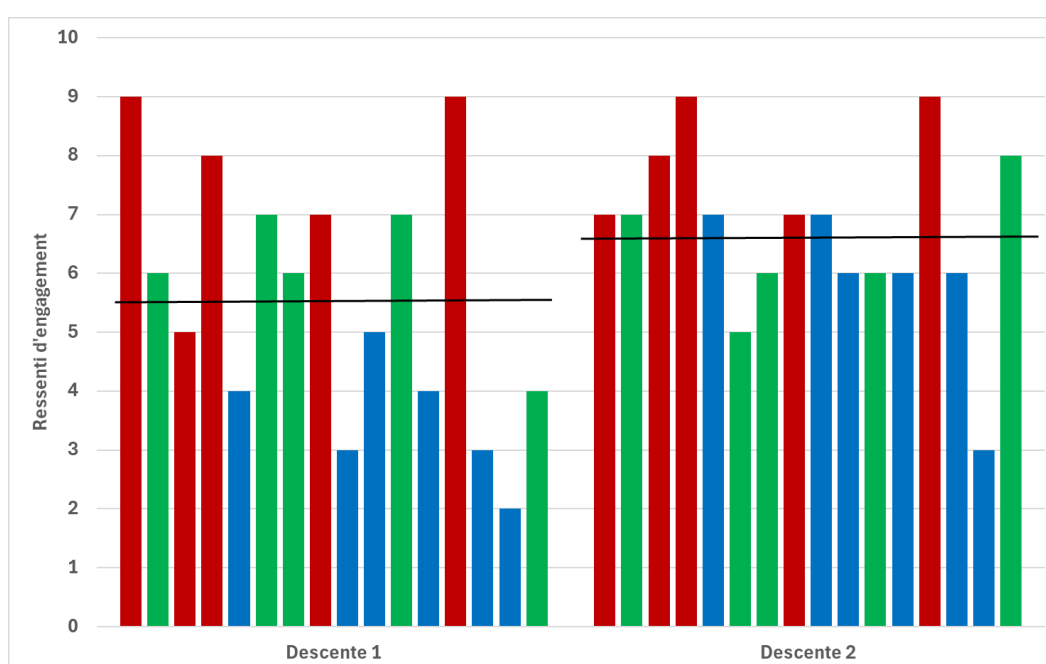


Graphique 9 : RE par descente sur le maratrail

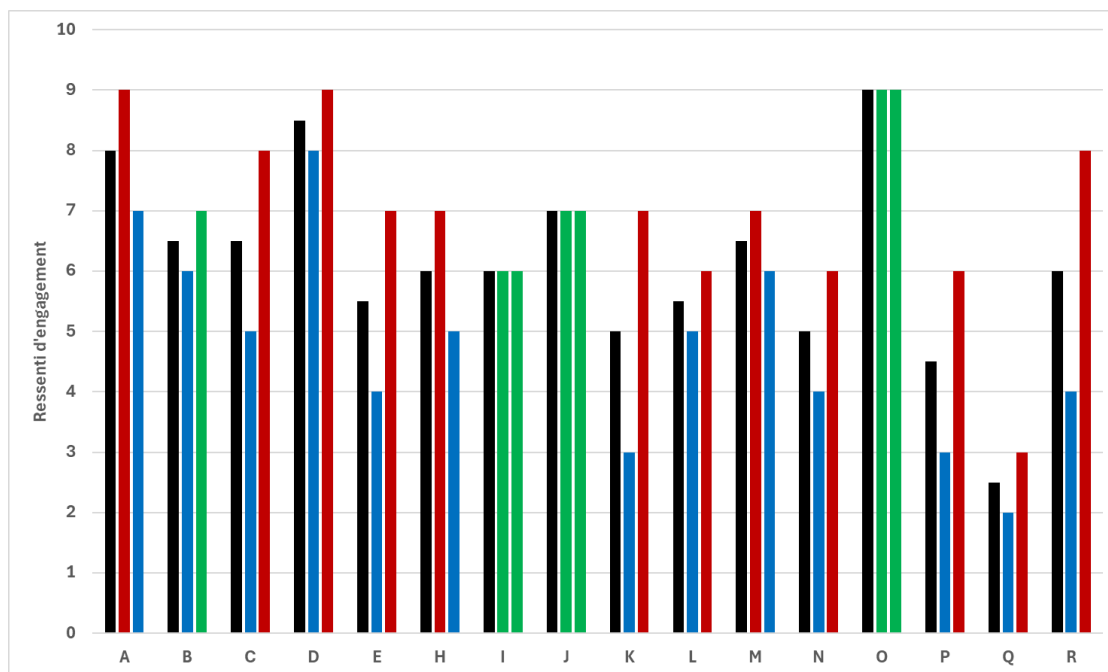


Graphique 10 : RE par coureurs sur le maratrail

Enfin, toujours avec la même méthodologie que pour sur les autres formats, les graphiques 11 et 12 présentent les résultats pour le trail court, sans tenir compte des relayeurs cette fois ci. Nous remarquons que les coureurs ont un engagement plus important lors de la deuxième descente. En effet, ils ont un RE de 5,5 lors de la première descente et 6.7 lors de la seconde. Nous notons que cette hausse du RE est principalement due aux coureurs les moins rapides qui ont augmenté leur engagement sur la fin de parcours alors que ceux plus rapides ont gardé un engagement similaire lors des deux descentes.



Graphique 11 : RE par descente sur trail court



Graphique 12 : RE par coureur sur trail court

II.4. Discussion et limites

II.4.1. Discussion

Les résultats présentés dans cette partie montrent que les répondants au questionnaire sont représentatifs de l'ensemble des traileurs actuel, ce qui permet d'avoir des résultats exploitables. En revanche, malgré une participation importante des coureurs, l'échantillon reste réduit et certaines conclusions ne pourront pas être généralisées.

Les résultats obtenus permettent d'apporter plusieurs éléments de réponse aux hypothèses formulées dans l'introduction. Tout d'abord, il apparaît que l'engagement en descente constitue un déterminant important de la performance globale, mais dont l'effet varie selon le format de course. Sur les formats courts, où le RE moyen est le plus élevé (7,1), une corrélation directe est observée entre un niveau d'engagement fort et la performance réalisée. À l'inverse, sur les trails longs, le RE moyen est significativement plus faible (5,6), et les athlètes les plus performants ne cherchent pas à maximiser leur engagement dans les descentes. Ces résultats suggèrent qu'un engagement élevé permet effectivement de gagner du temps sur les parcours courts, cependant, il semble devenir limitant sur les longues distances en raison de la fatigue musculaire cumulée lors de l'enchaînement des descentes. Ces observations vont ainsi dans le sens de l'hypothèse H1: *Un engagement élevé en descente améliore significativement la performance globale sur les trails courts, mais cet effet diminue voire devient négatif sur les longues distances en raison de la fatigue musculaire accumulée.*

En ce qui concerne les stratégies d'allure, les données recueillies sur le trail long montrent que les coureurs les plus performants sont capables d'augmenter leur engagement dans la dernière descente, ce qui suggère l'intérêt d'une stratégie progressive, conforme à l'hypothèse H2 : *Les coureurs adoptant une stratégie d'engagement progressif (modéré en début de course, plus appuyé en fin de course) obtiennent de meilleures performances globales que ceux adoptant une stratégie uniforme (rythme important ou lent en continu)*. Toutefois, cette tendance n'est pas observée sur les autres formats. En effet, sur le trail court, l'ensemble des participants a augmenté son engagement au cours de la seconde descente, ce qui ne permet pas de distinguer clairement les bénéfices d'une stratégie progressive par rapport à une stratégie uniforme. Sur le Maratrail, les descentes étant principalement sur le début du parcours, cet aspect ne peut donc pas clairement être analysé. L'hypothèse H2 ne peut donc être que partiellement confirmée.

Par ailleurs, l'ensemble des résultats soulignent que les meilleurs coureurs sont quasiment systématiquement ceux qui affichent les RE les plus élevés, quel que soit le format de course. Cela confirme l'importance de compétences spécifiques en descente (technique, coordination, force excentrique) afin de convertir un engagement élevé en gain de temps réel, validant ainsi l'hypothèse H3 : *L'impact de l'engagement en descente sur la performance est corrélé au niveau d'entraînement spécifique du coureur dans ce type de terrain (expérience, force excentrique, coordination, proprioception)*.

II.4.2. Limites

Bien que les résultats obtenus apportent des éléments intéressants concernant l'engagement en descente et son impact sur la performance en trail, plusieurs limites doivent être soulignées.

Tout d'abord, Le nombre de répondants au questionnaire, 90 personnes au total (de 15 à 45 selon le format), peut limiter la généralisation des conclusions. Cela s'observe notamment sur les R^2 qui, bien que très faibles dans ces travaux, pourrait être plus satisfaisant sur un échantillon plus important. Ensuite, la configuration des parcours (nombre, longueur et technicité des descentes) n'était pas identique entre les différents formats de course. Cette hétérogénéité complique la comparaison directe entre le trails court et le trails long, et peut en partie expliquer certaines différences observées.

Par ailleurs, l'évaluation de l'engagement en descente repose sur un indicateur subjectif, le ressenti d'engagement, exprimé sur une échelle de 1 à 10. Si cette méthode permet de saisir l'expérience vécue par le coureur, elle comporte une part de variabilité importante. Deux athlètes présentant un même niveau de vitesse effective peuvent en effet rapporter des RE

différents selon leur perception du risque ou leur expérience. L'absence de mesures objectives complémentaires (vitesse instantanée, fréquence cardiaque, paramètres biomécaniques) limite ainsi la précision de l'analyse.

D'autre part, l'analyse ne prend pas en compte les aléas de la course, un coureur qui a eu un incident (hypoglycémie, déshydratation, entorse...) durant la course aura une baisse de son RE sur certaines portions du parcours, et peut donc biaiser certains résultats.

Enfin, l'étude n'intègre pas directement les effets de la fatigue musculaire, ni les variables psychologiques telles que la tolérance au risque ou la gestion émotionnelle en descente. Or, ces dimensions sont susceptibles d'influencer fortement l'engagement et la performance.

III. Partie III : Test terrain évolution du ressenti d'engagement

III.1. Contexte de l'étude

L'objectif de ce test terrain est de répondre à deux problématiques :

- Quelle est l'influence du ressenti d'engagement sur la vitesse en descente ainsi que son impact sur la fréquence cardiaque.
- Peut-on, à partir d'un test terrain en descente, évaluer les capacités et le profil d'un coureur pour lui permettre d'identifier les formats de course où il pourra optimiser sa performance.

Pour répondre à ces deux questions, un test terrain a été effectué par un groupe de participants. Dans un premier temps, nous allons présenter la méthodologie retenue en détaillant les caractéristiques du terrain, le profil des participants et le protocole de test appliqué. Ensuite nous présenterons les résultats du test terrain de manière globale puis individuellement pour certains profils de coureurs. Pour finir, nous répondrons aux deux problématiques présentées ci-dessus tout en tenant compte des limites de l'étude réalisée.

III.2. Méthodologie

III.2.1. Caractéristique du terrain

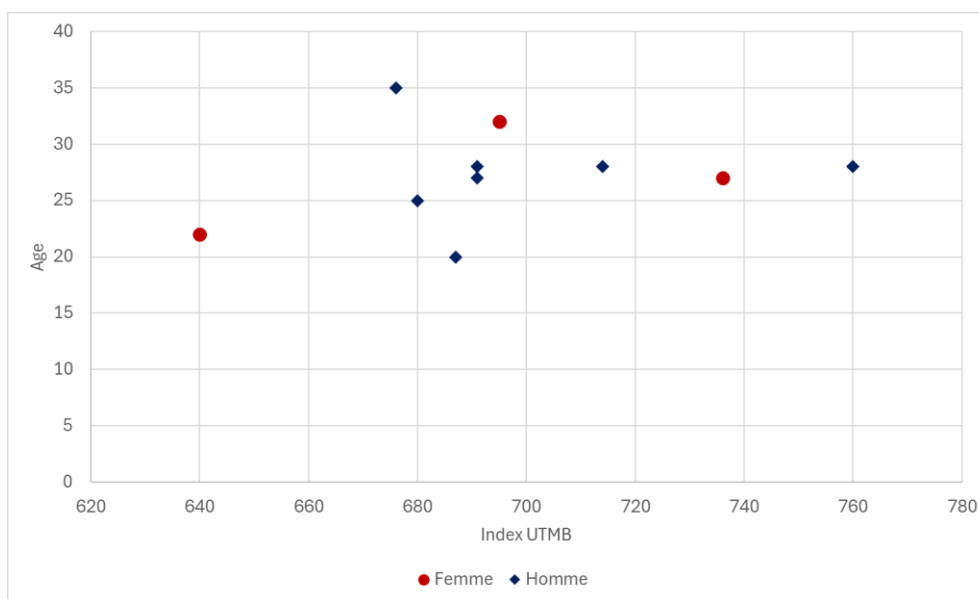
Le parcours retenu pour cette étude terrain mesure 870 mètres de longueur pour 137 mètres de dénivelé négatif et une pente moyenne de -15.8%. Il s'agit d'un sentier étroit monotrace en forêt. Le sentier est principalement en terre, comprenant une première partie peu raide en traversée, puis une seconde partie plus technique avec plusieurs virages en épingle et des racines sur la partie basse. Le graphique 11 présente la trace et le profil du segment retenu pour ce test terrain.



Graphique 13 : Parcours et profil du test terrain

III.2.2. Présentation des participants

Le test a été réalisé en deux séances regroupant chacune cinq participants, soit un total de dix coureurs (7 hommes et 3 femmes), âgés de 21 à 35 ans. Tous étaient des pratiquants réguliers de trail running depuis plusieurs années, avec un index UTMB compris entre 640 et 760. Le graphique 14 détaille l'index UTMB et l'âge des participants au test. Les conditions environnementales étaient similaires pour les deux séances avec un terrain sec et une température proche de 30 °C.



Graphique 14 : Répartition des participants en fonction de l'âge et l'index UTMB

III.2.3. Protocole de test

Avant le début du test, les participants effectuent un échauffement comprenant la montée du parcours en sens inverse, permettant à la fois la mise en condition physique et la reconnaissance du terrain.

Chaque sujet réalise ensuite individuellement quatre descentes à des allures différentes. Les allures sont choisies de façon à varier le RE sur une échelle de 3 à 10, où 1 correspond à de la marche et 10 à un engagement maximal. À l'issue de chaque descente, deux minutes de repos passif sont respectées, suivi d'une remontée en endurance fondamentale pour une durée d'environ 15 minutes avant une nouvelle descente. Les descentes les plus rapides sont effectuées en fin de séance, afin de limiter l'impact de la fatigue sur les descentes les moins engagées.

Les participants doivent déterminer leur niveau d'engagement avant chaque descente et respecter ce choix, indépendamment du temps de descente.

Les variables relevées lors de ce test sont les suivantes :

- Le temps de descente,
- La fréquence cardiaque moyenne
- La fréquence cardiaque maximale
- La fréquence cardiaque après les deux minutes de repos
- Le ressenti d'engagement

Les données cardiaques et chronométriques ont été enregistrées par des montres GPS couplées à un cardiofréquencemètre thoracique. Le RE a été recueilli directement à la fin de chaque descente.

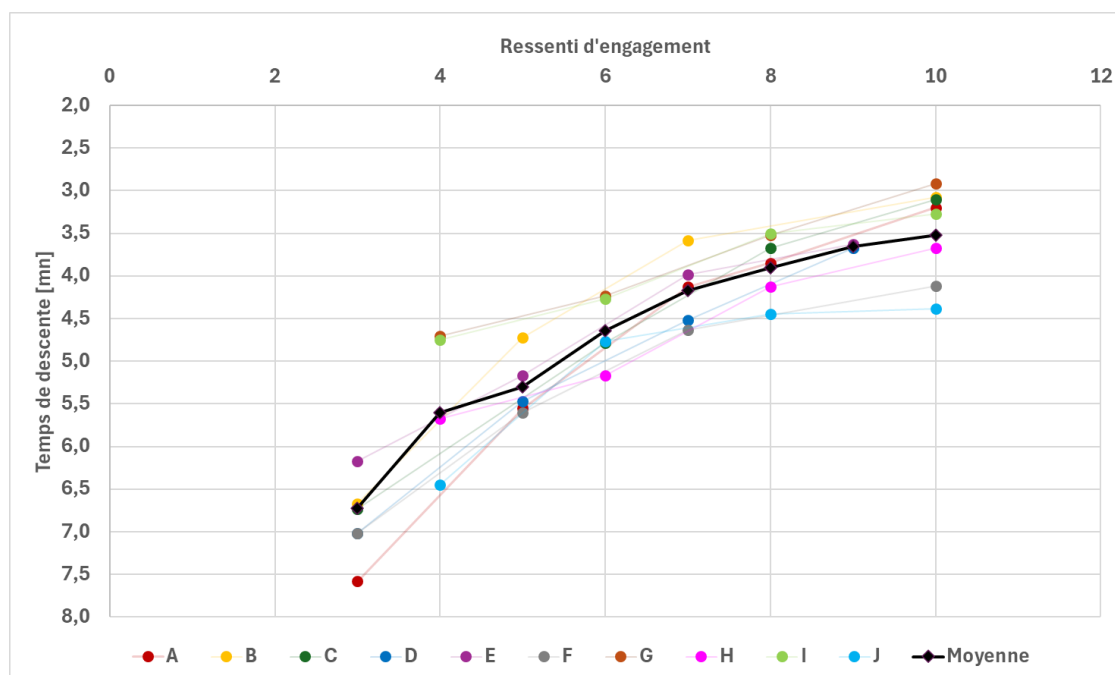
Ci-dessous, un exemple de déroulé de séance pour réaliser le test :

- *Echauffement : 15mn en montée pour repérer le parcours*
- *Descente 1 en 6mn44s à RE 3*
- *2mn de récupération passive*
- *Montée 2 en 15mn*
- *Descente 2 en 4mn47s à RE 6*
- *2mn de récupération passive*
- *Montée 3 en 15mn*
- *Descente 3 en 3mn40s à RE 8*
- *2mn de récupération passive*
- *Montée 4 en 15mn*
- *Descente 4 en 3mn06s à RE 10*
- *2mn de récupération passive*
- *10mn de récupération active*
- *Temps de séance total : 1h 40*

III.3. Résultats

III.3.1. Relation globale entre le ressenti d'engagement et la vitesse de descente

Le graphique 15 illustre la relation entre le ressenti d'engagement (RE) et le temps de descente. La courbe noire correspond à la moyenne de l'ensemble des participants, tandis que les marqueurs colorés représentent les données individuelles de chaque coureur.



Graphique 15 : Evolution du temps de descente en fonction du RE

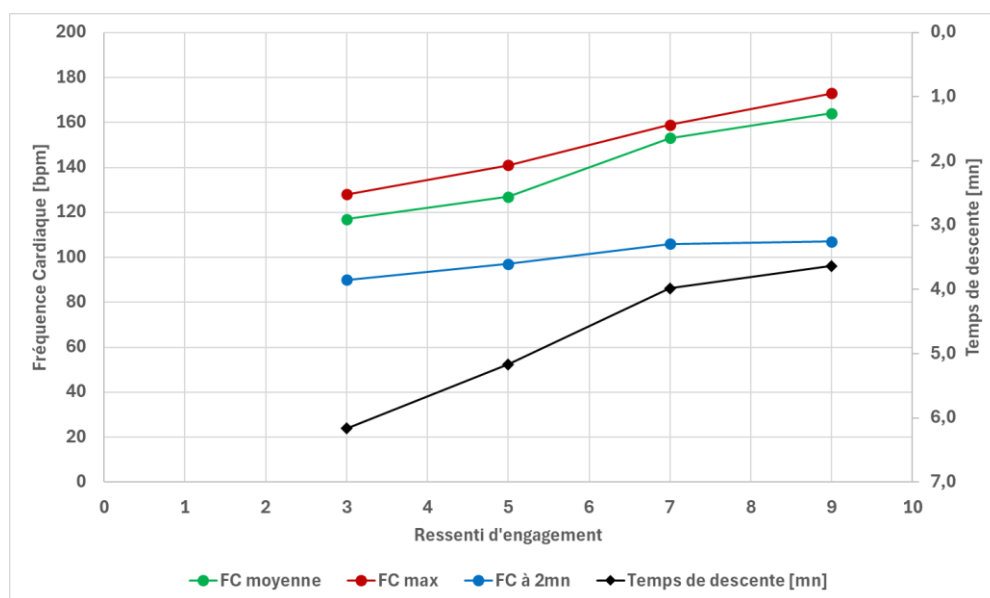
De manière attendue, on observe que plus le RE est élevé, plus le temps de descente diminue. Cette observation est vraie pour l'ensemble des participants.

Cependant, la diminution du temps de descente avec l'augmentation du RE n'est pas linéaire. En moyenne, l'écart entre chaque palier est de 0,45 minute/RE. Plus précisément, l'écart est de 0,64 minute/RE entre les RE 3 et 6, alors qu'il chute à 0,26 minute/RE entre les RE 8 et 10. Autrement dit, les gains en performance sont proportionnellement plus élevés lorsque l'engagement passe d'un niveau faible à modéré que lorsqu'il passe d'un niveau déjà élevé à maximal.

Enfin, cette dynamique n'est pas identique pour tous les coureurs. Certains profils présentent un effet de plateau relativement précoce, par exemple, le sujet D dès un RE de 6, tandis que d'autres affichent une progression plus régulière, comme les sujets G et H dont la relation semble quasi-linéaire jusqu'aux RE élevés.

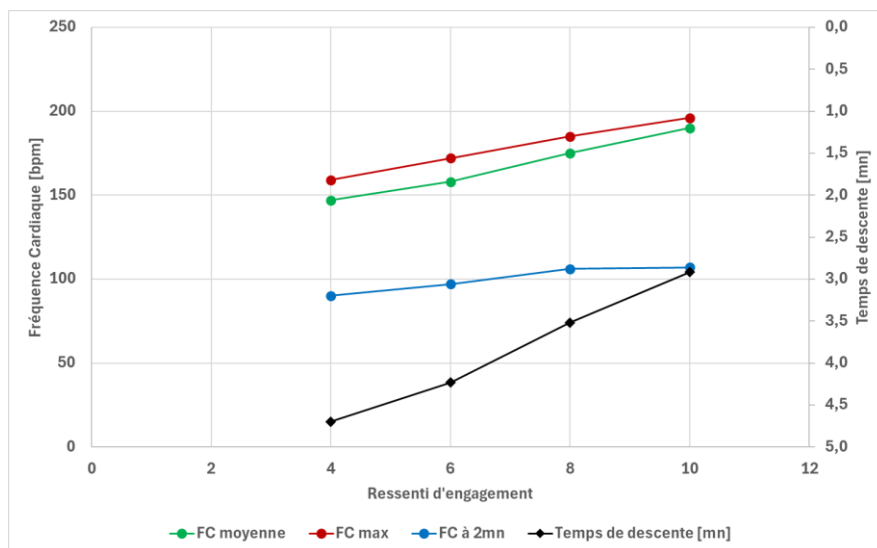
III.3.2. Analyse individuelle des données

Dans cette section, nous proposons d'analyser les données individuelles de certains coureurs afin d'établir leur profil en descente.



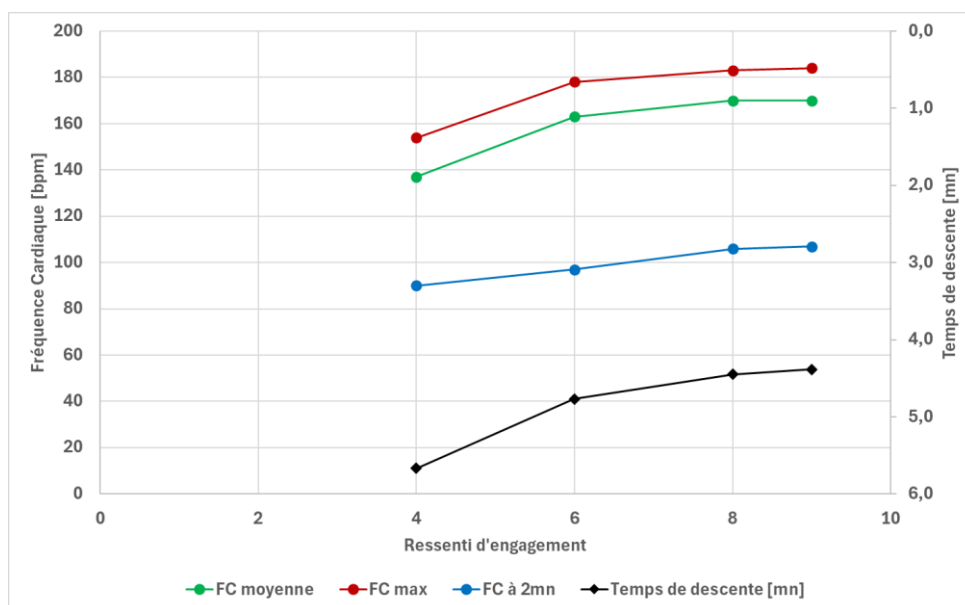
Graphique 16 : évolution du temps de descente et de la fréquence cardiaque en fonction du ressenti d'engagement pour le sujet E

Le sujet E illustre bien la tendance générale observée avec l'échantillon global sur le graphique 16. Sa courbe de temps de descente montre une diminution progressive, mais avec des gains plus faibles aux intensités élevées. Entre un RE de 3 et 5, le gain de temps est d'une minute, soit 0,5 minute/RE. En revanche, entre un RE de 7 et 9, le gain n'est plus que de 0,35 minute, soit 0,18 minute/RE. Concernant la fréquence cardiaque, la progression est globalement linéaire avec le RE. Toutefois, la fréquence cardiaque mesurée après les 2 minutes de récupération tend à se stabiliser à un RE élevé. Pour ce coureur, dont la fréquence cardiaque est estimée à 186 bpm, un RE de 9 entraîne une fréquence cardiaque de 173 bpm, soit environ 92 % de sa fréquence cardiaque maximale. Cela traduit un engagement cardiovasculaire élevé, proche de ses capacités maximales.



Graphique 17 : évolution du temps de descente et de la fréquence cardiaque en fonction du ressenti d'engagement pour le sujet G

Chez le sujet G, présenté sur le graphique 17, la relation entre RE et temps de descente se distingue par une linéarité, sans apparition de plateau lorsque le RE augmente. Le gain de temps par RE est compris entre 0,26 et 0,33 minute, et reste stable tout au long de l'exercice. La fréquence cardiaque suit une évolution comparable à celle observée chez le sujet E, avec une augmentation régulière et proportionnelle au RE. A effort maximal, le sujet G atteint 195 battement par minute pour une fréquence maximale évaluée à 197, soit environ 99 % de sa capacité maximale, suggérant une tolérance physiologique élevée et un engagement quasiment maximum de ses ressources cardiovasculaires.



Graphique 18 : évolution du temps de descente et de la fréquence cardiaque en fonction du ressenti d'engagement pour le sujet J

Le profil du sujet J, illustré sur le graphique 18, contraste fortement avec celui du sujet G. Sa courbe met en évidence un palier très marqué dès un RE de 6. Jusqu'à ce niveau, les gains sont significatifs : entre les RE 4 et 6, il améliore son temps de 1,6 minute, soit environ 0,8 minute/RE. En revanche, entre les RE 6 et 8, le gain n'est plus que de 0,32 minute, soit 0,16 minute/RE, traduisant une efficacité décroissante à haute intensité. Notons également que la fréquence cardiaque du sujet J évolue de façon similaire au temps de descente, confirmant la présence d'un plateau de performance. La fréquence cardiaque maximale du sujet J est évaluée à 193. Ainsi, dès le palier 6, le coureur est déjà à 178 battements par minute, soit 93 % de son maximum.

III.4. Discussion et limites

III.4.1. Discussion

L'analyse des résultats de ce test terrain semblent confirmer les hypothèses formulées en amont, tout en apportant des points intéressants sur la dynamique du ressenti d'engagement (RE) en descente.

Tout d'abord, les résultats montrent une relation claire et directe entre le RE et le temps de descente : plus les coureurs augmentent leur niveau d'engagement, plus leur performance chronométrique s'améliore. Toutefois, cette relation n'est généralement pas linéaire. Les gains de temps sont proportionnellement plus importants aux faibles niveaux de RE, alors qu'ils deviennent plus réduits lorsque l'engagement atteint des valeurs élevées. Ainsi, la zone de progression la plus marquée se situe entre un RE de 3 et 6, tandis qu'au-delà d'un RE de 8, l'amélioration de la performance tend à se stabiliser. Ce qui semble valider l'hypothèse H4 : *le gain de temps en augmentant l'engagement de fort à maximal est moins marqué qu'entre moyen et fort.*

Cette évolution est confirmée par les analyses individuelles des tests de chaque coureur. Chez certains sujets, la progression est relativement régulière et linéaire sur toute la plage d'intensité (le sujet G), traduisant une bonne capacité à maintenir une efficacité de course même à des niveaux d'engagement élevés. À l'inverse, d'autres profils présentent un plateau précoce (sujet J), avec une nette diminution du gain de performance au-delà d'un RE intermédiaire, ce qui suggère une limite dans la capacité à transformer un engagement accru en gain de vitesse.

Concernant la fréquence cardiaque, les résultats indiquent une augmentation progressive et relativement linéaire avec l'intensité perçue, atteignant des valeurs proches de la fréquence

cardiaque maximale lors des engagements les plus élevés. Cette réponse physiologique confirme que la hausse du RE s'accompagne bien d'un stress cardiovasculaire très important. Cette observation confirme les travaux de Lemire et al. (2020), sur l'atteinte d'une fréquence cardiaque quasi maximale lors d'un engagement maximal en descente. Cependant, on observe aussi chez certains sujets que la courbe de fréquence cardiaque tend parfois vers un plateau aux niveaux d'engagement très élevés (environ 93% de fréquence cardiaque). Cela suggère de limites physiologiques chez ces coureurs ou d'une perception faussée de l'effort par rapport à l'intensité réelle.

En comparant les données individuelles, des différences notables apparaissent. Certains athlètes maintiennent une relation stable entre le RE, le temps de descente et la fréquence cardiaque, tandis que d'autres présentent des comportements plus hétérogènes, avec des paliers ou des progressions irrégulières. Ces variations pourraient être liées à des facteurs tels que les capacités techniques en descente, la tolérance musculaire aux contractions excentriques, ou encore l'expérience spécifique sur ce type de terrain.

Dans l'ensemble, ces résultats suggèrent que si l'augmentation de l'engagement en descente est globalement bénéfique pour la performance chronométrique, elle présente des rendements décroissants à mesure que l'on se rapproche des niveaux d'intensité maximale. Par ailleurs, la forte variabilité inter-individus souligne l'importance d'une approche personnalisée dans l'analyse de l'efficacité de l'engagement en descente.

III.4.2. Limites

Plusieurs limites doivent être prises en compte dans l'interprétation des résultats de ce test terrain. Tout d'abord, l'étude repose uniquement sur 10 participants relativement bien entraînés. Ces résultats ne peuvent donc pas être généralisés à l'ensemble des traileurs, notamment concernant les débutants et les coureurs de niveau intermédiaire.

Ensuite, le test a été réalisé sur un seul type de descente, plutôt courte, sur un terrain sec et avec des conditions climatiques assez chaudes. Les résultats pourraient être différents dans d'autres contextes, notamment sur une descente plus longue où la fatigue musculaire et mentale serait plus impactante. De plus, ces paramètres ne sont pas mesurés dans ce test, cela aurait pu apporter des éléments de réponse sur la fatigue induite à un engagement élevé, mais l'obtention de données fiables est particulièrement difficile. Pour finir la mesure du RE est une variable subjective, dépendant de la perception de l'individu, elle peut donc être biaisée.

IV. Partie IV : Relation entre les résultats du questionnaire et du test terrain

Les résultats obtenus à travers le questionnaire (partie II) et le test terrain (partie III) mettent en évidence des profils différents de coureurs selon le type de course et leur stratégie d'engagement en descente. Sur les formats courts, les données du questionnaire montrent que les athlètes les plus performants présentent un RE élevé, avec une moyenne de 7,1/10. Ce constat illustre l'intérêt d'adopter une intensité marquée dès le départ pour optimiser la performance. Ces éléments suggèrent que les coureurs au profil explosif et dotés de qualités techniques prononcées sont particulièrement adaptés aux trails courts, où un engagement fort en descente constitue un facteur déterminant de réussite. Sur ces types de courses, les coureurs avec un profil comme le sujet G, avec un gain de temps linéaire lors de l'augmentation de l'engagement, même à engagement élevé, semble les plus performants.

À l'opposé, sur les trails longs, le questionnaire révèle une moyenne de RE plus basse (5,7/10), traduisant une stratégie d'économie et de préservation. Les résultats du test terrain confirment cette tendance en montrant qu'au-delà d'un certain seuil d'engagement ($RE \geq 7$), les gains de temps deviennent peu significatifs (0,26 minutes entre RE 8 et 10), tandis que la dépense énergétique et les contraintes musculaires augmentent significativement. Le profil de coureurs comme le sujet J, avec une importante augmentation de la vitesse sur les RE faibles mais peu marquée sur les RE élevés, apparaît donc mieux adaptés aux épreuves longues. En effet, la stratégie de course repose davantage sur la capacité à gérer l'engagement et limiter la fatigue musculaire excentrique. La régularité prévaut sur l'explosivité sur ce type de format. Cependant, il est nécessaire de nuancer cette conclusion car, comme observé à l'aide du questionnaire, un ressenti d'engagement élevé est souvent nécessaire en fin de course pour les premiers coureurs. En effet, même si le gain de temps est faible, il peut se traduire en un gain de places au classement, ce qui est davantage valorisé pour les premiers par rapport au reste des coureurs.

Ainsi, l'articulation entre les deux parties de ce rapport permet de cibler différents profils de coureurs en fonction du type de course : les profils explosifs et techniques semblent favorisés sur les formats courts, les profils gestionnaires et endurants sur les formats longs, tandis que les profils polyvalents s'avèrent plus adaptés aux distances intermédiaires.

Ces travaux mettent également en évidence que, pour établir le profil complet d'un coureur de haut niveau ou avec un programme d'entraînement personnalisé, il apparaît essentiel de caractériser les capacités en descente. Un test terrain, similaire à celui proposé dans ce rapport, doit venir compléter les tests conventionnels de VO₂, VMA, VMA ascensionnelle. En effet, au même titre que les autres tests, la capacité en descente doit d'abord être quantifiée pour pouvoir ensuite optimiser la progression.

Pour finir, il est important de souligner une limite importante à ces conclusions. Il est difficile d'établir la relation de causalité entre le profil d'un coureur en descente et ses performances sur divers formats de course. En effet, un coureur explosif peut maintenir un RE élevé en descente et ainsi être performant sur trail court. Mais, le raisonnement inverse est également possible, le coureur c'est spécialisé dans le trail court et a ainsi développé d'importantes qualités d'explosivité et de maintien de RE élevé. Le même constat peut être effectué pour les formats longues distances. Il est difficile d'établir si un coureur participe à des trails longs car il ne parvient pas à augmenter sa vitesse en descente malgré un RE ou si, parce qu'il fait du trail longue distance, il s'entraîne moins souvent à RE élevé et que finalement le gain de temps à descendre à RE élevé est négligeable, voire contre-productif, par rapport au temps de course total.

CONCLUSION

L'objectif de ce travail est d'analyser le rôle de l'engagement en descente dans la performance en trail à travers deux approches complémentaires : une étude par questionnaires en conditions réelles de course et un protocole expérimental sur terrain.

L'analyse des réponses du questionnaire, réalisé pour différents formats de courses (25 à 70 km, de 1800 à 4500 m D+), montre que les coureurs évaluent en moyenne leur engagement en descente à 6,5/10. Cette valeur varie selon la distance : 7,1/10 sur trail court, 6,4/10 sur Maratrail et seulement 5,7/10 sur trail long. Plus la course est longue, plus l'engagement tend donc à diminuer, ce qui traduit une plus grande gestion de la fatigue musculaire et des risques. Les résultats mettent aussi en évidence une relation claire entre performance et engagement : sur l'ensemble des formats, les coureurs les plus rapides présentent un RE moyen plus élevé que les coureurs moins performants. Sur le trail long, une dynamique particulière apparaît, avec une baisse progressive du RE au fil des descentes, sauf sur la dernière où les athlètes les plus performants augmentent de nouveau leur engagement. À l'inverse, sur le trail court, tous les coureurs accroissent leur engagement entre la première descente (RE moyen 6,5) et la seconde (RE moyen 7,8).

Le protocole de terrain, mené sur une descente de 870 m pour 135 m D- avec dix coureurs (index UTMB entre 640 et 780), a permis d'observer la relation entre le RE, gain de temps et la fréquence cardiaque. Les résultats montrent que plus le RE est élevé, plus le temps de descente est réduit. L'écart moyen entre chaque niveau de RE est de 0,45 min, mais cette différence est nettement plus marquée à bas niveaux d'engagement (0,64 min par palier entre RE 3 et 6) qu'à haut niveau (0,26 min par palier entre RE 8 et 10). Ces résultats confirment que les gains de performance sont d'autant plus importants lorsqu'on passe d'un engagement faible à modéré, que lorsqu'on augmente un engagement déjà élevé. Cependant plusieurs profils de coureurs se distinguent, avec des coureurs présentant un palier malgré l'augmentation de RE ou à l'inverse une relation quasi linéaire de la vitesse avec le RE. Concernant la fréquence cardiaque, les sujets atteignent entre 92 % et 99 % de leur fréquence cardiaque maximale lors des descentes à intensité maximale, montrant que l'effort cardiovasculaire est très élevé malgré la spécificité excentrique de l'exercice.

La combinaison de ces deux volets d'analyse permet de souligner que l'engagement en descente constitue un déterminant majeur de la performance en trail. Il apparaît toutefois que cet engagement est modulé par le format de course, le niveau de l'athlète et sa capacité à gérer à la fois la fatigue musculaire et le risque de chute. Si la descente est perçue comme un moment de plaisir par une majorité de coureurs (54 %), elle reste aussi associée à une source de limitation pour d'autres, principalement par la peur de la blessure (57 %) et la technicité du terrain (47 %).

Finalement, pour un athlète de haut niveau ou un athlète suivant un programme d'entraînement supervisé, un test de capacité en descente semble nécessaire pour déterminer le profil complet du coureur. Un test similaire à celui proposé dans ces travaux permet d'identifier si l'augmentation du RE entraînera un gain de temps significatif et, dans le cas contraire, d'identifier un axe d'amélioration clé chez l'athlète

En conclusion, l'engagement en descente est une compétence propre à chaque coureur, à la croisée de dimensions physiques, techniques et psychologiques. Il représente une opportunité de gain de temps significatif, particulièrement sur formats courts, mais doit être ajusté pour limiter la fatigue et préserver la performance sur les longues distances.

BIBLIOGRAPHIE

- Bettega, S., Pellegrini, B., Viscioni, G., Fornasiero, A., Bortolan, L., Schena, F., Zoppirolli, C. « Kinematics and performance on uphill and downhill trail running in elite and well-trained athletes », *International Journal of Sports Physiology and Performance*.
- Jaén-Carrillo, D., Margarit-Boscà, A., García-Pinillos, F., & Holler, M. (2025). « Pacing Strategy and Resulting Performance of Elite Trail Runners: Insights From the 2023 World Mountain and Trail Running Championships ». *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 20(3).
- García Muñoz, C., Esteve-Lanao, J., Hernando, C., Casado, A., & Larumbe-Zabala, E. (2024). “Reaction time and acceleration capacity as predictors of downhill trail running performance”. *European Journal of Sport Science*, 24(3), 345–354.
- Genitrini, B., Vernillo, G., Savoldelli, A., Pellegrini, B., Schena, F., & Millet, G. P. (2021). « Pacing strategies in trail running: Insights from a meta-analysis of 16,000 runners ». *Frontiers in Sports and Active Living*.
- Giandolini, M., Horvais, N., Rossi, J., Millet, G. Y., Morin, J. B., & Samozino, P. (2016). « Peripheral alterations affect the loss in force after a treadmill downhill run ». *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 48(3), 604-614.
- Juillaguet, S., Tartaruga, M. P., Horvais, N., Samozino, P., & Morin, J. B. (2018). « Determinants of trail running performance in downhill sections ». *Journal of Science and Medicine in Sport*, 21(6), 603–609.
- Lemire, M., Remetter, R., Hureau, T. J., Favret, F., Dufour, S. P., & Millet, G. P. (2021). « High-intensity downhill running exacerbates heart rate and muscular fatigue in trail runners ». *Journal of Sports Sciences*, 39(7), 773–781.
- Lemire, M., Falbriard, M., Aminian, K., Millet, G. P., & Meyer, F. (2021). « Level, uphill, and downhill running economy values are correlated except on steep slopes ». *Frontiers in Physiology*, 12, 697315.
- Lemire, M., Meyer, F., Triguera, R., Favret, F., Millet, G. P., & Dufour, S. P. (2024). « Peak oxygen uptake is slope dependent: Insights from ground reaction forces and muscle oxygenation in trained male runners ». *Sports Medicine - Open*, 10(1), 34.
- Lemire, M., Hureau, T. J., Favret, F., Geny, B., & Millet, G. P. (2021). « Physiological factors determining downhill vs uphill running endurance performance ». *Journal of Science and Medicine in Sport*, 24(4), 354–360.

ANNEXES I : Questionnaire après course Grand-Duc de Chartreuse 2025

Prénom et Nom * Votre réponse	Depuis combien de temps pratiques tu le trail ? * ☐ 1 an ou moins ☐ Entre 1 et 2 ans ☐ Entre 3 et 5 ans ☐ Entre 6 et 10 ans ☐ Plus de 10 ans
Mail (si tu souhaites recevoir la synthèse des résultats) Votre réponse	Quel est ton UTMB index ? (si connu) Votre réponse
Genre * ☐ Femme ☐ Homme ☐ Ne souhaite pas le renseigner ☐ Autre : _____	Utilises tu Strava ? * ☐ Oui ☐ Non ☐ Ne souhaite pas répondre
Tranche d'âge * ☐ 18-24 ans ☐ 25-34 ans ☐ 35-44 ans ☐ 45-54 ans ☐ Plus de 55ans	Comment te considères tu en descente ? * ☐ Mauvais, je perds toujours des places ☐ Moyen, je ne perds pas de place ☐ Plutôt bon, je gagne quelques places ☐ Très bon, je rattrape toujours des places ☐ Je ne sais pas
Comment appréhendes tu les descentes ? * ☐ Un moment pour récupérer ☐ Une opportunité pour gagner du temps ☐ Un moment exigeant physiquement ☐ Un moment de stress ☐ Un moment de plaisir ☐ Autre : _____	

Globalement, par rapport à mon plan de course : *

- ☐ Je descends plus vite que prévu
- ☐ Je me tiens à mon plan de course
- ☐ Je descends moins vite que prévu

Lors d'un parcours comportant plusieurs descentes, quelle est ta stratégie ? *

- ☐ J'essaie d'avoir une allure constante sur l'ensemble des descentes
- ☐ Je descends vite sur la première descente au risque de souffrir sur la fin de parcours
- ☐ Je descends tranquillement au début pour pouvoir finir fort

Ici vous pouvez renseigner les éventuels remarques et commentaires concernant cette section :

Votre réponse

Quel type de descente te convient le mieux ? *

	Très bon	Plutôt Bon	Moyen	Plutôt faible	Très faible
Descentes techniques	☐	☐	☐	☐	☐
Descentes roulantes (type pistes forestières)	☐	☐	☐	☐	☐
Descentes raides	☐	☐	☐	☐	☐
Descentes peu raides	☐	☐	☐	☐	☐

En général, qu'est-ce qui te limites pour aller plus vite en descente ? *

- ☐ Peur de la chute et/ou de la blessure
- ☐ Douleurs musculaires
- ☐ Gestion de course (garder de l'énergie pour la suite de la course)
- ☐ Sentiers trop techniques
- ☐ Fréquence cardiaque et/ou respiratoire
- ☐ Rien, je descends comme un chamois
- ☐ Autre : _____

Questionnaire Grand-Duc

Dans cette section, les questions concernent uniquement ta course sur le Grand-Duc

Quel parcours as-tu fait ? *

- ☐ Grand duc solo
- ☐ Moyen duc
- ☐ Skyduc
- ☐ Relais à 2 ou 5

Quel est ton temps de course ? *

Votre réponse

[Etape 1 Grand Duc + SkyDuc]

Lors de la descente entre le Grand Som et le col de Bovinant, sur une échelle de 1 à 10, quel a été ton niveau d'engagement ?

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Très tranquille (J'ai marché quasiment tout le long)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	A fond (engagement maximal)

[Etape 2 Grand Duc]

Lors de la descente entre le Col de Léchaud et le ravitaillement liquide de la Corrierie, sur une échelle de 1 à 10, quel a été ton niveau d'engagement ?

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Très tranquille (J'ai marché quasiment tout le long)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	A fond (engagement maximal)

[Etape 3 Grand Duc]

Lors de la descente entre le Col de l'Eimendras et le ravitaillement, sur une échelle de 1 à 10, quel a été ton niveau d'engagement ?

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Très tranquille (J'ai marché quasiment tout le long)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	A fond (engagement maximal)

Sur le Grand Duc, d'une manière générale:

- ☐ J'ai gagné des places en descente
- ☐ J'ai perdu des places en descente
- ☐ J'ai conservé ma place en descente

Ici vous pouvez renseigner les éventuels remarques et commentaires cette section :

Votre réponse

[Etape 4 Grand Duc]

Lors de la descente avant le ravitaillement du Col de Porte, sur une échelle de 1 à 10, quel a été ton niveau d'engagement ?

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Très tranquille (J'ai marché quasiment tout le long)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	A fond (engagement maximal)

[Etape 5 Grand Duc]

Lors de la descente entre le Charmant Som et le Diat, sur une échelle de 1 à 10, quel a été ton niveau d'engagement ?

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Très tranquille (J'ai marché quasiment tout le long)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	A fond (engagement maximal)

[SkyDuc]

Lors de la descente entre la Scia et le col du Cucheron, sur une échelle de 1 à 10, quel a été ton niveau d'engagement ?

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Très tranquille (J'ai marché quasiment tout le long)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	A fond (engagement maximal)

Analyse de l'influence de l'engagement en descente sur la performance en trail

Ce mémoire propose d'analyser l'influence de l'engagement en descente sur la performance en trail. La gestion de l'effort en montée et sur l'ensemble de la course a déjà été largement documentée, mais le rôle spécifique des descentes demeure moins exploré. Deux approches complémentaires ont été étudiées.

La première est une analyse de données de compétitions recueillies via un questionnaire d'après course. Les résultats montrent qu'un engagement élevé (7/10 à 10/10) est favorable sur les formats courts, tandis que sur les longues distances l'engagement tend à être plus modéré (en moyenne 5,6/10). L'étude souligne également que les meilleurs athlètes parviennent à maintenir, voire à augmenter, leur engagement sur la dernière descente sur les formats longs. Sur trail court, l'ensemble des coureurs augmentent leur intensité en fin de parcours.

La seconde approche est un test terrain réalisé auprès de dix coureurs. Chaque participant a effectué quatre descentes (870 m, -135 m D-) avec des niveaux d'engagement croissants entre 3/10 et 10/10. Les résultats confirment que la vitesse augmente avec l'augmentation de l'engagement, mais que le gain est plus marqué aux faibles intensités (0,64 min/palier d'engagement entre 3/10 et 6/10) qu'aux intensités élevées (0,26 min/palier d'engagement entre 8/10 et 10/10). Certains athlètes présentent une progression linéaire, d'autres un plateau au-delà d'un seuil certain d'engagement. Enfin, à engagement maximal, la fréquence cardiaque atteint 92% à 100 % de la fréquence maximale.

Le croisement des deux volets suggère que les profils linéaires sont avantagés sur les formats courts, tandis que les profils présentant un plateau à engagement modéré réussissent mieux sur les formats longs. Ainsi, dans le cadre d'un entraînement supervisé, les qualités d'un coureur en descente doivent être caractérisées au même titre que les autres données physiologiques. Le protocole développé dans ces travaux apparaît adapté pour effectuer cette caractérisation.

Mots-clés : trail, descente, engagement, performance, test terrain