Sole : Etude de faisabilité de la création d'une société de conception et commercialisation d'une semelle additionnelle spécialisée pour le trail.

Auteur : Mahaut Debroux
Promoteur : Frank Janssen
Sciences de gestion

Auteur : Victor Delbrassinne
Promoteur : Frank Janssen
Ingénieur de gestion

Auteur : Maxime Verwilghen
Promoteur : Thomas Pardoen
Ingénieur Civil

Année académique 2024-2025

Remerciements

Nous souhaitons exprimer notre profonde gratitude à toutes les personnes qui ont contribué à la réalisation de ce mémoire.

Tout d'abord, nous adressons nos sincères remerciements à nos promoteurs, les Professeurs Frank Janssen et Thomas Pardoen, pour leur accompagnement, leurs conseils éclairés et leur soutien tout au long du processus de rédaction ainsi qu'au doctorant Baptiste Lambert pour sa relecture enrichissante.

Nous tenons également à remercier nos mentors, Corentin Deudon et Hugues Dethienne, pour leurs recommandations précieuses et le partage enrichissant de leur expertise en entrepreneuriat.

Notre reconnaissance va également à l'Yncubator, qui nous a offert des ressources, des conseils et un espace de travail propice au développement de notre projet.

Nous adressons un merci tout particulier à Valérie Legros pour sa bienveillance, son accueil au sein de la communauté des PEPS Entrepreneurs et pour les précieuses opportunités qu'elle nous a offertes.

Nous sommes également reconnaissants envers l'ensemble du corps académique, dont les enseignements ont enrichi notre parcours universitaire, ainsi qu'au réseau INEO, qui nous a soutenus et nous a permis d'établir des contacts précieux avec des professionnels du secteur. Nous souhaitons aussi exprimer notre gratitude envers Alex Ferritto, assistant au sein d'INEO, pour sa disponibilité constante, son écoute attentive et ses précieux conseils, qui nous ont guidés tout au long de notre projet.

Enfin, nous souhaitons remercier toutes les personnes qui ont contribué, de près ou de loin, à la maturation de ce projet, en répondant à nos questions et en partageant leurs retours d'expérience. Nous adressons aussi notre gratitude à nos proches pour leur soutien et leurs encouragements constants.

Nous sommes pleinement conscients de la chance que nous avons eue de travailler sur ce projet et de l'expérience inestimable qu'il nous a permis d'acquérir.

Executive summary

Sole vise à démocratiser le trail en le rendant à la fois plus abordable et plus écologique, en proposant une alternative durable à l'achat de matériel spécialisé.

Le Produit

Sole développe une semelle additionnelle, qui transforme une chaussure de running classique en chaussure de trail. Cette innovation apporte une meilleure accroche, une stabilité renforcée et une protection accrue sur terrain accidenté, tout en conservant la légèreté et le confort des chaussures de course. Elle s'adresse aux coureurs souhaitant s'initier au trail sans devoir investir immédiatement dans des chaussures spécialisées.

Prix

Sole propose deux modes de distribution avec une tarification adaptée :

— En location sur les événements de trail : **4€** par utilisation

— En vente directe en magasin et en ligne : **39,99€** la paire

Cette double approche permet à la fois de tester ponctuellement le produit et de l'adopter de manière durable, à un coût accessible.

Public Cible

Le produit cible principalement les débutants en trail, âgés de 18 à 55 ans. Ces utilisateurs sont souvent réticents à investir immédiatement dans du nouveau matériel, pour des raisons économiques ou écologiques. Sole répond à ce besoin d'accessibilité et de flexibilité.

Marché

Le marché du trail running est en forte croissance, porté par une dynamique générale autour des sports de plein air, de la santé et de la reconnexion à la nature. Cette expansion crée des opportunités importantes pour des produits hybrides, innovants et responsables. Sole se positionne sur ce marché en pleine évolution avec une offre accessible, pratique et éco-conçue.

Fondateurs

Sole a été fondé par trois étudiants aux profils complémentaires :

— Mahaut Debroux, en sciences de gestion

— Victor Delbrassinne, en ingénieur de gestion

— Maxime Verwlighen, en ingénieur civil

Cette diversité de compétences permet une approche transversale du projet, mêlant stratégie, analyse financière, innovation produit et faisabilité technique.

Prévisions Financières (2025–2029)

Les projections financières traduisent une montée en puissance progressive du projet :

Année	**Résultat prévisionnel (€)**
2025	-7 919
2026	-39 435
2027	+74 500
2028	+143 496
2029	+232 860

Les deux premières années correspondent à la phase d'investissement et de structuration. L'activité devient rentable à partir de 2027, avec une croissance significative prévue dans les années suivantes.

Table des matières

1 Introduction **1**

2 Le projet Sole **4**

2.1 Contexte et fondements du projet 4

2.1.1 Genèse de l'idée 5

2.1.2 La solution proposée 7

2.1.3 Notre mission 9

2.1.4 Notre vision 11

2.1.5 Nos valeurs 12

2.2 L'équipe : les Sole'Mates 13

2.2.1 Présentation de l'équipe 14

2.2.2 Forces et faiblesses de chaque membre 15

2.2.3 Complémentarité et synergie de l'équipe 15

2.3 Nos partenaires clés 16

2.3.1 Yncubator 16

2.3.2 Notre mentor 17

2.3.3 SchoenenKwartier 18

2.3.4 Futurewave 19

3 Analyse technique : revue de la littérature scientifique **21**

3.1 Biomécanique de la course 22

3.1.1 Cycle de la foulée 22

3.1.2 Cinétique et cinématique d'appui . . . 23
3.1.2.1 GRF . . . 24
3.1.2.2 COP . . . 25
3.1.2.3 Milieu d'appui et pronation . . . 27
3.1.3 Propulsion - muscles & tendons . . . 28
3.1.4 Énergie potentielle, cinétique et coût métabolique . . . 28
3.1.4.1 Gradient de pente . . . 29
3.1.5 Discussion . . . 30
3.2 Tribologie semelle - sol . . . 31
3.2.1 Bases tribologiques . . . 32
3.2.1.1 Courbe de Stribeck . . . 32
3.2.2 Micro-géométrie de surface . . . 34
3.2.2.1 Énergie de surface . . . 34
3.2.2.2 Rugosité et contact réel . . . 35
3.2.2.3 Sealing effect . . . 36
3.2.3 Adhésion . . . 37
3.2.4 Frottement . . . 40
3.2.4.1 Friction par adhésion . . . 41
3.2.4.2 Friction par hystérésis . . . 42
3.2.4.3 Lien avec tan(δ) . . . 43
3.2.4.4 *Stick and slip* . . . 45
3.2.5 Usure . . . 46
3.2.5.1 Usure adhésive . . . 47
3.2.5.2 Usure abrasive . . . 47
3.2.5.3 Modélisation par le modèle d'Archard . . . 48
3.2.6 Propagation à la fissure . . . 49
3.3 Élastomères de la semelle . . . 51
3.3.1 Vulcanisation . . . 51

3.3.2 Positionnement des élastomères dans le diagramme $E-\rho$ d'Ashby . 52
3.3.3 Compromis flexibilité / durabilité 53
3.4 Analyse de l'architecture d'une semelle de trail 53
3.4.1 Adhérence globale 53
3.4.2 Surface de contact et drainage 54
3.4.3 Orientation du crampon 55
3.4.4 Analyse du brevet de crampon *Vibram* 56
3.4.4.1 Rôle des modes de déformation sur l'adhérence 57
3.5 Discussion 59

4 Conception de notre solution technique 60
4.1 Design 60
4.1.1 Cahier des charges 61
4.1.1.1 Exigences de performance 61
4.1.1.2 Exigences mécaniques des lanières 61
4.1.1.3 Ergonomie et utilisateur 62
4.1.1.4 Contraintes environnementales et réglementaires 62
4.1.2 Inspiration brevet *Microspike* de Kahtoola 62
4.1.2.0.1 Adaptations envisagées pour notre semelle trail . 63
4.1.3 Prototypage 64
4.1.3.1 Conception de la semelle. 64
4.1.3.2 Portée et originalité. 65
4.2 Sélection des matériaux 66
4.2.1 Sélection semelle 67
4.2.1.1 Formulation 67
4.2.1.2 Screening 68
4.2.1.3 Ranking 70
4.2.1.3.1 Zoom sur les élastomères 70
4.2.1.4 Discussion 71

4.2.1.5 Choix final 72
4.2.2 Sélection lanière 74
4.2.2.1 Formulation 74
4.2.2.2 Screening 75
4.2.2.3 Ranking 75
4.2.2.4 Choix final 77
4.3 Essai en traction 78
4.3.1 Norme ASTM D638 78
4.3.2 Procédé du test 79
4.3.3 Résultats 80
4.3.4 Influence du taux de remplissage (**15 %**) 81
4.4 Analyse de cycle de vie 83
4.4.1 Objectif et unité fonctionnelle 83
4.4.2 Hypothèses d'inventaire 85
4.4.3 Résultats de l'inventaire 87
4.4.4 Analyse critique et incertitudes 87
4.5 Conclusion de la conception 88

5 Analyse stratégique du marché **89**
5.1 Analyse du Macroenvironnement 89
5.1.1 Analyse PESTEL 90
5.1.1.1 Politique 90
5.1.1.2 Economique 92
5.1.1.3 Socio-culturel 94
5.1.1.4 Technologique 96
5.1.1.5 Environnemental 98
5.1.1.6 Légal 100
5.1.1.7 Conclusion 103
5.1.2 Analyse des scénarii 104

5.2 Analyse du Microenvironnement . . . 108
5.2.1 Le modèle des 5 forces de Porter . . . 108
5.2.1.1 L'intensité concurentielle . . . 109
5.2.1.2 La menace des nouveaux entrants . . . 111
5.2.1.3 La menace des produits ou services de substitution . . . 112
5.2.1.4 Le pouvoir de négociation des fournisseurs . . . 113
5.2.1.5 Le pouvoir de négociation des acheteurs . . . 113
5.2.1.5.1 Clients B2C (débutants en trail) . . . 114
5.2.1.6 Conclusion du modèle des 5 forces de Porter . . . 114
5.2.2 Horloge de Bowman . . . 114
5.2.3 Le modèle de la chaîne de valeur de Porter . . . 116
5.2.3.1 Les activités principales . . . 117
5.2.3.2 Les activités de soutien . . . 118
5.3 Le modèle VRIN . . . 120
5.3.1 Valeur . . . 120
5.3.2 Rareté . . . 121
5.3.3 Imitabilité . . . 122
5.3.4 Non-substituabilité . . . 123
5.3.5 Synthèse de l'analyse VRIN . . . 123
5.4 Analyse SWOT . . . 123
5.4.1 Facteurs internes . . . 124
5.4.1.1 Nos forces . . . 124
5.4.1.2 Nos faiblesses . . . 125
5.4.2 Facteurs externes . . . 126
5.4.2.1 Les opportunités . . . 126
5.4.2.2 Les menaces . . . 127
5.4.3 Matrice SWOT . . . 129

5.4.4 Exploitation de la SWOT : matrice TOWS et recommandations stratégiques 130

6 Marketing et stratégie de communication 133

6.1 Objectifs du marketing de Sole 133

6.1.1 Positionnement sur le marché 134

6.1.2 Objectifs à court et long terme 135

6.1.3 Segmentation et ciblage 136

6.2 Analyse du marché et des consommateurs 138

6.2.1 Comportement d'achat des utilisateurs 138

6.2.2 Résultats d'enquêtes ou études menées 139

6.2.2.1 Résultats auprès des traileurs (approche quantitative) . . 140

6.2.2.2 Résultats auprès des organisateurs de trail (approche qualitative) 141

6.3 Stratégie marketing globale 142

6.3.1 Stratégie de différenciation 142

6.3.2 Choix du mix marketing (4P) 144

6.3.2.1 Produit 144

6.3.2.2 Prix 144

6.3.2.3 Place 151

6.3.2.4 Promotion 154

6.4 Rythme et calendrier des actions 155

6.5 Identité visuelle et branding 156

6.5.1 Notre logo 156

6.5.2 Notre slogan 157

7 Aspects juridiques et gestion quotidienne 159

7.1 Choix du véhicule juridique 159

7.2 Constitution de la société Sole 161

7.2.1 Objet social . . . 162
7.2.2 Siège social . . . 163
7.2.3 L'acte constitutif . . . 164
7.2.4 Engagements des fondateurs . . . 165
7.2.5 Apports et titres . . . 165
7.3 Gouvernance et administration . . . 167
7.3.1 Administration de Sole . . . 168
7.3.2 Assemblée générale . . . 168
7.4 Obligations comptables . . . 168
7.5 Les principaux contrats . . . 169
7.6 Propriété intellectuelle . . . 171
7.7 Responsabilité et assurances . . . 172
7.8 Aspects organisationnels . . . 174
7.8.1 Alignement RH et stratégie . . . 174
7.8.2 Besoins en ressources humaines . . . 175
7.8.3 Recrutement et intégration . . . 179
7.8.4 Motivation et engagement . . . 180
7.8.4.1 Facteurs de motivation . . . 180
7.8.4.2 Outils de cohésion d'équipe . . . 182

8 Notre plan financier **184**
8.1 Notre BMC et son impact sur le plan financier . . . 185
8.2 Hypothèses fixées pour établir notre plan financier . . . 186
8.2.1 Démarches pré-lancement . . . 187
8.2.2 Lancement de l'activité . . . 187
8.2.3 Prototypage et partenariats . . . 187
8.2.4 Croissance du marché européen . . . 187
8.2.5 Segment de clients cibles . . . 188
8.2.6 Location de semelles . . . 188

8.3 Estimation de nos ventes . . . 188
8.3.1 Vente de chaussures . . . 189
8.3.2 Canaux de vente . . . 189
8.4 Chiffre d'Affaires . . . 190
8.5 Nos coûts . . . 192
8.5.1 Coûts prototypage . . . 192
8.5.2 Investissement initiaux . . . 193
8.5.3 Coûts fixes annuels . . . 195
8.5.3.1 Maintenance du site internet . . . 195
8.5.3.2 Assurance automobile . . . 196
8.5.3.3 Salaires des fondateurs . . . 196
8.5.3.4 Salaires des jobistes . . . 196
8.5.3.5 Assurances RC d'exploitation et professionnelles . . . 197
8.5.3.6 Publicité digitale . . . 197
8.5.4 Tableau récapitulatif des coûts fixes annuels . . . 198
8.5.5 Coûts variables . . . 198
8.5.5.1 Coût de Production des Semelles . . . 198
8.5.5.2 Coût de Location des Semelles . . . 199
8.5.5.3 Commissions des Distributeurs . . . 199
8.5.5.4 Entretien et Réparations des Semelles . . . 200
8.5.6 Tableau récapitulatif des coûts variables . . . 200
8.6 Trésorerie avant les apports en capital . . . 201
8.7 Source de financement - notre apport en capital . . . 202
8.7.1 Le Prêt Bancaire . . . 202
8.7.2 Le Business Angel . . . 203
8.7.3 Le Family, Friends, and Fools (FFF) . . . 203
8.7.4 Choix Final : FFF . . . 204
8.8 Trésorerie après les apports en capital . . . 205

8.9 Compte de résultat prévisionnel . . . 206
8.10 Bilan prévisionnel . . . 209
8.11 Ratio de rentabilité - ROE . . . 210
8.12 Conclusions tirées du plan financier . . . 211

9 Notre plan de développement 213
9.1 Stratégie de croissance . . . 213
9.1.1 Expansion géographique . . . 214
9.1.2 Développement produit et diversification . . . 215
9.1.3 Une vision d'ensemble pour une croissance durable et responsable . 216

10 Analyse des risques, limites du projet et pistes d'amélioration 218
10.1 Analyse des risques . . . 218
10.1.1 Risques techniques liés à la fixation . . . 219
10.1.2 Risques externes liés aux conditions météorologiques . . . 219
10.1.3 Risques liés à la demande incertaine . . . 220
10.1.4 Risques liés aux concurrents . . . 221
10.1.5 Risques liés au financement . . . 221
10.1.6 Risques liés au Greenwashing . . . 222
10.2 Limites et améliorations possibles . . . 223
10.2.1 Notre étude de marché . . . 223
10.2.2 Diversification des usages . . . 223
10.2.3 Manque d'expérience dans le secteur de la chaussure . . . 224

11 Conclusion 225

Bibliographie 228

A Annexes stratégiques 245
A.1 VPC . . . 245
A.2 Analyse des menaces concurrentielles . . . 247

A.3 Graphique des 5 forces de Porter . . . 248
A.4 Positionnement de Sole selon l'Horloge de Bowman . . . 249
A.5 Synthèse de l'analyse VRIN du projet . . . 250

B Annexes techniques **251**
B.1 Annexes A : Développements mathématiques . . . 251
B.1.1 Calcul de M_1 sélection semelle . . . 251
B.1.2 Justification des surfaces portantes . . . 252
B.1.2.0.1 Règle des surfaces portantes . . . 252
B.1.3 Calcul prix matières premières . . . 253
B.1.3.0.1 Coût matière d'une semelle hybride (XNBR + NR) 253
B.1.3.0.2 Coût matière pour une lanière co-extrudée TPU 70 A / PEBA . . . 254
B.1.4 Calculs des formules « bande mince » et dérivation des indices. . . . 255
B.2 Annexes B : Approfondissement de la revue de la littérature . . . 257
B.2.1 Biomécanique . . . 257
B.2.1.1 Tendon d'Achille . . . 257
B.2.1.2 Énergie cinétique, potentielle et cout métabolique . . . 258
B.2.1.3 Rainure de flexion et son impact biomécanique . . . 260
B.2.2 Tribologie . . . 260
B.2.2.1 Rugosité et contact réel . . . 260
B.3 Annexe C : Tables . . . 263
B.3.1 Tableau comparatif entre les chaussures de route et de trail . . . 263
B.3.2 Propriétés mécaniques du caoutchouc naturel . . . 264

C Annexes du Marketing et du Plan Financier **265**
C.1 Etude Quantitative . . . 265
C.2 Etude Qualitative . . . 275
C.3 Devis Tweener . . . 281

C.4 Devis Futurewave 292
C.5 Devis 1point61 306

D Annexes Juridiques **318**
D.1 Convention De Collaboration 318
D.2 NDA 329
D.3 NDA du Jurisclub 335

Chapitre 1

Introduction

Dans un monde où la surconsommation et la surproduction de biens se heurtent de plein fouet aux urgences écologiques, un secteur attire particulièrement l'attention : celui de l'équipement sportif. Parmi ces produits, les chaussures de sport, à la fois omniprésentes et extrêmement polluantes, posent un défi environnemental de taille. Comment alors continuer à promouvoir l'activité physique, nécessaire au bien-être et à la santé, sans contribuer à une industrie polluante et énergivore ? C'est à partir de ce constat que notre réflexion a émergé.

Dans le cadre du programme INEO, et en tant que membres de la 26 cohorte, nous, Mahaut, Maxime et Victor, avons travaillé sur le projet Sole, une initiative entrepreneuriale qui a connu de nombreuses phases d'évolution, de remises en question et de transformations. Notre objectif initial était d'imaginer une start-up capable de répondre à la problématique de la surproduction de chaussures de sport, tout en encourageant la pratique sportive. Le marché du trail nous est apparu comme un terrain d'expérimentation pertinent, en raison de ses exigences techniques et de l'engagement croissant de ses pratiquants.

Notre solution : concevoir des semelles additionnelles spécialisées pour le trail, per-

mettant de transformer une chaussure de running en une chaussure adaptée sans devoir multiplier les achats. Cependant, très vite, d'autres interrogations, plus complexes et plus profondes, ont émergé : étions-nous, en tant qu'équipe, réellement prêts à porter un tel projet ? Avions-nous les compétences nécessaires, la capacité à nous entourer, à fédérer autour de nous des partenaires solides et experts ?

Au fil de notre parcours, nous avons confronté nos idées à la littérature scientifique afin d'acquérir une compréhension globale du sujet, de cerner les zones encore peu explorées, et de bâtir notre projet sur des bases rigoureuses et informées. Des questions essentielles ont jalonné notre progression : Notre produit est-il techniquement viable ? Est-il possible de concevoir un prototype à la fois performant et éco-conçu ? Peut-on allier exigence environnementale et qualité technique ?

Ce mémoire s'efforce de répondre à ces interrogations à travers plusieurs axes d'analyse. Une étude de marché approfondie viendra éclairer la désirabilité de notre solution et son potentiel de diffusion. Nous y présenterons aussi notre réflexion en matière de marketing et de communication, dans le but de structurer notre message et atteindre efficacement nos publics cibles.

La dimension juridique de notre projet n'a pas été négligée : il s'agira de choisir une forme juridique cohérente avec notre vision, de garantir la protection de nos fondateurs ainsi que celle de nos innovations face à la concurrence. La gouvernance, en tant que clé de voûte de la solidité d'une organisation, sera aussi questionnée dans ses fondements et ses perspectives.

Enfin, nous analyserons la viabilité économique de Sole : modèle économique, structure de coûts, politique de prix, canaux de vente, prévisions de trésorerie et scénarios de financement. Nous formulerons une stratégie de croissance appuyée par une analyse de

risques, des limites identifiées et des pistes concrètes d'amélioration.

À travers cette exploration, notre ambition est de comprendre si un tel projet peut non seulement exister, mais aussi avoir un impact environnemental positif, une cohérence entrepreneuriale forte, et une pérennité sur le marché. Ce mémoire, plus qu'un simple rapport de projet, est un cheminement critique et engagé vers une innovation utile, responsable et réaliste.

Chapitre 2

Le projet Sole

Ce premier chapitre introduit le projet Sole en contextualisant son origine, ses ambitions et les acteurs impliqués. Face à la popularité croissante du trail et aux conditions boueuses fréquentes en Belgique et en Europe, notre solution répond à un double enjeu de performance sportive et de durabilité environnementale. Après avoir exposé la genèse de l'idée, nous présentons notre modèle hybride (vente et location), notre mission, notre vision et nos valeurs fondatrices. Le chapitre met également en lumière la complémentarité de notre équipe, les forces et faiblesses de chacun, ainsi que les partenaires clés (Yncubator, notre mentor, SchoenenKwartier, Futurewave) qui renforcent notre démarche. Ce socle fondateur montre la cohérence de notre approche et prépare l'analyse de faisabilité à venir.

2.1 Contexte et fondements du projet

Avant d'entrer dans l'analyse de faisabilité de notre projet, il est essentiel de poser les bases sur lesquelles repose notre démarche entrepreneuriale. Cette première section vise à présenter le contexte global qui a motivé la naissance du projet Sole, en s'appuyant sur des constats environnementaux, technologiques et sociétaux. Elle retrace la genèse de notre idée, détaille la solution proposée, et expose les fondements identitaires de notre projet à

travers notre mission, notre vision et nos valeurs. Ces éléments structurants permettent de comprendre la logique de développement que nous avons adoptée et la direction que nous souhaitons donner à Sole.

2.1.1 Genèse de l'idée

En octobre 2023, un groupe a été formé pour concevoir un projet innovant et développer un prototype en 4 mois. Dès le début, notre passion commune pour le sport (football, course à pied, hockey) nous a orientés vers le domaine des chaussures de sport. Nous avons rapidement identifié la nécessité d'intégrer une dimension écologique dans notre projet, vu l'importance croissante de ces enjeux dans l'entrepreneuriat moderne.

Nous avons rencontré de nombreux utilisateurs pour comprendre leurs besoins et frustrations, et un problème récurrent est apparu : la nécessité d'acheter une paire spécifique pour chaque sport, ce qui génère un coût et un impact environnemental importants. Cela nous a conduit à concevoir des chaussures de sport à semelles interchangeables, une solution flexible et durable. Ce concept, qui alliait praticité, écologie et économie, nous a enthousiasmés et semblait répondre à un véritable besoin sur le marché. Cependant, nous avons rapidement réalisé que l'innovation dans ce domaine était coûteuse.

Après avoir testé un prototype initial au Schoenenkwartier, aux Pays-Bas, et reçu des devis entre 20 000 et 80 000 euros pour le développement d'un prototype complet, nous avons pris conscience des difficultés financières majeures liées à ce projet. Les fonds nécessaires pour réaliser un produit abouti excédaient largement nos capacités, et les investisseurs, eux, exigeaient un prototype fonctionnel avant de s'engager, ce qui créait un cercle vicieux où nous risquions de bruler une grande partie de notre capital sans garantie de résultat.

Parallèlement à ces contraintes financières, nous avons commencé à remettre en ques-

tion l'adoption réelle de notre solution. Bien que le concept ait suscité un intérêt général, nous avons senti le besoin de challenger cette validation initiale. Faute d'un prototype fonctionnel pour tester le produit, nous manquions de retours concrets sur sa désirabilité. Ce flou, ajouté aux coûts nécessaires au développement du produit, nous a conduits à envisager une réorientation stratégique de notre projet, afin de rester cohérents avec notre volonté d'innover de manière durable et accessible.

Confrontés à cette impasse, nous avons ainsi repensé notre approche en recentrant notre projet autour d'une innovation utile, pérenne et pensée pour les jeunes sportifs. Ce changement de cap nous a permis de nous recentrer sur notre valeur fondatrice : lutter contre la surproduction de chaussures, une problématique majeure dans un secteur historiquement polluant. En développant une solution accessible, qui ne nécessite pas un investissement financier initial trop élevé, nous souhaitons démocratiser l'accès à un équipement sportif de qualité, en particulier pour les débutants. Notre objectif reste clair : encourager la pratique sportive sans pour autant alimenter la surconsommation.

C'est dans ce contexte qu'est né notre version finale de Sole : une semelle additionnelles spécialisée pour le trail, s'ajustant à des chaussures de running. Cette redéfinition du projet s'appuie sur des observations réalisées directement sur le terrain, lors de courses : les parcours, souvent boueux et glissants en particulier en Belgique où les conditions météorologiques aggravent la situation posent de sérieux problèmes d'adhérence. Ce manque d'équipement adapté nuit à la performance et au plaisir des coureurs, augmente le risque de blessure et complique la logistique des organisateurs, parfois contraints de modifier ou annuler certains événements. Pour répondre à cette problématique, nous avons orienté notre solution vers une semelle additionnelles spécialisée pour trail dotée de crampons, conçue pour se fixer sur des chaussures de running classiques, très répandues chez les trailers débutants. Si des produits similaires existent sur d'autres marchés, notamment aux États-Unis, ils sont majoritairement conçus pour les surfaces enneigées, avec des crampons

bien plus volumineux que ceux que nous souhaitons développer. Ce repositionnement nous permet d'apporter une réponse adaptée au marché européen, tout en réduisant les coûts de développement à court terme.

Afin de limiter les investissements initiaux et de valider concrètement le besoin sur le marché, nous avons fait le choix d'adopter une stratégie progressive. Dans un premier temps, nous proposerons un service de location de nos produits que nous proposerons directement sur les trails. Cette solution nous permettra non seulement de générer du chiffre d'affaires assez rapidement, mais également de recueillir des retours d'expérience terrain essentiels à l'amélioration de notre offre. Nous continuerons à proposer la location de ce produit, tout en y ajoutant une offre de vente directe en ligne et avec des magasins partenaires. Cette approche progressive et raisonnée vise à limiter les risques, à maîtriser les coûts de développement et à assurer l'adéquation entre notre produit et les attentes réelles du marché.

Depuis cette redéfinition du projet, notre implication est totale. Le secteur et le groupe qui, à l'origine, nous avaient été imposés dans le cadre académique se sont révélés être de véritables leviers d'inspiration, de motivation et d'apprentissage. Nous poursuivons aujourd'hui ce projet avec la conviction qu'il répond à une problématique concrète, tout en ayant le potentiel d'apporter une contribution positive, à la fois sur le plan sociétal et environnemental.

2.1.2 La solution proposée

Le Value Proposition Canvas (VPC) (Voir Annexe A.1) développé par Alex Osterwalder, est un outil issu du Business Model Canvas, conçu pour évaluer l'adéquation entre une offre et les attentes des clients. Il se divise en deux parties : le profil client (gains, pains, jobs to be done) et la proposition de valeur. Cette méthode permet d'identifier avec précision les attentes, obstacles et motivations du client à partir de données issues

du terrain (observations, entretiens, enquêtes) (Osterwalder et al., 2014)Osterwalder et al., 2014.

Dans notre cas, ce VPC s'adresse aux trailers débutants en B2C, qui souhaitent s'initier à cette discipline en lien étroit avec la nature. Les gains attendus sont multiples : découvrir un sport stimulant, vivre de nouvelles sensations, ressentir un dépassement de soi et, surtout, établir une connexion sincère avec l'environnement naturel. Toutefois, ces pratiquants rencontrent plusieurs obstacles.

Il n'existe aujourd'hui que peu de solutions pensées pour faciliter un premier pas dans le trail. Beaucoup se tournent vers leurs chaussures de running classiques, inadaptées aux terrains accidentés. Cette inadéquation entraîne glissades, inconfort, blessures et, souvent, une première expérience décevante. S'ajoute à cela le prix élevé des chaussures de trail performantes, difficilement justifiable pour un usage encore incertain. Enfin, ces utilisateurs, sensibles aux enjeux environnementaux, sont nombreux à refuser une consommation précipitée et superflue dans un secteur déjà très polluant, perçu comme contradictoire avec les valeurs de respect et d'harmonie avec la nature qui caractérisent la pratique du trail.

C'est dans ce contexte que se définit le *job to be done* : permettre aux utilisateurs de découvrir le trail dans de bonnes conditions, sans devoir investir immédiatement dans un équipement coûteux, ni compromettre leurs valeurs écologiques. La solution que nous proposons, des semelles additionnelles, répond précisément à cette attente. Pensée comme un produit d'amorçage, notre semelle transforme une chaussure de running classique en une chaussure apte à affronter les sentiers de trail. Elle permet à l'utilisateur de tester l'activité avec un bon niveau de sécurité, de confort et d'adhérence, sans changer d'équipement principal.

Cette solution agit comme un "*pain reliever*", en réduisant les risques de chute, les

blessures et les frustrations liées à une mauvaise expérience. Elle permet aussi d'éviter l'achat précipité de chaussures spécialisées, souvent coûteuses, et contribue ainsi à diminuer la surconsommation. En parallèle, elle joue un rôle de "*gain creator*", en enrichissant les premières sensations de trail, en renforçant la confiance et le plaisir, et en offrant la possibilité d'explorer ce sport de manière fluide, libre et progressive. Enfin, elle s'inscrit pleinement dans une logique responsable et durable, en cohérence avec les convictions de notre cible.

Ainsi, notre solution s'aligne parfaitement avec les enseignements tirés du VPC. Elle répond de manière concrète aux attentes, aux blocages et aux aspirations de nos utilisateurs. Elle incarne une proposition de valeur pertinente, au croisement de l'innovation d'usage, de l'accessibilité économique et de l'engagement écologique.

2.1.3 Notre mission

La mission d'une entreprise correspond à sa raison d'être, à ce qui justifie son existence au-delà de la simple recherche de profit. Elle décrit de manière claire et concise l'objectif fondamental de l'organisation, en précisant à la fois ce qu'elle fait, pour qui elle le fait, et comment elle entend le faire (David, 2005)David, 2005. Définir une mission permet non seulement d'aligner les parties prenantes internes (fondateurs, collaborateurs, partenaires), mais également de donner du sens aux actions de l'entreprise en cohérence avec ses valeurs, son environnement et ses ambitions à long terme.

Sur le plan stratégique, la mission constitue une boussole fondamentale : elle oriente les décisions, guide les choix de développement, et sert de base à l'élaboration de la vision, des objectifs et des valeurs de l'entreprise. Elle est particulièrement cruciale dans les phases de lancement ou d'évolution d'un projet entrepreneurial, car elle permet de structurer la réflexion stratégique autour d'un noyau identitaire stable.

Dans le cadre du projet Sole, la mission a été formulée pour refléter à la fois l'ambition d'innovation technologique, la volonté d'engagement environnemental et l'objectif d'impact social dans le domaine du sport :

> *« Rendre la pratique du trail plus accessible, sûre et durable grâce à des solutions techniques innovantes et écoresponsables, adaptées aux besoins des sportifs occasionnels comme réguliers. »*

Cette mission traduit l'essence même du projet Sole, à savoir :

— **L'accessibilité** : en proposant un modèle locatif, Sole répond aux besoins des amateurs de trail qui ne souhaitent pas investir dans du matériel coûteux pour un usage occasionnel.

— **La sécurité** : par le développement de semelles et crampons adaptés aux terrains accidentés, Sole cherche à limiter les risques de blessures et augmenter les performances.

— **La durabilité** : en misant sur l'éco-conception (matériaux recyclés, modularité, fabrication européenne), Sole inscrit son modèle dans une logique circulaire, soucieuse de son impact environnemental. Par son principe même de remplacer l'achat d'une nouvelle chaussure spécialisée, le produit prolonge la durée de vie des équipements existants, s'inscrivant ainsi pleinement dans une démarche de durabilité.

— **L'innovation** : par l'intégration d'un design modulaire et d'une technologie brevetable, Sole se positionne comme un acteur différenciant sur le marché des équipements sportifs outdoor.

Ainsi, cette mission reflète la volonté de Sole d'apporter une réponse concrète à des enjeux contemporains (écologie, accessibilité, sécurité) tout en s'inscrivant dans une dynamique de transformation du marché sportif.

2.1.4 Notre vision

La vision d'une entreprise est une représentation claire et ambitieuse de ce qu'elle aspire à devenir à long terme. Elle constitue un cap stratégique qui oriente les décisions, motive les équipes et renforce la cohérence des actions entreprises (Collins & Porras, 1996)Collins et Porras, 1996. Contrairement à la mission, centrée sur la raison d'être actuelle de l'organisation, la vision se projette dans le futur, incarnant une ambition collective durable. Elle doit être réaliste, inspirante et cohérente avec les forces identifiées dans le diagnostic stratégique (David, 2005)David, 2005.

Vision du projet Sole :

"D'ici 2030, devenir la référence européenne de semelles additionnelles pour le trail, en démocratisant leur utilisation grâce à un modèle circulaire et durable."

Cette vision repose sur une trajectoire de développement progressive, balisée par une série d'objectifs stratégiques. Ces derniers traduisent concrètement la vision en étapes opérationnelles mesurables, conformes à l'approche SMART : un cadre de définition des objectifs proposé par Doran (1981)Doran, 1981 qui précise que ceux-ci doivent être :

- **Spécifiques (S)** : clairement définis et compréhensibles,
- **Mesurables (M)** : assortis d'indicateurs ou de critères d'évaluation,
- **Atteignables (A)** : réalistes et réalisables au regard des ressources,
- **Pertinents (R)** : alignés avec la stratégie globale de l'organisation,
- **Temporellement définis (T)** : assortis d'une échéance claire.

Selon Johnson et al. (2008)Johnson, Scholes et Whittington, 2008, des objectifs bien définis permettent non seulement de mobiliser les ressources, mais aussi de contrôler l'avancement stratégique, et de renforcer l'engagement collectif autour d'un cap partagé.

Principaux objectifs stratégiques de Sole :

- **Été 2025** : Lancement des premiers tests utilisateurs sur le terrain, afin de valider l'usage et la pertinence du concept en conditions réelles.

— **Fin 2025** : Finalisation de notre propre prototype et déploiement du service de location avec ce dernier, renforçant la maîtrise de la chaîne de valeur.

— **2026** : Lancement de la vente en ligne sur le marché belge, en parallèle de la location, via une plateforme e-commerce.

— **2027** : Expansion vers le marché du Benelux, Français et Allemand, via des partenariats locaux et des actions marketing ciblées.

— **2030** : Atteindre une position de leader sur le marché européen dans le domaine des semelles additionnelles, en capitalisant sur l'innovation continue et l'impact environnemental du projet.

Ainsi, la vision de Sole n'est pas une simple déclaration d'intention, mais un cadre stratégique structurant, appuyé sur des objectifs précis et mesurables. Elle articule ambition, faisabilité et impact, dans une dynamique de croissance responsable à l'échelle européenne et internationale.

2.1.5 Nos valeurs

Les valeurs d'entreprise sont les principes fondamentaux qui guident les comportements, les décisions et la culture d'une organisation (Collins & Porras, 1996)Collins et Porras, 1996. Elles représentent ce à quoi l'entreprise croit profondément, au-delà des objectifs de rentabilité. Les valeurs forment ainsi un socle identitaire et influencent aussi bien la relation aux parties prenantes (clients, partenaires, collaborateurs) que la stratégie globale.

Selon Kapferer (2004)Kapferer, 2004, les valeurs sont un élément constitutif du positionnement d'une marque, car elles permettent de créer une connexion émotionnelle et de bâtir une image cohérente dans l'esprit des consommateurs. Elles contribuent à la différenciation, à l'engagement des équipes et à la cohérence stratégique.

Dans le cadre de projets entrepreneuriaux, notamment à impact social ou environnemental, les valeurs occupent une place centrale. Elles sont souvent à l'origine même du projet et guident son développement à chaque étape.

Pour le projet Sole, les valeurs suivantes ont été identifiées comme fondatrices et structurantes :

- **Durabilité** : réduire l'empreinte environnementale du sport en proposant des équipements conçus pour durer, réutilisables et éco-conçus.
- **Innovation** : créer une solution unique sur le marché à travers un système de semelles additionnelles et une approche circulaire de la consommation (location/vente).
- **Accessibilité** : démocratiser l'accès à des équipements de qualité pour les sportifs amateurs, notamment via la location à bas coût.
- **Responsabilité sociale** : sensibiliser les jeunes générations aux enjeux environnementaux et encourager des pratiques sportives plus respectueuses.
- **Performance** : offrir un produit technique et efficace, garantissant un confort et une sécurité optimale pour la pratique du trail et des sports outdoor.

Ces valeurs sont alignées avec la mission et la vision de Sole, et orientent toutes les décisions du projet : du choix des matériaux à la stratégie de communication, en passant par le modèle économique. Elles constituent également un levier de différenciation stratégique sur un marché de plus en plus attentif à la cohérence entre discours et actes.

2.2 L'équipe : les Sole'Mates

Le succès d'un projet entrepreneurial repose en grande partie sur la qualité et la complémentarité de l'équipe qui le porte. Dans cette section, nous présentons les membres du projet Sole, les Sole'Mates, en mettant en lumière leurs parcours, leurs compétences, ainsi que les forces et faiblesses individuelles de chacun. Nous montrons également comment la

diversité de nos profils constitue un levier de synergie et de performance, essentiel à la concrétisation de notre vision commune.

2.2.1 Présentation de l'équipe

L'équipe du projet Sole est composée de trois membres aux profils différents mais complémentaires, permettant de créer une dynamique collaborative essentielle à la réussite de ce projet ambitieux.

Victor Delbrassinne, 23 ans, diplômé en ingénierie de gestion à l'UCLouvain, poursuit un master en entrepreneuriat à la Louvain School of Management (LSM). Son expertise en gestion financière, acquise au travers de son parcours académique et son expérience Erasmus à Athènes, est un atout majeur pour le projet. Victor supervise la gestion financière de Sole, s'assurant de sa rentabilité et recherchant des opportunités de financement. Passionné de sport, notamment de football, il comprend bien les besoins d'un équipement performant et adapté, ce qui fait écho à ses ambitions entrepreneuriales. Son approche rigoureuse et méthodique lui permet de structurer de manière optimale les finances du projet tout en explorant de nouvelles opportunités.

Maxime Verwilghen, 23 ans, ingénieur civil en formation, se spécialise en énergie à l'UCLouvain. Son parcours technique, enrichi par un semestre Erasmus à Lisbonne et une expérience de projet en Bolivie, lui permet de superviser les aspects techniques du projet, notamment le prototypage et le développement des semelles adaptables. Maxime est responsable de l'optimisation de la performance des produits, cherchant à améliorer leur adhérence et leur durabilité tout en garantissant leur compatibilité avec différents types de chaussures. Passionné de course à pied, Maxime applique son expérience sportive pour garantir que les produits répondent aux exigences des sportifs. Son expertise en ingénierie et sa capacité à gérer les aspects techniques sont cruciales pour la réussite de Sole.

Mahaut Debroux, 22 ans, diplômée en sciences économiques et de gestion à l'UCLouvain, poursuit un master en entrepreneuriat avec une spécialisation en gestion. Son parcours international, marqué par un échange universitaire à Mexico City, lui a permis de renforcer ses compétences en gestion, marketing et développement durable. Avant Sole, Mahaut a lancé "Gimmyca", un projet de pull écologique qui a été classé parmi les cinq meilleures mini-entreprises belges en 2020. Passionnée de hockey, Mahaut comprend bien les besoins des utilisateurs finaux du projet et intègre cette expérience dans ses décisions stratégiques. Dans le projet Sole, Mahaut gère la communication, le marketing et la recherche de financements, cherchant à maximiser la visibilité du projet et à mettre en place des stratégies efficaces pour soutenir son développement.

2.2.2 Forces et faiblesses de chaque membre

Chaque membre de l'équipe apporte des compétences clés pour faire avancer le projet, mais des points de vigilance existent. Victor se distingue par sa rigueur financière et sa capacité à nouer des partenariats, mais son approche parfois trop analytique peut entraîner une hésitation dans la prise de décision rapide. Maxime, quant à lui, possède une expertise technique de haut niveau, mais son empathie et sa sociabilité peuvent parfois l'empêcher d'affirmer fermement ses idées lors des débats. Mahaut, quant à elle, est dynamique et persuasive, idéale pour la communication et la recherche de financement, mais son désir de résultats rapides peut la pousser à prendre des décisions précipitées sans analyser suffisamment les aspects stratégiques.

2.2.3 Complémentarité et synergie de l'équipe

La complémentarité des membres permet une gestion efficace du projet grâce à des compétences variées : de l'ingénierie à la gestion, en passant par la communication et le marketing. Malgré nos profils académiques différents, nous partageons un caractère similaire (ENFP), ce qui favorise une collaboration harmonieuse. Nous avons renforcé nos liens lors de nos voyages aux Pays-Bas et à Vienne,sur lesquels nous reviendront et qui

ont consolidé notre cohésion. Chaque membre valorise les idées des autres et recherche des solutions bénéfiques pour le projet. Cette complémentarité nous permet d'avancer sereinement, avec la conviction que notre approche équilibrée et structurée nous aidera à atteindre les objectifs ambitieux de Sole.

2.3 Nos partenaires clés

Au cours de notre aventure avec Sole, nous avons rencontré de nombreuses personnes apportant chacune une contribution unique, allant de conseils ponctuels à des partenariats durables. Ces acteurs (incubateurs, experts, entreprises et institutions) nous ont soutenus sur des aspects stratégiques, techniques, financiers et de mise en réseau, challengeant nos hypothèses et facilitant le franchissement d'étapes clés. Leur engagement a été essentiel pour structurer et faire évoluer Sole vers une solution innovante et prometteuse, grâce à cette synergie précieuse.

2.3.1 Yncubator

Nous avons intégré l'Yncubator en février 2024 après un entretien concluant avec Françoise Lombaerde et Sophie Neu. Cette dernière est rapidement devenue une personne clé de notre accompagnement, toujours disponible pour nous orienter et nous challenger de manière constructive.

Durant la phase "Explore & Go", nous avons été coachés par Hugues Dethienne, dont l'expérience en entrepreneuriat nous a permis d'ajuster notre stratégie et d'accéder à des contacts pertinents. Grâce à notre avancement, nous avons été sélectionnés pour la phase suivante, "Test & Fly", en juin 2024. Celle-ci nous a donné accès à des experts dans divers domaines (finance, marketing, prototypage), accélérant significativement le développement de Sole.

Parmi les temps forts, les speed-coachings et workshops réguliers ont constitué des opportunités précieuses de remise en question. Ces échanges avec des coachs et anciens incubés ont généré des ajustements stratégiques concrets, notamment après notre pivot vers la version finale du projet.

L'après-midi des experts nous a également permis de rencontrer des spécialistes de domaines variés. Parmi eux, Argafin nous a aidés à structurer notre plan financier, ajuster nos prix et affiner notre stratégie tarifaire. DGO6 nous a conseillé sur les subsides wallons, l'importance de justifier nos projections de vente et de respecter les normes sportives. Wallonie Design nous a orientés sur le processus de design, insistant sur l'élaboration d'un brief détaillé et la nécessité de penser aux contraintes techniques et aux attentes utilisateurs.

Un des apports majeurs de l'incubation a été la mise en relation avec Raphaël Betti, expert en finance. Il nous a accompagné dans la construction d'un business plan clair, structuré et professionnel. Ce modèle a ensuite été validé et affiné grâce à Émilie, spécialiste en finance dans le cadre d'INEO, qui nous a aidés à l'adapter précisément à notre projet. L'acquisition de ces deux expertises a renforcé notre crédibilité lors de pitchs et de demandes de financement.

En somme, l'Yncubator a été un véritable accélérateur pour Sole, en nous offrant un accompagnement stratégique, un réseau d'experts de qualité et des outils concrets pour structurer notre projet de manière professionnelle et réaliste.

2.3.2 Notre mentor

Corentin Deudon est devenu notre coach après un véritable coup de cœur lors du match-making mentor organisé par INEO. Depuis cet événement, nous avons collaboré de manière étroite et régulière pour faire avancer notre projet. Corentin est passionné par

l'entrepreneuriat et la stratégie, et il a acquis une vaste expérience en travaillant dans divers secteurs industriels. Avant de se lancer dans l'aventure de sa propre entreprise, il occupait des postes clés dans plusieurs sociétés comme Yellow5 et Japet Medical.

Pour Sole, Corentin a constamment enrichi notre vision du projet en nous encourageant à penser au-delà des objectifs initiaux et à explorer de nouvelles avenues pour maximiser l'impact et la pertinence de Sole. Il a toujours cherché à identifier des opportunités qui nous permettraient de nous différencier sur le marché et d'apporter une valeur ajoutée tangible aux utilisateurs.

Lors de moments plus difficiles, comme lors de notre pivot, Corentin s'est montré comme à son habitude pleins de motivations et de bonnes ondes. Plutôt que de s'attarder sur les défis que nous devions surmonter, il nous a immédiatement aidés à recontextualiser notre décision et à ajuster notre stratégie en fonction de notre nouvelle direction. Son approche pragmatique et son sens du recul nous ont permis de garder le cap et de maintenir un objectif clair tout au long de cette transition. Il a su nous guider en permanence, non seulement pour ajuster nos choix tactiques, mais aussi pour nous encourager à maintenir un fil rouge cohérent et pertinent.

Grâce à lui, nous avons toujours eu une vision claire du but à atteindre, ce qui a été essentiel dans notre capacité à pivoter efficacement tout en restant fidèles à notre ambition initiale : développer un produit qui répond réellement aux besoins des utilisateurs tout en s'adaptant aux évolutions du marché.

2.3.3 SchoenenKwartier

Le Schoenenkwartier, situé à Waalwijk aux Pays-Bas, est un centre d'excellence unique combinant musée, laboratoires de fabrication et centre de connaissances dédié à la chaussure et au cuir. En février 2024, nous y avons passé une semaine d'immersion enrichissante

sur les plans technique et humain, qui nous a permis d'explorer les enjeux du design et de la fabrication, notamment pour des utilisateurs jeunes et sportifs.

Grâce à Marijke Bruggink, experte avec plus de 30 ans d'expérience, nous avons supervisé la création et digitalisation d'un leest (moule de pied) facilitant le prototypage, ainsi que le design de l'upper adapté à notre cible. Avec Ruben Warnshuis, designer, nous avons développé un système innovant de fixation de la semelle extérieure, inspiré du design de coque de téléphone, garantissant solidité et modularité. Nous avons également bénéficié d'une formation pratique auprès d'artisans spécialisés.

Cette immersion a abouti à la création d'un premier prototype validant nos hypothèses techniques et révélant des pistes d'amélioration pour sécuriser la fixation. Elle a renforcé notre compréhension des contraintes techniques et ergonomiques liées à la semelle et sa fixation, cœur de notre projet.

L'expérience au SchoenenKwartier a été déterminante pour notre développement technique et stratégique, nous offrant des ressources et des conseils précieux tout en soulignant l'importance des partenariats dans l'industrie. Elle nous a également préparés aux échanges internationaux essentiels à la croissance future de notre projet, avec l'intention de revenir pour affiner nos prochains prototypes.

2.3.4 Futurewave

Depuis un an, FutureWave a été un partenaire clé dans le développement de notre projet. Grâce à des échanges réguliers avec leur équipe, et en particulier avec Cédric de Bellefroid, nous avons pu approfondir notre compréhension du prototypage et des exigences techniques liées à notre produit. Nos discussions avec lui ont été particulièrement enrichissantes, nous apportant des éclairages précieux sur les différentes étapes du processus de conception et les défis à anticiper.

Cette collaboration nous a permis d'obtenir des devis détaillés, renforçant ainsi nos compétences en négociation et en analyse comparative des offres du marché. Dans notre recherche d'un designer industriel, le premier devis reçu de FutureWave nous a servi de référence pour comparer les propositions d'autres agences spécialisées, telles que 1point61, Tweener et DottAchilles. Cette démarche nous a offert une vision plus large des approches en matière de conception et de prototypage. Néanmoins, FutureWave s'est imposé comme notre partenaire privilégié, grâce à son dynamisme, son état d'esprit en phase avec notre projet et son expertise sur des produits similaires.

Nous comptons travailler avec FutureWave pour l'élaboration de notre prototype et l'exploration de pistes d'optimisation, notamment pour réduire le coût initial du devis, qui s'élève à 20 000 €. Ce montant, courant pour les agences de design industriel en Wallonie et à Bruxelles, peut être couvert en partie par le dispositif Chèques-Entreprises, qui prend en charge 75 % des frais (hors TVA), avec un plafond d'indemnisation de 20 000 € (Agence du Numérique, s.d.). FutureWave, étant labellisé Chèques-Entreprises, nous permet d'accéder à ces avantages financiers, rendant cette collaboration particulièrement attractive. Nous détaillerons davantage ces aspects dans le chapitre consacré à nos finances.

Chapitre 3

Analyse technique : revue de la littérature scientifique

Face à la multiplication des équipements sportifs spécialisés et à leur empreinte carbone croissante, notre projet *SOLE* propose une *semelle additionnelle amovible* capable de transformer une chaussure de running classique en véritable chaussure de trail. Pour que cette solution soit crédible techniquement, biomécaniquement et environnementalement il est indispensable de justifier chaque choix de conception par une recherche scientifique rigoureuse.

Notre revue de littérature procède donc « du macro au micro » : (i) elle examine d'abord la biomécanique de la course afin d'identifier les exigences fonctionnelles imposées à la chaussure ; (ii) elle explore ensuite la tribologie de l'interface semelle–sol afin de maitriser les concepts d'adhérence et d'usure ; (iii) elle détaille les propriétés mécaniques des élastomères et des polymères envisagés pour la conception ; (iv) enfin, elle analyse l'architecture des semelles de trail existantes afin de comparer les solutions géométriques et matérielles les plus efficaces. Cette analyse critique fournira ainsi les bases nécessaires au prototypage et à l'évaluation expérimentale de notre semelle de trail.

3.1 Biomécanique de la course

L'étude de la biomécanique appliquée à la course à pied est essentielle afin d'analyser le fonctionnement des membres inférieurs. Le pied joue un rôle clé dans l'absorption des chocs et la propulsion du corps tout au long du cycle de la foulée que l'on appelle également le *Gait Cycle*. Divers paramètres, tels que la force de réaction au sol (GRF) et le centre de pression (COP), seront également examinés afin de mieux comprendre comment le corps optimise la reprise des efforts et en quoi la chaussure de sport contribue au soutien et à l'amélioration des performances.

3.1.1 Cycle de la foulée

Le cycle de la foulée correspond à l'ensemble des mouvements que notre corps effectue lors de la course à pied et qui se répètent de manière cyclique au cours du temps. Il commence au moment où le pied touche le sol (contact initial) et se termine lorsque ce même pied revient au contact avec le sol après être passé par la phase aérienne. Le cycle de la foulée en course se différencie de celui de la marche par sa phase aérienne où aucun pied n'est en contact avec le sol. Ceci permet d'augmenter la vitesse de locomotion tout en économisant de l'énergie (Cappellini et al., 2006)Cappellini et al., 2006. Il se décompose en 2 phases. La phase d'appui, durant laquelle le pied est en contact avec le sol afin d'absorber les chocs et de stabiliser le corps et la phase de balancement, où le pied est en l'air et se déplace vers l'avant, préparant la prochaine impulsion. Nous nous concentrerons principalement sur la phase d'appui car elle est responsable de l'absorption des chocs, de la stabilisation du corps, et de la propulsion vers l'avant.

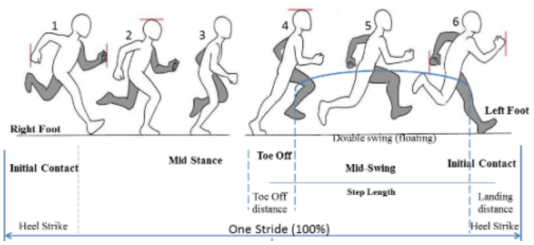


FIGURE 3.1 – Cycle de la foulée (Kapri, 2021) KAPRI, MEHTA et S, 2021

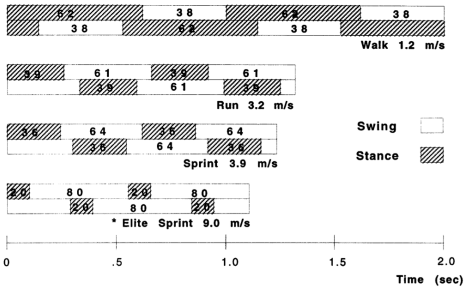


FIGURE 3.2 – La durée de la phase d'appui diminue avec la vitesse (Novacheck, 1998) NOVACHECK, 1998

La phase d'appui est divisée en 3 parties (Fig3.1) notamment le contact initial (Initial contact), le milieu d'appui (Mid stance) et la propulsion (Toe off). Selon (Novacheck, 1998) NOVACHECK, 1998, lors de la course, la proportion de la phase d'appui par rapport au cycle complet sera toujours inférieure à 50% et diminue linéairement avec la vitesse. Effectivement, elle représente 39% à du 3.2m/s, 35% à du 3.9m/s et 30% à du 9.0m/s (Fig 3.2).

3.1.2 Cinétique et cinématique d'appui

Chaque athlète a une foulée qui lui est propre. Toutefois, bien que l'on distingue trois types de pose du pied, il existe un lien entre la vitesse de course et la manière dont le pied entre en contact avec le sol. À faible vitesse, la phase d'appui est plus longue, et la pose du pied tend à se faire par le talon. En accélérant, l'athlète réduit la durée de cette phase et modifie progressivement son attaque vers le médio-pied ou l'avant-pied (Novacheck, 1998) NOVACHECK, 1998. Une étude menée sur 2000 marathoniens a ainsi révélé que 94% d'entre eux avaient une attaque talon, principalement des coureurs débutants ou amateurs (Kasmer et al., 2013) KASMER et al., 2013. À l'inverse, l'attaque avant-pied est surtout observée chez les sprinteurs et coureurs élite qui représentent une minorité. Dans cette étude, nous nous intéressons principalement aux coureurs débutants et amateurs et

poserons l'hypothèse que 100% d'entre eux adoptent une attaque talon lorsque le gradient de pente est nul.

3.1.2.1 GRF

La force de réaction au sol (GRF - Ground Reaction Force) correspond à la force exercée par le sol sur le coureur en réponse aux forces qu'il exerce sur le sol lors de sa foulée. Elle joue un rôle essentiel dans la dynamique de la course, influençant l'impact au sol, la transition vers la propulsion et le stress sur les articulations. Nous pouvons décomposer la GRF en 3 composantes principales (Fig 3.4. La composante verticale (R_z) est la plus importante et suit un profil bimodal (Fig 3.3). Le premier pic d'impact, qui peut atteindre jusqu'à 2.5 fois le poids du corps (Rogers, 1995) Rodgers, 1995, correspond à une force passive résultant du choc initial avec le sol. Ce choc est atténué par l'amorti du talon ainsi que par les caractéristiques de la chaussure et celles de la surface de course. Ce premier pic est généralement plus faible et plus court que le second pic qui apparaît lors de la phase de propulsion. Celui-ci correspond à la force générée activement par le coureur pour se propulser vers l'avant, nous l'étudierons plus tard. La deuxième composante est l'antéro-postérieure (R_y) qui comprend une phase de freinage négative lorsque le pied entre en contact avec le sol et ralentit momentanément la progression du coureur, suivie d'une phase de propulsion positive où l'énergie est restituée pour générer l'avancée. Enfin, la composante médio-latérale (R_x) est plus faible mais joue un rôle crucial dans l'équilibre latéral du coureur et la stabilisation de la foulée (Gronley, 1984) Gronley et Perry, 1984.

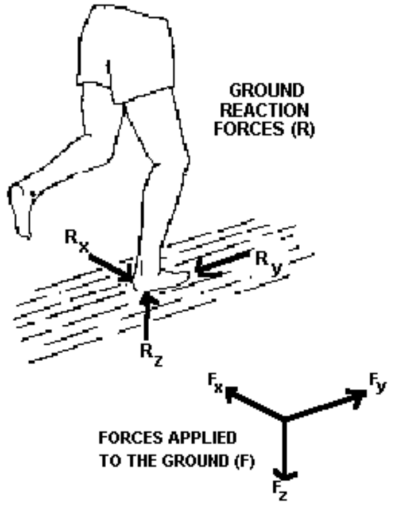


FIGURE 3.3 – R_x, R_y, R_z : les composantes de la GRF (Gronley, 1984) GRONLEY et PERRY, 1984

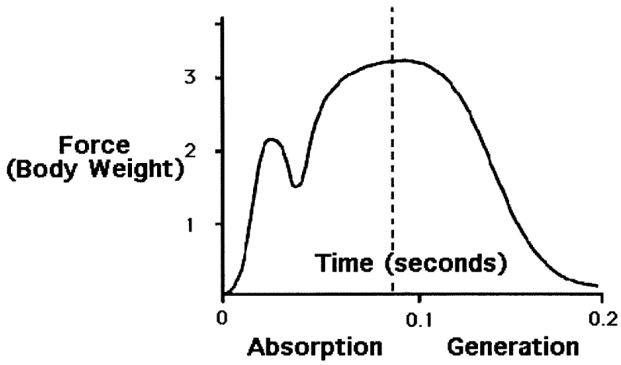


FIGURE 3.4 – 2 pics d'impact (Novacheck, 1998) NOVACHECK, 1998

3.1.2.2 COP

Le Centre de Pression (COP) représente le point d'application de la force de réaction au sol (GRF) sous le pied au cours du cycle de la foulée. Il traduit la manière dont les forces sont distribuées et déplacées sous le pied pendant l'appui (Fig 3.5). Cette trajectoire ou plutôt la déviation par rapport à cette trajectoire *idéale* affecte la stabilité, l'efficacité biomécanique et le risque de blessures (Cavanagh, 1987) CAVANAGH, 1987. C'est exactement cette trajectoire de COP que nous tenterons de préserver à tout prix afin de ne pas impacter négativement le coureur.

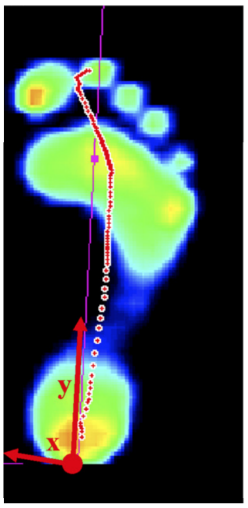


FIGURE 3.5 – Trajectoire du COP durant une phase d'appui (De Cock et al., 2008) DE COCK et al., 2008

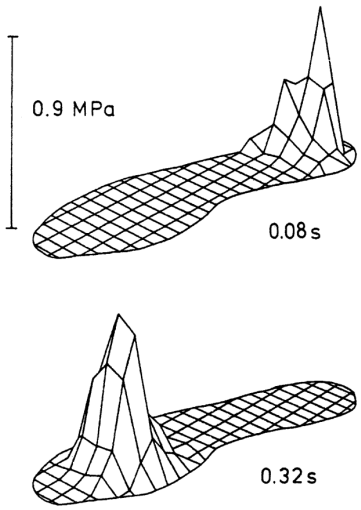


FIGURE 3.6 – Représentation 3D du COP lors du contact initial et de la propulsion (Cavanagh, 1987) CAVANAGH, 1987

Lors d'une attaque talon, la pression est initialement concentrée sur le bord latéral du talon. Elle se déplace ensuite rapidement vers l'aspect médial du talon, puis progresse vers l'avant-pied (De Cock et al., 2008) DE COCK et al., 2008. À ce stade, on observe généralement deux pics de pression d'amplitude presque équivalente sous les têtes des premier et deuxième métatarsiens (Fig 3.6). Ce déplacement suit une trajectoire caractéristique qui reflète le mouvement du pied et l'absorption des charges mécaniques. L'analyse du COP est significativement influencée par le port de chaussures car elles modifient la répartition des pressions sur les différentes structures anatomiques du pied (Novacheck, 1998) NOVACHECK, 1998. Par exemple, des chaussures avec un amorti plus épais ou un *drop*[1] élevé altèrent la transition du COP et influencent ainsi la cinétique et la dynamique du pied durant la foulée.

1. drop : différence de hauteur entre la semelle au niveau du talon et de l'avant du pied

3.1.2.3 Milieu d'appui et pronation

Lors de la phase "milieu d'appui", le poids du coureur est entièrement supporté par la jambe d'appui. Cette phase est donc déterminante pour l'équilibre et la stabilité afin de préparer au mieux la phase de propulsion (Cote et al., 2005) Cote et al., 2005. Le facteur déterminant pour la compréhension de l'équilibre latéral est le type de pronation. C'est l'angle avec lequel le coureur pose son pied au sol par rapport à l'axe longitudinal de sa direction de course. Le type de pronation se devine dès le contact initial mais atteint son paroxysme lors du milieu d'appui, entre 150 à 200ms après la pose du pied (Nigg et al., 2019) B. Nigg, Behling et Hamill, 2019

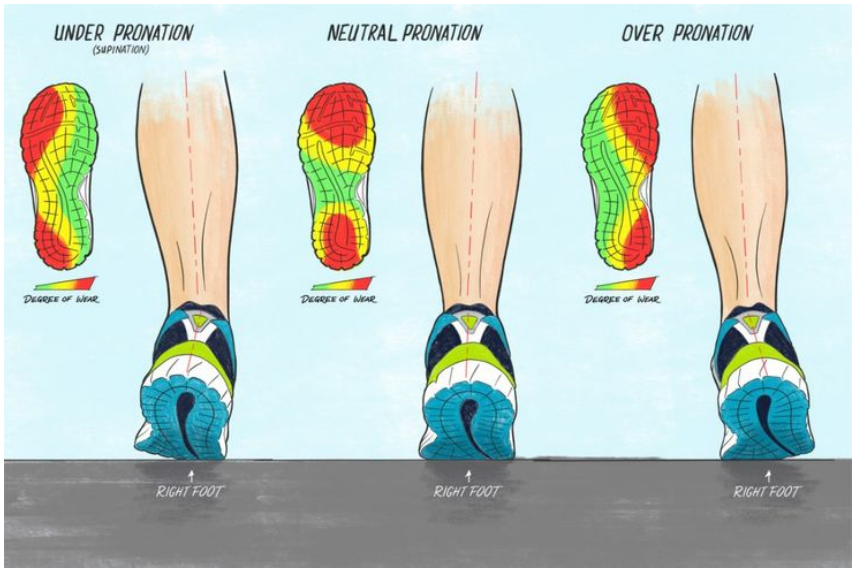


Figure 3.7 – Les types de pronation ont un impact sur le risque de blessure ainsi que l'usure de la chaussure (Hintermann et al., 1998) Hintermann et B. M. Nigg, 1998

Les athlètes sont classés en trois catégories selon leur type de pronation : insuffisante (supination), neutre ou excessive (surpronation). En **pronation neutre**, le pied effectue un roulis équilibré vers l'intérieur, assurant une bonne absorption des chocs. L'appui débute sur l'extérieur du talon avant de se répartir uniformément sur l'ensemble du pied en suivant une trajectoire de COP classique (Voir 3.1.2). La **surpronation** se traduit par

un enroulement excessif du pied vers l'intérieur, provoquant un affaissement de la voûte plantaire qui peut entraîner des douleurs aux tibias et aux genoux. Les coureurs concernés bénéficient généralement de chaussures stabilisatrices ou de contrôle du mouvement pour limiter ce phénomène. À l'inverse, la **supination** correspond à un roulis insuffisant du pied, exerçant une pression accrue sur le bord externe. Ce déséquilibre augmente le risque de fractures de stress et d'entorses de la cheville. Les coureurs supinateurs ont besoin de chaussures amortissantes et souples afin d'optimiser l'absorption des chocs.

3.1.3 Propulsion - muscles & tendons

La propulsion correspond à l'instant où le pied quitte le sol, propulsant le coureur vers l'avant. Le gros orteil et la plante du pied poussent contre le sol, actionnés par les muscles du mollet (gastrocnémien et soléaire). Cette phase restitue l'énergie élastique stockée dans les muscles et tendons pendant le contact initial (Cappellini et al., 2006) Cappellini et al., 2006. Chaque unité musculo-tendineuse absorbe de la puissance en s'étirant (phase excentrique) juste avant de se raccourcir (phase concentrique) pour générer de la puissance (Novacheck, 1998) Novacheck, 1998. Le tendon d'Achille (TA) est l'exemple parfait du ressort naturel ultra-performant. Néanmoins, l'énergie totale restituée par le TA à lui seul (71J) ne représente qu'une faible proportion du cout métabolique total par foulée (900J)(Fletcher et al., 2015) Fletcher et MacIntosh, 2015 (Approfondissement en Annexe B.2.1.1).

3.1.4 Énergie potentielle, cinétique et coût métabolique

Lors de la course, l'énergie potentielle et l'énergie cinétique atteignent leur maximum en phase de balancement moyen. Un lien entre la mécanique du mouvement et le coût métabolique a été mis en évidence par (Brooks et al., 2005) Brooks, Fahey et Baldwin, 2005, qui ont montré que le meilleur indicateur du taux de consommation d'énergie métabolique est le taux de consommation d'oxygène $\dot{V}O_2$. Leur étude démontre que $\dot{V}O_2$ augmente linéairement avec la vitesse de course, mais aussi que la consommation d'énergie

métabolique $\dot{E}_{mtabolique}$ est proportionnelle à la force verticale moyenne exercée sur le sol $\overline{F_z}$, et inversement proportionnelle au temps de contact au sol t_c :

$$\dot{E}_{\text{métabolique}} \propto \overline{F_z} \cdot \frac{1}{t_c} \quad [\text{mlO}_2/(\text{kg} \times \text{min})] \tag{3.1}$$

Cela reflète bien que, plus le temps de contact est court, plus l'intensité de la force appliquée doit être élevée pour maintenir le mouvement, ce qui sollicite davantage les muscles (Figures et approfondissement en Annexe B.2.1.2).

3.1.4.1 Gradient de pente

Le coût énergétique spécifique de la course suit une courbe en U (Fig 3.8) : il atteint son minimum vers –10% à –20 % de pente, où la gravité fournit une partie du travail propulsif ; il augmente fortement en montée, quand les muscles doivent produire davantage de travail positif contre le poids du corps, et remonte aussi dans les descentes très raides, la musculature devant alors absorber un travail excentrique important pour freiner la chute. Cette dynamique explique pourquoi les sections faiblement négatives sont perçues comme « gratuites », tandis que les fortes montées et descentes exigent respectivement une traction et un freinage accrus (Vernillo et al., 2017) Vernillo et al., 2017.

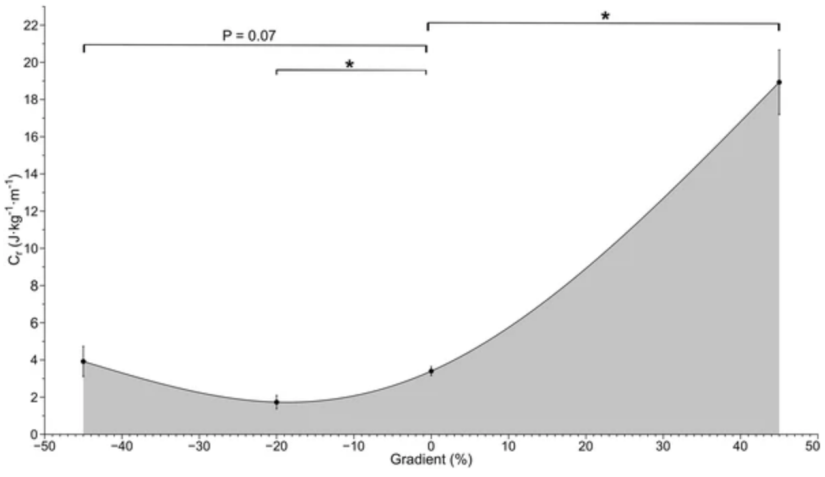


Figure 3.8 – Le coût énergétique de la course en fonction du gradient de pente

3.1.5 Discussion

L'analyse biomécanique a établi *trois pivots* qui gouvernent la performance du coureur : **(1)** la distribution temporelle de la force d'appui $\overline{F_z}$ au sein du *gait cycle*, **(2)** la trajectoire du centre de pression (COP) modulée par le type d'attaque et la pronation, **(3)** la dépense métabolique, minimisée quand t_c est juste assez long pour stocker–restituer l'énergie élastique sans sursolliciter les muscles.

Ces trois paramètres dictent et sont dictés par les propriétés de l'interface semelle–sol :

$$\underbrace{\overline{F_z},\, t_c,\, \mathrm{COP}}_{\text{niveau biomécanique}} \quad \longrightarrow \quad \underbrace{\text{aire réelle de contact, régime de Stribeck, } \mu\text{, usure}}_{\text{niveau tribologique}}$$

— **Force d'appui** : plus $\overline{F_z}$ est élevée (montée, charge), plus la pression se concentre sur les sommets asperitiques, faisant glisser le système vers une lubrification sèche où l'adhésion et l'usure abrasive dominent.

— **Temps de contact** : un t_c court (sprint, descente modérée) accroît la fréquence de cisaillement ; l'hystérésis visco-élastique absorbe alors davantage d'énergie, ce qui renforce la friction mais augmente le chauffage interne du caoutchouc.

— **Trajectoire du COP et pronation** : elle conditionne le *chemin* des contraintes latérales ; une dérive médiale excessive déplace la zone la plus chargée vers des crampons périphériques souvent moins épais, accélérant l'usure locale.

Le **gradient de pente** agit comme un modulateur externe : $-10\ \% \lesssim \text{pente} \lesssim -20\ \%$ minimise le coût énergétique car la gravité fournit un travail propulsif, laissant la semelle dans un régime de friction modéré où l'usure adhésive reste contrôlée. À l'inverse, de fortes montées et des descentes raides exigent soit une traction longitudinale supérieure, soit une plus forte capacité de freinage. Dans les deux cas, les contraintes de contact se déplacent vers les arêtes des crampons, augmentant la sensibilité au *sealing effect* et aux phénomènes hydrodynamiques dès qu'un film de boue se forme.

Ainsi, toute décision de *design* — cahier des charges, géométrie et orientation des crampons, sélection des matériaux, — doit être envisagée comme une *réponse tribologique* aux sollicitations biomécaniques identifiées.

3.2 Tribologie semelle - sol

Tribos signifie *frotter* en grec. Au sein de cette section, nous nous intéresserons donc à la science de frottement des matériaux (Wang et al., 2019) Wang et Chung, 2013 ou plus précisément à *l'étude des interactions entre surfaces solides en mouvement relatif* (Brunetière, 2016) Noël, 2016. Nous analyserons plus spécifiquement comment la chaussure de trail intéragit avec la terre afin de comprendre les mécanismes de frottement et comment éviter les glissades lorsqu'un contaminant comme de l'eau rentre en jeu. Il s'agira donc du tribosystème semelle-contaminant-sol. Les notions théoriques sur lesquelles nous nous appuyons proviennent en grande partie de l'ouvrage de (Brunetières, 2016) Noël, 2016.

Dans le cadre de cette étude tribologique, nous faisons l'hypothèse que la semelle de trail est constituée de caoutchouc naturel étant donné ses qualités multiples (Voir section 3.3) pour les semelles extérieures de trail selon (FranceCuir, 2024) France Cuir, 2024. Ses caractéristiques mécaniques sont disponibles en Annexe B.3.2. Nous posons comme seconde hypothèse que la semelle entre en contact avec un sol sec de type limono-argileux. Ce type de terre est un des plus fréquents sur les sentiers naturels belges (ISRIC, 2025) International Soil Reference and Information Centre (ISRIC), 2025 et présente un comportement fortement tribo-dépendant (FAO, 2025) Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2025. À l'état sec, il permet une adhérence modérée via le contact granulaire avec les crampons. Cependant, en présence d'un contaminant tel que l'eau, il forme rapidement une boue plastique, collante, à fort pouvoir lubrifiant ce qui altère significativement le coefficient de frottement à l'interface semelle-sol.

3.2.1 Bases tribologiques

3.2.1.1 Courbe de Stribeck

Lorsque deux solides sont mis en contact sous l'action d'une force normale F, une force tangentielle T apparaît et s'oppose au déplacement relatif des deux solides. Le frottement est très utile lorsque l'on cherche à immobiliser deux solides l'un par rapport à l'autre. Dans notre cas, il facilite nos déplacements sur un sol sec en nous permettant d'exercer, sans glisser, des forces de poussée tangentielle sur le sol afin de nous propulser (Fig 3.9). Lorsqu'un contaminant comme de l'eau (de viscosité $\mu = 1.005 \times 10^{-3}$ à $20°C$) rentre en jeu, nous parlons de lubrification (Fig 3.10). Celle-ci limite considérablement le frottement ainsi que ses conséquences positives de traction et engendre la notion de glissement.

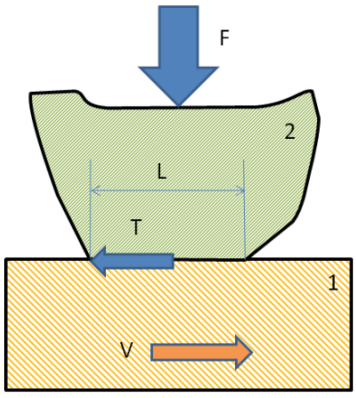


FIGURE 3.9 – Contact entre la semelle et le sol en présence de frottement

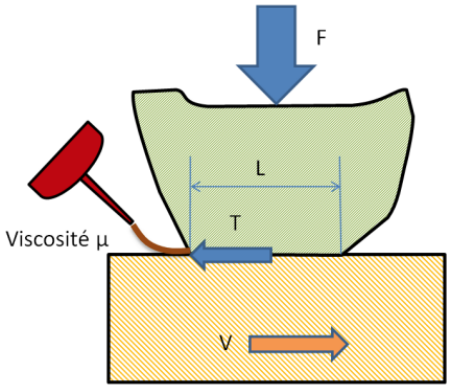


FIGURE 3.10 – Contact lubrifié

Le coefficient de frottement est défini par $f = \left|\frac{T}{F}\right|$ et le paramètre hydrodynamique par $G = \frac{\mu V L}{F}$ avec V représentant la vitesse de glissement et L la longueur du contact. Il peut être vu comme l'équilibre entre la capacité du lubrifiant à créer un film protecteur, et la tendance des surfaces à entrer en contact. Plus G est élevé, plus les conditions favorisent la formation d'un film lubrifiant efficace. Ces termes nous permettent d'identifier trois régimes de lubrification distincts représentés sur la courbe de Stribeck (Fig 3.11) :

— **Lubrification sèche** : les surfaces sont en contact direct ou séparées par des films moléculaires très minces. Ce régime est caractérisé par un frottement élevé.

— **Lubrification mixte** : des contacts de surface subsistent, mais une partie de la charge est supportée par le film lubrifiant. Le coefficient de frottement diminue progressivement avec l'augmentation de G.

— **Lubrification hydrodynamique** : un film lubrifiant complet sépare les surfaces en mouvement, éliminant tout contact direct. Le frottement est faible.

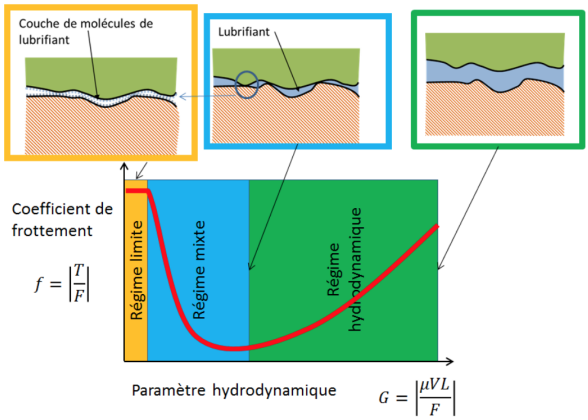


FIGURE 3.11 – Courbe de Stribeck déterminant les différents régimes

Dans le contexte du trail, l'interaction entre la semelle d'une chaussure et un sol naturel peut être modélisée en se référant à la courbe de Stribeck. En conditions sèches (terre battue, graviers), le système opère principalement en régime de lubrification sèche, avec des contacts directs entre la semelle et le sol. Toutefois, en présence d'eau, la formation de boue peut générer un film fluide entre la chaussure et la surface, faisant évoluer le régime vers un état de lubrification mixte (terre humide, boue), voire hydrodynamique (boue saturée, flaques). Cette transition réduit significativement le coefficient de frottement, augmente le risque de glissade et provoque une perte de contrôle. Ceci démontre davantage l'importance du design des crampons pour maintenir la traction en milieu glissant.

3.2.2 Micro-géométrie de surface

Les matériaux solides présentent généralement des propriétés mécaniques distinctes entre leur cœur et leur surface. En effet, les atomes en surface, moins liés que ceux en volume (car partiellement désolidarisés de leurs voisins), subissent des réarrangements structurels : cela se manifeste par une densification locale et une modification des distances inter-atomiques (Fig 3.12). Cette réorganisation affecte directement les propriétés mécaniques de surface telles que la dureté, l'élasticité ou l'adhérence.

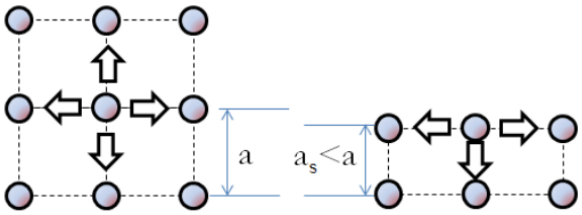


FIGURE 3.12 – Distribution des atomes au coeur (gauche) vs en surface (droite)

Dans le cas spécifique du caoutchouc naturel, cette différenciation est particulièrement critique. La surface de la semelle, en contact direct avec le sol, est la zone qui subit le plus de sollicitations : cisaillement, abrasion, humidité, particules fines, etc. De plus, les propriétés de surface du caoutchouc (déformabilité, capacité d'adhérence, réactions avec l'eau ou la boue) dépendent non seulement de sa structure moléculaire, mais aussi de sa composition (présence de charges, agents vulcanisants, additifs de surface). Car en pratique, le caoutchouc naturel est rarement utilisé en forme pure (Bosch, 2025) BOSCH, 2025. Il sera souvent mélangé afin d'optimiser ses propriétés de surface à l'application visée.

3.2.2.1 Énergie de surface

Les surfaces présentent une énergie qu'on note généralement γ. Cette dernière provient des atomes en surface comme vu ci-dessus qui sont libres d'interagir avec l'environnement contrairement à ceux qui sont localisés au coeur du solide (Callister et al.,

2020) Callister Jr et Rethwisch, 2020. Ces atomes de surface sont alors dans un état énergétique plus élevé. L'instabilité créée se manifeste sous forme d'énergie résiduelle par unité de surface (J/m^2). Chaque matériau tend à minimiser cette énergie en diminuant son aire totale comme pour les liquides où chaque goutte en contact se rejoint afin de former l'aire externe minimale. Ce n'est par contre pas possible pour les solides qui eux sont mécaniquement rigides. Pour le contact entre notre semelle en caoutchouc naturel et un sol limono-argileux humide, nous avons identifié les énergies de surface suivantes : $\gamma_{caoutchouc} = 35mJ/m^2$ (Wu, 1971) Wu, 1971, $\gamma_{sol} = 70mJ/m^2$ (Israelachvili, 2011) Israelachvili, 2011.

3.2.2.2 Rugosité et contact réel

Dans un contact rugueux, seul un faible pourcentage de la surface nominale est en contact réel (Brunetière, 2016) Noël, 2016. La pression se concentre sur les sommets des aspérités, modélisables comme des sphères microscopiques.

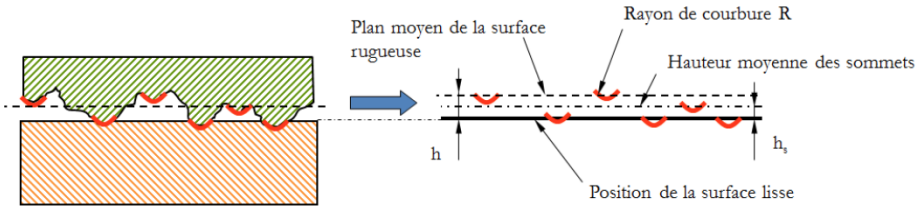


Figure 3.13 – Contact surfacique rugueux

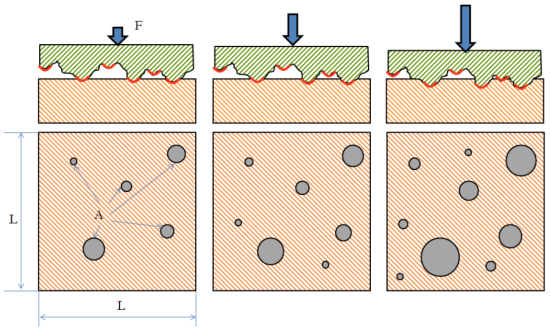
Sous l'hypothèse classique de Greenwood & Williamson (Greenwood et al., 1966), où la semelle est rugueuse et le sol parfaitement lisse, on obtient pour A_r l'aire réelle de contact et p_m la pression moyenne sur les aspérités :

$$A_r = \pi R \frac{\sigma^2}{\lambda_x \lambda_y} e^{-2h_s/\sigma} \quad [\text{mm}^2], \qquad p_m = \frac{F}{A_r} \quad [\text{Pa}] \tag{3.2}$$

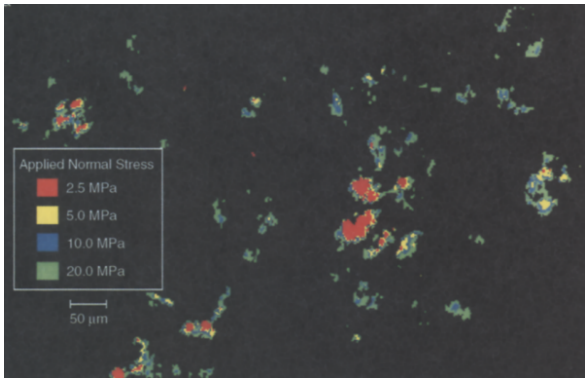
Ces relations montrent que, lorsque la force normale F augmente (Fig 3.14, la pression moyenne p_m reste quasi constante car la charge supplémentaire est absorbée par

la mise en contact progressive de nouveaux sommets, de sorte que $F \propto A_r$. Au niveau local, la contrainte maximale suit la loi de Hertz pour une sphère contre un plan, mais la création continue de nouvelles zones de contact limite la montée de la pression moyenne.

Ce comportement est favorable au caoutchouc : sa faible dureté Vickers ($H \simeq 5$–20 MPa) et son module d'élasticité réduit autorisent de larges déformations élastiques, augmentant rapidement A_r. Pour rester dans le régime purement élastique, Greenwood & Williamson définissent le critère $\psi = (E'/2H)\sqrt{\sigma/R}$; la condition $\psi < 0{,}6$ est typiquement satisfaite pour les gommes de semelle, éloignant ainsi le risque de plastification des picots. Le développement des équations et un approfondissement sur le sujet sont disponibles en Annexe B.2.2.



(a) Aire idéale (modèle)



(b) Aire réelle selon (Dieterich, 1994) Dieterich et Kilgore, 1994

Figure 3.14 – Accroissement de l'aire de contact sous la charge : prédiction vs. observation.

3.2.2.3 Sealing effect

En pratique, les sols limono-argileux ne sont pas parfaitement lisses et les modèles deviennent donc plus complexes. Ces sols sont souvent granulaires et humides ce qui forme des interfaces complexes, avec une adhérence variable selon la saturation en eau et la cohésion des grains. Nous pouvons y observer le phénomène du *Sealing effect* (Persson

et al., 2005) B. N. Persson et al., 2005.

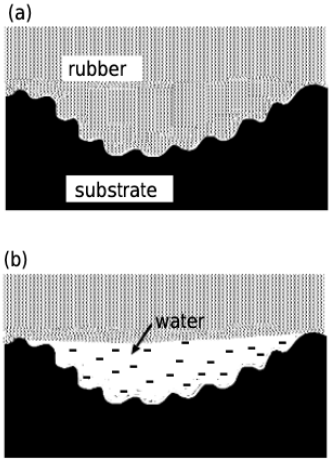


Figure 3.15 –

Sealing effect dû à l'eau entre le caoutchouc et le sol B. N. Persson et al., 2005

(a) Le caoutchouc pénètre dans une large vallée du substrat et épouse l'entièreté de la rugosité présente dans cette vallée. Les déformations pulsées du caoutchouc induites par la rugosité contribuent à la force de friction car nous voyons que toute la surface est couverte. (b) Sur un substrat mouillé, l'eau piégée dans la grande vallée forme une nappe empêchant le caoutchouc de pénétrer dans celle-ci. Cela élimine entièrement la contribution vue en (a) de la vallée à la force de friction.

3.2.3 Adhésion

En tribologie, il existe des forces d'attraction que nous appellerons les forces d'adhésion. Les principales forces d'attraction qui agissent lorsque deux solides se rapprochent sont les forces de van der Waals, elles résultent des interactions atomiques. Pour deux plans lisses séparés d'une distance h, les forces d'attraction de van der Waals s'expriment :

$$F_{vdW} = -S\frac{A}{6\pi h^3} \quad [\mathrm{N}] \tag{3.3}$$

où S est l'aire du plan et A la constante de Hamaker. Cette dernière dépend des matériaux mis en jeu. La distance h ne s'annule pas et est limitée par la distance inter-atomique ce

qui évite une valeur infinie des forces. D'après Mate (Mate et al., 2008) MATE, 2008, la distance minimale est de l'ordre de $h = h_0 = 0.165nm$.

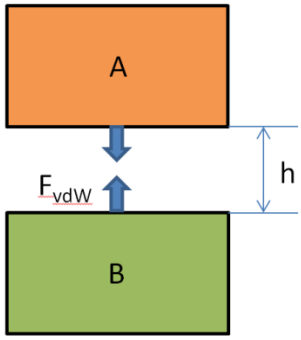


FIGURE 3.16 – Forces de van der Waals entre 2 surfaces planes

Lorsque deux solides parfaitement plans sont en contact, il faudra fournir un travail w_{ad}, qu'on appelle travail d'adhésion, pour les séparer. Ce travail est relié à l'énergie de surface respective des 2 surfaces (γ_A et γ_B) ainsi qu'à l'énergie interfaciale (γ_{AB}) qui règne entre deux surfaces planes en contact.

$$w_{ad} = \gamma_A + \gamma_B - \gamma_{AB} \tag{3.4}$$

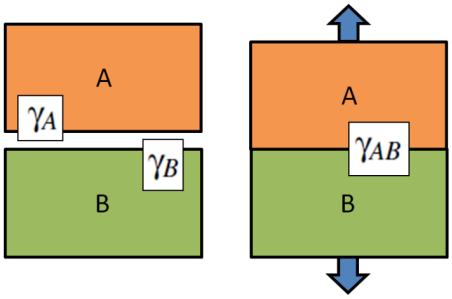


FIGURE 3.17 – Énergies liées à la séparation de 2 surfaces planes

Pour le contact entre notre semelle en caoutchouc naturel et un sol limono-argileux humide, nous avons utilisé leurs énergies de surface respective (Voir 3.2.2.1) afin de calculer :

$$\gamma_{c-t} = \sqrt{\gamma_{caoutchouc}\gamma_{terre}} = 49.5mJ/m^2 \tag{3.5}$$

Ceci nous permet d'obtenir le travail d'adhésion étant $w_{ad} = 55.5mJ/m^2$.

Le travail réel d'adhésion W_{ad}, lorsque deux surfaces sont mises en contact, est le produit de w_{ad} par l'aire réelle de contact A. Une énergie élastique W_{el} a été stockée lors de la mise en contact. Si cette dernière est supérieure au travail d'adhésion, les forces élastiques seront suffisantes pour séparer les deux surfaces :

$$\frac{W_{el}}{W_{ad}} = \frac{E'}{w_{ad}}\sqrt{\frac{\sigma^3}{R}}\sqrt{\frac{1}{32\pi}} > 1 \tag{3.6}$$

Ce rapport est constant et indépendant de la force appliquée car la force et l'aire réelle de contact sont proportionnelles comme vu au point 3.2.2.2. Gras (Gras et al., 2008) Gras, 2008 présente un index d'adhésion pour les contacts surfaciques :

$$\alpha = \frac{W_{el}}{W_{ad}}\sqrt{8\pi} \quad [-] \tag{3.7}$$

Si ce coefficient est inférieur à 5, le risque d'adhésion est élevé. Pour le réduire, il faut opter pour des matériaux plus rigides ou avec une plus faible énergie de surface. Selon lui, l'état de surface a également une influence importante sur α. En introduisant le paramètre d'état de surface S_q qui représente la rugosité quadratique d'une surface (plus S_q est faible, plus la surface est lisse), l'index d'adhésion devient :

$$\alpha = \frac{E'}{2w_{ad}}S_q^2\sqrt{\frac{1}{\lambda_x\lambda_y}} \quad [-] \tag{3.8}$$

Il peut donc être judicieux de jouer avec la valeur de S_q afin d'obtenir le paramètre d'adhérence optimal.

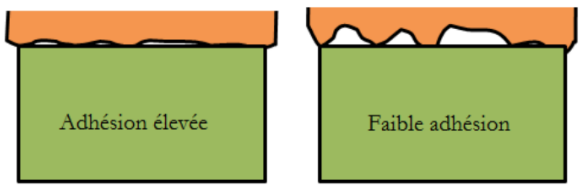


Figure 3.18 – Effet de la rugosité sur l'adhérence dans un contact surfacique

Grâce aux paramètres recherchés, nous pouvons déterminer une approximation de la valeur de α. Effectivement, nous avons pour le module d'élasticité réduit ($E' = 5MPa$, la rugosité quadratique moyenne ($S_q = 5\,\mu m$), les longueurs de corrélation ($\lambda_x = \lambda_y = 50\,\mu m$) selon (Gent, 2001) GENT, 2001. Ceci nous permet d'obtenir $\alpha = 4.5$.

Cette valeur calculée de α indique que le caoutchouc naturel utilisé pour la semelle présente une adhérence élevée avec le sol limono-argileux. Ce comportement est favorable pour garantir la traction sur sol sec, mais pourrait engendrer un risque de collage et de perte de performance en conditions boueuses. Effectivement, en présence d'eau on s'attend plutôt à un coefficient de 2-4 qui caractérise un glissement collant. Afin d'optimiser les performances en trail boueux, nous pouvons donc augmenter légèrement α en agissant directement sur la composition du caoutchouc :

— Augmenter E' : utiliser un caoutchouc plus rigide (mélange de NR [2] + SBR [3] (Persson, 2001) B. N. PERSSON et al., 2005

— Réduire w_{ad} : rendre la surface hydrophobe (traitement chimique ou texturation qui réduit la mouillabilité (Israelachvili, 2011) ISRAELACHVILI, 2011

— Augmenter S_q : rendre la surface plus rugueuse (micro-structurée (Bhushan et al., 2002 ; Bowden et al., 1950) BHUSHAN, 2002BOWDEN et TABOR, 1950))

— Optimiser l'évacuation de la boue : système de crampons

3.2.4 Frottement

Lorsque deux solides sont mis en contact par une force F, une force tangentielle T apparaît naturellement si on cherche à déplacer les solides l'un par rapport à l'autre (Fig 3.9). Cette force tangentielle est appelée force de frottement et son coefficient de frottement est défini par $f = \left|\frac{T}{F}\right|$. Lorsque la vitesse de glissement V est nulle, nous par-

2. NR = Natural Rubber : caoutchouc naturel

3. SBR = Styrene-Butadiene Rubber : un type de caoutchouc synthétique d'une rigidité supérieure et fréquemment utilisé dans les pneumatiques

lons de frottement statique. Lorsqu'elle est non-nulle, il s'agit d'un frottement dynamique.

L'adhésion et l'hystérésis constituent les principaux mécanismes de friction pour les matériaux visco-élastiques comme le caoutchouc (Grosch, 1963) GROSCH, 1963. Ce principe s'applique de manière similaire aux aspérités en contact de la chaussure et du sol (Cowap, 2015) COWAP et al., 2015. La friction d'adhésion se produit à l'échelle moléculaire, tandis que la friction par hystérésis résulte d'une perte d'énergie dynamique lors de la déformation des aspérités de surface. Nous pouvons différentier leurs coefficients (f_a, f_h) comme tel :

$$T = T_a + T_h = (f_a + f_h)F \quad [N] \tag{3.9}$$

Dans un tel système, la friction par adhésion est plus marquée sur des surfaces lisses et en conditions sèches. Lorsque les surfaces sont lubrifiées, la contribution de l'adhésion diminue, et la friction par hystérésis devient prédominante (Cowap, 2015) COWAP et al., 2015.

3.2.4.1 Friction par adhésion

Comme parcouru au point 3.2.3, des forces d'adhésion dues aux interactions atomique se développent. Pour rompre ces liaisons, une contrainte de cisaillement τ_a est nécessaire. La force totale permettant de rompre les liaisons est donc le produit de cette contrainte par l'aire totale de contact $T_a = \tau_a A$ (Brunetière, 2016) NOËL, 2016. En utilisant cette relation et l'équation de pression (Voir 3.2.2.2), nous obtenons :

$$f_a = \tau_a \frac{2}{E'} \sqrt{\frac{2\pi R}{\sigma}} \quad [-] \tag{3.10}$$

Nous observons que le facteur est indépendant de la charge, de l'aire apparente de contact et de la vitesse. En revanche, il montre une dépendance à l'état de surface et au module d'élasticité des matériaux. Dans une étude de (Cowap et al., 2015) COWAP et al., 2015, f_a du caoutchouc est expérimentalement lié à la rugosité de surface du sol R_z (Fig 3.19). Nous voyons qu'ils sont inversément dépendants.

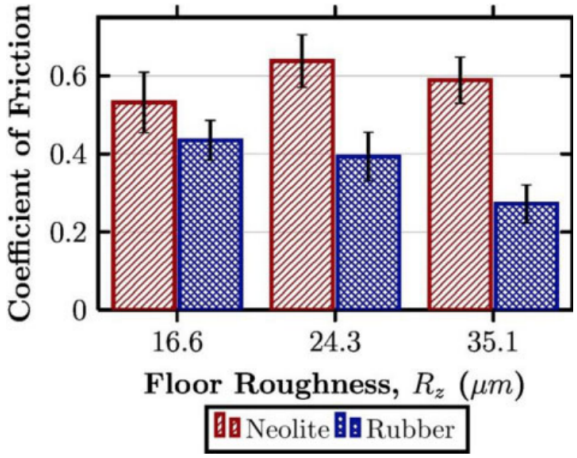


FIGURE 3.19 – Coefficient de friction d'adhésion en fonction de la rugosité du sol

3.2.4.2 Friction par hystérésis

Le frottement par hystérésis est l'un des mécanismes dominants dans les interactions entre matériaux viscoélastiques. Il provient de la dissipation d'énergie interne lors de la déformation et de la relaxation successives du matériau sur les aspérités du sol et dépend fortement des propriétés mécaniques du matériau (Persson, 1998) B. N. PERSSON, 1998.

Dans l'étude de Cowap et al. (2015) COWAP et al., 2015, l'hystérésis a été isolée expérimentalement en lubrifiant l'interface chaussure/sol avec une huile visqueuse qui supprime ainsi les effets d'adhésion. Les auteurs ont mis en évidence que l'augmentation de la rugosité de la surface du sol (R_z) entraînait une hausse du coefficient de friction par hystérésis, tandis que l'augmentation de la vitesse de glissement réduisait cet effet (Fig 3.20). Ces résultats confirment que la friction par hystérésis dépend directement de l'amplitude et de la fréquence des déformations du matériau.

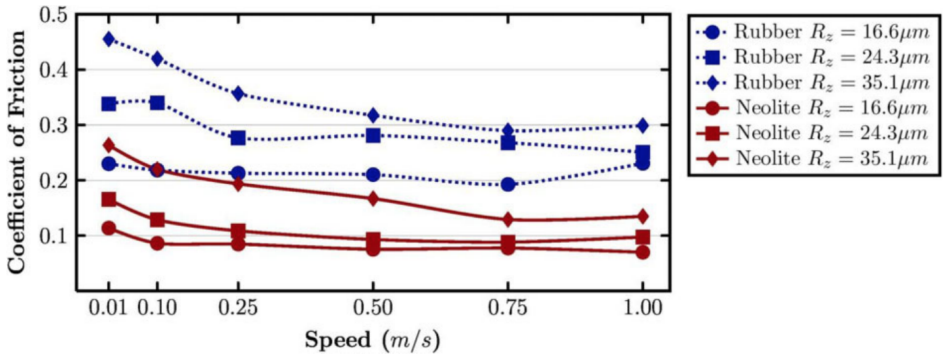


FIGURE 3.20 – Influence de la rugosité et de la vitesse de glissement sur la friction par hystérésis (Cowap et al., 2015) COWAP et al., 2015

Selon eux, le coefficient de friction total peut être décomposé comme suit :

$$\mu_{\text{dry,adh}} = \mu_{\text{dry}} - \mu_{\text{hyst}} \tag{3.11}$$

$$\mu_{\text{lub,adh}} = \mu_{\text{lub}} - \mu_{\text{hyst}} \tag{3.12}$$

Et Cowap et al. (2015) proposent un modèle de régression globale :

$$\mu_{\text{total}} = 0.83\,\mu_{\text{hyst}}^2 - 0.18\,v + a + b\,\mu_{\text{dry,adh}} \tag{3.13}$$

où v est la vitesse de glissement, et a et b dépendent du type de lubrifiant utilisé. Ce modèle met en évidence que l'augmentation de la friction par hystérésis, associée à un matériau plus mou et à une rugosité accrue du sol, a un impact plus important que l'adhésion pure. À l'inverse, une augmentation de la vitesse de course pourrait réduire l'efficacité du grip, en particulier sur terrain mouillé.

3.2.4.3 Lien avec $\tan(\delta)$

Dans un polymère viscoélastique, les déformations imposées par le profil rugueux du sol se propagent comme des ondes mécaniques de fréquence $\omega \simeq v/\lambda$ (où v est la vitesse de glissement et λ la longueur d'onde de l'aspérité). Le comportement du caoutchouc à

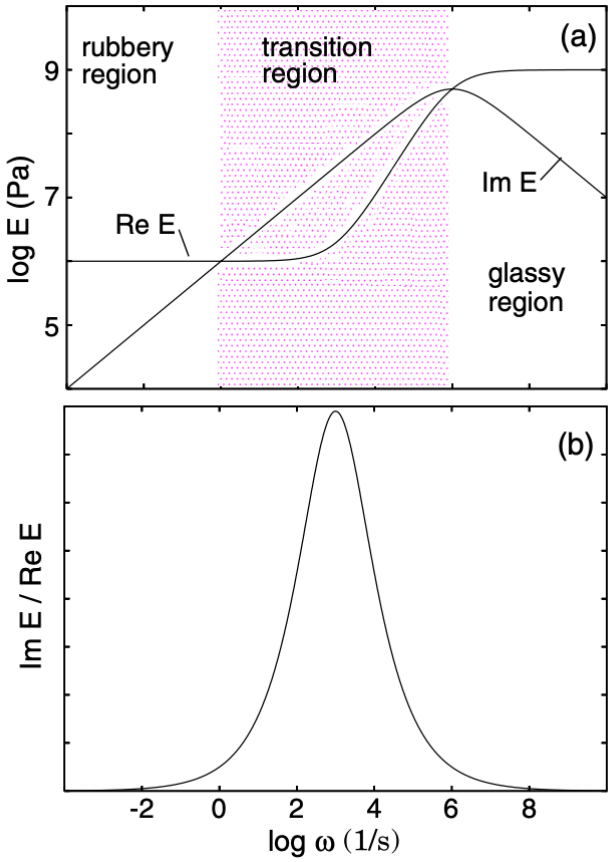


FIGURE 3.21 – (a) Module viscoélastique d'un matériau caoutchouteux typique, (b) tangente de perte qui atteint un pic pour une fréquence particulière ω_2

(Persson, 2005) B. N. J. PERSSON, 2005

cette fréquence se décrit par un module complexe (Grosh, 1963)GROSCH, 1963 ; Persson et al., 2001) B. N. J. PERSSON, 2001

$$E^*(\omega) = E'(\omega) + \mathrm{i}\, E''(\omega),$$

où $E' = Re(E)$ (module de stockage) mesure la partie élastique : c'est l'énergie capable d'être rendue, et $E'' = Im(E)$ (module de perte) mesure la partie dissipative : c'est l'énergie convertie en chaleur sur chaque cycle.

Lien avec l'hystérésis. Lorsque la semelle se déforme pour épouser une aspérité, la fraction de l'énergie mécanique convertie en chaleur, donc en frottement d'hystérésis, est

proportionnelle au rapport E''/E' . En rhéologie linéaire, ce rapport n'est autre que la tangente de l'angle de perte :

$$\tan\delta(\omega) = \frac{E''(\omega)}{E'(\omega)} \quad [-]$$

Celui-ci peut être vu comme le rapport *"énergie gaspillée / énergie rangée"*[4] à chaque va-et-vient de la chaussure contre le sol. Ainsi, plus $\tan\delta$ est élevé dans la bande de fréquences excitée par la foulée (environ 10–300 Hz [5]), plus la composante hystérésis du coefficient de frottement, μ_{hys}, sera importante.

Lien avec l'adhésion. La composante d'adhésion, μ_{adh}, dépend quant à elle de la surface réelle de contact A_{r}, laquelle croît lorsque le matériau est plus souple ($A_{\text{r}} \propto p/E'$ pour une pression normale p). Un module de stockage E' plus faible accroît donc indirectement μ_{adh} en augmentant la fraction de surface intimement en contact, tandis que E'' n'intervient pas directement dans ce mécanisme.

Conclusion pratique. C'est pourquoi on règle la formulation d'une semelle pour que le *pic* de $\tan\delta$ se situe dans la plage de fréquences correspondant au pas de course (10–300 Hz) : on maximise ainsi la dissipation par hystérésis donc l'adhérence exactement là où c'est utile, sans surchauffer inutilement le matériau .

3.2.4.4 *Stick and slip*

Le frottement statique repose sur les mêmes mécanismes fondamentaux que le frottement dynamique, à savoir l'adhésion moléculaire et l'interaction mécanique entre aspérités. Toutefois, il est généralement plus élevé. Cette différence est notamment due au temps de contact prolongé à l'interface, qui favorise des mécanismes additionnels tels que la diffusion solide ou la relaxation viscoélastique ce qui renforce l'adhésion (Bhushan, 2002 ;

4. Énergie gaspillée : énergie convertie en chaleur dans les volumes de caoutchouc qui se compriment puis se détendent à 10–300 Hz, permet de "verrouiller" la chaussure sur l'aspérité au prix de quelques joules négligeables pour le coureur

5. Bande de fréquence 10-300Hz : déterminée par t_c (Voir 3.1.4) (Iraqi et al, 2018) Iraqi, Cham et al., 2018

Israelachvili, 2011) Bhushan, 2002Israelachvili, 2011.

De plus, en phase statique les aspérités des deux surfaces peuvent s'interpénétrer davantage, entraînant un ancrage mécanique localisé (Fig 3.22). Cet effet augmente la résistance initiale au déplacement. Lors du passage au régime dynamique, cet ancrage est partiellement rompu, et sa contribution devient plus complexe : elle peut soit faciliter, soit résister au mouvement selon la direction et la structure des microcontacts (Bowden et al., 1950)Bowden et Tabor, 1950.

La différence entre les coefficients de frottement statique (f_s) et dynamique (f_d) est à l'origine de phénomènes d'instabilité tribologique, notamment le *stick-slip*. Ce phénomène se manifeste par une alternance de phases d'adhérence (stick) et de glissement soudain (slip), souvent accompagnée de vibrations ou de bruit comme le crissement d'une craie sur un tableau. Il est typiquement observé lorsque $f_s > f_d$, et que le système passe cycliquement d'un état stable à un état instable à cause de l'accumulation d'énergie élastique au sein du matériau ou du système de contact (Brunetière, 2016)Noël, 2016.



Figure 3.22 – (a) Ancrage mécanique en frottement statique et (b) frottement dynamique (Brunetière, 2016) Noël, 2016

3.2.5 Usure

L'usure d'un matériau est définie comme la perte, le déplacement ou la transformation de matière à la surface d'un solide en interaction mécanique prolongée avec un autre milieu. Dans le cas de nos semelles de trail, deux mécanismes dominants peuvent être

identifiés : l'usure adhésive et l'usure abrasive (Archard, 1953 ; Bhushan, 2002) ARCHARD, 1953BHUSHAN, 2002.

3.2.5.1 Usure adhésive

L'usure adhésive résulte de la rupture répétée des liaisons interfaciales créées entre la semelle et le sol. Lorsque la pression de contact est élevée et que le travail d'adhésion w_{ad} est important, les efforts nécessaires pour rompre ces liaisons deviennent équivalents à ceux nécessaires pour fracturer localement le matériau. Cela peut provoquer des arrachements irréguliers de matière sur la surface de la semelle, conduisant à une reformation de liaison adhésive avec le sol. Ce phénomène est particulièrement marqué sur terrains humides ou argileux. Une augmentation de l'index d'adhésion α (Voir 3.2.3) permet de limiter ce mécanisme (Gras, 2008)GRAS, 2008.

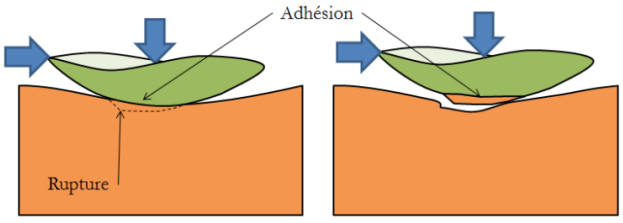


FIGURE 3.23 – Mécanisme d'usure adhésive : la partie orange représente la semelle (Brunetière, 2016) NOËL, 2016

3.2.5.2 Usure abrasive

L'usure abrasive survient lorsqu'une particule dure (par exemple un grain de roche ou de sable) entre en contact avec la semelle et laboure sa surface. On distingue l'abrasion à deux corps (le sol attaque directement la semelle) et à trois corps (des particules intermédiaires provoquent les micro-incisions). Pour limiter cette usure, il est recommandé d'augmenter la dureté du caoutchouc et de diminuer son indice de plasticité ψ, afin de maintenir le contact en régime élastique (Bhushan, 2002)BHUSHAN, 2002.

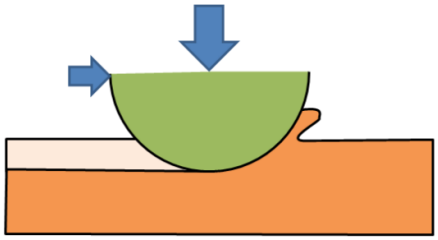


FIGURE 3.24 – Mécanisme d'usure abrasive : la partie orange représente la semelle

3.2.5.3 Modélisation par le modèle d'Archard

Le volume usé w peut être exprimé par le modèle classique d'Archard (Archard et al., 1953)ARCHARD, 1953 :

$$w = KFd \tag{3.14}$$

où w est le volume de matière usée (en mm^3), K est le coefficient d'usure (en $mm^3/N/m$), F est la charge normale (N) et d est la distance de glissement (m).

Dans certains cas, on exprime le modèle en introduisant la dureté H du matériau, via un coefficient d'usure normalisé k :

$$u = k\frac{p_n}{H}d \quad \text{et} \quad K = \frac{k}{H} \tag{3.15}$$

Dans les premières heures de fonctionnement d'un mécanisme, il existe une phase d'adaptation des surfaces qu'on appelle couramment rodage. Puis, le contact entre dans une phase d'usure normale pour laquelle le modèle peut être utilisé. Enfin, on trouve une phase rapide d'usure en fin de vie.

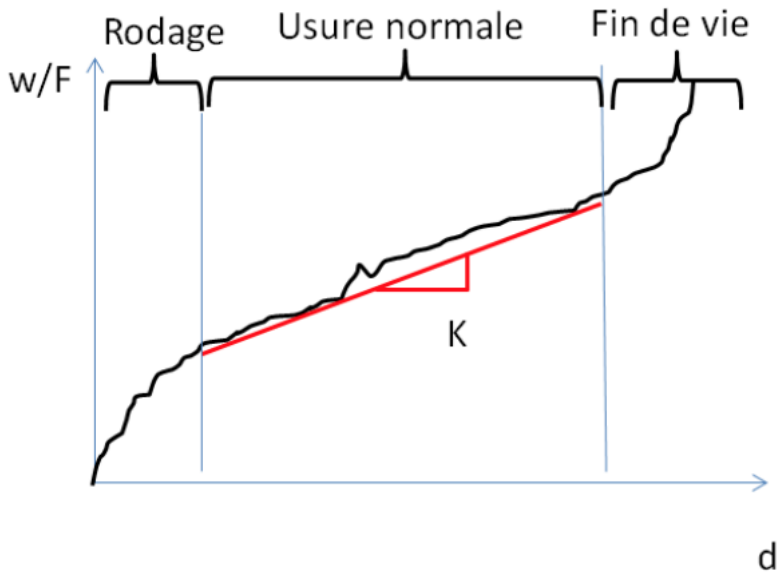


FIGURE 3.25 – Les différentes phases de vie d'un contact frottant (Brunetière, 2016)NOËL, 2016

Ce modèle met en évidence la dépendance de l'usure à la charge, à la vitesse et à la nature du sol. Dans le cas des semelles de trail, l'abrasion domine sur terrain rocheux ou sableux, tandis que l'adhésion devient prépondérante sur sol humide, notamment en présence de boue collante.

3.2.6 Propagation à la fissure

Sur terrain accidenté, la semelle subit surtout une usure par arrachement : le matériau est entaillé et cette première entaille est alors soumise aux principes de propagation à la fissure. Selon l'ampleur des contraintes agissant sous la semelle et la ténacité de la semelle, des fragments peuvent alors se détacher sous traction tangentielle (Stocek et al., 2021) STOČEK et al., 2021. Le champ de contraintes très près de la pointe d'une fissure suit

$$\sigma_{ij}(r,\theta) = \frac{K}{\sqrt{2\pi r}} f_{ij}(\theta) \quad [Pa]$$

de sorte que plus on s'approche de la pointe ($r \to 0$), plus les contraintes deviennent élevées (Fig 3.26). La fissure reste stable tant que K (la force résistive à la propagation

de fissure) n'atteint pas sa valeur critique :

$$K < K_c \quad [Pa\sqrt{m}] \qquad \text{ou de façon équivalente} \qquad G = \frac{K^2}{E'} < G_c \quad [J/m^2]$$

où G est l'énergie de propagation à la fissure et E' le module de stockage. Lorsque le travail externe W_{ext} fourni au système excède l'énergie de déformation du matériau U_{def}, l'excédent $\Delta W = W_{\text{ext}} - U_{\text{def}}$ sert à créer de nouvelles surfaces de fissure ; la propagation démarre dès que

$$\frac{\mathrm{d}\Delta W}{\mathrm{d}A} = G > G_c.$$

Ainsi, la ténacité critique K_c (ou G_c) définit le seuil au-delà duquel l'énergie libérée par le chargement surpasse l'énergie de déformation récupérable : la fissure avance en consommant cette énergie excédentaire.

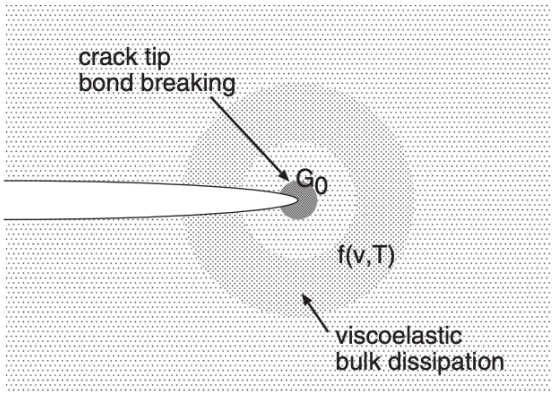


FIGURE 3.26 – Propagation d'une fissure (Persson, 2005) B. N. PERSSON et al., 2005

Des essais instrumentés (Stocek et al., 2021) STOČEK et al., 2021 montrent que le taux de perte volumique $\dot{w}_{\text{CC}}$ décroît en $1/G_c$:

$$\dot{w}_{\text{CC}} \propto \frac{1}{G_c}.$$

en conséquence, la quantité de matière arrachée par unité de distance décroît lorsque la ténacité du matériau augmente.

3.3 Élastomères de la semelle

Les élastomères, tels que le caoutchouc naturel ou synthétique, se caractérisent par des modules de Young (module d'élasticité) très faibles, généralement $E < 10$ MPa (Callister et al., 2020) Callister Jr et Rethwisch, 2020. Cette faible rigidité provient de leur architecture moléculaire : un réseau de longues chaînes polymères flexibles (Fig 3.27), entremêlées aléatoirement, comportant seulement quelques réticulations permanentes qui assurent la cohésion du matériau.

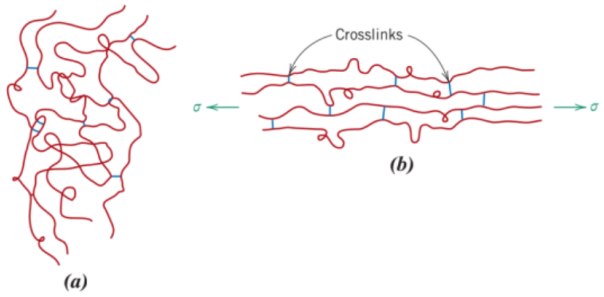


Figure 3.27 – Chaînes moléculaires d'un polymère réticulé : (a) à l'état relâché, (b) sous déformation en traction.

Lorsqu'une contrainte de traction est appliquée, les chaînes s'alignent progressivement selon l'axe de la charge, ce qui réduit leur entropie[6]. La force de rappel observée est donc principalement d'origine entropique : le système tend à revenir vers un état plus désordonné, plutôt qu'à allonger des liaisons covalentes individuelles.

3.3.1 Vulcanisation

Pour accroître le module d'élasticité, la résistance à la traction et la tenue à l'abrasion, le caoutchouc peut être renforcé grâce à une vulcanisation. Ce procédé consiste à chauffer l'élastomère en présence de composés soufrés qui réagissent avec les doubles liaisons C=C du poly-isoprène ; des ponts polysulfure ($S_m - S_n$) se forment alors entre chaînes voisines

6. L'entropie est une mesure thermodynamique du désordre moléculaire.

(Ashby et al., 2012) Michael F. Ashby et D. R. H. Jones, 2012. L'augmentation de la densité de ces ponts covalents « verrouille » partiellement le réseau, limitant le glissement des chaînes ; le module passe typiquement de quelques centaines de kPa (caoutchouc brut, mou et collant) à plusieurs MPa tout en conservant la flexibilité nécessaire à l'adhérence en trail (Callister et al., 2020) Callister Jr et Rethwisch, 2020.

3.3.2 Positionnement des élastomères dans le diagramme $E-\rho$ d'Ashby

Le diagramme module–densité (E–ρ) d'Ashby (Ashby et al., 2016) Michael F. Ashby, 2016 situe les élastomères vulcanisés comme le *butyl rubber* (Fig 3.28) dans une zone comprise entre

$$E \approx 1\text{–}10 \text{ MPa} \quad \text{et} \quad \rho \approx 850\text{–}1050 \text{ kg m}^{-3},$$

bien en dessous des polymères thermoplastiques usuels ($E \sim 1$–3 GPa). Cette faible rigidité confère une excellente capacité de *conformation* : la semelle épouse les irrégularités d'un sol limoneux-argileux, accroissant ainsi la surface de contact effective et donc l'adhérence (Cowap et al., 2015) Cowap et al., 2015.

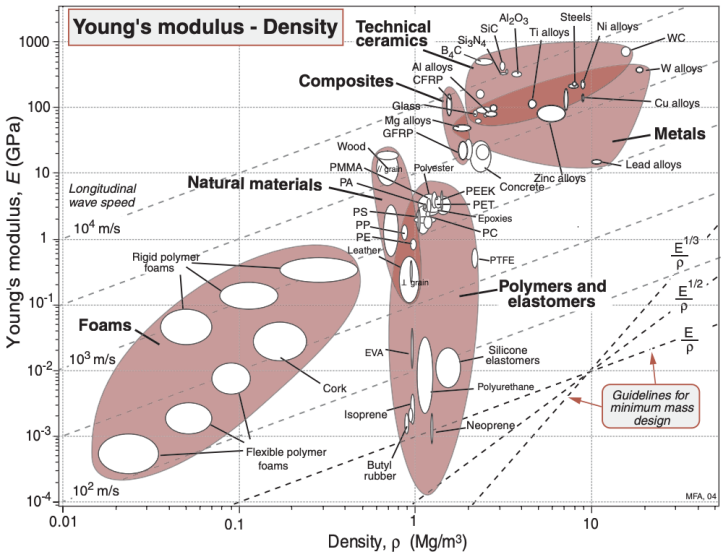


Figure 3.28 – Extrait du diagramme E–ρ montrant la zone occupée par les élastomères.

3.3.3 Compromis flexibilité / durabilité

D'après Ashby, la *contrainte admissible* σ_{adm} d'un élastomère vulcanisé croît approximativement linéairement avec la densité de ponts soufrés [7]. Or, un module trop élevé rigidifierait excessivement la semelle et diminuerait sa capacité de traction sur terrain meuble. Le réglage du taux de vulcanisation doit donc maintenir E dans la fourchette 1–5 MPa pour conserver une flexibilité suffisante. En jouant sur la longueur des ponts polysulfure (nombre d'atomes $m + n$) et sur la teneur en agent vulcanisant, on module finement la raideur entropique sans compromettre l'adhérence (Ashby, 2012) Michael F. Ashby et D. R. H. Jones, 2012 :

$$E \propto \nu k_{\text{B}} T \qquad \text{où} \quad \nu = \text{densité de ponts polysulfure}$$

k_{B} étant la constante de Boltzmann.

3.4 Analyse de l'architecture d'une semelle de trail

La course sur route et le trail représentent deux disciplines distinctes, principalement en raison des différences de surface. Celles-ci influencent à la fois la biomécanique de la locomotion ainsi que le choix de l'équipement, en particulier le type de chaussures. Afin d'illustrer ces distinctions, nous avons élaboré un tableau comparatif des principales caractéristiques techniques des chaussures propres à chaque discipline (voir Annexe B.3.1), en nous appuyant sur la base de données RunRepeat (2025) Subic, 2025. Dans cette section, nous allons nous plonger davantage dans la capacité d'adhérence des chaussures de trail au travers de leur architecture macro.

3.4.1 Adhérence globale

L'adhérence des chaussures de trail affecte directement la sécurité et la performance des coureurs, notamment en terrain humide, boueux ou instable. Elle est en grande partie

7. Ordre de grandeur : 10^{-4} mol S g^{-1} de chaîne pour des modules autour de 1 MPa.

déterminée par les caractéristiques de la semelle extérieure, et plus précisément par le dessin des crampons. Le principal indicateur utilisé pour évaluer cette capacité d'adhérence est le coefficient de friction disponible (ACOF - Available coefficient of friction). Il est défini comme le rapport entre la force de frottement totale (en combinant les composantes longitudinales et transversales) et la force normale appliquée (Ullman, 2019) Ullmann, 2019.

$$ACOF = \frac{\sqrt{F^2_{\text{Frottement longitudinal}} + F^2_{\text{Frottement transversal}}}}{F_{\text{Normale}}} \quad [-] \tag{3.16}$$

Intuitivement, il exprime combien de "grip" est disponible par rapport au poids appliqué sur la chaussure. Un ACOF élevé indique donc une meilleure adhérence et un risque réduit de glissade.

3.4.2 Surface de contact et drainage

Le coefficient de friction disponible ($ACOF$) résulte d'un équilibre entre la surface réellement en contact avec le sol et la capacité de la semelle à drainer les fluides piégés à l'interface. Si le drainage est insuffisant, la pression hydrostatique peut s'élever jusqu'à plusieurs dizaines de kilopascals ce qui soulève partiellement la semelle, réduit le contact effectif et, par conséquent, l'ACOF (Beschorner, 2014) K. E. Beschorner et al., 2014. L'intégration de reliefs crampons, sillons ou micro-débouchés abaisse cette pression à moins de 1 kPa, en offrant des voies d'écoulement rapides pour l'eau ou la boue et en maintenant la semelle collée au substrat (Iraqi et al., 2020) Iraqi, Vidic et al., 2020.

Parallèlement, l'augmentation de la surface de contact solide accroît l'ACOF puisqu'elle répartit la charge normale sur une aire plus grande, diminuant la pression interfaciale et favorisant l'adhésion locale (Jones, 2018 ; Moghaddam et al., 2018) T. Jones, Iraqi et K. Beschorner, 2018Moghaddam et al., 2018. Les matériaux souples participent au même effet : en se conformant aux aspérités, ils élargissent la zone de contact et abaissent

les contraintes unitaires, tandis qu'une dureté élevée agit à l'inverse et dégrade donc la traction (Cowap et al., 2015) Cowap et al., 2015 ; Moghaddam et al., 2018. Enfin, la géométrie influe directement sur ces deux mécanismes : un talon arrondi ou incliné dans le plan sagittal, ou encore élargi dans le plan frontal, augmente l'aire de contact lors de l'attaque et stabilise l'appui, améliorant ainsi à la fois le drainage et la répartition de la pression T. Jones, Iraqi et K. Beschorner, 2018 ; Moghaddam et al., 2018. Une semelle performante concilie donc *surface effective élevée* et *canaux de drainage efficaces* pour maximiser l'ACOF sur terrain humide ou meuble.

3.4.3 Orientation du crampon

En observant une semelle de trail, on aperçoit directement que la forme, l'orientation et la géométrie des crampons diffère énormément entre les différentes marques présentes sur le marché mais également entre les différents modèles d'une même marque. Dans une première étude (Li et al., 2006) Li et al., 2006, les auteurs ont indiqué que des rainures parallèles étaient moins efficaces que des rainures obliques ou perpendiculaires en présence d'un contaminant (Fig 3.29).



Figure 3.29 – Semelles de test utilisées à rainures parallèles, obliques et perpendiculaires à la direction de course Blanchette et Christopher M Powers, 2015

Plus tard, les données obtenues par (Blanchette et al., 2015)Blanchette et Christopher M Powers, 2015 fondées sur le classement des performances du ACOF (Fig 3.30)

confirment également cette observation.

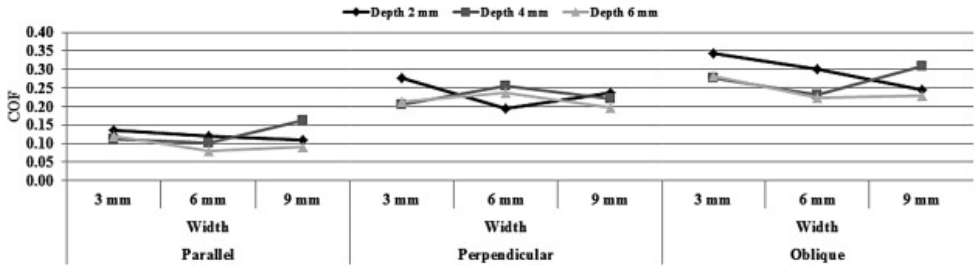


FIGURE 3.30 – Comparaison du ACOF en fonction de l'orientation des rainures

De plus, leurs résultats suggèrent que les rainures obliques pourraient être préférables aux rainures perpendiculaires. En effet, les rainures obliques peuvent générer un ACOF plus élevé en raison de leur composante directionnelle alignée avec le mouvement du pied. Cette orientation permettrait non seulement de mieux résister au glissement, mais aussi d'accentuer le drainage, ce qui augmente l'ACOF comme vu plus haut.

À l'inverse, les rainures perpendiculaires, bien qu'offrant une résistance élevée dans la direction du mouvement, ne permettent pas de dispersion directionnelle du contaminant. Cela conduit à un phénomène dit de *labourage* à l'interface chaussure-sol. Le contaminant est alors repoussé entre les rainures, ce qui peut engendrer une réponse de type *stick-slip* à haute fréquence (Voir 3.2.4.4) typique aux matériaux en caoutchouc (Brown, 2006)BROWN, 2006. Ceci est provoqué par l'accumulation de forces contre le bord d'attaque des rainures et le piégeage du contaminant en leur sein. Le glissement oblique ne présente pas ce bord d'attaque marqué ce qui justifie un glissement plus fluide.

3.4.4 Analyse du brevet de crampon *Vibram*

La taille et le profil du crampon ont eux aussi un impact sur l'ACOF lié à l'augmentation/diminution de la surface de contact. On observe ceci après avoir examiné un brevet de l'entreprise *Vibram*, leader dans l'industrie des semelles en caoutchouc. Le brevet (Fig 3.31) porte sur une innovation liée à la forme de leur crampon. Ils présentent des complexi-

tés géométriques latérales et/ou des éléments qui augmentent significativement la surface de la paroi latérale, ce qui confère une meilleure adhérence sur des terrains composés de particules granulaires ou de surfaces pénétrables (Bramani et al., 2023) Marco, 2023.

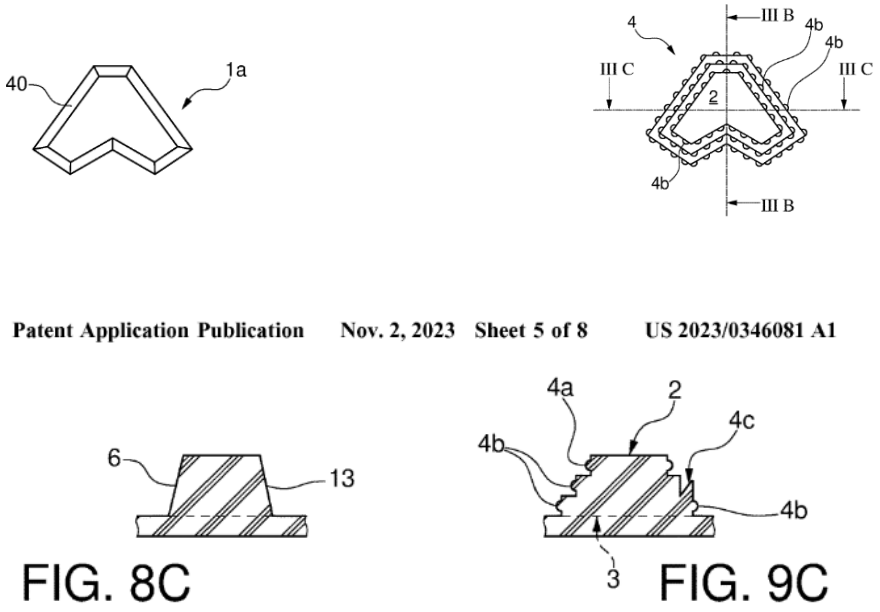


Figure 3.31 – À gauche : vue de haut et coupe latérale d'un crampon en chevron basique. À droite : vue de haut et coupe latérale du modèle *Vibram* avec ses éléments latéraux. Marco, 2023

3.4.4.1 Rôle des modes de déformation sur l'adhérence

Le crampon breveté (Fig. 3.31, coupe 9C) est constitué (i) d'un noyau chevron *2* haut de 4–6 mm, (ii) de **terrasses** latérales successives $4a, 4b, 4c$ (multi-étage) et (iii) de **micro-bourrelets** arrondis moulés sur chaque terrasse. Cette géométrie active séquentiellement les trois modes classiques de la mécanique de la fissure (Fig. 3.32) (Anderson, 2005) Anderson, 2005 :

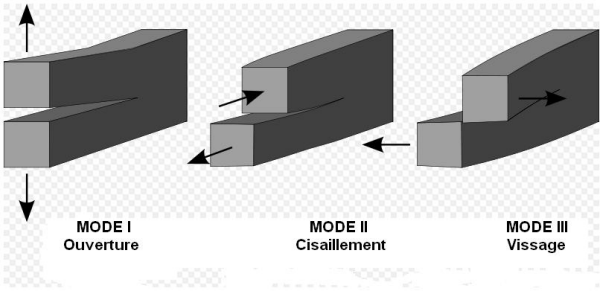


FIGURE 3.32 – 3 modes de rupture

1. **Prise d'appui — Mode I (indentation).**

   À l'impact, la pointe en V s'enfonce ; la contrainte suit

   $$\sigma_{ij}(r,\theta) = \frac{K_I}{\sqrt{2\pi r}} f_{ij}^{(I)}(\theta), \qquad K_I = \sigma_n \sqrt{\pi a}.$$

   Les micro-bourrelets sont les premiers en contact : leur rayon limite le pic de σ_n et amorce le moulage du sol sans déchirer la gomme. Le socle 3 étale alors la pression sur le reste de la semelle, ce qui empêche le crampon de basculer.

2. **Traction latérale / longitudinale — Modes II & III (cisaillements).**

   Lors de la poussée, chaque terrasse entre successivement en cisaillement :

   $$K_{II} = \tau_{xy}\sqrt{\pi a}, \qquad K_{III} = \tau_{xz}\sqrt{\pi a}.$$

   Les terrasses augmentent l'aire de cisaillement, où $F_{\max} = \tau_{\text{sol}} A_{\text{lat}}$. Les micro-bourrelets agissent comme des dents douces et multiplient les contacts locaux. Les canaux inter-terrasses assurent le drainage de la boue et évitent le *sealing effect*.

3. **Décramponnage — Mode I inversé (détachement).**

   Au lever du pied, les chanfreins supérieurs et la section décroissante des terrasses font chuter la composante normale. La condition énergétique devient

   $$G = \frac{K_I^2 + K_{II}^2}{E'} + \frac{K_{III}^2}{2\mu} < G_c.$$

   Les terrasses se libèrent l'une après l'autre, réduisant ΔW à chaque palier ; le crampon se détache sans arracher de bloc de sol et la boue emprisonnée s'évacue le long des micro-canaux.

Le dessin breveté répartit donc intentionnellement les modes I, II et III : Mode I pour *prendre* l'appui, Modes II/III pour *tenir* la traction, Mode I inversé pour *libérer* l'emprise. C'est cette gestion ciblée des champs d'intensité ainsi que le gain d'aire projetée qui provoquent une forte adhérence et une facilité de détachement.

3.5 Discussion

Cette revue du macro au micro montre que la performance d'une semelle de trail découle d'un ensemble où biomécanique, tribologie, choix des élastomères et géométrie des crampons interagissent intimement. Au niveau du coureur, la dynamique de la foulée fixe les valeurs cibles de force d'appui, de temps de contact et de trajectoire du centre de pression ; ces grandeurs commandent la fenêtre fréquentielle 10–300 Hz dans laquelle la gomme doit maximiser $\tan\delta$ pour convertir un minimum d'énergie mécanique en adhérence hystérèse, sans pénaliser le coût métabolique. À l'interface semelle–sol, la courbe de Stribeck rappelle qu'une semelle efficace doit simultanément accroître l'aire de contact solide *et* drainer les fluides pour éviter la surpression hydrodynamique ; la micro-géométrie latérale brevetée par Vibram illustre comment l'activation sélective des modes I, II et III permet d'obtenir ce compromis tout en facilitant le décrochement en fin de foulée. Enfin, l'analyse matériaux confirme que seule une gomme souple ($E \approx 1$–5 MPa) mais vulcanisée, donc suffisamment tenace (G_c élevé), peut supporter l'usure adhésive–abrasive et retarder la propagation des fissures. Ces enseignements constituent le cahier des charges fonctionnel de notre projet *SOLE*. Le chapitre suivant traduira ces exigences en *principes de conception*.

Chapitre 4

Conception de notre solution technique

Le chapitre 3 détaille la conception technique de la solution Sole, en commençant par un cahier des charges précis qui intègre les exigences de performance, mécaniques, ergonomiques et environnementales. Il s'inspire notamment du brevet Microspike de Kahtoola, tout en adaptant ces concepts pour une semelle de trail innovante. Le prototypage est présenté avec une attention portée à l'originalité et à la portée du produit. La sélection rigoureuse des matériaux, tant pour la semelle que pour les lanières, repose sur une méthodologie de formulation, screening et classement, aboutissant à un choix final optimisé. Des essais en traction selon la norme ASTM D638 confirment les propriétés mécaniques des matériaux retenus, avec une analyse des impacts du taux de remplissage. Enfin, une analyse de cycle de vie évalue l'impact environnemental du produit, soulignant les hypothèses, résultats et incertitudes associés. Ce chapitre conclut sur la pertinence et la robustesse de la conception technique de Sole.

4.1 Design

Notre objectif est de convertir une chaussure de running standard en chaussure de trail performante, sans compromettre la foulée naturelle ni alourdir le bilan carbone. Nous détaillons donc, dans l'ordre : (i) le **cahier des charges** quantifié, (ii) les **inspirations**

brevet et premières itérations de prototype, puis (iii) la **sélection raisonnée des matériaux** suivi d'un essai de validation mécanique par (iv) **test en traction** et finalement (iv) une **analyse de cycle de vie**. Chaque décision renvoie aux contraintes fonctionnelles identifiées au chapitre précédent afin de justifier la continuité entre science et conception.

4.1.1 Cahier des charges

4.1.1.1 Exigences de performance

- **Traction :** Le système doit fournir un coefficient de friction $\mu, \geq, 0{,}60$ sur sol limono-argileux saturé, seuil établi d'après des essais mécaniques (Cowap et al., 2015) Cowap et al., 2015 ; (Li et al., 2024)Rebenda et Sáha, 2024.
- **Auto-nettoyage :** Au moins 80% de la boue accumulée doit être évacuée en ≤ 3 foulées (Tsai et al., 2006)Tsai et Christopher M. Powers, 2006.
- **Flexion :** Le rayon de flexion local de la semelle doit rester $\geq$ 25mm pour préserver la mécanique du pied (Voir Annexe B.2.1.3) (Mont et al., 2019)Mont, Lacroix et H. Dupont, 2019.
- **Durabilité :** Aucun dépassement de 10% de perte de hauteur de crampons ni rupture de lanière ne doit survenir avant 500km, conformément au consensus industriel sur la durée de vie des chaussures de trail (CTS, 2025) Consensus Trail Shoes Working Group, 2025.

4.1.1.2 Exigences mécaniques des lanières

Les lanières doivent présenter une résistance à la traction $\geq$ 15MPa et un allongement à rupture $\geq$ 300% selon l'essai ASTMD638 type IV*Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics* 2021 ; ZwickRoell GmbH & Co. KG, 2024. Le déplacement relatif semelle/chaussure ne doit pas excéder 2mm en phase médio-pied.

4.1.1.3 Ergonomie et utilisateur

L'accroissement de masse est limité à 200g par paire, et la pression de contact sur le cou-de-pied doit rester $\leq$ 25kPa pour maintenir le confort (Mills, 2005)Mills, 2005. L'installation ou le retrait ne doit pas excéder 60s et doit être possible sans outil.

4.1.1.4 Contraintes environnementales et réglementaires

Température d'usage : –10°C à +30°C. Immersion boueuse (20cm, 2h) sans dégradation visible. Les matériaux doivent être conformes REACH [1] et une analyse de cycle de vie réalisée suivant ISO14040/44 doit démontrer un impact inférieur ou égal à celui d'une chaussure de trail équivalente.

4.1.2 Inspiration brevet *Microspike* de Kahtoola

Le brevet WO 2024/098044 trouvé sur le moteur de recherche de brevets *espace.net* décrit un dispositif d'adhérence amovible pensé pour les surfaces verglacées. Il comprend :

— un **cadre porteur en TPU** (Fig. 4.1a) qui épouse le pourtour de la semelle ;

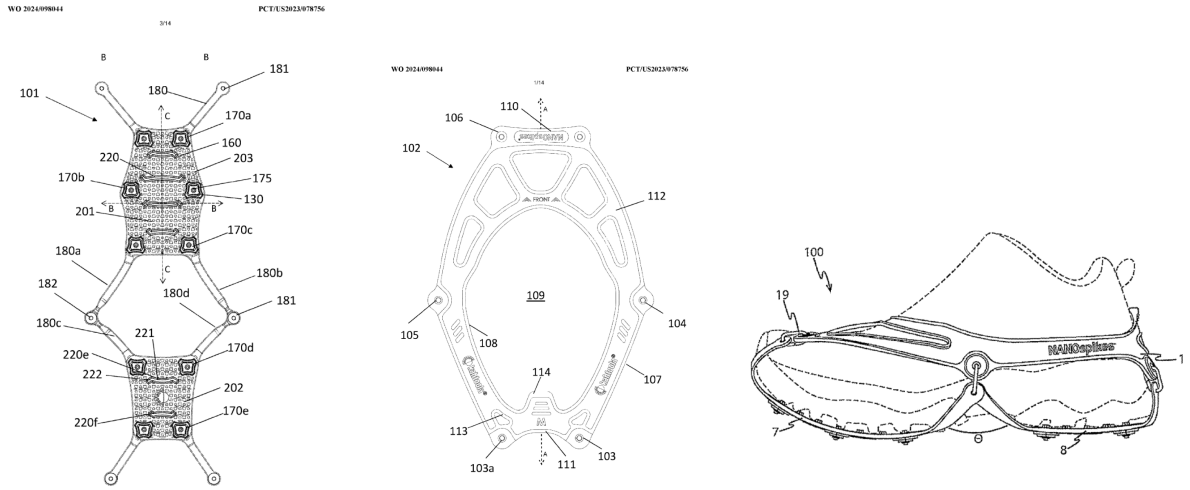
— un **harnais modulaire** reliant des plaques métalliques munies de micro-pointes (Fig. 4.1b)

Limitation actuelle : la semelle métallique à micro-pointes est optimisée pour la glace et n'assure ni auto-nettoyage ni portance suffisante en terrain boueux. Après l'avoir testé, nous trouvons qu'il est même inconfortable de courir avec cette semelle métallique dû aux multiples routes et chemins en dur de nos parcours de trail.

1. Être conforme REACH signifie que toutes les substances présentes dans le produit respectent le règlement (CE) n° 1907/2006 : elles sont enregistrées ou exemptées et ne dépassent aucun seuil de substances extrêmement préoccupantesAgency, 2023

4.1.2.0.1 Adaptations envisagées pour notre semelle trail

1. *Substitution de la semelle :* corps de la semelle moulé en matériau caoutchouteux et crampons de 4–6 mm pour atteindre $\mu \geq 0{,}60$ afin d'agir comme une semelle de trail performante.
2. *Compatibilité flexion :* ajout d'un canal de flexion 25 mm derrière l'axe MTP, conformément à (Mont *et al.*, 2019) Mont, Lacroix et H. Dupont, 2019 (Voir Annexe B.2.1.3).
3. *Allègement :* réduction de l'épaisseur TPU de 2,5 à 2,0 mm pour rester sous le +200 g/pair.
4. *Maintenance rapide :* conservation des œillets traversants pour remplacer facilement les lanières soumises à fatigue.



(a) Cadre porteur en TPU (b) Harnais modulaire (c) Montage sur chaussure

Figure 4.1 – Extraits du brevet Kahtoola

4.1.3 Prototypage

Afin de démontrer la faisabilité du concept, un premier prototype fonctionnel a été conçu en s'inspirant du modèle *Kahtoola*[2]. Les lanières de serrage d'origine ont été réemployées sans modification majeure afin de conserver leur ergonomie et leur facilité d'ajustement, tandis que la semelle a été entièrement redessinée sur *Blender* et imprimée en 3D en filament TPU 95A. Cette modélisation permet de tester rapidement différentes géométries de crampons en fonction des contraintes identifiées lors des retours d'essais terrain.

4.1.3.1 Conception de la semelle.

La semelle intègre des crampons en chevron multiétagés inspirés des travaux de *Vibram* sur l'optimisation de la traction en milieu boueux (Fig 3.31). La face antérieure de la semelle comporte des chevrons orientés vers l'avant afin de maximiser la traction lors des phases de montée (Vernillo, 2016) Vernillo et al., 2017, période durant laquelle le coureur adopte prioritairement une attaque avant-pied (Voir 3.1). À l'inverse, la zone postérieure présente des chevrons inversés qui agissent comme des ailettes de freinage lors des descentes ; celles-ci coïncident avec une augmentation de l'attaque talon destinée à contrôler la vitesse et à amortir les chocs (Giandolini, 2016) Giandolini et al., 2016. Cette distribution différenciée permet donc d'optimiser le rendement mécanique du coureur tant en propulsion qu'en décélération.

2. `https://kahtoola.com`

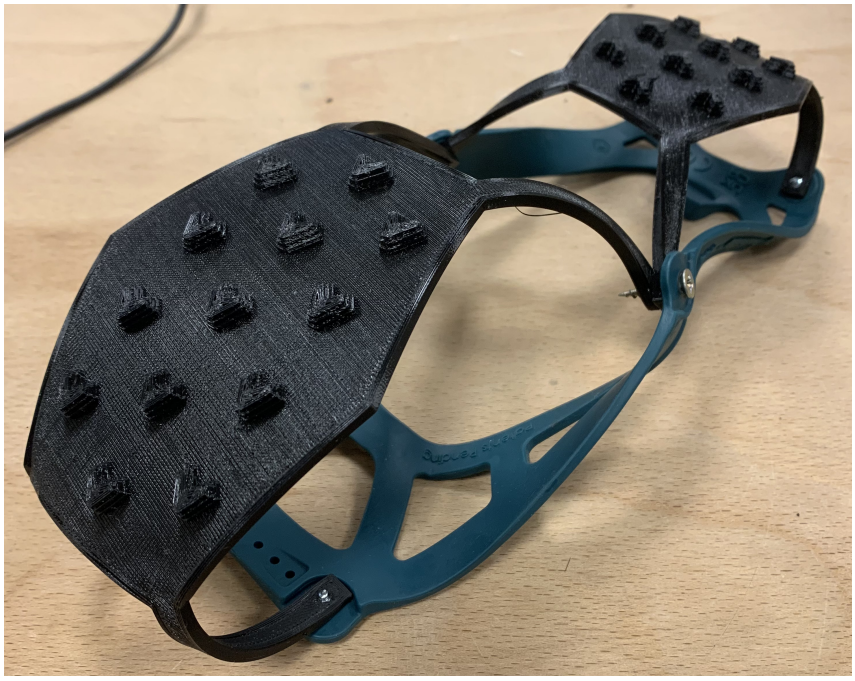


FIGURE 4.2 – Premier prototype fonctionnel

4.1.3.2 Portée et originalité.

Si le design n'est pas entièrement inédit—puisqu'il s'appuie sur des innovations pré-existantes (*Kahtoola* pour le système de fixation et *Vibram* pour la géométrie des crampons)—l'approche modulaire consistant à ajouter une semelle externe interchangeable à une chaussure de running conventionnelle demeure, à notre connaissance, sans équivalent commercial dans le domaine du trail européen. La prochaine étape consistera donc à valider le *proof-of-concept* sur terrain réel, puis à lancer une deuxième phase de prototypage. Celle-ci aura comme objectif de perfectionner le premier prototype afin d'obtenir une solution unique en vue de déposer un brevet et de positionner la solution comme une référence différenciante sur le marché du trail.

4.2 Sélection des matériaux

Afin d'orienter le design de notre solution technique, nous allons tout d'abord nous pencher sur la sélection des matériaux. Le choix ne se limite pas uniquement à la partie en contact direct avec le sol. En effet, cette configuration implique également la présence de lanières de fixation (ou d'un système élastique d'attache) qui doivent maintenir fermement la semelle sous la chaussure durant l'effort, tout en s'adaptant à différentes morphologies. Ces deux sous-ensembles semelle de contact et système de fixation sont soumis à des contraintes mécaniques différentes, ce qui rend nécessaire la mise en place de deux sélections de matériaux distinctes.

Procédure de sélection à 2 objectifs : nous utiliserons la méthodologie de sélection des matériaux d'Ashby (Ashby, 2011) M. F. Ashby, 2011 à l'aide des indices de performance M_1 et M_2. L'objectif sera de minimiser simultanément les deux indices afin de trouver les matériaux optimaux qui se trouveront proche ou sur la surface de *trade-off* (Fig 4.3). Ces matériaux représentent les meilleurs compromis et les autres peuvent donc être rejetés. Nous pouvons alors les classer en utilisant notre intuition tout en se documentant afin de choisir le meilleur d'entre eux.

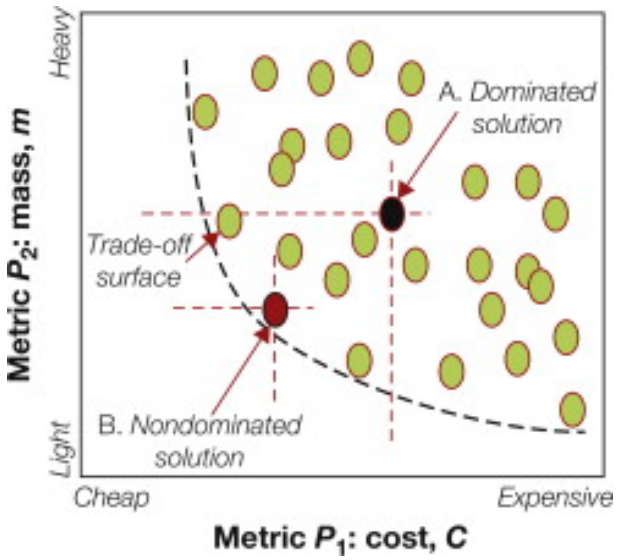


FIGURE 4.3 – Approche graphique de sélection à 2 objectifs M. F. ASHBY, 2011

4.2.1 Sélection semelle

La sélection des matériaux pour la semelle est une étape cruciale qui conditionne la performance, la durabilité et le confort du produit final. Ce choix repose sur une analyse approfondie des formulations possibles, un screening rigoureux des matériaux disponibles, ainsi qu'un classement des options selon des critères techniques, environnementaux et économiques. Une attention particulière est portée aux propriétés mécaniques et à la résistance des élastomères, qui jouent un rôle central dans la qualité de la semelle.

4.2.1.1 Formulation

La semelle de contact, soumise au frottement, à l'usure et aux chocs répétés, doit privilégier des matériaux à bon comportement tribologique (Voir 3.2). Cela inclut une viscoélasticité modérée pour la friction par hystérésis, une dureté suffisante pour résister à l'abrasion et une durabilité face aux terrains mixtes (roches, boue, sable). Voici les exigences de conception requises :

TABLE 4.1 – Exigences de conception — Semelle de trail

Fonction	Assurer l'adhérence et résister à l'abrasion
Contraintes	— Dimensions de la semelle sont fixées — Hauteur de crampon L fixée, $3 \leq L \leq 6$ mm — Température d'usage $[-10, 40]$°C — Prix abordable
Objectifs	**Minimiser l'usure** *et* **maximiser le grip**
Variables libres	Matériau, couleur

4.2.1.2 Screening

1. Usure.

— **Abrasion pure.** Le modèle d'Archard (équ. 3.2.5.3) prédit la durée de vie avant atteinte d'une perte d'épaisseur limite u_M :

$$t_d = \frac{u_M\, H}{k\, p_n\, V},$$

où H est la dureté, k le coefficient d'usure normalisé, p_n la pression nominale et V la vitesse de glissement. À géométrie et cinématique imposées (p_n, V constants pour tous les candidats),

$$t_d \propto \frac{H}{k}.$$

— **Arrachement** La perte volumique de matière $\dot{w}$ découle de la propagation d'une fissure d'énergie de propagation à la fissure G_c (voir 3.2.6) :

$$\dot{w}_{\mathrm{CC}} \;\propto\; \frac{1}{G_c}.$$

Plus G_c est grand, plus il faut d'énergie pour détacher un copeau, donc *moins* de matière est arrachée.

— **Indice combiné d'usure.** En négligeant les constantes géométriques/cinématiques (détails du calcul de M_1 en Annexe B.1.1), nous exprimons la tendance générale de l'usure par

$$\boxed{M_1 = \frac{1}{H\, G_c}}$$

à *minimiser*. *Plus* H ou G_c sont élevés, plus M_1 est petit.

2. Adhérence dynamique. La littérature (3.2.4.3) établit que $\mu = \mu_{\text{adh}} + \mu_{\text{hys}} \propto E''/E' = \tan\delta$. Pour accroître l'adhérence, il faut donc un $\tan\delta$ aussi grand que possible dans la bande 10–300 Hz. Nous choisissons

$$\boxed{M_2 = \frac{E'}{E''} = \frac{1}{\tan\delta}}$$

à *minimiser* : un M_2 bas correspond à un $\tan\delta$ élevé et donc à une meilleure composante hystérésis.

3. Stratégie *trade-off*. Comme attendu, nous observons que les élastomères et les plastiques (Fig 4.4) se rangent vers le côté inférieur gauche du graphe. Ces matériaux sont caractérisés par une bonne adhérence et longue durée de vie.

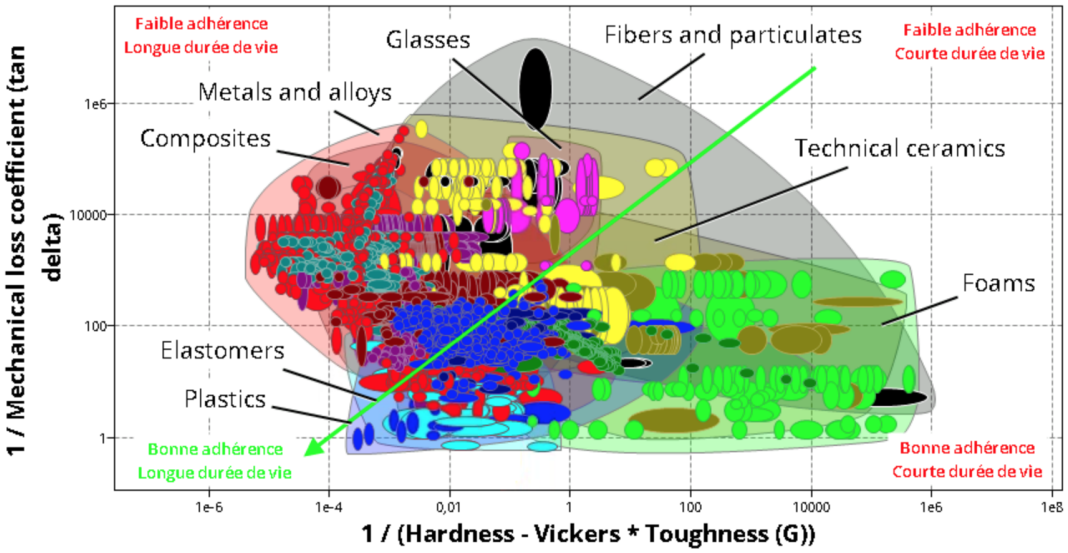


FIGURE 4.4 – Sélection graphique préliminaire sur EduPack

4.2.1.3 Ranking

Certains plastiques comme le PVC plastifié (bulles bleues foncées, Fig 4.4) dévalent également vers le coin inférieur-gauche. Ils semblent donc optimaux mais voici pourquoi ce sont pourtant des *faux-positifs* :

1. **Module de perte mesuré à très basse fréquence.** La base EduPack renseigne la *loss tangent* des PVC à 1 Hz fréquence d'essai visco-élastique pour les plastiques rigides. Or la bande utile pour la foulée (10–300 Hz) décale le maximum de $\tan\delta$ vers des valeurs beaucoup plus basses ; l'adhérence réelle est donc surestimée.
2. **Résistance à l'abrasion médiocre**. Même avec un H de 80–90 Shore A, l'abrasion volumique d'un PVC plastifié reste 5–8 × supérieure à celle d'un SBR 70 ShA chargé CB N330 (données DIN 53516). L'indice M_1 ne capture pas cette sensibilité parce qu'il ignore le *facteur d'usure tribologique* k que nous n'avons pas trouvé sur EduPack mais qui est nettement défavorable chez les plastiques.
3. **Vieillissement et tenue au froid**. À -10°C la transition vitreuse du PVC rigidifie la semelle (module >500 MPa), annihilant toute adhérence et provoquant des fissurations fragiles.

4.2.1.3.1 Zoom sur les élastomères

Afin d'assurer une démarche de sélection cohérente et efficace, nous nous sommes tout d'abord penché vers les matériaux proche de la surface de *trade-off* (Fig 4.5). Parmis ceux-ci, nous avons approfondi nos recherches sur les mélanges d'élastomères les plus documentés de la littérature. Quatre formulations ont ainsi été retenues : le XNBR carboxylé, le NR, le SBR et le NBR, chacune chargée en noir de carbone (CB) afin d'améliorer la résistance mécanique et la tenue à l'arrachement. Cette stratégie est appuyée par les travaux de Jacobs (Jacobs et al., 2024) JACOBS et AL., 2024, qui montrent qu'une multiplication par 1,7 de la ténacité à la déchirure G_c d'un NR, obtenue en modifiant la structure du noir de carbone, réduit le volume d'usure de 40 %.

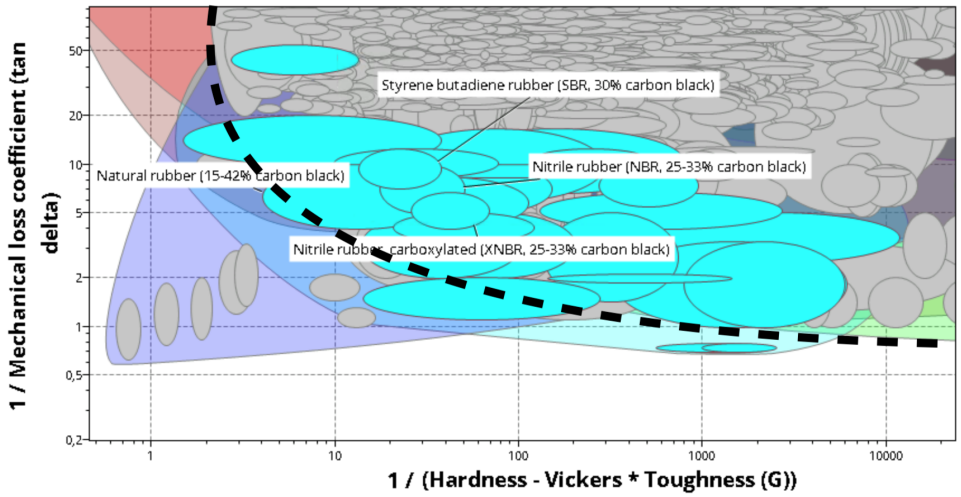


FIGURE 4.5 – Zoom graphique sur les élastomères sur EduPack

TABLE 4.2 – Indices M_1 (usure) et M_2 (adhérence) évalués pour les quatre familles d'élastomères sélectionnées.

Matériau	M_1	M_2	**Commentaire**
XNBR carboxylé + 25–33 % CB	24	3.1	Usure et adhérence excellentes, densité modérée (Rahco, 2025) RAHCO, s. d.
NR + 15–42 % CB	22	3.6	Biosourcé, ACV –18 % (Setua, et al., 2000) SETUA, 2000
SBR + 30 % CB	26	4.0	Référence Vibram VIBRAM, s. d.
NBR + 25–33 % CB	41	6.7	Ténacité limitée et hystérésis faible ; usure par arrachement défavorable.

4.2.1.4 Discussion

— **Usure (M_1).** Le NR noirci affiche le plus petit M_1 parce qu'il combine densité modeste, coût bas et bonne ténacité. Le XNBR suit de près ; l'augmentation de densité et de prix y est compensée par une ténacité nettement plus élevée (40 kJ m^{-2}). L'index de l'NBR standard monte fortement à cause de son G_c limité.

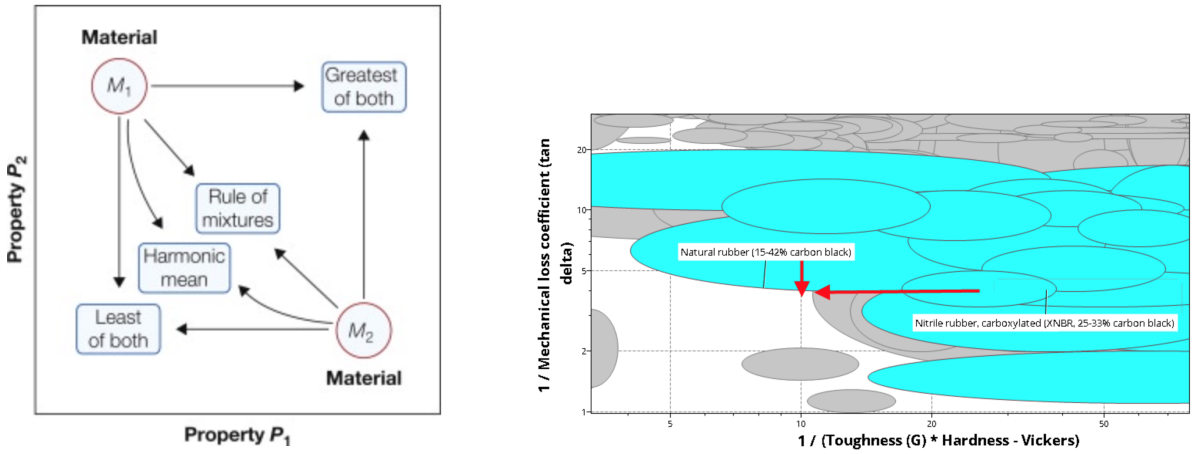
— **Adhérence (M_2).** Le XNBR possède la plus forte hystérèse (tan δ = 0,32), d'où le plus petit M_2. NR et SBR restent dans une bonne plage (3–4). L'NBR est pénalisé par une perte mécanique faible à 50 Hz.

— **Choix optimal.** *XNBR carboxylé* offre le meilleur compromis : M_1 presque aussi bas que le NR et *le* plus petit M_2 longue durée de vie abrasive et forte adhérence. Le NR+lignine demeure une option biosourcée si l'on accepte un M_2 légèrement supérieur. SBR sert de référence industrielle ; NBR est écarté (usure et adhérence défavorables).

Remarque : ces valeurs reposent sur des moyennes de littérature et des valeurs trouvées dans EduPack ; comme mentionné plus tôt, elles ne sont pas toujours adaptées aux conditions d'utilisation et devraient être recalées sur des mesures DMA (tan δ), DIN 53516 (usure) et ISO 34-1 (ténacité G_c) pour la formulation finale.

4.2.1.5 Choix final

Plutôt que de choisir un seul matériau et accepter un compromis, nous exploitons la démarche de *hybrid design* proposée par (Ashby, 2011) M. F. Ashby, 2011 (Fig 4.6) : combiner deux matériaux nous permet d'atteindre des couples de propriétés inaccessibles à chacun pris isolément les flèches rouges sur le diagramme illustrent ce déplacement vers le coin inférieur gauche.



(a) Principe d'hybridation selon Ashby.

(b) Nuage *EduPack* : déplacement du point hybride en combinant NR et XNBR.

FIGURE 4.6 – Comparaison entre le schéma conceptuel d'Ashby (a) et l'illustration obtenue dans *Granta EduPack* (b).

Nous choisirons donc de combiner ces 2 matériaux en les allouant à différentes zones de la semelle.

— *Zone crampons* : blocs périphériques en **XNBR 80 ShA, 30 phr CB** → usure très faible, forte composante hystérésis, tenue chimique supérieure.

— *Corps central* : **NR 72 ShA, 20 phr lignine** → coût ≈ –25 % par rapport à l'XNBR, fréquence élevée de $\tan\delta$ (grip sur boue), impact carbone réduit.

Nous appliquons ensuite la règle des surfaces portantes d'Ashby. C'est une forme *d'homogénéisation de propriété* par moyenne pondérée sur la surface réellement sollicitée. Elle permet d'estimer très rapidement le bénéfice d'un patch matériau haut de gamme réservé aux zones critiques comme les crampons dans notre cas sans alourdir inutilement le budget ni la masse de l'ensemble. Il suffit de couvrir $f \simeq 0{,}35$ (35 %) de la surface par l'XNBR pour gagner 70 % de l'amélioration maximale tout en préservant 65 % de la semelle en NR → baisse du coût moyen d'environ un tiers (Voir calculs détaillés en Annexe B.1.2) ce qui nous mène à un coût total des matières premières pour la semelle de (Voir calculs

détaillés en Annexe B.1.3) :

$$\boxed{C_{1\text{ semelle}} \approx 0.182} \quad \Longrightarrow \quad \boxed{C_{\text{paire}} \approx 0.36}.$$

4.2.2 Sélection lanière

De la même manière, la sélection des matériaux pour les lanières doit répondre à des exigences strictes en termes de résistance mécanique, d'ergonomie et de durabilité. Cette phase comprend l'étude des formulations adaptées, un screening des matières candidates et un classement selon leur performance et leur impact environnemental. Le choix final vise à garantir un maintien optimal tout en assurant le confort de l'utilisateur et la compatibilité avec l'ensemble de la semelle.

4.2.2.1 Formulation

Les lanières de fixation doivent être à la fois élastiques et résistantes. Le matériau doit supporter des étirements répétés, résister à la fatigue et maintenir une adhérence latérale suffisante, même en conditions humides. Nous appliquerons ici la même procédure de sélection d'Ashby mais de manière moins approfondie.

TABLE 4.3 – Exigences de conception — Lanières

Fonction	Maintenir la semelle tout en laissant fléchir la chaussure
Contraintes	— Dimensions géométriques sont fixées — Coût fixé — Température d'usage $[-10, 40]$°C — Contrainte à la rupture abordable
Objectifs	**Minimiser la masse** *et* **minimiser la rigidité ressentie**
Variables libres	Matériau, couleur

4.2.2.2 Screening

Pour une bande mince (Voir calculs détaillés en Annexe B.1.4), la masse $m = \rho AL$ et la rigidité ressentie $k = EA/L$. Avec $\sigma_f > F/A$, les indices que l'on veut minimiser deviennent :

$$\boxed{M_1 = \frac{\rho}{\sigma_f}} \quad \text{(masse minimale)} \qquad \boxed{M_2 = \frac{E}{\sigma_f}} \quad \text{(souplesse maximale)}$$

4.2.2.3 Ranking

Afin d'éliminer les matériaux non adaptés à notre application comme les mousses, nous avons appliqué un filtre de dureté afin de sélectionner uniquement les matériaux de dureté Vickers $5 - 20MPa$. Nous avons alors à nouveau appliqué la sélection graphique selon Ashby afin d'analyser plus en détail les matériaux proches de la courbe de *trade-off* (Fig 4.7).

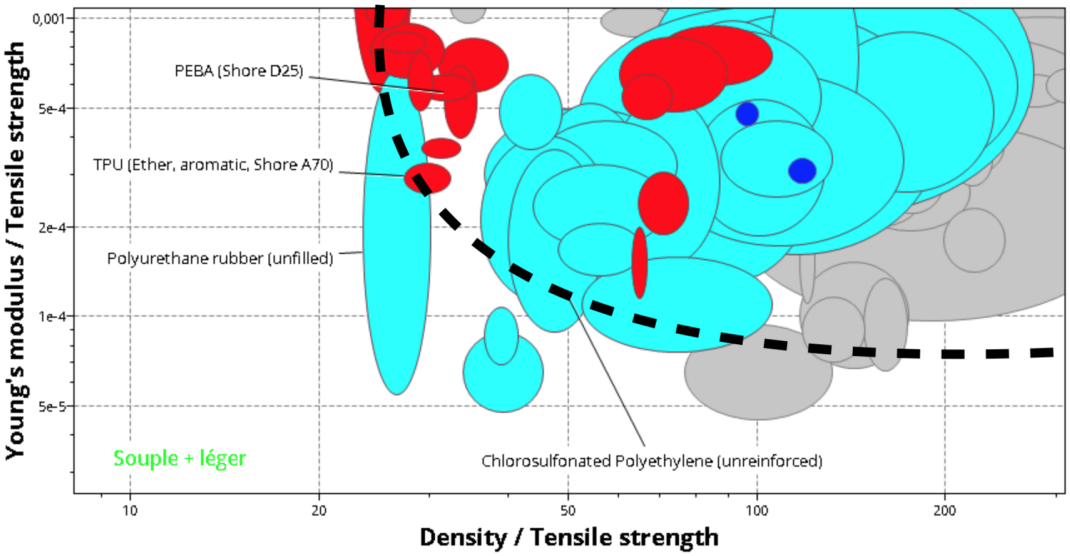


FIGURE 4.7 – Sélection graphique pour lanières

TABLE 4.4 – Comparaison candidats lanières EduPack

Matériau	$M_1 = \rho/\sigma_f$	$M_2 = E/\sigma_f$	**Commentaire**
PEBA Shore D25	40	**25**	Très léger, excellente allongabilité ; module le plus bas, donc meilleure flexibilité ; très cher (Arkema, 2023) ARKEMA, 2025
TPU éther A70	**32**	50	Bon compromis ; densité modérée/résistance élevée, économique (BASF, 2020) SE, 2022
PU rubber	44	25	Confort ++, durabilité à vérifier (Oertel et al., 2021) OERTEL et KESSEL, 2021
Chlorosulfonated PE	62	30	Tenue chimique et UV excellente, densité élevée et résistance mécanique plus basse. (Dupont, 2022) DUPONT, 2022

4.2.2.4 Choix final

Pour le choix de matériaux des lanières, nous estimons qu'un TPU 70A co-extrudé d'une peau mince en PEBA seront les meilleurs candidat tout en restant économique. Le coût total est calculé en (Annexe B.1.3.0.2) et pour une paire de lanières de 40 g, la co-extrusion TPU / PEBA revient à 13 centimes de matière première, tout en conservant le retour élastique (peau PEBA) et la robustesse fatigue du TPU. Pour l'entièreté de notre solution, le coût total des matières premières (semelle + lanière) d'une paire s'élève alors à :

$$\boxed{C_{\text{matières (paire)}} = 0.49}$$

4.3 Essai en traction

Afin d'évaluer la tenue mécanique des lanières de fixation, nous avons réalisé un essai mécanique en traction sur une éprouvette en TPU 95A [3] imprimée en fabrication additive (3D). Ce type d'essai permet de quantifier la résistance à la rupture, l'allongement à la rupture ainsi que le module d'élasticité en traction, trois paramètres essentiels pour garantir la capacité du matériau à résister aux contraintes d'étirement répétées lors de l'enfilage et de la course. Le TPU a été sélectionné pour ses propriétés viscoélastiques et sa capacité à supporter des déformations réversibles importantes. Toutefois, la fabrication par impression 3D peut induire une anisotropie mécanique [4] significative, en particulier dans le sens perpendiculaire aux couches (Ahn et al., 2002) Ahn et al., 2002. Ceci démontre qu'il est crucial d'effectuer une caractérisation expérimentale des performances mécaniques réelles afin de les comparer avec la théorie.

4.3.1 Norme ASTM D638

L'essai est réalisé conformément à la norme ASTM D638 – Type I, spécifiquement conçue pour les plastiques thermiques.

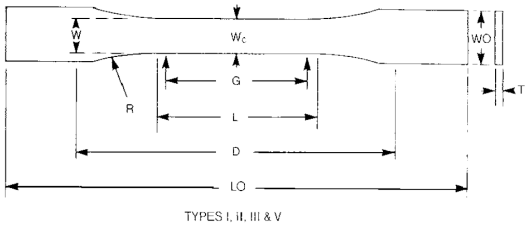


Figure 4.8 – Éprouvette standard de la norme ASTM D638 (Lawrence, 2022) Lawrence, 2022

3. Le TPU 70A n'étant pas disponible à l'impression 3D

4. anisotropie : être dépendant de la direction ; la forme et direction des couches influencera la tenue mécanique

L'éprouvette a été conçue à l'aide du logiciel *Blender* et avec le filament TPU 95A [5] de la marque *Ultimaker*. Les propriétés mécaniques retrouvées sur la datasheet du filament sont les suivantes :

Propriété mécanique	**Valeur**
Module en traction	26,0 MPa
Limite d'élasticité à la traction	8,6 MPa
Limite de rupture à la traction	39,0 MPa
Allongement à la limite d'élasticité	55,0 %
Allongement à la rupture	580,0 %

TABLE 4.5 – Propriétés mécaniques du TPU (impression 3D)

4.3.2 Procédé du test

Les éprouvettes sont placées dans les mors de la machine Shimadzu. Elle exerce alors une force verticale sur notre éprouvette en déplaçant le mors supérieur à une vitesse constante de $250mm/min$ jusqu'à atteindre la rupture. Voici les différents stades observés durant le test de traction :

5. 95A : correspond à une dureté Shore A de 95 qui désigne un niveau élevé de rigidité pour un matériau de type élastomère



(a) $t = 0$: Serrage initial



(b) $t = 66s$: Milieu d'allongement



(c) $t = 135s$: Rupture de l'éprouvette

FIGURE 4.9 – Étapes successives de l'essai de traction — ordre croissant de la distance entre mors.

4.3.3 Résultats

La courbe contrainte-déformation obtenue permet d'extraire les valeurs du module de traction initial, de la contrainte maximale à la rupture ainsi que de l'allongement à la rupture. Comme observé sur le graphe suivant, les résultats ne matchent aucunement nos attentes :

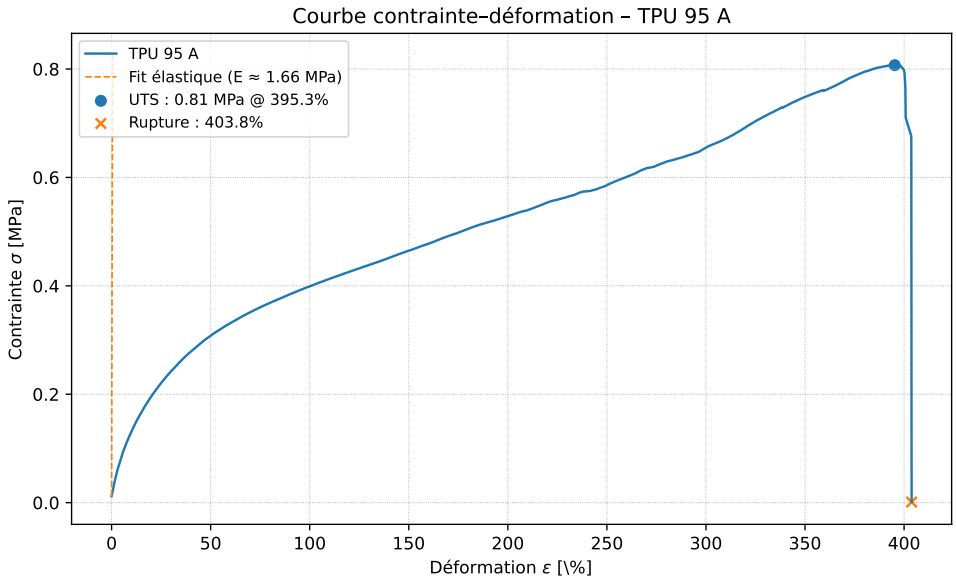


FIGURE 4.10 – Résultat graphique du test de traction

4.3.4 Influence du taux de remplissage (15 %)

Comme le montre le tableau suivant, les propriétés mesurées sur les éprouvettes FDM à *15% d'infill* représentent un faible pourcentage des valeurs de la datasheet pour une pièce moulée.

Propriété mécanique	**Datasheet** *(injection)*	**Mesuré** *(15 % infill)*
Module en traction E [MPa]	26.0	1.7
Limite d'élasticité σ_y [MPa]	8.6	0.2
Limite de rupture σ_r [MPa]	39.0	0.8
Allongement à σ_y [%]	55.0	20.0
Allongement à la rupture ε_r[%]	580.0	400.0

TABLE 4.6 – TPU 95A : comparaison entre les valeurs de la datasheet (pièce moulée) et celles mesurées sur des éprouvettes imprimées FDM avec **15%** de remplissage.

Ce décalage spectaculaire s'explique essentiellement par la faible *densité relative* $\phi =$

$\rho^*/\rho_s \simeq 0{,}15$ de la structure interne :

1. **Modèle de Gibson–Ashby.** Pour un solide cellulaire *bending-dominated*, L. J. Gibson et Michael F. Ashby montrent que

$$\frac{E^*}{E_s} \sim \phi^2 \qquad \text{et} \qquad \frac{\sigma_{\mathrm{r}}^*}{\sigma_{\mathrm{r},s}} \sim \phi^{3/2}. \tag{4.1}$$

   Avec $E_s = 26\,\mathrm{MPa}$ et $\sigma_{\mathrm{r},s} = 39\,\mathrm{MPa}$ (datasheet), on prévoit $E^* \approx 0.6\,\mathrm{MPa}$ et $\sigma_{\mathrm{r}}^* \approx 2.3\,\mathrm{MPa}$ du même ordre de grandeur que les 1.7 MPa et 0.8 MPa réellement mesurés, une fois prises en compte les imperfections d'impression (Gibson et al., 1997) L. J. Gibson et Michael F. Ashby, 1997.

2. **Porosité et liaisons inter-couches.** À 15% d'infill, les brins déposés se touchent à peine ; la section portante réelle n'est plus que $\phi\, A_{\mathrm{nom}} = 0,15 \times 3mm \times 12mm$ et les joints inter-couches sont sous-fusionnés. Des études sur le TPU 95A imprimé montrent déjà une perte de 40–70% des propriétés à 100% d'infill, et un effondrement quasi linéaire au-dessous de 50% (Elmrabet, 2020) Elmrabet et Siegkas, 2020.

3. **Comparaison prédictive.** En remontant simplement le remplissage à $\phi = 0.5$ (50 %), la loi $E^* \propto \phi^2$ donnerait $E^* \approx 6.5\,\mathrm{MPa}$ et $\sigma_{\mathrm{r}}^* \approx 14\,\mathrm{MPa}$, soit déjà 25–35 % des valeurs moulées, cohérent avec la littérature sur les TPU FDM (Bruere, 2023) Bruère et al., 2023.

En conclusion, la densité relative dû au *infill* de 15% suffit à expliquer, par la mécanique des solides cellulaires, la majeure partie du déficit de raideur et de résistance. Nous aurions également pu modifier la vitesse de traction afin d'évaluer l'impact de celle-ci sur les effets mécaniques et les déficits observés.

4.4 Analyse de cycle de vie

L'analyse de cycle de vie (ACV) constitue une étape essentielle pour évaluer l'impact environnemental global de notre solution, de sa fabrication à sa fin de vie. Cette étude repose sur une définition claire de l'objectif et de l'unité fonctionnelle, suivie d'un inventaire détaillé des flux entrants et sortants. Les résultats obtenus permettent d'identifier les principaux points critiques et d'évaluer les incertitudes liées aux données, afin d'orienter les choix vers une conception plus durable.

4.4.1 Objectif et unité fonctionnelle

Notre ACV vise à quantifier et comparer le *potentiel de réchauffement global 100 ans* (PRG_{100} exprimé en kg CO_2 eq) de deux solutions procurant l'adhérence nécessaire sur 500 km de sentiers limono-argileux :

— **Scénario S_1** : ajout de notre semelle amovible (160g de NR) et de lanières TPU (40g), montées sur la chaussure de running déjà acquise ;

— **Scénario S_2** : achat d'une paire de chaussures de trail complète (poids moyen 700g la paire) (RunRepeat, 2024) RunRepeat, 2024.

Le périmètre est *cradle-to-grave* (Fig 4.11) : extraction, formulation, moulage/assemblage, transport Europe (500 km routier), phase d'usage (neutre en énergie) et élimination par incinération. La méthodologie suit ISO 14040/44 International Organization for Standardization, 2006. Toutes les émissions sont ramenées à l'unité fonctionnelle « traction pour 500 km ».

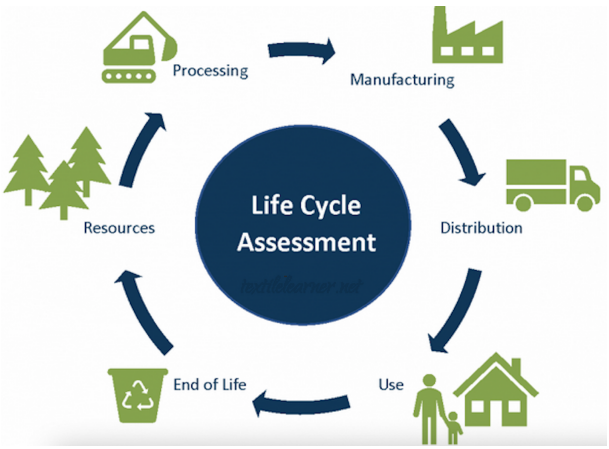


FIGURE 4.11 – Contributions de l'ACV de *cradle-to-grave*

4.4.2 Hypothèses d'inventaire

1. **Facteurs d'émissions matière**
   - **NR :** Le caoutchouc naturel est produit à partir du latex, une substance naturelle extraite de l'arbre hévéa. Nous comptons nous fournir en NR depuis la Thaïlande au vu de ses prix compétitifs en matières premières. D'après plusieurs analyses de cycle de vie étudiées, la valeur obtenue couvre : (i) les émissions dues à la production sur place (protoxyde d'azote des engrais, consommation de diesel pour le saignage et le transport du latex), (ii) la co-agglomération et le fumage (fumées de bois), et (iii) le séchage/emballage à l'usine. Les ACV récentes varient de 0,5 à 1,3 kg CO_2 eq /kg ; 0,70 kg représente un scénario moyen pour des plantations sans défrichement récent. (Jawjit, 2010 ; Yulex, 2025) Jawjit, Kroeze et Rattanapan, 2010 Yulex LLC, 2025.
   - **TPU :** Ce matériau est synthétisé par polyaddition d'un polyol pétrosourcé et d'un di-isocyanate aromatique. L'inventaire total de production matière première inclut : extraction et craquage vapeur des naphtas, fabrication des intermédiaires chimiques, polymérisation en réacteur chauffé, granulation puis conditionnement. Environ 70% des émissions proviennent de la chaîne amont de ces différents composés, 25% de la chaleur / électricité de procédé et le reste provient des solvants et des pertes de rendement. La valeur de 4,99 kg CO_2 eq /kg correspond au TPU générique polyurethane, flexible (Winnipeg, 2012) City of Winnipeg, 2012.
2. **Énergie de mise en forme** La semelle NR est vulcanisée par compression 10 min à 150 °C (presse 25 t) ; les lanières TPU sont soudées par ultrasons (150 W, 2 s/cycle). Rapporté à la masse unitaire (200 g) et à l'efficience de l'hydraulique moderne, la consommation électrique nette avoisine 0,05 kWh. Le mix électrique UE-27 2024 (moyenne pondérée 230 g CO_2/kWh) entraîne une contribution de 0,01 kg CO_2 eq par paire.

3. **Transport terminé-produit** Nous supposons un trajet régional : usine de moulage → centre logistique en Belgique. Un poids lourd Euro 6 (2025) bien rempli émet 0,16 kg CO_2 par tonne-kilomètre (inclut combustion + amont carburant). Pour 0,20 kg de produit fini sur 500 km : 0,0002 t × 0,16 kg × 500 = 0,02 kg CO_2 eq. Les émissions de « first-mile » sur route thaïlandaise pour le NR et celles du TPU sont déjà intégrées dans les facteurs matière.
4. **Fin de vie** : Dans les scénarios européens, les déchets de semelles mélangées aboutissent en UIOM (usine d'incinération d'ordures ménagères) avec récupération de chaleur/vapeur. Pour les polymères carbonés, la combustion génère 3,2 kg CO_2/kg, mais l'énergie récupérée (10 MJ/kg) évite la production d'électricité/ chaleur fossile, créditée d' 0,5 kg CO_2. Le facteur net ressort ainsi à 2,7 kg CO_2 eq par kilogramme de polymère traité (Ecoinvent, 2022) ECOINVENT, 2022
5. **Chaussures de trail de référence** : Le benchmark provient de l'étude MIT « Footwear's Carbon Footprint » (Chu, 2013) CHU, 2013 complétée par l'analyse Allbirds (Allbirds, 2021) ALLBIRDS INC., 2021 sur dix-huit modèles de running/trail. La répartition moyenne est : matériaux 63%, énergie de fabrication 16%, emballage + logistique 11%, reste divers. Selon la complexité (membrane imper-respirante, semelles co-injectées, composants TPU à haute densité), l'empreinte s'échelonne de 11 à 17 kg CO_2 eq ; nous prenons donc une moyenne de 14 kg avec un écart-type de 3 kg.

4.4.3 Résultats de l'inventaire

TABLE 4.7 – Contribution relative aux émissions (kg CO_2eq) pour la paire S_1.

Poste	Quantité	PRG_{100}
NR (0,16 kg)	0,16 kg	0,11
TPU (0,04 kg)	0,04 kg	0,20
Énergie procédé	0,05 kWh	0,01
Transport (0,20 kg)	0,10 t·km	0,02
Incinération (0,20 kg)	0,20 kg	0,54
Total S_1		**0,95**

Le même raisonnement appliqué à S_2 donne 14 kg CO_2eq. À unité fonctionnelle égale, la solution amovible réduit donc les émissions de $\sim$93% :

$$\Delta\text{PRG} = \frac{14 - 0{,}95}{14} \approx 93\%.$$

4.4.4 Analyse critique et incertitudes

— **Impact fin de vie S_1** : la fin de vie représente plus de 50% du PRG (Tableau 4.7), d'où l'intérêt de repenser la conception et surtout la sélection via un éco-design. L'optimal serait de trouver des matériaux à fin de vie moins impactantes ou de considérer des filières NR / TPU de recyclage chimique.

— **Durée de vie comparée**. Les deux scénarios prennent la même distance (500 km). Si la semelle amovible était remplacée une fois, le bilan resterait inférieur à 3 kg CO_2eq, donc -80% vs S_2.

— **Limites** : absence d'allocation pour les infrastructures, distribution mondiale non modélisée au travers des multiples transports (acheminement matières premières depuis l'Asie, entre différentes phases et distribution), variabilité du mix électrique

asiatique pour S_2. Les conclusions restent néanmoins déterminantes car la différence est supérieure à 1 ordre de grandeur.

Sous hypothèses simplificatrices, la semelle amovible en NR + TPU affiche un PRG_{100} d'environ **1 kg CO_2eq** par paire, contre **14 kg CO_2eq** pour une paire classique de trail. Cette réduction de $\sim$13 kg CO_2eq (93%) confirme tout de même nettement la pertinence environnementale de notre solution.

4.5 Conclusion de la conception

Dans ce chapitre nous avons démontré la **faisabilité technico-environnementale** du concept SOLE. Nous y avons décrit le cahier des charges, le design géométrique, la sélection hybride NR / XNBR et TPU / PEBA, ainsi que les premiers essais mécaniques et l'ACV qui posent une première base solide pour l'industrialisation. Cependant, *la réussite commerciale* dépendra autant de l'attirance de notre solution auprès des pratiquants que de la différenciation face aux grandes marques (Salomon, Hoka, Vibram ...). Le chapitre suivant élargit donc cette recherche en s'attaquant à l'analyse stratégique du marché.

Chapitre 5

Analyse stratégique du marché

Le chapitre 4 propose une analyse stratégique approfondie du marché dans lequel s'inscrit le projet Sole. Il débute par l'examen du macroenvironnement à travers le prisme du modèle PESTEL, afin d'identifier les grandes tendances politiques, économiques, socioculturelles, technologiques, environnementales et légales influençant notre secteur. Cette exploration est enrichie par une analyse de scénarios prospectifs. Ensuite, une étude du microenvironnement est menée à l'aide du modèle des cinq forces de Porter, complétée par l'horloge de Bowman et la chaîne de valeur, afin de mieux cerner la dynamique concurrentielle et les leviers internes de création de valeur. L'analyse se poursuit par l'utilisation du modèle VRIN, permettant d'évaluer les ressources et compétences distinctives de Sole face à la concurrence. Enfin, une analyse SWOT synthétise les facteurs internes et externes clés, ouvrant sur des recommandations stratégiques via la matrice TOWS. Ce chapitre fournit ainsi les bases nécessaires pour élaborer une stratégie pertinente, cohérente et pensée sur le long terme.

5.1 Analyse du Macroenvironnement

Le macro-environnement regroupe les facteurs extérieurs qui influencent un projet sans que celui-ci puisse les contrôler directement. Comprendre ces dynamiques permet

d'anticiper les évolutions futures et d'adapter sa stratégie en conséquence (Kotler & Keller, 2016)Kotler et Keller, 2016.

Parmi les outils d'analyse existants, nous avons retenu l'approche PESTEL, qui examine six dimensions clés : Politique, Économique, Socioculturelle, Technologique, Écologique et Légale (Johnson et al., 2017)Johnson, Scholes et Whittington, 2017. Elle nous permet d'identifier les principales opportunités et menaces externes.

5.1.1 Analyse PESTEL

L'analyse PESTEL, permet d'évaluer les grandes tendances externes susceptibles d'influencer un projet. Elle offre une vision structurée de l'environnement macroéconomique et aide à anticiper les évolutions majeures du marché (Le Coin des Entrepreneurs, 2023 ; Bpifrance Création, 2023)Le Coin des Entrepreneurs, 2023 Bpifrance Création, 2023.

Le pivot de notre projet, passant de la vente de chaussures à semelles interchangeables pour enfants à la vente et location de crampons adaptables pour le trail, a profondément modifié notre positionnement. Il a donc été nécessaire de réactualiser notre analyse PESTEL afin de mieux cerner les enjeux propres à ce nouveau modèle, anticiper les risques et opportunités, et orienter notre stratégie de développement.

5.1.1.1 Politique

Le secteur des équipements sportifs, et plus particulièrement celui des semelles additionnelles pour le trail, est étroitement influencé par des facteurs politiques, qui encadrent son développement à travers des réglementations spécifiques, des politiques publiques d'innovation, ainsi que des dynamiques géopolitiques plus larges. En Belgique, ces produits sont considérés comme des équipements de protection individuelle (EPI) et sont donc soumis au Règlement (UE) 2016/425, qui régit la conception, la fabrication et la commercialisation des EPI dans l'Union européenne. Ce règlement impose notamment le mar-

quage CE, garantissant que les produits répondent aux exigences essentielles de sécurité pour les utilisateurs (3M Belgique, 20233M Belgique, 2023 ; SPF Économie, 2024SPF Économie, 2024).

Les semelles additionnelles , destinées à améliorer l'adhérence sur les terrains boueux ou techniques, doivent donc respecter des normes strictes. Leur mise sur le marché, ou leur location dans le cadre d'événements sportifs, engage la responsabilité des fabricants, distributeurs ou loueurs, qui doivent veiller à leur conformité, à leur bon état de fonctionnement, et signaler tout produit défectueux aux autorités compétentes (SPF Emploi, 2023SPF Emploi, Travail et Concertation sociale, 2025 ; SPF Économie, 2024SPF Économie, 2024). Dans le cas particulier de la location, une vigilance renforcée s'impose : les équipements doivent être contrôlés régulièrement et entretenus avec rigueur. Afin de limiter les risques juridiques, la souscription à une assurance responsabilité civile professionnelle est vivement recommandée, notamment pour couvrir d'éventuels dommages causés à des tiers lors d'une utilisation publique (SIPPT, 2023Service Interne pour la Prévention et la Protection au Travail (SIPPT), 2023 ; BeSWIC, 2023BeSWIC, 2023)BeSWIC, 2023.

Au-delà de cet encadrement réglementaire, l'environnement politique belge offre également des opportunités de soutien à l'innovation. Des initiatives comme Digital Wallonia ou l'AWEX favorisent le développement de technologies durables et accompagnent les jeunes entreprises dans leurs efforts de recherche, de prototypage et d'exportation (Digital Wallonia, 2024)Wallonia, 2024. Par ailleurs, la protection de la propriété intellectuelle devient un enjeu crucial pour les start-ups innovantes. Des organismes comme l'INPI (France) ou l'Office Benelux de la Propriété Intellectuelle (OBPI) permettent de garantir l'exclusivité de nouveaux designs ou technologies (INPI, 2024)Institut National de la Propriété Industrielle, 2024.

Enfin, les politiques commerciales internationales peuvent représenter des contraintes. Le marché des crampons adaptables est notamment dominé par des entreprises américaines, ce qui expose les projets européens à des risques accrus en cas de tensions commerciales. Des mesures protectionnistes comme celles instaurées sous la politique "America First" ont par exemple durci l'accès au marché américain pour certains produits européens (CNBC, 2025)CNBC, 2025. Ce contexte renforce l'intérêt d'encourager le plus possible une production Européenne quand c'est possible et de se tourner vers l'Asie quand ça ne l'est pas pour éviter les USA afin de limiter les risques liés aux fluctuations politiques que l'on connaît actuellement avec le climat instable qui y règne.

5.1.1.2 Economique

Tout d'abord, le secteur du trail running connaît une croissance remarquable depuis plusieurs années. Selon une étude de l'ITRA (2023)Association, 2023a, ce sport a vu sa pratique augmenter de manière continue depuis 2015, avec une croissance annuelle estimée à 12% en Europe. Ce dynamisme est soutenu par l'engouement pour les activités de plein air post-pandémie, mais aussi par une volonté croissante des consommateurs de s'équiper de manière plus responsable. Sole, avec son offre de crampons adaptables et durables, s'inscrit pleinement dans cette tendance de fond.

De plus, la pratique du trail running ne se limite plus à une activité sportive individuelle : elle est désormais perçue comme un véritable levier de développement économique territorial. Selon Glen Buron (2020)Buron, 2020, cette discipline autrefois auto-organisée est progressivement devenue un outil structuré de valorisation locale, mobilisant des acteurs publics et privés autour de l'organisation d'événements, de la création d'infrastructures (stations de trail, sentiers balisés) et de l'accueil de pratiquants tout au long de l'année. Ces événements génèrent des retombées économiques notables, notamment en matière de tourisme sportif, d'hébergement, de restauration et de commerce local. Ce contexte favorise donc l'émergence de solutions innovantes comme celles proposées par

Sole, qui s'insèrent dans un écosystème déjà favorable à l'expérimentation et à la diffusion d'équipements spécialisés.

Par ailleurs, la situation inflationniste en Europe s'est récemment stabilisée. En mars 2025, le taux d'inflation annuel dans la zone euro était de 2,2 %, contre 2,3 % en février, selon Eurostat (2025)Eurostat, 2025. Cette modération de l'inflation favorise un climat économique plus prévisible, propice à la consommation des ménages. Dans ce contexte, les produits de milieu de gamme, comme ceux proposés par Sole, peuvent trouver une place stratégique sur le marché, notamment auprès des familles attentives au rapport qualité/prix.

Le développement du e-commerce constitue un levier économique majeur. En 2021, le chiffre d'affaires du commerce électronique B2C en Europe a atteint plus de 718 milliards d'euros contre 307 milliards en 2013, reflétant une croissance continue des achats en ligne (Statista, 2023)Statista, 2023. Cette digitalisation impose à Sole de structurer une stratégie commerciale orientée vers le numérique, avec une logistique adaptée et une forte présence digitale. Elle offre également une distribution plus flexible, particulièrement avantageuse pour la vente directe aux consommateurs (B2C).

Enfin, le contexte économique régional offre plusieurs opportunités. En Wallonie, de nombreuses aides à l'innovation, à l'économie circulaire et aux start-ups sont disponibles. Des organismes comme Digital Wallonia ou le SPW Économie encouragent activement la transition vers des modèles durables en soutenant les entreprises qui investissent dans l'éco-conception et le recyclage (Digital Wallonia, 2024) Wallonia, 2024. Sole pourrait ainsi bénéficier d'un appui structurel dans le financement de sa production locale et dans sa phase de R&D.

En somme, la dimension économique du projet Sole est marquée par un alignement

favorable entre la stabilisation macroéconomique, la croissance sectorielle, la digitalisation des modes de consommation et un soutien public régional à l'économie verte. Toutefois, cette dynamique devra composer avec des incertitudes géopolitiques persistantes et la nécessité de renforcer sa résilience économique dès les premières phases de son développement.

5.1.1.3 Socio-culturel

Le secteur des équipements sportifs, en particulier ceux liés aux activités outdoor comme le trail, évolue au rythme de profondes mutations socioculturelles. Ces transformations façonnent les comportements des pratiquants et influencent leurs choix de consommation, au croisement de valeurs de santé, de durabilité et de dépassement de soi.

Depuis plus d'une décennie, le trail running connaît un essor remarquable. Ce sport séduit un public croissant en quête d'aventure, de nature et d'authenticité. Entre 2010 et 2023, la pratique a enregistré une croissance annuelle moyenne de 12% à l'échelle mondiale, portée par une aspiration sociétale à des loisirs plus sains, plus durables et plus personnels (RunRepeat, 2024RunRepeat, 2024).

Sociologiquement, le traileur type est un adulte actif, souvent urbain, âgé de 25 à 49 ans, éduqué et issu des catégories socio-professionnelles supérieures. Plus de 78% des pratiquants ont fait des études supérieures et près d'un tiers disposent d'un revenu annuel supérieur à 100.000$ (RunRepeat, 2023RunRepeat, 2024). En France, leur budget annuel moyen s'élève à 536€, entre inscriptions, équipement et déplacements (Auvergne-Rhône-Alpes Tourisme, 2020Tourisme, 2020). Ce pouvoir d'achat en fait une cible de choix pour les marques de sport.

La pratique est également marquée par une diversité croissante. Bien que majoritairement masculine, le trail se féminise : la proportion de femmes traileuses est passée de

8% en 2010 à 22% en 2017 selon les chiffres français (Auvergne-Rhône-Alpes Tourisme, 2020Tourisme, 2020) et atteint 28% au niveau mondial en 2023 (ITRA & SheRACES, 2023Association, 2023b). Cette progression est plus timide sur les longues distances, où les femmes représentent encore seulement 13% des coureurs sur des épreuves de plus de 100 miles. Toutefois, de nombreuses initiatives encouragent leur participation et rendent les courses plus inclusives.

Par ailleurs, le trail attire une population intergénérationnelle, bien que les 25-49 ans restent majoritaires. On observe aussi une progression des jeunes adultes, attirés par des formats ludiques et plus courts (Auvergne-Rhône-Alpes Tourisme, 2020Tourisme, 2020). La pratique régulière est également très ancrée : 44% des traileurs courent entre trois et cinq fois par semaine, et 84,6% vivent à moins d'une heure d'un sentier, ce qui favorise l'entraînement fréquent (RunRepeat, 2023RunRepeat, 2024).

Au-delà de la performance, les motivations sont multiples. Nombre de traileurs privilégient le bien-être, la déconnexion et le lien avec la nature. Ainsi, 64,5% des pratiquants disent courir pour se détendre, 60,6% pour rester en forme, et 23% adoptent une approche de progression personnelle, sans objectif compétitif (RunRepeat, 2023RunRepeat, 2024). Le trail devient alors une réponse à un besoin de liberté, d'introspection et de sens.

Cette dimension se reflète aussi dans les pratiques sociales : près de la moitié des coureurs ont découvert la discipline par des proches, et les valeurs partagées humilité, entraide, respect de l'environnement constituent une culture propre à cette communauté. Paradoxalement, cet attachement à la nature cohabite avec un usage massif des technologies : 77% des traileurs utilisent une montre GPS et 37% interagissent sur Strava, illustrant l'hybridation entre nature et numérique (RunRepeat, 2023)RunRepeat, 2024.

5.1.1.4 Technologique

Une tendance technologique majeure dans le secteur de la chaussure de sport, et plus particulièrement du trail, réside dans l'adoption croissante de matériaux recyclés, répondant à une double pression : celle des impératifs environnementaux et des attentes croissantes des consommateurs en matière de durabilité. Le polyuréthane thermoplastique (TPU) recyclé s'impose aujourd'hui comme un matériau de référence, notamment pour les lanières, grâce à ses propriétés techniques exceptionnelles : résistance à l'abrasion, flexibilité et longévité.

Selon le 2023 Material Change Insights Report de Textile Exchange, les principales marques de sport intègrent de plus en plus le TPU recyclé dans leurs gammes, en particulier dans les chaussures de trail, pour allier performance et responsabilité environnementale. Ce matériau, issu de déchets post-industriels ou post-consommation, permet de réduire significativement l'impact écologique de la production tout en maintenant des standards élevés de performance (Textile Exchange, 2023)Textile Exchange, 2023.

Cette transition est également portée par un encadrement normatif renforcé et par une transformation des attentes sociétales, les consommateurs exigeant désormais des produits traçables, sobres en ressources et conçus dans une logique d'économie circulaire (Grandemange, 2024)Grandemange, 2024. De leur côté, les fabricants de chaussures de sport reconnaissent dans le TPU recyclé une solution efficace pour concilier innovation technique et durabilité, comme en témoigne l'essor de son utilisation dans les modèles destinés au trail running, un segment particulièrement exigeant en termes de résistance et de confort (Plastics Today, 2023)Plastics Today, 2023. Ainsi, le recours au TPU recyclé ne constitue plus une simple réponse opportuniste à la demande du marché, mais s'inscrit dans une logique plus large d'innovation durable, au cœur des stratégies R&D des marques engagées dans la transition écologique du secteur.

Par ailleurs, les innovations en matière de procédés de fabrication, notamment l'impression 3D, ouvrent de nouvelles possibilités. Elles permettent de prototyper plus rapidement, de tester différentes géométries de semelle et d'envisager à terme une personnalisation poussée du produit. Des études montrent que la fabrication additive permet de réduire le gaspillage de matière première jusqu'à 60 %, tout en offrant des performances mécaniques comparables à la production conventionnelle (Gibson et al., 2015)I. Gibson, Rosen et Stucker, 2015. Il s'agit d'une méthode à prendre en compte pour le projet Sole, car elle pourrait renforcer la flexibilité de conception, limiter l'impact environnemental et faciliter l'adaptation à différents profils d'utilisateurs.

En ce qui concerne la production, les évolutions récentes du secteur textile européen, portées par les ambitions d'innovation, de durabilité et de relocalisation soutenues par EURATEX, facilitent une relocalisation partielle des chaînes de valeur. L'Europe, grâce aux avancées en matière d'automatisation, de traçabilité et de circularité, peut redevenir un pôle compétitif, en particulier dans des pays alliant technicité, normes sociales élevées et faible empreinte carbone. À cet égard, le Portugal se positionne comme un hub stratégique pour Sole. Soutenu par une industrie textile combinant savoir-faire traditionnel et montée en puissance de l'automatisation, le pays bénéficie aussi d'un engagement fort en faveur de la durabilité, rejoignant ainsi les recommandations d'EURATEX en matière de produits circulaires, d'éco-conception et de hubs de recyclage textiles à l'échelle européenne. Cette dynamique fait écho aux propositions d'EURATEX pour une relance industrielle fondée sur l'efficacité, l'innovation et une traçabilité harmonisée à l'échelle européenne (EURATEX, 2021)EURATEX, 2021.

C'est finalement dans l'intégration des outils numériques que le secteur des chaussures de sport, notamment pour les activités de trail, connaît une transformation notable. De plus en plus d'entreprises adoptent des modèles économiques basés sur la location, l'abonnement ou la personnalisation, ce qui nécessite des technologies avancées de suivi

logistique, de gestion des stocks, de réservation et de gestion des données clients. L'émergence de plateformes numériques, la numérisation des processus commerciaux, ainsi que l'automatisation des tâches administratives sont devenues essentielles pour répondre aux attentes des consommateurs en matière de praticité et de flexibilité. Ces technologies facilitent également l'optimisation des chaînes de production et de distribution, tout en offrant une expérience utilisateur plus fluide. Cette évolution du secteur traduit une intégration croissante des outils numériques pour améliorer l'efficacité, réduire les coûts et offrir de nouvelles options aux consommateurs, tout en maintenant la cohérence du produit.

5.1.1.5 Environnemental

Le secteur des chaussures de sport et du trail est de plus en plus confronté à une exigence écologique structurante, portée à la fois par les autorités publiques, les ONG, et une base consommateur sensibilisée aux enjeux environnementaux. Cette pression environnementale se manifeste d'abord par un encadrement réglementaire renforcé à l'échelle européenne, avec des initiatives comme le Green Deal, la directive sur l'écoconception (2024) ou encore les futurs passeports produits numériques (DPP) qui imposeront davantage de transparence sur les matériaux, les émissions de CO2 et la recyclabilité des articles mis sur le marché (European Commission, 2023)Commission, 2024.

Au cours des quinze dernières années, la production de vêtements a approximativement doublé, portée à la fois par l'émergence d'une classe moyenne mondiale et par l'augmentation des ventes par habitant dans les économies matures (Ellen MacArthur Foundation, 2017, p. 18Ellen MacArthur Foundation, 2017). Cette croissance rapide s'est accompagnée d'une logique de production linéaire fortement gaspilleuse : moins de 1% des matériaux utilisés pour fabriquer des vêtements sont recyclés en nouveaux vêtements, ce qui représente une perte de matières premières estimée à plus de 100 milliards de dollars par an (ibid., p. 20Ellen MacArthur Foundation, 2017). Par ailleurs, l'industrie textile est responsable de 20% de la pollution industrielle de l'eau au niveau mondial,

principalement en raison des procédés de teinture et de traitement des textiles. Elle est également une source majeure de pollution plastique marine, avec environ 500 000 tonnes de microfibres plastiques issues du lavage de textiles synthétiques comme le polyester ou le nylon qui finissent chaque année dans les océans, posant de graves risques environnementaux et sanitaires (ibid., p. 21Ellen MacArthur Foundation, 2017). Cela vaut tout autant pour le secteur de la chaussure, souvent éclipsé par celui du vêtement, mais dont l'impact environnemental s'avère tout aussi préoccupant. À elle seule, la chaussure de sport représente une production mondiale de 34 millions de paires par jour, avec une empreinte carbone moyenne de 14kg équivalent CO_2 (kg CO_2e) par paire. Cela correspond à environ 476 millions de kg CO_2e émis quotidiennement, l'équivalent de 451.000 allers-retours Paris–New York en avion et à une empreinte annuelle de 174 millions de tonnes de CO_2, soit près de la moitié des émissions annuelles d'un pays comme la France (Roblin, 2018Roblin, 2018).

Face à ce constat, les acteurs du secteur sont poussés à revoir leur chaîne de valeur, en privilégiant des approches circulaires : éco-conception, recyclabilité, allongement de la durée de vie, et limitation de l'empreinte carbone. La relocalisation de la production, notamment en Europe, participe à cette dynamique, non seulement en réduisant les émissions liées au transport, mais aussi en permettant une meilleure traçabilité des procédés et une conformité environnementale plus rigoureuse.

Enfin, l'évolution des comportements d'achat pousse les marques à s'adapter. Le comportement des consommateurs montre une prise de conscience croissante envers les produits durables, environnementaux et éthiques. Selon une enquête McKinsey réalisée en 2020, plus de 60% des consommateurs américains déclarent être prêts à payer davantage pour un produit bénéficiant d'un emballage durable. De plus, une étude récente de NielsenIQ révèle que 78% des consommateurs américains considèrent qu'un mode de vie durable est important pour eux. Cependant, un décalage persiste entre ces intentions déclarées et

les comportements d'achat réels, car de nombreuses entreprises rencontrent des difficultés à générer une demande suffisante pour leurs produits labellisés ESG (environnementaux, sociaux et de gouvernance). McKinsey et NielsenIQ ont mené une analyse approfondie des dépenses effectives des consommateurs plutôt que de se baser uniquement sur leurs déclarations d'intention. Cette étude démontre que les produits avec des revendications ESG affichent une croissance cumulée des ventes de 28% sur cinq ans, contre 20% pour les produits sans ces caractéristiques. Ce constat indique que, malgré certains freins, les produits durables sont un levier de croissance économique pertinent et justifient des investissements stratégiques dans des offres responsables, alliant performance commerciale et engagement moral (McKinsey & Company, 2023)McKinsey & Company, 2023.

5.1.1.6 Légal

Le secteur des chaussures de sport, et plus particulièrement celui du trail, évolue dans un environnement juridique en mutation, sous l'impulsion croissante des politiques européennes en matière de sécurité, d'écoresponsabilité et de transparence produit. La mise sur le marché de ces équipements, qu'il s'agisse de produits vendus ou loués, impose aux entreprises de se conformer à un cadre légal de plus en plus structuré, visant à encadrer à la fois la fabrication, la distribution et l'information fournie aux consommateurs.

La première exigence légale à respecter concerne la sécurité des produits de consommation. Les chaussures de trail, de par leur usage en extérieur et sur terrains techniques, peuvent être soumises à des normes spécifiques en matière de résistance, d'adhérence ou de stabilité. Lorsque ces produits intègrent des éléments techniques susceptibles de prévenir des blessures, ils peuvent relever partiellement du Règlement (UE) 2016/425 sur les équipements de protection individuelle (EPI). Bien que toutes les chaussures de sport ne soient pas concernées par ce statut, les fabricants doivent évaluer si leurs modèles relèvent de cette catégorie et, le cas échéant, procéder à une évaluation de conformité, avec marquage CE, documentations techniques et traçabilité complète (Commission européenne,

2016)européenne, 2016.

Parallèlement, l'ensemble des matériaux utilisés dans la fabrication des chaussures doit respecter le règlement REACH (CE n° 1907/2006), qui encadre l'utilisation des substances chimiques dans l'Union européenne. Ce règlement vise à protéger la santé humaine et l'environnement contre les risques liés aux substances dangereuses. Dans le cas des chaussures, cela concerne notamment les colles, les colorants, les mousses, les plastiques ou textiles recyclés. Le recours à des matériaux durables ou recyclés, en forte croissance dans le secteur, exige une vigilance particulière, car ces matières doivent être certifiées comme ne contenant pas de substances préoccupantes, telles que listées par l'Agence européenne des produits chimiques (ECHA, 2023)Agency, 2023.

Le secteur est également concerné par la législation sur les pratiques commerciales loyales. La directive 2005/29/CEUnion européenne, 2005 interdit toute forme de publicité trompeuse ou mensongère, notamment sur les performances techniques, l'origine ou la durabilité d'un produit. Cette exigence prend une dimension stratégique dans un contexte où le "green marketing" est devenu un argument de vente central. Les entreprises doivent ainsi être capables de prouver toute allégation écologique, sous peine de sanctions. L'affichage d'un label environnemental, l'annonce d'un pourcentage de matériaux recyclés ou encore la mention d'une production locale doivent pouvoir être justifiés par des documents officiels, des audits ou des certifications tierces.

Un autre aspect juridique structurant concerne la durabilité et la réparabilité des produits, deux dimensions désormais intégrées dans les politiques européennes. La stratégie pour des produits durables prévoit notamment la mise en place d'un passeport numérique du produit, visant à centraliser les informations sur la composition, l'origine, la durée de vie ou les possibilités de recyclage ou de réparation des biens manufacturés. Bien que cette obligation ne soit pas encore généralisée, elle s'inscrit dans les perspectives législatives à

court ou moyen terme, notamment dans les secteurs du textile, de la chaussure et de l'électronique (Commission européenne, 2022)EUROPÉENNE, 2022. Les entreprises innovantes du secteur doivent donc anticiper ces évolutions, qui impliquent des ajustements importants dans la chaîne de production, la logistique et la communication client.

Enfin, la question de la propriété intellectuelle est également centrale. L'innovation technologique étant un facteur différenciant majeur dans les chaussures de sport avec des brevets déposés sur les semelles, les matériaux, les systèmes d'amorti ou de fixation les entreprises doivent protéger leurs inventions tout en veillant à ne pas enfreindre de brevets existants. Une analyse de liberté d'exploitation (freedom to operate) devient donc essentielle avant le lancement d'un nouveau modèle. Cette démarche passe notamment par la consultation de bases de données spécialisées telles que Espacenet (plateforme gratuite de l'Office européen des brevets), le United States Patent and Trademark Office (USPTO) pour les brevets déposés aux États-Unis, ou encore le WIPO PATENTSCOPE pour les demandes internationales. Ces plateformes permettent d'identifier les brevets actifs, leur titulaire, leur portée géographique et leur statut juridique, fournissant ainsi une base solide pour évaluer les risques potentiels liés à l'exploitation commerciale d'une innovation (European Patent Office, 2023)OFFICE, 2023.

Dans l'ensemble, les exigences légales du secteur imposent une démarche proactive, structurée et rigoureuse. Tout acteur du marché, qu'il propose des chaussures à la vente, à la location ou sous un modèle hybride, doit intégrer ces contraintes dès la phase de conception. Ce cadre réglementaire peut représenter une barrière à l'entrée, mais aussi un levier de différenciation pour les projets respectant, voire anticipant, les normes en vigueur.

5.1.1.7 Conclusion

Le secteur des chaussures de sport et du trail est à la croisée des chemins : entre terrain technique et terrain réglementaire, il exige des marques qu'elles courent aussi vite que le monde change. Cette analyse PESTEL met en lumière un écosystème où les opportunités sont nombreuses, mais réservées aux acteurs capables d'allier agilité, anticipation et responsabilité.

Politiquement et légalement, le cadre européen pose des balises strictes, mais claires, offrant à ceux qui s'y conforment un environnement relativement stable, encadré par des normes exigeantes sur la sécurité, la durabilité des matériaux et la transparence des allégations marketing. Économiquement, si l'inflation pèse sur la production et le pouvoir d'achat, elle coexiste avec une demande croissante pour des produits à forte valeur ajoutée, notamment en matière de durabilité et d'usage flexible. La pression sociétale oriente résolument les consommateurs vers des solutions sportives plus éthiques, plus responsables, voire partagées. Technologiquement, les avancées en matière de matériaux, de modélisation 3D ou de fixation modulaire ouvrent la voie à des innovations distinctives pour autant qu'elles soient protégées et non déjà verrouillées par des brevets existants. Enfin, l'impératif écologique, désormais transversal, ne laisse plus de place à l'improvisation : il devient un pilier stratégique à part entière, porté par des législations européennes de plus en plus ambitieuses et par une conscience environnementale largement ancrée chez les pratiquants.

Dans cet environnement en mutation rapide, les modèles économiques hybrides, durables et innovants tels que la location, la modularité ou l'écoconception trouvent un terrain d'expression légitime. Plus que jamais, comprendre les dynamiques externes ne relève pas d'un simple exercice analytique, mais constitue une boussole indispensable pour tracer un sentier durable et différenciant dans un marché exigeant.

5.1.2 Analyse des scénarii

À la suite de l'analyse PESTEL, une réflexion prospective s'est imposée pour anticiper les trajectoires possibles de l'environnement dans lequel évoluera le projet Sole. Pour cela, la méthode des scénarios a été mobilisée, reposant sur l'identification de variables pivots : des dimensions à la fois incertaines et structurantes, dont la combinaison permet de construire des futurs contrastés mais plausibles.

Plusieurs variables clés ont été envisagées à ce stade : le niveau d'ouverture des consommateurs à des formats innovants, la maturité des circuits circulaires dans l'industrie, l'évolution des normes écologiques, la disponibilité de matériaux recyclés, ou encore l'acceptabilité sociale des modèles locatifs dans le sport amateur. Après analyse, deux variables pivots ont été retenues pour leur influence directe sur le modèle économique et la faisabilité du projet Sole.

La première variable identifiée est la réceptivité des consommateurs à l'innovation technologique. En effet, le cœur de l'offre Sole repose sur un produit encore peu connu du grand public : des semelles additionnelles spécialisées. Cette technologie, bien que prometteuse, peut susciter des réactions très différentes : soit une appétence forte pour une solution innovante, personnalisable et performante, soit une réticence face à l'inconnu, au manque de fiabilité perçue, ou à la peur du changement dans un domaine où l'équipement joue un rôle clé dans la sécurité et la performance.

La seconde variable est le degré de circularité dans la chaîne de valeur du secteur. Elle recouvre la capacité de l'écosystème industriel à adopter des modèles durables intégrant des matériaux recyclés, des circuits courts, des modèles locatifs ou encore des systèmes de reprise et de valorisation. L'essor de la circularité dépend à la fois de l'évolution technologique (matières, logistique, automatisation), des pressions réglementaires, et de la maturité des acteurs de la filière.

En croisant ces deux variables, quatre scénarios prospectifs ont été élaborés. Le tableau ci-dessous présente leur structure :

	Chaîne de valeur peu circulaire	Chaîne de valeur circulaire et agile
Consommateur peu réceptif à l'innovation	Scénario 1 : Le Terrain Connu : innovation perçue comme risquée, préférence pour les formats classiques.	Scénario 2 : L'Économie de l'Habitude : le recyclage progresse mais sans remise en question des produits standards.
Consommateur ouvert à l'innovation	Scénario 3 : L'Innovation Orpheline : innovations solides, mais chaînes de production peu alignées.	Scénario 4 : L'Élan Modulaire : forte appétence pour les produits techniques et durables.

TABLE 5.1 – Matrice d'anticipation des scénarios Sole

Chacun de ces scénarios propose une lecture cohérente de l'évolution possible du secteur des chaussures de sport et du trail dans les années à venir. Leur analyse approfondie permet de mieux positionner Sole selon les différentes combinaisons de contexte.

Dans le Scénario 1, baptisé "Le Terrain Connu", les consommateurs restent frileux face à l'innovation. L'idée d'une semelle additionnelle, bien que novatrice, suscite scepticisme ou désintérêt, notamment dans un sport aussi technique que le trail. La peur de l'inconnu, les habitudes d'achat ancrées, et la valeur accordée à la performance "éprouvée" freinent l'adoption. En parallèle, les chaînes de valeur industrielles évoluent peu. Les matériaux recyclés restent marginaux, les modèles locatifs ne décollent pas, et la logistique reste

centralisée. L'environnement économique est peu propice à des modèles disruptifs.

Dans ce cadre, Sole ferait face à une double inertie : des usagers difficiles à convaincre et une industrie peu outillée pour soutenir un modèle circulaire. Le projet devrait alors adopter une stratégie prudente, centrée sur des preuves de performance et un accompagnement pédagogique important auprès des clubs ou fédérations, en visant une implantation très progressive.

Le Scénario 2, "L'Économie de l'Habitude", imagine une filière qui s'adapte aux contraintes environnementales : les matériaux recyclés se généralisent, la production se relocalise partiellement, et les chaînes logistiques deviennent plus vertes. Cependant, cette transition ne s'accompagne pas d'un changement d'usage du côté des consommateurs, qui restent attachés aux produits classiques. Ils valorisent la durabilité mais sans remettre en cause leurs habitudes de consommation. Les modèles locatifs, bien que techniquement possibles, restent marginaux.

Dans ce cas, Sole pourrait profiter des infrastructures circulaires pour optimiser son modèle, mais devrait proposer une innovation rassurante, presque invisible dans l'expérience utilisateur. Le pari ne porterait pas sur la technologie seule, mais sur la capacité à l'intégrer de façon fluide dans les pratiques existantes. La vente prendrait probablement le pas sur la location, perçue comme plus engageante.

Le Scénario 3, "L'Innovation Orpheline", dessine un contexte inverse : les consommateurs sont curieux, ouverts, désireux d'essayer des technologies nouvelles. Les semelles additionnelles séduisent, le bouche-à-oreille fonctionne, et les early adopters montrent l'exemple. En revanche, les structures industrielles ne suivent pas : les matériaux recyclés restent coûteux ou peu accessibles, les circuits circulaires sont embryonnaires, et les modèles locatifs difficiles à mettre en œuvre à grande échelle.

Ici, l'innovation de Sole serait porteuse, mais freinée par les réalités de production. Il faudrait soit accepter une production partiellement centralisée (par exemple hors d'Europe), soit adapter temporairement le discours écologique, en insistant sur les performances techniques. Ce scénario appelle à une stratégie de montée en puissance, en conservant une ambition circulaire mais en déployant par étapes les éléments du modèle.

Enfin, le Scénario 4, "L'Élan Modulaire", constitue une configuration particulièrement favorable. Il décrit un secteur en mutation rapide : les utilisateurs recherchent activement des solutions innovantes, personnalisables et durables. Le crampon adaptable devient un objet de curiosité puis d'adhésion, perçu comme une réponse intelligente aux enjeux d'usage, de confort et de performance. De leur côté, les chaînes de valeur se sont réorganisées : production en petites séries, intégration de matériaux recyclés, normalisation de la location d'équipements sportifs, relocalisation partielle en Europe. L'ensemble de l'écosystème soutient les ambitions des jeunes marques.

Ce scénario, que nous avons baptisé "L'Élan Modulaire", illustre la rencontre d'un désir d'innovation et d'une capacité industrielle à y répondre durablement. L'"élan" symbolise la dynamique portée par les consommateurs, tandis que le "modulaire" reflète la flexibilité des produits proposés. Pour Sole, ce contexte constitue une véritable fenêtre stratégique : le modèle locatif peut s'implanter facilement dans les événements sportifs, et la vente de crampons adaptables peut s'ancrer durablement dans les habitudes de consommation. L'innovation devient un moteur d'adhésion et de différenciation.

5.2 Analyse du Microenvironnement

Si le macro-environnement façonne les grandes tendances structurelles qui encadrent l'activité d'une entreprise, le micro-environnement, lui, concerne les dynamiques concurrentielles et les relations de proximité qui influencent directement les choix stratégiques et opérationnels d'un projet. Il s'agit de l'ensemble des forces et acteurs avec lesquels l'entreprise interagit quotidiennement ou qui peuvent impacter sa performance de manière significative : clients, concurrents, fournisseurs, distributeurs, partenaires ou encore nouveaux entrants potentiels (Kotler & Keller, 2016)Kotler et Keller, 2016.

Dans cette optique, nous mobiliserons plusieurs outils complémentaires issus de la littérature en stratégie afin d'analyser les dimensions clés du micro-environnement du projet Sole. Le modèle des cinq forces de Porter (Porter, 1979)Michael E. Porter, 1979 nous permettra d'évaluer l'intensité concurrentielle dans le secteur des chaussures de sport et de trail. L'horloge stratégique de Bowman (Bowman & Faulkner, 1996)Bowman et Faulkner, 1996 aidera à réfléchir au positionnement stratégique à adopter. La chaîne de valeur de Porter (Porter, 1985)Michael E. Porter, 1985 apportera un éclairage sur les activités créatrices de valeur, tandis que le modèle VRIN permettra d'identifier les ressources distinctives du projet susceptibles de constituer un avantage concurrentiel durable (Barney, 1991)Barney, 1991.

5.2.1 Le modèle des 5 forces de Porter

L'analyse des 5 forces de Porter permet de cerner les dynamiques concurrentielles clés dans le secteur du trail. Appliquée à notre projet, elle éclaire les pressions exercées par les concurrents actuels, les nouveaux entrants, les fournisseurs, les clients et les produits de substitution. Cet outil nous aide à comprendre les enjeux stratégiques liés à la commercialisation de semelles spécialisées pour terrains boueux.

Notre produit se distingue par sa spécialisation dans les terrains boueux, un créneau qui n'est pas encore bien couvert par les grandes marques, qui se concentrent généralement sur des chaussures tout-en-un pour des terrains plus solides. Nous avons également pris soin de créer un réseau de partenariats stratégiques avec des entreprises et des centres d'innovation, ce qui nous permet de nous positionner comme un acteur clé dans le domaine des accessoires de trail. En outre, la dynamique concurrentielle est accentuée par des attentes spécifiques des consommateurs, notamment en termes de prix, d'écologie et de performance technique (Grand View Research, 2023)Research, 2023

5.2.1.1 L'intensité concurentielle

L'intensité concurrentielle dans le secteur des accessoires pour le trail est modérée à élevée. Les grandes marques de chaussures de trail comme Hoka, Asics, Merrell, Salomon et Adidas dominent le marché avec des chaussures spécialisées en une seule pièce, destinées principalement aux terrains solides et techniques. Ces marques ont une part de marché importante en raison de leur renommée, de leurs réseaux de distribution solides et de leur capacité à innover en matière de confort et de performance. Hoka, par exemple, détient une part de marché significative dans le secteur des chaussures de trail et est reconnue pour ses innovations dans le domaine de l'amorti et du confort (McKinsey and Company, 2022).Company, 2022

Cependant, ces chaussures classiques ne sont pas spécifiquement adaptées aux terrains boueux, qui sont courants dans certaines régions d'Europe, notamment en Belgique. Les semelles additionnelles que nous proposons, conçues spécifiquement pour ces terrains, représentent donc une offre unique sur le marché. En effet, nos semelles se distinguent grâce à leur architecture cramponnée multidirectionnelle, optimisée pour garantir une meilleure traction sur des terrains irréguliers et boueux. Ce type de conception est fondamentalement différent des semelles de chaussures de trail classiques, dont les crampons sont

souvent adaptés à des sols plus solides.

Les semelles de route, en comparaison, sont optimisées pour un contact de surface linéaire et stable, ce qui les rend inadaptées aux conditions des terrains boueux. Nos semelles de trail utilisent un matériau de caoutchouc naturel ou SBR modifié, et leur géométrie des crampons permet une adaptation dynamique aux aspérités du sol, maximisant ainsi l'aire de contact et offrant une adhérence accrue.

L'intensité concurrentielle est donc élevée en ce qui concerne les chaussures de trail traditionnelles, mais plus faible pour les produits spécialisés pour les terrains boueux. Cependant, l'habituelle préférence des consommateurs européens pour l'achat de chaussures spécialisées en une seule pièce (produit tout-en-un) reste un défi majeur. Ce comportement de consommation nécessite une éducation du marché, soulignant l'avantage d'une solution modulaire comme nos semelles additionnelles.

Pour surmonter ce défi et réduire l'intensité concurrentielle, nous adopterons une stratégie marketing multi-canal. Nous utiliserons principalement Instagram, TikTok, Facebook et LinkedIn pour éduquer les consommateurs sur l'efficacité et les avantages de notre semelle additionnelle pour terrains boueux. Des vidéos avant-après, des témoignages d'athlètes et des interviews de coureurs seront partagées régulièrement pour créer une connexion émotionnelle et pousser à l'achat.

Les publicités ciblées sur ces plateformes (en particulier Facebook et LinkedIn) nous permettront de cibler des segments précis, notamment les coureurs débutants, qui sont plus sensibles au prix et à l'écologie, ainsi que les organisateurs d'événements. Les collaborations avec des influenceurs et des ambassadeurs de marques dans le domaine du trail viendront aussi appuyer notre stratégie pour renforcer la visibilité et la crédibilité.

5.2.1.2 La menace des nouveaux entrants

La menace des nouveaux entrants dans notre secteur est modérée. Le marché des accessoires de trail connaît une croissance continue, et la demande pour des produits spécialisés comme les semelles pour terrains boueux est en hausse. Toutefois, l'entrée de nouveaux concurrents dans ce domaine est freinée par plusieurs obstacles.

D'une part, les coûts de R&D pour concevoir une solution technique de qualité, ainsi que le partenariat avec des fournisseurs spécialisés en matériaux écologiques, représentent des investissements conséquents. De plus, pour produire un produit qui se distingue vraiment, des efforts considérables doivent être faits en termes d'innovation. Grâce à notre partenariat stratégique avec le Centro Tecnológico do Calçado de Portugal (CTCP), nous bénéficions de l'innovation durable et de la performance technique de nos semelles. Cela nous permet de garantir un produit techniquement avancé et respectueux de l'environnement.

En outre, pour éviter que des concurrents ne viennent empiéter sur notre marché, nous déposerons un brevet sur notre technologie une fois que le prototype sera finalisé et que nous serons sûrs à 100% de la performance et de la durabilité de notre produit. Cela constituera un levier supplémentaire pour protéger notre technologie et garantir que notre solution reste unique sur le marché.

Nous avons aussi le soutien de Schoenenkwartier, un partenaire stratégique aux Pays-Bas, qui nous aide à rendre nos semelles aussi écologiques que performantes. Leur expertise dans le domaine des matériaux durables et innovants nous permet de rester à la pointe de l'innovation et de la durabilité dans le secteur de la chaussure et des accessoires de trail.

Nous allons également communiquer sur notre innovation via des articles sponsorisés et des témoignages d'experts sur des plateformes spécialisées comme Strava et Betrial.

Ces actions renforceront notre positionnement en tant que leader d'innovation durable sur le marché du trail. De plus, les défis sur Strava, où les participants pourront tester nos produits, nous aideront à engager la communauté des coureurs et collecter des retours en temps réel sur les performances de nos semelles.

5.2.1.3 La menace des produits ou services de substitution

La menace des produits de substitution pour notre semelle additionnelle est faible, mais il existe des alternatives qui peuvent répondre, certes partiellement, à certains des besoins de nos clients.

Les principales alternatives sont des semelles additionnelles pour terrains enneigés/hivernaux ou des chaussures spécialisées pour terrains boueux. Cependant, ces solutions ne sont pas aussi pratiques et accessibles que notre semelle additionnelle. Les semelles additionnelles pour terrains enneigés/hivernaux (comme celles proposées par des marques comme Yaktrax ou Kahtoola) sont conçues pour des conditions spécifiques, à savoir la neige et la glace. Elles ne sont pas adaptées aux terrains boueux, qui nécessitent une conception différente. Nos semelles, au contraire, sont spécifiquement conçues pour offrir une traction optimale sur des terrains boueux et glissants, un besoin bien plus répandu en Europe, notamment en Belgique, où les courses de trail se déroulent fréquemment sur des sols mouillés et boueux.

Les chaussures spécialisées pour terrains boueux représentent une autre alternative, mais elles sont souvent plus coûteuses et nécessitent un investissement plus important, en particulier pour les débutants. De plus, elles ne sont pas toujours disponibles dans tous les modèles ou tailles souhaités, tandis que notre semelle additionnelle peut être utilisée sur une large gamme de chaussures existantes, offrant ainsi une solution beaucoup plus flexible et abordable.

La menace des produits de substitution est donc constituée de produits extérieurs au

secteur, et de produits chers. Les premiers ne répondent pas au même besoin du client(Vas, A., 2017)Vas, 2017 et les seconds y répondent mais sont beaucoup moins accessibles .

5.2.1.4 Le pouvoir de négociation des fournisseurs

Le pouvoir de négociation des fournisseurs dans notre secteur est modéré. Nous travaillons avec des partenaires spécialisés, notamment Yours Custom Shoes pour la production de nos semelles en Europe, et le Centro Tecnológico do Calçado de Portugal (CTCP) pour les aspects liés à l'innovation et à la durabilité. Ces partenaires nous permettent d'offrir des produits de haute qualité tout en respectant des critères stricts de durabilité et d'éco-responsabilité. Cependant, le marché des matériaux spécialisés pour la fabrication de semelles écologiques et durables est limité. Cela pourrait conférer un certain pouvoir de négociation aux fournisseurs de ces matériaux spécifiques, en particulier si ceux-ci sont peu nombreux et concentrés (Vas, A., 2017)Vas, 2017. Néanmoins, en établissant des relations solides et en négociant des contrats d'exclusivité, nous pourrons réduire leur pouvoir de négociation et sécuriser nos approvisionnements.

Pour minimiser le pouvoir de négociation des fournisseurs, nous allons mettre en avant nos partenariats stratégiques dans nos campagnes marketing. En mettant en lumière notre collaboration avec des entreprises comme Schoenenkwartier et le CTCP, nous renforcerons notre image de marque innovante et responsable, ce qui nous permettra de fidéliser à la fois nos partenaires et nos clients.

5.2.1.5 Le pouvoir de négociation des acheteurs

Dans le cadre de notre offre, le pouvoir de négociation des acheteurs dépend principalement des caractéristiques des clients B2C visés, notamment les débutants en trail. Ces consommateurs sont généralement sensibles au prix et peu enclins à investir dans des équipements spécialisés dès leurs premières expériences, ce qui influence directement leur comportement d'achat et leur capacité à négocier.

5.2.1.5.1 Clients B2C (débutants en trail)

Les clients B2C, notamment les débutants en trail, sont généralement sensibles au prix. Ils ne sont pas encore prêts à investir dans des chaussures de trail spécialisées de grande marque, ce qui rend notre solution abordable et attractive. En outre, ils sont souvent intéressés par l'aspect écologique de nos semelles, ce qui renforce leur attrait. Le pouvoir de négociation de ces clients est modéré à faible, car leur décision d'achat sera influencée par la valeur perçue de notre produit, ainsi que par le coût comparatif par rapport à l'achat d'une nouvelle paire de chaussures.

5.2.1.6 Conclusion du modèle des 5 forces de Porter

Cette analyse démontre que, bien que nous fassions face à une forte concurrence dans le domaine des chaussures de trail traditionnelles, notre produit se distingue par son approche spécialisée pour les terrains boueux, ce qui nous permet de capter une niche spécifique et de nous différencier. Les partenariats stratégiques, l'innovation continue et la protection par brevet nous offriront une position avantageuse dans un marché en pleine croissance. L'Annexe A.2 présente un tableau détaillé des menaces concurrentielles identifiées, tandis que l'Annexe A.3 illustre ces dynamiques à travers une représentation visuelle du modèle des cinq forces appliqué à Sole.

5.2.2 Horloge de Bowman

Le modèle de l'horloge de Bowman, développé par Cliff Bowman et David Faulkner (1996)Bowman et Faulkner, 1996, propose une lecture affinée des stratégies concurrentielles, en s'appuyant sur deux axes fondamentaux : le prix perçu et la valeur perçue par le client. Contrairement au modèle plus binaire de Porter, qui oppose leadership par les coûts et différenciation, l'horloge de Bowman distingue huit stratégies permettant de mieux visualiser la posture concurrentielle d'un acteur sur son marché.

Ces stratégies vont de la pure compétition par les coûts (Position 1) jusqu'à des stratégies à risque peu soutenables (Position 6 à 8), en passant par des approches différenciées, centrées ou hybrides. Ce modèle est particulièrement pertinent dans le secteur des chaussures de sport, où coexistent des stratégies de masse (type Decathlon) et des marques premium ou innovantes (type On Running, Salomon, Veja, etc.).

Dans le cadre du projet Sole, l'analyse stratégique conduit à cibler principalement deux positions sur l'horloge : la position 3 (stratégie hybride) dans un premier temps, puis la position 5 (différenciation centrée) dans un second temps.

Sole adopte dans un premier temps une stratégie correspondant à la position 3 de l'horloge stratégique de Bowman, dite de stratégie hybride. Cette position combine un prix relativement bas avec une valeur perçue élevée. Dans le cas de Sole, cela se traduit par un modèle de location accessible qui permet de rendre l'innovation plus abordable, tout en mettant en avant des éléments différenciants comme les crampons adaptables et la production durable. L'objectif est de convaincre un public encore hésitant, en réduisant les freins à l'essai du produit, tout en valorisant la technicité et l'aspect innovant de l'offre. Ce positionnement permet à l'entreprise de tester le marché, de sensibiliser les consommateurs à une nouvelle solution technologique et de commencer à fidéliser une clientèle de pionniers.

Dans un second temps, Sole vise une évolution vers la position 5 de l'horloge de Bowman, correspondant à une stratégie de différenciation centrée. Cette approche consiste à proposer une valeur perçue très élevée, en s'adressant à une clientèle plus restreinte mais plus exigeante. L'entreprise cherche alors à s'imposer comme une marque technique de niche, répondant aux attentes spécifiques de consommateurs sensibles à des critères tels que l'écologie, l'ergonomie ou le design. L'introduction à la vente de nos semelles additionnelles renforcera cette stratégie en proposant une solution personnalisable, performante

et circulaire, à un prix cohérent avec l'image premium de la marque.

Le graphique présenté en Annexe A.4 illustre les deux zones clés sur lesquelles Sole entend se positionner au cours de son développement. Ce double ancrage stratégique permet à la marque de conserver une agilité sur un marché en transition, tout en construisant progressivement une légitimité différenciante.

Ce choix stratégique est renforcé par les tendances observées dans l'analyse PESTEL : une demande croissante pour des produits techniques, responsables et adaptables, couplée à une attention accrue au prix dans un contexte économique incertain. L'horloge de Bowman s'impose ainsi comme un outil précieux pour visualiser clairement les trajectoires stratégiques envisageables, tout en assurant l'alignement entre la valeur offerte, le positionnement prix, et les attentes évolutives des consommateurs.

5.2.3 Le modèle de la chaîne de valeur de Porter

Le concept de chaîne de valeur, introduit par Porter (1985), permet d'analyser comment les activités d'une entreprise, primaires et de soutien, créent de la valeur pour le client. Cette approche aide à identifier les leviers d'avantage concurrentiel et d'amélioration de la performance (Porter, 1985Michael E. Porter, 1985 ; Johnson et al., 2017Johnson, Scholes et Whittington, 2017).

Pour Sole, l'analyse de la chaîne de valeur est essentielle pour plusieurs raisons. Premièrement, elle permet de comprendre comment chaque étape, de l'approvisionnement en matériaux recyclés à la distribution des produits, contribue à la création de valeur pour les clients. Deuxièmement, elle aide à repérer les leviers d'optimisation, tant sur les coûts que sur la qualité du service ou l'impact écologique (Porter, 1985)Michael E. Porter, 1985. Enfin, dans un contexte concurrentiel où l'innovation produit et la responsabilité environnementale sont devenues cruciales, cette analyse éclaire les éléments différencia-

teurs du projet et permet d'orienter la stratégie de développement, notamment en phase d'industrialisation et de commercialisation.

5.2.3.1 Les activités principales

1. **Notre logistique interne.** Cette activité correspond à la gestion des matières premières nécessaires à la fabrication des semelles additionnelles de trail. Sole travaille principalement avec des matériaux recyclés pour les crampons issus de fournisseurs européens afin de réduire l'empreinte carbone du projet. Dès la réception, les matériaux font l'objet d'un contrôle qualité pour garantir leur conformité aux exigences techniques du trail running. Un stock de sécurité est maintenu pour assurer la continuité de la production, avec une rotation adaptée aux prévisions de location événementielle et aux périodes de forte demande sportive.
2. **La production** constitue une étape stratégique pour Sole. Elle comprend d'abord la transformation des matériaux bruts en composants modulables, notamment pour les crampons. Ensuite, l'assemblage des semelles additionnelles est réalisé en collaboration avec un partenaire industriel spécialisé. Chaque pièce doit répondre à des normes strictes de robustesse, d'adaptabilité et de durabilité. Ce processus intègre également le montage du système de fixation rapide, développé en interne, qui fera l'objet d'une protection par brevet. Une attention particulière est portée à la finition, essentielle pour garantir confort et performance sur des terrains variés.
3. **La logistique externe.** Sole privilégie d'une distribution sans intermédiaires pour conserver la maîtrise de son expérience client. Deux canaux sont développés : la livraison et la location directe aux participants lors d'événements sportifs, dans un modèle B2C facilité par des partenariats logistiques avec les organisateurs, et la vente en ligne des semelles additionnelles via une plateforme e-commerce et des magasins spécialisés. La logistique est pensée pour être rapide et flexible, capable de gérer à la fois des volumes ponctuels pour les événements et des expéditions individuelles. Le choix de prestataires logistiques européens permet de garantir des

délais courts et un impact environnemental limité.

4. **La commercialisation et vente.** Dans un marché encore peu familier avec le concept de semelles additionnelles pour le trail, l'effort marketing est crucial. La stratégie repose sur une communication digitale active notamment sur Facebook, Instagram, Youtube et Tiktok, des démonstrations lors d'événements sportifs et des partenariats avec des influenceurs du monde du trail. Une attention particulière est portée sur la pédagogie autour de l'écoresponsabilité et de l'optimisation de l'équipement sportif. Grâce aux études de marché menées en amont, Sole cible précisément les attentes des utilisateurs, notamment en termes de performance, d'économie circulaire et de coût.
5. **Les services.** La dimension servicielle constitue un atout distinctif de Sole. Lors de la location de semelles additionnelles, un accompagnement est proposé pour guider les utilisateurs sur le choix des crampons en fonction des conditions de terrain. Un service d'entretien (nettoyage, vérification des fixations) est inclus entre chaque événement. Pour les acheteurs de semelles additionnelles, un service après-vente garantit l'échange des pièces en cas d'usure prématurée. Ce suivi permet d'allonger la durée de vie des produits et d'améliorer l'expérience client, en cohérence avec la démarche d'économie circulaire soutenue par Sole.

5.2.3.2 Les activités de soutien

1. **L'infrastructure** de Sole repose sur une organisation flexible et évolutive, capable de s'adapter à la croissance du projet. Cela inclut la gestion de l'atelier de production en collaboration avec un partenaire industriel, ainsi que des outils logistiques pour assurer une livraison efficace. L'infrastructure informatique, incluant des systèmes de gestion de stock et de suivi des commandes en ligne, est également cruciale pour garantir une réactivité optimale dans un marché dynamique. Ces systèmes permettent de maintenir une gestion précise des stocks et de la relation avec les clients, notamment à travers une plateforme e-commerce efficace.

2. **Les ressources humaines.** L'équipe de Sole combine des compétences variées, allant de la gestion de projet à l'ingénierie technique, à la finance et au marketing. Le recrutement de talents spécialisés dans l'engineering des matériaux et des systèmes de fixation est un pilier central du développement de Sole. De plus, la gestion des ressources humaines s'étend à la formation continue des partenaires externes pour garantir que tous les aspects de la production respectent les normes de qualité et d'innovations technologiques. Le développement personnel et la gestion de la performance de l'équipe sont clés pour maintenir un niveau élevé d'engagement et d'efficacité tout au long des phases de conception et de commercialisation.
3. **La technologie.** L'aspect technologique est un moteur central de Sole, particulièrement en ce qui concerne le développement de produits et l'intégration de solutions innovantes. Le projet se distingue par la conception d'un système de fixation modulable brevetable, qui permet aux utilisateurs d'adapter leurs crampons en fonction des conditions de terrain et des différents types de chaussures. De plus, la R&D est axée sur l'amélioration continue des matériaux utilisés afin d'augmenter la durabilité et la performance des produits. Les investissements dans les nouvelles technologies, tant pour la production que pour le prototypage, sont cruciaux pour soutenir la croissance à long terme de Sole.
4. **L'approvisionnement.** L'approvisionnement est une activité clé pour Sole, puisqu'elle garantit la disponibilité en temps et en heure des matériaux nécessaires à la production. L'entreprise a choisi de s'approvisionner principalement en Europe et en Thaïlande, en privilégiant des fournisseurs spécialisés dans les matériaux recyclés pour minimiser l'impact écologique. Cette décision stratégique contribue à l'objectif de durabilité de Sole tout en assurant la qualité des produits. Les relations avec les fournisseurs sont gérées de manière proactive pour garantir non seulement des coûts compétitifs, mais aussi un contrôle rigoureux de la qualité.

5.3 Le modèle VRIN

Après avoir analysé notre environnement macroéconomique à l'aide du modèle PESTEL, puis notre environnement concurrentiel direct via les cinq forces de Porter, et enfin précisé notre positionnement stratégique à l'aide de l'horloge de Bowman ainsi que d'outils complémentaires comme la chaîne de valeur de Porter, il nous apparaît essentiel de poursuivre cette partie stratégique par une analyse des ressources et compétences internes de notre projet.

C'est pourquoi nous mobilisons ici le modèle VRIN (Valeur, Rareté, Inimitabilité, Non-substituabilité), développé par Barney (1991)Barney, 1991, qui se concentre sur l'évaluation des ressources stratégiques d'une entreprise. Ce cadre d'analyse permet de tester la robustesse de notre concept de semelles additionnelles pour le trail en examinant s'il repose sur des ressources capables de résister à la concurrence sur le long terme. En d'autres termes, il s'agit de répondre à une question clé : notre innovation est-elle réellement distinctives et défendable face à de potentiels imitateurs ?

5.3.1 Valeur

Notre projet vise à résoudre un problème majeur rencontré par de nombreux traileurs amateurs : le manque d'adhérence sur terrains glissants et boueux, particulièrement en automne et en hiver. Actuellement, la majorité des coureurs doivent investir dans plusieurs paires de chaussures adaptées aux différentes conditions climatiques, ce qui représente un coût financier important, un encombrement supplémentaire et une consommation accrue de ressources. Notre solution propose une alternative simple et efficace permettant d'optimiser la performance en offrant une meilleure adhérence et un confort accru, tout en réduisant le risque de chutes et de blessures. L'enjeu est de permettre aux coureurs débutants de se concentrer pleinement sur leur plaisir et leur expérience sans être contraints

par les conditions du terrain.

Des études récentes soulignent l'importance de la prévention des blessures en trail, mettant en avant des approches multifacettes incluant l'éducation, le renforcement musculaire et des exercices de contrôle neuromoteur (Scheer et al., 2022)Scheer, Tiller et Costa, 2022. De plus, une autre analyse a révélé que 20% des participants à une course de trail avaient subi une blessure au cours des 12 mois précédents, ce qui renforce l'urgence d'une solution concrète améliorant la sécurité des coureurs (Scheer et al., 2023)Scheer, Giovanelli et al., 2023.

5.3.2 Rareté

Le marché du trail connaît une croissance exponentielle, notamment en Belgique où plus de 1 000 trails sont organisés chaque année, attirant en moyenne 400 participants par course. Selon notre étude de marché, environ 50% des traileurs possèdent une seule paire, voire aucune paire de chaussures spécialisées pour les conditions difficiles, ce qui démontre un besoin réel et un marché potentiel important. En ciblant cette population de coureurs cherchant une solution polyvalente et adaptable, notre produit s'impose comme une innovation pertinente et opportune.

À ce jour, seuls deux acteurs principaux proposent des semelles additionnelles pour la course en extérieur : Kahtoola et Yaktrax. Toutefois, ces entreprises se concentrent exclusivement sur les environnements enneigés et glacés, avec des crampons métalliques spécifiques. Notre projet cible une niche totalement différente en se focalisant sur les conditions boueuses et glissantes rencontrées sur les sentiers de trail. De plus, ces concurrents sont principalement implantés en Amérique du Nord et ne bénéficient pas d'une distribution massive en Europe. Cela renforce l'opportunité d'introduction sur le marché européen, où la demande pour ce type de produit est encore largement sous-exploitée.

Le marché européen des chaussures de trail est en pleine expansion, avec une croissance annuelle moyenne de 5,7% prévue jusqu'en 2025, atteignant un chiffre d'affaires estimé à 2,64 milliards de dollars (Grand View Research, 2021)Grand View Research, 2021. Cette croissance est alimentée par une participation accrue aux activités de plein air et une demande croissante pour des produits durables et personnalisés (KBV Research, 2024)KBV Research, 2024.

5.3.3 Imitabilité

La différenciation technologique repose notamment sur l'utilisation de crampons en élastomères optimisés pour la boue, offrant une solution performante tout en étant adaptée à la morphologie et aux exigences des traileurs. Une autre opportunité de différenciation réside dans notre modèle de distribution, qui ne se limite pas à la vente aux particuliers. En complément, nous envisageons un modèle B2C indirect, en passant par les organisateurs de trails pour proposer un service de location de semelles additionnelles directement aux participants. Ce canal de distribution original permettrait de maximiser l'adoption du produit tout en renforçant notre légitimité auprès de la communauté du trail.

L'inimitabilité de notre projet repose sur plusieurs barrières à l'entrée qui rendent difficile l'émergence de concurrents directs. Le développement de la semelle additionnelle requiert une recherche et un développement avancés, notamment en matière de conception des matériaux, d'ergonomie et d'optimisation de l'adhérence sur terrains meubles. Ce processus demande un investissement conséquent en temps et en capital. Par ailleurs, nous avons initié des démarches pour déposer un brevet dès que notre prototype sera suffisamment avancé, en collaborant avec plusieurs agences spécialisées, dont Gevers et un expert en propriété intellectuelle de l'UCL, afin de garantir une protection efficace de notre innovation. Le dépôt d'un brevet conférerait un avantage stratégique en empêchant toute copie directe de notre solution, nous permettant de consolider notre position sur le marché.

La propriété intellectuelle est cruciale dans l'industrie de la chaussure, les brevets agissant comme des barrières à l'entrée pour les concurrents, en particulier dans les marchés de niche où l'innovation est essentielle (PatentPC, 2024)PatentPC, 2024. Une stratégie de PI robuste peut sécuriser la position sur le marché et renforcer la confiance des consommateurs (OGA Firm, 2023)OGA Firm, 2023.

5.3.4 Non-substituabilité

Notre équipe constitue également un atout différenciateur majeur. Elle est composée de quatre profils complémentaires : un ingénieur de gestion chargé de la partie financière et stratégique, une experte en marketing et communication, un ingénieur civil spécialisé en conception technique et un designer expert en chaussures de sport qui ne fait pas partie des fondateurs mais qui donne volontiers de son temps et de son expertise au profit de Sole. Cette combinaison de compétences nous permet de couvrir efficacement l'ensemble des aspects du projet, de la conception du produit à sa commercialisation. L'intégration d'un incubateur et l'accompagnement de mentors expérimentés renforcent notre crédibilité et notre capacité à surmonter les défis techniques et commerciaux.

5.3.5 Synthèse de l'analyse VRIN

Voir Annexe A.5

5.4 Analyse SWOT

L'analyse SWOT (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats) est un outil stratégique largement utilisé dans le domaine de la gestion pour évaluer les facteurs internes et externes influençant un projet ou une entreprise.

Les forces et faiblesses de Sole, issues de l'analyse interne, sont notamment liées à l'innovation produit, aux partenariats stratégiques et aux défis logistiques. Les opportunités et menaces, quant à elles, proviennent des facteurs externes, tels que la demande croissante pour des produits écologiques et les menaces concurrentielles des grandes marques de chaussures de trail. En croisant ces éléments, l'analyse SWOT permet d'identifier des axes stratégiques pour le projet.

5.4.1 Facteurs internes

Les facteurs internes de la SWOT désignent les forces et faiblesses liées aux ressources, capacités et processus propres à Sole (Hill & Jones, 2012)Hill et G. R. Jones, 2012.

5.4.1.1 Nos forces

L'une des principales forces du projet réside dans l'innovation produit et la différenciation qu'il apporte sur le marché du trail. Sole répond à un besoin spécifique des traileurs amateurs, celui d'améliorer l'adhérence sur des terrains boueux tout en permettant une réduction du nombre de chaussures nécessaires. Ce modèle innovant de semelles additionnelles s'inscrit dans une niche de marché encore peu exploitée, offrant un avantage concurrentiel notable. De plus, l'innovation produit sera protégée par un brevet et soutenue par des partenariats stratégiques avec des experts en conception de chaussures tel que Ugo Bompass et des agences spécialisées dans la création de prototypes (Futurewave, Tweener, etc).

Une autre force du projet réside dans son modèle économique de location B2C, qui permet aux traileurs amateurs d'accéder facilement à un équipement de qualité, sans devoir investir dans l'achat. Ce service améliore leur expérience de course en leur offrant du matériel performant à un coût abordable. Il favorise également la découverte de la discipline dans de bonnes conditions, ce qui contribue à fidéliser cette clientèle. Ce modèle présente un fort potentiel pour générer des revenus récurrents, tout en répondant aux

attentes d'un public sensible à la maîtrise des coûts dans le domaine du sport.

L'usage de matériaux durables constitue également un point fort pour Sole. Ces matériaux répondent à une demande croissante pour des produits respectueux de l'environnement, un critère de plus en plus important pour les consommateurs. Le projet bénéficie ainsi d'une forte attractivité auprès d'un public de plus en plus sensible aux enjeux écologiques.

Enfin, le projet profite d'un positionnement unique sur le marché européen. La stratégie de différenciation de Sole, axée sur l'innovation et l'adaptabilité des produits, lui permet de se distinguer clairement des autres acteurs du marché, qui se concentrent davantage sur des terrains enneigés ou glacés. Ce positionnement stratégique confère à un avantage compétitif durable.

5.4.1.2 Nos faiblesses

Toutefois, plusieurs faiblesses doivent être prises en compte. La première réside dans la dépendance aux fournisseurs spécialisés, notamment pour les matériaux écologiques. Cette dépendance peut représenter une vulnérabilité en cas de fluctuations dans les coûts ou de ruptures d'approvisionnement. Bien que le projet ait établi des partenariats solides, la gestion de cette chaîne d'approvisionnement reste un défi.

Le modèle de location, bien qu'efficace, comporte également des défis logistiques. La gestion des stocks, la maintenance des équipements et la logistique de livraison nécessitent une organisation optimale pour éviter des coûts supplémentaires et des inefficacités opérationnelles. En outre, la complexité du modèle de location pourrait entraîner des coûts cachés si la demande fluctue de manière imprévisible.

Un autre point faible est la notoriété encore limitée du projet. Bien que la solution de

Sole soit innovante, elle n'a pas encore été largement reconnue par le marché. La construction de la réputation et l'augmentation de la visibilité de la marque seront essentielles pour attirer les premiers utilisateurs et partenaires commerciaux. L'absence de reconnaissance immédiate pourrait freiner les ventes initiales et ralentir l'expansion.

5.4.2 Facteurs externes

Les facteurs externes de la SWOT regroupent les opportunités et menaces issues de l'environnement économique, concurrentiel, réglementaire et technologique, échappant au contrôle direct de Sole mais influençant ses choix stratégiques (Porter, 1980)Michael E Porter et Strategy, 1980.

5.4.2.1 Les opportunités

En termes d'opportunités, l'essor des produits écologiques est une tendance majeure qui représente une grande occasion pour Sole. L'augmentation de la demande pour des produits plus respectueux de l'environnement offre au projet un créneau stratégique pour se différencier. Les matériaux durables utilisés dans la conception des semelles additionnelles permettent à Sole de répondre efficacement à cette demande croissante.

L'expansion géographique constitue une opportunité stratégique importante. Un déploiement progressif est prévu dès 2026 en France, puis au Luxembourg, aux Pays-Bas et en Allemagne de l'Ouest. Cette stratégie d'implantation sera détaillée plus loin dans le mémoire.

Le partenariat avec des événements de trail constitue également une avenue stratégique pour accroître la visibilité et la demande. En offrant une expérience plus professionnelle aux participants amateurs, le modèle de location permet de générer non seulement des revenus mais aussi de renforcer la réputation de auprès d'un public en découverte.

Enfin, le projet pourrait envisager le développement de produits complémentaires liés à l'équipement du traileur afin de proposer une offre plus complète autour de la pratique du trail. Le projet pourrait aussi envisager une viversité plus importante en abordant d'autres sports. Cela permettrait de diversifier les sources de revenus, d'élargir la base de clients et de renforcer la fidélisation des utilisateurs existants.

5.4.2.2 Les menaces

Parmi les principales menaces, la concurrence des grandes marques de chaussures de trail est particulièrement redoutable comme mis en évidence dans l'analyse des 5 forces de Porter. Des acteurs majeurs comme Salomon, Nike et La Sportiva dominent le marché. Ces marques ont des ressources considérables pour innover et répondre rapidement aux besoins du marché. Sole devra se différencier en permanence par la qualité et l'innovation de ses produits pour maintenir son avantage compétitif.

Les régulations environnementales peuvent également constituer une menace. Comme le marché des produits écologiques est en constante évolution, Sole devra s'assurer de rester conforme aux normes, qui pourraient devenir plus strictes dans les années à venir. Cela pourrait entraîner des coûts supplémentaires et nécessiter des ajustements dans la production. Il sera également essentiel d'éviter toute accusation de greenwashing, un phénomène de plus en plus surveillé et sanctionné par les autorités et les consommateurs, ce qui impose une transparence totale sur les engagements et les pratiques environnementales.

L'évolution des tendances de consommation représente également un risque. Bien que l'intérêt pour le trail et les sports en plein air soit en forte croissance, des changements dans les préférences des consommateurs ou des fluctuations dans la demande pourraient affecter les ventes. Une gestion efficace de cette demande fluctuante sera essentielle pour garantir la rentabilité du projet.

Enfin, des difficultés dans la gestion de la logistique et des opérations de location pourraient affecter la rentabilité de Sole. Le modèle de location implique une gestion complexe des stocks, des livraisons et des retours, ce qui, s'il n'est pas bien maîtrisé, pourrait entraîner des coûts logistiques élevés et affecter la satisfaction des clients.

5.4.3 Matrice SWOT

Matrice SWOT du projet Sole	
Forces	**Faiblesses**
Innovation produit	Dépendance aux fournisseurs spécialisés
Modèle de location attractif	Complexité logistique
Utilisation de matériaux écologiques	Notoriété encore limitée sur le marché
Positionnement unique sur le marché européen	Risque de coûts cachés dans le modèle de location
Opportunités	**Menaces**
Croissance des produits écologiques	Forte concurrence des grandes marques
Expansion géographique	Durcissement des régulations environnementales
Partenariats avec des événements de trail	Risque de greenwashing
Développement de produits complémentaires	Changements dans les tendances de consommation

TABLE 5.2 – Matrice SWOT du projet Sole

5.4.4 Exploitation de la SWOT : matrice TOWS et recommandations stratégiques

L'analyse TOWS est une extension de l'analyse SWOT, développée par Heinz Weihrich en 1982Weihrich, 1982. Alors que la SWOT se limite principalement à l'identification des forces, faiblesses, opportunités et menaces, la TOWS pousse l'exercice plus loin en mettant en relation ces différents éléments pour formuler des stratégies concrètes. Elle constitue donc un véritable outil d'aide à la décision stratégique.

La matrice TOWS qui suit synthétise les différentes stratégies envisageables pour Sole, permettant de maximiser son potentiel tout en anticipant les défis du marché. Ces stratégies guideront l'évolution du projet, avec pour objectif de renforcer sa position concurrentielle et d'assurer une croissance pérenne.

Matrice TOWS du projet Sole		
	Opportunités	**Menaces**
Forces	- Valoriser l'innovation pour répondre à la demande écologique. - Exploiter la tendance au sport outdoor pour s'imposer comme référence en trail. - Développer des partenariats événementiels pour accroître la notoriété. - Proposer des extensions de gamme pour fidéliser.	- S'appuyer sur un brevet et le positionnement écologique pour contrer la concurrence. - Se différencier par l'expérience utilisateur et l'adaptabilité face aux grandes marques. - Communiquer avec transparence pour éviter tout greenwashing. - Renforcer les avantages concurrentiels par l'innovation continue.
Faiblesses	- Diversifier les fournisseurs pour sécuriser l'approvisionnement. - Améliorer la notoriété via campagnes ciblées sur l'écologie et l'innovation. - Structurer l'offre pour mieux gérer la logistique de la location. - Profiter des événements sportifs pour booster la visibilité et les ventes.	- Renforcer la chaîne logistique pour éviter les surcoûts liés aux réglementations. - Anticiper les évolutions du marché pour ajuster rapidement l'offre. - Optimiser les opérations pour compenser la faible notoriété initiale. - Développer une offre complémentaire pour limiter l'impact de la concurrence et des substituts.

TABLE 5.3 – Matrice TOWS du projet Sole

L'analyse TOWS a permis de définir des stratégies clés pour le projet Sole, en croisant ses forces internes avec les opportunités du marché, tout en anticipant et en minimisant les menaces externes et les faiblesses internes. En tirant parti de son modèle économique

innovant, de l'image écologique forte et de son expertise technique, Sole dispose des atouts nécessaires pour se différencier sur un marché en pleine expansion, notamment à travers l'usage de matériaux durables et l'offre de service de location.

Cependant, pour maximiser ces opportunités, le projet doit continuer à renforcer sa notoriété, à gérer de manière optimale ses relations avec les fournisseurs et à surveiller l'évolution des tendances du marché. Parallèlement, il doit se préparer à faire face à la concurrence des grandes marques et aux régulations environnementales de plus en plus strictes.

Les recommandations stratégiques issues de cette analyse TOWS permettront à Sole de s'appuyer sur ses forces tout en gérant efficacement ses faiblesses et en répondant aux menaces du marché. Cela contribuera à renforcer sa position sur le marché européen et à anticiper une future expansion internationale.

Chapitre 6

Marketing et stratégie de communication

Ce chapitre présente la stratégie marketing et de communication de Sole, en définissant d'abord les objectifs à court et long terme ainsi que le positionnement sur le marché. Il analyse ensuite le comportement des consommateurs à travers des enquêtes quantitatives et qualitatives menées auprès des traileurs et des organisateurs d'événements. La stratégie globale repose sur une différenciation claire et un mix marketing complet (produit, prix, distribution et promotion) adapté aux spécificités du projet. Enfin, le chapitre détaille le calendrier des actions prévues ainsi que l'identité visuelle et le branding, éléments clés pour renforcer la notoriété et l'image de marque de Sole.

6.1 Objectifs du marketing de Sole

Pour assurer le succès de Sole sur un marché compétitif, il est essentiel de définir clairement ses objectifs marketing. Cette section présente notre positionnement stratégique, les objectifs que nous visons à court et long terme, ainsi que la segmentation précise de notre clientèle cible.

6.1.1 Positionnement sur le marché

Sole se positionne comme une solution innovante et durable dans le secteur des équipements sportifs, plus particulièrement dans le domaine du trail running et des sports de plein air. Contrairement aux acteurs traditionnels qui se concentrent sur la vente de produits standardisés, Sole adopte une approche orientée utilisateur, combinant performance, modularité et responsabilité environnementale. Le projet répond à un double besoin : d'une part, prévenir les blessures liées à l'usure ou à l'inadaptation des semelles ; d'autre part, permettre aux pratiquants amateurs d'accéder à un équipement technique et professionnel sans devoir en supporter un coût financier et environnemental.

Le positionnement de Sole s'articule autour de trois axes clés. Premièrement, la modularité : les semelles proposées sont conçues pour être compatibles avec différents types de terrains mais aussi avec tout type de chaussure, ce qui les rend particulièrement pratiques pour les coureurs qui ne souhaitent pas investir dans une paire spécifique pour chaque activité. Cette adaptabilité permet aux utilisateurs de transformer une simple paire de baskets en chaussures techniques adaptées à des environnements variés. Deuxièmement, la durabilité : les matériaux utilisés et le modèle circulaire de location permettent de limiter l'empreinte écologique tout en prolongeant la durée de vie des produits. Troisièmement, l'accessibilité : grâce à un système de location temporaire lors d'événements sportifs ou via des structures partenaires, Sole propose une alternative économique à l'achat d'équipement spécialisé, en particulier pour les coureurs occasionnels ou les jeunes sportifs.

Ce positionnement s'aligne pleinement avec la cible prioritaire de Sole : les traileurs amateurs, hommes et femmes de 18 à 55 ans, actifs et engagés dans leur pratique, mais souvent freinés par le coût ou la technicité du matériel. En répondant à leurs attentes de praticité, de confort, de durabilité et d'accessibilité, Sole leur propose une alternative concrète aux équipements spécialisés, sans compromis sur la performance. L'offre est pensée pour s'intégrer naturellement dans leur expérience sportive, qu'il s'agisse d'une

première course ou d'un défi plus régulier. Ainsi, Sole ne se contente pas de s'adresser à un segment bien défini ; elle construit une véritable communauté autour d'une vision plus flexible, plus verte et plus inclusive de la pratique du trail.

6.1.2 Objectifs à court et long terme

Les objectifs de Sole s'inscrivent dans une vision progressive et structurée, mêlant ambition commerciale, ancrage écoresponsable et consolidation d'une communauté engagée autour de la pratique du trail et des sports de plein air.

À court terme, l'objectif principal est d'assurer la notoriété de la marque sur le marché belge et européen. Cela passe par une stratégie de communication ciblée, notamment via les réseaux sociaux, les partenariats avec des événements sportifs locaux, et la mise en place de collaborations avec des influenceurs du secteur outdoor. En parallèle, Sole cherche à valider son modèle économique par l'acquisition de ses premiers clients, en particulier grâce à des tests lors d'événements. L'expérience utilisateur étant au cœur de la proposition de valeur, une attention particulière sera portée aux retours clients afin d'optimiser le produit avant une montée en échelle. L'un des indicateurs clés à ce stade est le taux de conversion lors des tests et locations initiales.

À moyen et long terme, Sole ambitionne de devenir une référence de l'équipement modulable et durable pour le trail en Europe. Cela passe par la fidélisation des utilisateurs grâce à une offre enrichie, incluant par exemple un kit d'entretien ou des accessoires axés sur la performance. La marque souhaite également élargir sa gamme vers d'autres disciplines sportives outdoor et renforcer sa présence dans des pays voisins. Un autre objectif stratégique est de développer un écosystème de partenaires logistiques et de distribution. Enfin, sur le plan communautaire, Sole vise à construire une communauté de coureurs engagés, qui partagent des valeurs communes autour de l'innovation, du sport accessible et du respect de l'environnement.

6.1.3 Segmentation et ciblage

La segmentation de Sole se concentre sur une cible prioritaire : les traileurs amateurs, hommes et femmes, âgés de 18 à 55 ans, qui participent à des courses de trail. Ce segment constitue une majorité dans les événements de trail et regroupe des profils en quête de bon équipement, sans pour autant vouloir investir dans du matériel très technique ou onéreux. D'ailleurs, selon les statistiques publiées par u-Trail en mars 2025 U-TRAIL, 2025, l'âge moyen des traileurs est de 40,5 ans pour les hommes et de 39,2 ans pour les femmes. Il est également noté qu'après 55 ans, le nombre de pratiquants diminue significativement, ce qui confirme la pertinence de cibler les tranches d'âge actives, souvent les plus présentes sur les événements.

Ces données sont corroborées par les statistiques issues de l'UTMB, relayées par Slowly We Run COLIN, 2024, qui montrent que les groupes d'âge les plus représentés dans les courses de trail sont les 20–34 ans (581.161 participants), suivis des 40–44 ans (486.836), des 50–54 ans (510.431), des 45–49 ans (457.035) et des 35–39 ans (441.538). En revanche, la tranche des 55–59 ans connaît une baisse nette avec 235.269 pratiquants. Ces chiffres, visualisables dans la Table 6.1 ci-dessous, viennent appuyer le choix stratégique de Sole de se concentrer sur les coureurs les plus actifs et qui sont plus à même de débuter une nouvelle pratique.

Tranche d'âge	**Nombre de traileurs (n)**
U18	8 160
U20	8 472
20–34	581 161
35–39	441 538
40–44	486 836
45–49	457 035
50–54	510 431
55–59	235 269
60–64	132 417
65–69	59 752
70–74	24 350
75–79	8 592
80+	3 920

TABLE 6.1 – Répartition des traileurs par tranche d'âge (Slowly We Run, 2024)COLIN, 2024

Pour ces utilisateurs, Sole propose une solution simple, fiable et performante, qui leur permet de s'équiper convenablement pour affronter des terrains variés sans multiplier les paires de chaussures.

Par ailleurs, notre offre convient également aux coureurs plus expérimentés qui s'engagent dans des périples de plusieurs jours, comme les ultra-trails ou les treks en montagne. Dans ces cas-là, le système modulaire de Sole prend tout son sens : les semelles additionnelles peuvent être facilement transportées dans un sac, sans alourdir inutilement l'équipement, puis ajoutées en fonction du terrain rencontré. Cette flexibilité permet aux coureurs de s'adapter en temps réel aux conditions, sans devoir porter des semelles agressives tout au long de leur parcours.

Ainsi, Sole s'adresse à un public large mais ciblé, sensible à l'innovation, à la polyvalence du matériel et à des solutions écoresponsables qui accompagnent aussi bien les pratiques courtes que les aventures longues et exigeantes.

6.2 Analyse du marché et des consommateurs

Pour mieux comprendre notre marché et adapter notre offre, cette section analyse en détail le comportement d'achat des utilisateurs. Elle présente également les résultats des enquêtes menées auprès des traileurs, via une approche quantitative, ainsi que ceux recueillis auprès des organisateurs d'événements, selon une approche qualitative. Ces insights nous permettent d'ajuster notre stratégie en fonction des attentes réelles des différents acteurs du secteur.

6.2.1 Comportement d'achat des utilisateurs

Le marché du trail running connaît une croissance soutenue de environ 12% par an (ITRA, 2023) Association, 2023a, notamment en Europe, portée par une prise de conscience accrue autour des bienfaits de la course en nature et de l'attrait pour les activités sportives de plein air. Dans ce contexte, les comportements d'achat des utilisateurs évoluent vers une recherche de flexibilité, de durabilité et de personnalisation du matériel.

Chez les traileurs amateurs, on observe une réticence à l'achat de multiples paires de chaussures spécifiques à différents terrains : d'après notre étude de marché (Voir Annexe C.1), 50% d'entre eux ne possèdent qu'une seule paire de chaussures de trail (représentant 52,4% des pratiquants amateurs), en raison du coût élevé, de l'encombrement et de la sous-utilisation de certains équipements. Ces utilisateurs sont désormais enclins à privilégier des solutions adaptables et modulaires, capables de s'ajuster aux conditions

rencontrées au fil du parcours.

C'est dans ce contexte que le modèle proposé par Sole prend tout son sens. Grâce à un système de semelles additionnelles et réutilisables, compatibles avec tout type de chaussure, Sole répond à un besoin croissant d'adaptabilité tout en offrant la possibilité de s'équiper de manière professionnelle à moindre coût. Ce dispositif permet aux coureurs de convertir leurs chaussures classiques en chaussures de trail selon les conditions, sans devoir réaliser un investissement important.

De plus, la location de courte durée, notamment lors d'événements, séduit particulièrement les débutants et les pratiquants occasionnels, dont 68,3% (Voir Annexe C.1) se disent prêts à l'utiliser et à tester le produit selon notre étude de marché. Ce modèle réduit les barrières à l'essai, favorise la démocratisation de l'expérience trail et permet de créer un premier contact avec la marque, dans une logique de conversion progressive vers l'achat des modules ou accessoires.

Ce double positionnement : location ponctuelle et vente de nos produits, reflète une réponse pertinente aux attentes actuelles des consommateurs : maîtriser leurs dépenses tout en accédant à un équipement technique, évolutif et responsable.

6.2.2 Résultats d'enquêtes ou études menées

Notre étude de marché s'est appuyée sur une double approche méthodologique : quantitative auprès des traileurs amateurs, pour capter des tendances chiffrées robustes, et qualitative auprès d'organisateurs de trail, afin de mieux comprendre les réalités logistiques, économiques et organisationnelles du terrain ainsi que la possibilité de future collaboration. Cette complémentarité nous a permis de croiser les attentes des utilisateurs finaux avec les contraintes et visions des acteurs organisateurs.

6.2.2.1 Résultats auprès des traileurs (approche quantitative)

Notre étude de marché visait à comprendre en profondeur les comportements et attentes des traileurs amateurs, qui constituent le cœur de notre cible. Grâce à plus de 500 réponses recueillies, nous avons pu dégager plusieurs tendances structurantes (Voir Annexe C.1).

Une part significative de notre cible est constituée de coureurs en début d'expérience dans le trail, avec 40% des répondants qui se lancent dans cette discipline. Leur pratique, bien que motivée, reste occasionnelle, ce qui limite l'achat de matériel spécialisé. Ce profil de pratiquants en devenir représente une opportunité stratégique pour introduire une solution flexible, évolutive et peu engageante financièrement, comme celle proposée par Sole.

En matière d'équipement, la majorité des coureurs possèdent une ou deux paires de chaussures spécifiques, mais nombre d'entre eux ont démarré la discipline avec des chaussures de route. Cela révèle un cheminement progressif vers l'investissement, souvent conditionné par l'expérience de terrain. On note aussi que les prix élevés (souvent entre 120€ et 150€) peuvent freiner l'acquisition de matériel, en particulier lorsqu'il s'agit de chaussures spécialisées pour différents types de terrains.

Autre constat important : plus de 70% des traileurs déclarent avoir rencontré des problèmes d'adhérence, et près des deux tiers ont déjà glissé ou chuté. Les conséquences sont parfois graves, allant de la blessure légère à l'arrêt temporaire de l'activité. Cela témoigne d'un besoin réel de sécurité, même chez les amateurs. Pourtant, très peu de coureurs utilisent aujourd'hui des solutions modulables comme des semelles additionnelles, souvent par manque de connaissance ou d'offre adaptée.

Face à cette situation, la réceptivité au service de location de crampons que propose Sole est encourageante : près de 68,3% se disent ouverts à l'idée, à condition de pouvoir

tester le produit ou de l'obtenir gratuitement via l'organisation du trail. Le prix idéal semble se situer entre 3€ et 5€, un niveau compatible avec une stratégie d'acquisition à grande échelle.

En résumé, notre cible est constituée de traileurs amateurs mais engagés, souvent bien équipés, mais en recherche d'adaptabilité, de sécurité et d'un bon rapport qualité-prix. Ces utilisateurs sont prêts à tester de nouvelles solutions s'ils y perçoivent un bénéfice concret en course, notamment face aux conditions variables des terrains.

6.2.2.2 Résultats auprès des organisateurs de trail (approche qualitative)

En complément, nous avons mené une série d'interviews approfondies avec des organisateurs de trails pour évaluer l'intérêt et la faisabilité d'un partenariat avec les événements existants. Quatre entretiens qualitatifs nous ont permis d'identifier plusieurs constantes et points d'attention (Voir Annexe C.2).

Premièrement, tous les organisateurs s'accordent à dire que la majorité des participants sont des coureurs amateurs (entre 95% et 100%). Cela valide le positionnement de Sole auprès de cette cible. Néanmoins, l'équipement des coureurs reste inégal : selon les événements, entre 10% et 50% des participants sont jugés mal équipés, ce qui ouvre un réel potentiel pour un service complémentaire comme celui que nous proposons.

Concernant l'état des parcours, la boue et les glissades sont des éléments connus et souvent acceptés comme faisant partie intégrante de l'expérience trail. Toutefois, certains organisateurs reconnaissent que ces conditions peuvent poser problème, notamment pour les coureurs moins expérimentés. Cela confirme l'existence d'un besoin, même si celui-ci est rarement explicitement adressé aujourd'hui.

En ce qui concerne notre proposition de service, les réactions sont contrastées. Deux

types de profils émergent :

— Un groupe ouvert à l'idée, à condition que la logistique soit gérée de manière totalement autonome par notre équipe, sans impact sur l'organisation générale de la course.

— Un second groupe, plus réservé, qui ne souhaite pas intégrer de nouveaux services pour des raisons de surcharge organisationnelle ou de modèle économique trop tendu.

Par ailleurs, si la plupart des organisateurs ne souhaitent pas financer le service eux-mêmes, certains se montrent ouverts à le proposer comme option payante pour les participants, à condition que le prix reste accessible (entre 4€ et 6€). La possibilité d'un stand visible et fonctionnel, notamment au moment du retrait des dossards, est perçue comme une option encourageante.

Enfin, les interviews confirment que les principaux défis des organisateurs sont logistiques (balisage, bénévoles, imprévus), ce qui souligne l'importance pour Sole de proposer une offre simple, rapide à mettre en place, et ne nécessitant pas l'implication active des équipes organisatrices.

6.3 Stratégie marketing globale

Cette section détaille la stratégie marketing globale que nous avons choisie pour Sole. Elle présente nos choix en matière de différenciation et explique comment nous déployons le mix marketing (produit, prix, distribution et promotion) afin de répondre efficacement aux besoins du marché et renforcer notre positionnement.

6.3.1 Stratégie de différenciation

Sole adopte une stratégie de différenciation claire reposant sur trois piliers principaux : l'adaptabilité, l'écoconception, et l'amélioration de l'expérience des coureurs amateurs.

Tout d'abord, l'**adaptabilité** de notre solution constitue notre principal avantage concurrentiel. Grâce à un système de semelles additionnelles, les chaussures peuvent être adaptées en fonction du type de terrain rencontré, permettant aux utilisateurs de courir avec une seule paire de chaussures tout en s'équipant ponctuellement lorsque le besoin d'adhérence se fait sentir. Cette modularité rend le produit compatible avec tout type de chaussure de course, ce qui augmente sa praticité et réduit la nécessité d'investir dans plusieurs équipements spécialisés.

Ensuite, l'**écoconception** est au cœur du projet Sole. Les composants sont fabriqués à partir de matériaux durables. Cette démarche s'inscrit dans les attentes actuelles des consommateurs, de plus en plus sensibles à l'impact environnemental de leurs achats. Par ailleurs, le modèle de location adopté par Sole encourage la réutilisation des produits jusqu'à leur usure complète, prolongeant ainsi leur durée de vie et réduisant la production de déchets.

Enfin, Sole ambitionne de **professionnaliser l'expérience des traileurs amateurs**. En proposant un service de location simple, accessible et économique lors des événements, qui remet en question les business plans traditionnels du secteur, notre produit permet aux coureurs de bénéficier d'un équipement performant sans devoir investir immédiatement dans des crampons coûteux. Cela répond à une demande exprimée dans notre enquête de terrain, où plus de 65% des répondants se disent intéressés par une solution à tester ponctuellement.

Grâce à cette combinaison unique d'utilité, de durabilité et d'accessibilité, Sole se positionne comme une alternative innovante et différenciante sur le marché du trail amateur.

6.3.2 Choix du mix marketing (4P)

Pour appuyer notre stratégie de différenciation, nous avons construit un mix marketing (4P) cohérent et adapté. Ce cadre nous permet d'aligner clairement le produit, le prix, la distribution et la communication afin de répondre précisément aux attentes des traileurs tout en valorisant l'innovation et la singularité de Sole.

6.3.2.1 Produit

Sole n'est pas une simple innovation produit, c'est une nouvelle philosophie de l'équipement trail. Plutôt que d'imposer aux coureurs d'acheter encore une paire de chaussures spécialisées, Sole propose un système ingénieux et responsable : des semelles additionnelles, pensées comme un "upgrade" instantané pour n'importe quelle paire de running. Légères, durables, faciles à fixer et à retirer, elles transforment des baskets classiques en véritables chaussures de trail.

Ce produit hybride est à la frontière entre accessoire de sport et équipement technique. Il s'adapte aux conditions du jour terrain boueux, rocheux ou glissant comme un coureur adapte sa foulée à la pente. Pensé pour être loué lors d'événements puis vendu en version individuelle, le produit incarne une double promesse : plus de sécurité pour les pieds, moins de gaspillage pour la planète.

Sole n'équipe pas les traileurs : il les libère du poids inutile, des investissements hasardeux et des compromis techniques.

6.3.2.2 Prix

Dans le cadre du projet Sole, deux politiques tarifaires doivent être définies : l'une pour le service de location événementielle, et l'autre pour la vente du produit final.

D'une part, nous devons déterminer un prix de location, que les participants aux trails paieront directement sur place. Ce tarif a été construit à partir de plusieurs sources : la propension à payer des traileurs, identifiée lors de notre étude de marché, les retours des organisateurs d'événements, mais aussi une analyse de nos coûts logistiques (transport, entretien, main d'œuvre).

D'autre part, un prix de vente devra être fixé pour la version commerciale du produit, proposée à la fois sur notre plateforme de e-commerce et via des magasins spécialisés. Cette tarification prendra en compte les prix pratiqués par des produits comparables, nos coûts de production, ainsi que la marge que nous souhaitons dégager pour assurer la viabilité du modèle.

Prix de location

Commençons par le prix de location. Lors de notre enquête menée auprès de plus de 500 traileurs, 56,1% des répondants ont déclaré être prêts à payer entre 3 et 5 € pour louer une paire de semelles durant un événement (Voir Annexe C.1). Parmi ceux qui ont exprimé un désintérêt pour le service, la majorité a justifié sa réponse par le fait qu'ils possédaient déjà des chaussures adaptées. Cela confirme que, au sein de notre cible réelle, le prix de 3 à 5 € est perçu comme juste et accessible. Ce point d'ancrage tarifaire nous offre une base solide pour démarrer, que nous pourrons affiner par la suite en fonction d'autres éléments comme la durée de l'événement, la complexité logistique, ou encore les services additionnels proposés.

D'après les échanges que nous avons eus avec plusieurs organisateurs d'événements de trail, il ressort un élément clé : la gestion de l'offre de location doit être entièrement autonome. Autrement dit, bien qu'ils soient généralement ouverts à promouvoir notre service via le formulaire d'inscription ou les canaux de communication officiels, la logistique sur place (distribution, collecte, entretien) reste entièrement à notre charge. Cette

configuration présente un avantage non négligeable, à savoir l'absence de commission ou de frais liés à une plateforme intermédiaire, ce qui allège nos coûts fixes. En revanche, cela augmente notre exposition aux risques opérationnels, notamment en cas de faible participation ou d'imprévus logistiques. Pour cette raison, il est stratégique de s'orienter vers un prix de location qui génère une marge confortable, capable d'absorber ces incertitudes. Notons par ailleurs que les tarifs proposés par les organisateurs pour des services similaires varient généralement entre 4 et 6 € (Voir Annexe C.2), ce qui conforte l'idée qu'un positionnement légèrement au-dessus de notre moyenne de référence peut rester perçu comme raisonnable, tout en renforçant la viabilité économique de notre modèle.

Enfin, pour assurer la viabilité économique de notre service de location lors des événements, il est crucial d'intégrer une estimation précise des coûts variables. Le premier poste est celui du transport, basé sur un trajet moyen de 100 kilomètres aller-retour, calculé en fonction des principaux trails belges et des lieux de résidence des membres de l'équipe. Avec une consommation moyenne de 7 litres aux 100 kilomètres et un prix de l'essence moyen à 1,81 € par litre en Belgique selon StatBel STATBEL, 2024, le coût en carburant s'élève à environ 12,67 € par déplacement. À cela s'ajoute un coût d'usure et d'entretien du véhicule estimé à 0,10 € par kilomètre, soit 10 € pour 100 kilomètres, portant le total transport à environ 22,67 €.

Le second poste concerne l'entretien des semelles après chaque utilisation. Pour garantir la qualité et la performance du matériel, nous avons estimé un coût moyen de 0,05 € par paire, ce qui représente 5,00 € pour un événement avec 100 paires louées.

Enfin, le coût salarial pour une personne chargée de la gestion logistique sur place est évalué à environ 75 €, en tenant compte d'une durée de travail de 4 heures, d'un tarif horaire brut de 15 € et de charges sociales à hauteur de 25% selon les données fournies par Billy Tech sur les charges patronales en Belgique BILLY, 2024.

Au total, ces coûts variables s'élèvent à environ 102,67 € par événement. Répartis sur 100 paires louées, ils correspondent à un coût moyen de 1,03 € par paire. Si le prix de location est fixé autour de 4 €, la marge brute par paire serait d'environ 2,97 €, soit un total de 297 € par événement, ce qui constitue une marge confortable pour couvrir les imprévus et investir dans la croissance de Sole. Cette analyse confirme ainsi la pertinence de notre fourchette tarifaire tout en soulignant la nécessité de maîtriser rigoureusement nos coûts logistiques et opérationnels.

En résumé, nous fixerons un prix de location à 4 € par paire de semelles, ce qui repose sur une convergence de facteurs clés : les attentes exprimées par les consommateurs, les recommandations des organisateurs d'événements, ainsi que notre analyse détaillée des coûts variables. Ce tarif nous permet non seulement de répondre à une demande claire du marché, mais aussi de dégager une marge brute moyenne de 74,2% par paire, soit environ 297 € par événement pour 100 paires louées. Ce niveau de rentabilité rend notre modèle économiquement viable, tout en restant perçu comme raisonnable et accessible par notre cœur de cible.

Élément	**Montant**
Coût transport (100 km)	22,67 €
Coût entretien (100 paires × 0,05 €)	5,00 €
Coût logistique (4 h à 15 € + 25% de charges)	75,00 €
Coût total pour 100 paires	**102,67 €**
Coût par paire	**1,03 €**
Prix final de location par paire	**4,00 €**
Marge brute par paire	**= 2,97 €**

TABLE 6.2 – Synthèse des coûts et rentabilité du service de location

Prix du produit

Pour fixer le prix de vente de nos semelles additionnelles, nous avons pris en compte uniquement les coûts variables directement liés à la production et à la commercialisation du produit.Les couts fixent seront calculés par après et seront notamment détaillés dans la section financière du mémoire. Notre objectif est de proposer un prix compétitif face aux principaux concurrents, comme Kahtoola (64,95€ pour des crampons spécialisés pour la glace), tout en conservant une marge suffisante pour garantir la rentabilité du modèle.

Nous avons ainsi retenu un prix de vente de 39,99€ TTC, qui reflète à la fois la valeur perçue par les utilisateurs, les caractéristiques techniques de notre produit (moins complexe technologiquement que les crampons pour la glace), et les standards de prix dans le secteur du trail.

Les coûts variables du produit sont répartis comme suit :

— **Matières premières** : Comme détaillé dans la section *Sélection des matériaux*, le choix des composants de la semelle repose sur une combinaison raisonnée de matériaux techniques : XNBR pour les zones à forte sollicitation et NR biosourcé pour le corps principal. Grâce à une répartition optimisée des surfaces (règle des surfaces portantes), cette approche permet de limiter le coût tout en maintenant de bonnes performances. Le coût matière estimé pour une semelle complète s'élève ainsi à environ **0,36€** par paire. Pour le système de fixation, nous avons opté pour une co-extrusion de TPU 70A et de PEBA, avec un ratio standard 90/10 et un poids unitaire de 40g, menant à un coût matière de **0,13€** par paire. En intégrant également les pièces d'ancrage et la visserie, nous estimons le coût total des matières premières à **1,50€** par paire, ce qui constitue une base économique solide pour notre modèle de production.

— **Transport des matières premières (Thaïlande → Portugal)** : Le coût du

transport maritime est estimé entre 0,30€ et 0,40€ par paire, sur la base d'un volume unitaire de 0,002m³ (150–200€/m³) ou d'un poids de 300g (environ 1€/kg). Ces estimations sont cohérentes avec les tarifs moyens observés en fret maritime LCL selon Siam Shipping SHIPPING, 2024 et Freightos FREIGHTOS, 2024. Nous retenons une moyenne de **0,35€**.

— **Production au Portugal** : Le coût d'assemblage, de contrôle qualité et d'emballage primaire dans des ateliers partenaires est estimé à **6,15€** par paire, basé sur les devis obtenus lors de nos échanges en juin 2024.

— **Transport Portugal → Belgique** : Optimisé grâce à une logistique mutualisée par lots de 500 unités, ce poste s'élève à **0,50€** par paire.

— **Préparation de commande et emballage final** : Inclut une boîte éco-conçue, l'étiquetage et le conditionnement. Le coût estimé est de **2,50€**, selon les offres de Packhelp PACKHELP, 2024.

Éléments de coût	**Coût unitaire (€)**
Coûts de production	
Matières premières	1,50
Transport matières premières (Thaïlande → Portugal)	0,35
Fabrication (Portugal)	6,15
Transport Portugal → Belgique	0,50
Total production	**8,50**
Coûts de commercialisation	
Préparation de commande et emballage final	2,50
Total commercialisation	**2,50**
Coût variable total	**11,00**
Prix de vente	
Prix de vente TTC	39,99
Prix HT (TVA 21%)	33,05
Marge brute unitaire	**22,05**
Marge brute (%)	**66,7%**

TABLE 6.3 – Structure de coût et rentabilité d'une vente en ligne

Ce prix de 39,99€ TTC permet d'atteindre une marge brute de 66,7% sur chaque vente directe en ligne, tout en se positionnant comme une alternative plus abordable que les crampons spécialisés pour la glace. Cette stratégie permet d'allier accessibilité, éco-conception et rentabilité économique pour Sole, en répondant aux besoins des traileurs amateurs comme réguliers.

Par ailleurs, cette marge confortable permet également d'envisager une distribution en magasins spécialisés. Ces derniers demandent généralement une marge commerciale d'environ 32%, ce qui signifie qu'ils achèteraient le produit à un prix de vente HT de :

$$P_{\text{distributeur}} = 33,05 \times (1 - 0{,}32) = 22,47 \text{ €}$$

À ce tarif, la marge brute de Sole par paire vendue via ces canaux resterait intéressante :

$$\text{Marge brute via distributeur} = 22,47 - 11,00 = 11,47 \text{ €}$$

Soit une marge de :

$$\frac{11,47}{22,47} \approx 51{,}0\% \text{ par unité}$$

Ce modèle hybride (vente directe + distribution spécialisée) garantit donc à la fois un accès au marché grand public en ligne et une visibilité accrue sur les lieux de pratique, sans compromettre la viabilité économique du projet.

6.3.2.3 Place

La distribution repose sur plusieurs canaux complémentaires :

— **Événements de trail** : Un de nos deux canal de distribution principal repose sur une présence physique lors des événements de trail, au cœur même de notre public cible. C'est dans ce contexte que nous proposerons notre service de location directement sur place, via un stand entièrement dédié à l'expérience utilisateur. Ce stand sera pensé comme un véritable point de rencontre entre les traileurs et la marque Sole : d'un côté, une zone de location permettra aux participants de louer leurs paires de semelles, de payer sur place et d'échanger avec notre équipe ; de l'autre, un espace de test offrira la possibilité d'essayer le produit avant le départ. Nous prévoyons d'y aménager un petit parcours de démonstration, intégrant un passage boueux et une section plus dure, afin de permettre aux utilisateurs de se familiariser avec le produit dans des conditions proches de la réalité du trail.

Ce dispositif a plusieurs objectifs : d'une part, il rassure les utilisateurs sur la performance et le confort des semelles ; d'autre part, il capte l'attention des curieux et

attire un flux constant de visiteurs autour du stand, générant ainsi de la visibilité organique. Ce moment de contact direct est également une opportunité précieuse pour incarner nos valeurs d'accessibilité, de durabilité et de proximité. L'équipe sur place sera habillée comme des traileurs, souriante, disponible, et pleinement alignée avec l'univers du sport outdoor, afin de renforcer l'identification des participants à notre projet. Ce canal ne se limite donc pas à une simple distribution : c'est un véritable outil de communication expérientielle, qui nous permet d'engager notre communauté et de bâtir la notoriété de Sole de manière authentique et humaine.

— **Site web de Sole** : Le site web de Sole occupera une place centrale dans notre stratégie de distribution digitale. Pensé comme une plateforme complète et intuitive, il remplira plusieurs fonctions clés : à la fois vitrine de notre projet, outil de réservation pour les événements, canal de vente directe, et espace de dialogue communautaire. L'objectif est de proposer une interface claire et fluide, accessible à tous les profils d'utilisateurs, qu'ils soient traileurs occasionnels, passionnés réguliers ou organisateurs d'événements.

Une première section sera dédiée aux organisateurs de trails, leur permettant de réserver facilement notre service de location via un calendrier électronique automatisé. Ce module leur offrira une vision en temps réel de nos disponibilités et facilitera la planification des collaborations. En parallèle, une autre section sera consacrée à la vente de notre produit, avec une présentation claire de ses caractéristiques, une interface d'achat simple et sécurisée, et un service après-vente réactif pour accompagner les utilisateurs, rassurer les premiers acheteurs et répondre aux interrogations liées à l'innovation du produit.

Nous accorderons également une grande importance à l'aspect communautaire du site. Un canal de discussion y sera intégré afin de favoriser les échanges entre trai-

leurs ayant testé les semelles et ceux qui découvrent encore le concept. Ce lieu de dialogue permettra de diffuser des retours d'expérience authentiques, des conseils pratiques et de créer une dynamique de recommandation entre utilisateurs, renforçant la crédibilité de notre offre.

Enfin, une section spécifique présentera notre produit, l'histoire du projet Sole, ses engagements, ainsi que notre équipe, les Sole'mates. Cette transparence sur notre identité, nos valeurs et notre démarche a pour but de créer un lien émotionnel avec notre communauté et d'encourager l'adhésion à notre mission. Le site ne sera donc pas uniquement une boutique en ligne, mais un véritable écosystème digital vivant, construit autour de l'expérience utilisateur et de l'authenticité de notre projet.

— **Partenariats** : Les partenariats représentent le socle fondamental du développement de Sole, tant pour la partie location que pour la vente du produit. Chaque fois que nous proposons notre service de location lors d'un événement, une collaboration étroite avec les organisateurs est indispensable. Ce lien direct avec eux ne se limite pas à une simple coordination logistique : il s'agit de bâtir une relation de confiance durable, fondée sur la fiabilité de notre service, notre professionnalisme sur le terrain et la valeur ajoutée que nous apportons à leurs événements. Notre réputation en tant que partenaire engagé et autonome jouera un rôle déterminant dans notre capacité à multiplier les collaborations sur le long terme.

Au-delà des organisateurs, nous souhaitons tisser des liens avec des enseignes et marques partageant nos valeurs d'écoresponsabilité, de performance et d'accessibilité. Des acteurs comme A.S. Adventure, Patagonia ou Trakks incarnent parfaitement cette vision et pourraient devenir des partenaires de distribution stratégiques pour notre produit. Intégrer ces circuits de vente spécialisés nous permettrait de bénéficier à la fois de leur notoriété, de leur réseau de clientèle ciblée, et de leur

légitimité dans le monde outdoor. Ce type de partenariat commercial serait donc un formidable levier de visibilité et de crédibilité pour la marque Sole, tout en ancrant notre produit dans des lieux cohérents avec l'univers et les attentes de nos utilisateurs.

6.3.2.4 Promotion

La communication de Sole repose sur une combinaison de :

— **Présence lors des événements** : Comme évoqué dans la partie Place, la promotion de Sole repose avant tout sur notre présence directe lors des événements de trail. Nos stands permettent aux participants de tester gratuitement nos semelles, d'échanger avec l'équipe et de vivre une expérience concrète du produit. Ces animations terrain constituent un levier essentiel pour faire connaître la marque, susciter l'intérêt et transmettre nos valeurs de manière authentique.

— **Campagnes digitales ciblées** : Dans le cadre de notre stratégie de promotion, des campagnes digitales ciblées seront mises en place, principalement sur les réseaux sociaux comme Instagram, TikTok, YouTube et Facebook. Comme notre cible est très active sur ces plateformes, il est essentiel d'y déployer un contenu authentique, inspirant et immersif. Sur TikTok, nous partagerons des coulisses de nos journées sur les événements, notre quotidien d'entrepreneurs, des témoignages de traileurs, ainsi que des récits de randonnées de plusieurs jours pour faire rêver notre communauté. Sur YouTube, l'objectif sera de produire des formats plus longs, comme des mini-documentaires ou des collaborations avec des influenceurs de l'outdoor, afin de raconter des aventures fortes tout en valorisant notre produit. Instagram et Facebook, quant à eux, serviront à maintenir une communication régulière et professionnelle avec notre audience, en relayant nos actualités, événements et visuels produits. Cette présence cohérente et multicanale nous permettra de toucher efficacement notre public cible, de renforcer la notoriété de Sole et de construire une communauté engagée autour de nos valeurs.

— **Marketing d'influence** : Nous souhaitons collaborer avec des micro-influenceurs du monde de la course, qu'ils soient orientés running ou trail, afin d'apporter à notre communication à la fois crédibilité et accessibilité. L'idée est de toucher des coureurs amateurs qui testent nos semelles sur leurs chaussures habituelles, tout en valorisant leur découverte du trail. Certains influenceurs plus spécialisés dans l'aventure ou le trail permettront également d'appuyer la légitimité technique du produit.

En complément, nous collaborerons aussi avec des run clubs locaux (ex. Girls Run 2, Brussels Running Club), dont les communautés engagées peuvent devenir de puissants relais. En les invitant à nos événements pour tester le produit, ils pourront ensuite en parler autour d'eux, en ligne comme hors ligne, renforçant notre ancrage dans les cercles de coureurs belges.

Cette stratégie vise à construire progressivement la notoriété de Sole, à générer l'engagement d'une communauté autour du projet, et à instaurer une relation de confiance avec nos premiers utilisateurs.

6.4 Rythme et calendrier des actions

Le calendrier des actions est structuré autour des saisons de trail, avec des temps forts :

— **Été - Automne 2025** : Phase de pré-lancement avec les premiers tests utilisateurs et une présence terrain stratégique lors d'événements sélectionnés. Cette période est idéale pour commencer à faire connaître le projet Sole via les premiers stands, les essais gratuits et la communication directe sur place. Les premières vidéos immersives (TikTok, YouTube) et contenus authentiques sont publiés pour embarquer notre communauté dans l'aventure.

— **Hiver** : Période de plein lancement commercial, marquée par une présence renforcée sur les événements de trail, la mise en vente du produit et une intensification de nos campagnes de communication. Nous multiplions les stands visibles, les démonstrations produits, et les collaborations avec des influenceurs et des run clubs.

C'est également une période propice pour faire rêver à travers du contenu inspirant (documentaires, vlogs, aventures de traileurs).

— **Printemps** : Phase d'optimisation et de montée en puissance. Nous analysons les retours des utilisateurs, ajustons la stratégie produit et préparons les prochaines saisons. L'accent est mis sur la valorisation de notre communauté, le contenu éducatif, les retours d'expérience, et la consolidation des partenariats commerciaux.

Tout au long de l'année, nous maintenons un rythme régulier de publication de 3 à 4 contenus par semaine sur les réseaux sociaux, combinant formats courts dynamiques (Reels, TikTok, stories en direct) et contenus plus profonds et inspirants (vidéos YouTube, témoignages, blogs). Avant chaque événement, nous prévoyons une séquence de communication dédiée : teasing en amont, couverture live pendant l'événement, et remerciements post-course pour renforcer l'engagement.

6.5 Identité visuelle et branding

L'identité visuelle de Sole a été pensée comme un reflet direct de notre vision : un produit accessible, innovant, durable et profondément ancré dans l'univers du sport outdoor. Elle joue un rôle central dans la reconnaissance de la marque et dans la manière dont nous souhaitons qu'elle soit perçue par notre communauté.

6.5.1 Notre logo

Le logo de Sole repose sur une volonté de simplicité graphique et d'impact visuel immédiat. Inspiré des grands noms du sport comme Nike ou Adidas, il a été conçu pour être facilement reconnaissable et mémorisable, même au premier regard. Notre objectif est que, comme les logos de ces marques emblématiques, celui de Sole devienne un repère visuel fort, capable d'évoquer nos valeurs sans même mentionner notre nom.



FIGURE 6.1 – Logo

Le "E" stylisé du mot Sole est l'élément important du logo. Il repose sur une base à trois branches, une forme héritée de la première version du projet, où une seule paire de chaussures de sport pouvait en remplacer trois grâce aux semelles interchangeables. Aujourd'hui, cette symbolique reste pertinente dans le cadre de notre projet actuel : notre semelle adaptable permet à une chaussure d'être utilisée pour plusieurs types de terrains, optimisant ainsi son usage et sa durée de vie. Le "E" incarne donc la polyvalence, l'intelligence d'usage et la durabilité.De plus, les gens ont commencé à nous connaître avec cette version du logo, pour laquelle nous n'avons reçu que des retours positifs. Afin de ne pas perturber notre petite communauté et parce que ce logo nous plaît également, nous avons choisi de le conserver

Initialement conçu en noir pour sa neutralité et son élégance, le logo peut être décliné en différentes couleurs selon le contexte d'utilisation : par exemple, une teinte spécifique pour les activités de location lors des événements, et une autre pour la vente directe. Cela permet de différencier visuellement nos offres tout en gardant une cohérence de marque forte.

6.5.2 Notre slogan

Notre slogan principal, "Sole, for an athletic soul", joue à la fois sur le mot "sole" (semelle) et "soul" (âme). Il reflète notre volonté de nous adresser à un public animé par l'envie de bouger, de se dépasser, et de vivre le sport comme une passion profonde. Cette phrase simple évoque l'esprit sportif, l'engagement personnel et le lien émotionnel avec la nature et l'effort.

Nous utilisons également une phrase complémentaire dans notre communication : "Sole, pour un avenir plus sportif, plus vert et moins cher." Ce message met en avant nos trois valeurs fondamentales :

— L'accessibilité : permettre à plus de gens de s'équiper pour pratiquer.

— La durabilité : prolonger la vie des équipements grâce à notre solution modulable.

— L'esprit sportif : encourager une pratique engagée, proche de la nature et des autres.

Ces deux messages nous permettent de toucher à la fois le cœur et la raison de notre public, en mêlant inspiration et cohérence.

Chapitre 7

Aspects juridiques et gestion quotidienne

Le chapitre 7 détaille les fondations juridiques et organisationnelles essentielles à la création et au bon fonctionnement de la société Sole. Il commence par le choix du véhicule juridique adapté, suivi de la constitution officielle de la société, incluant l'objet social, le siège, l'acte constitutif, ainsi que les engagements et apports des fondateurs. La gouvernance est ensuite abordée avec la structure administrative et les modalités de l'assemblée générale. Les obligations comptables et les principaux contrats indispensables au projet sont également présentés. Le chapitre traite aussi de la protection de la propriété intellectuelle, des responsabilités légales et des assurances nécessaires. Enfin, il examine les aspects organisationnels, notamment l'alignement des ressources humaines avec la stratégie de l'entreprise, les besoins en personnel, ainsi que les leviers de motivation et les outils favorisant la cohésion d'équipe.

7.1 Choix du véhicule juridique

Dans cette section, on va sélectionner une forme juridique adaptée à une entreprise en phase de lancement, porteuse d'un produit technique, potentiellement brevetable, et

destinée à un marché sportif exigeant et concurrentiel.

Le choix du cadre juridique s'est appuyé sur plusieurs impératifs fondamentaux. Il nous fallait d'abord protéger les fondateurs en limitant leur responsabilité financière au montant de leur apport, et sécuriser les actifs immatériels (brevets, modèles, marques) en les inscrivant au sein d'une structure dotée de la personnalité juridique. Il était également crucial d'assurer un contrôle sur la gestion de l'entreprise et les prises de décision stratégiques, tout en préparant une ouverture éventuelle à des investisseurs, avec un contrôle strict sur la cessibilité des parts. Enfin, il s'agissait de favoriser une croissance structurée et maîtrisée, dans un secteur nécessitant des partenariats techniques, commerciaux et industriels.

À l'issue de cette analyse, la Société à Responsabilité Limitée (SRL) est apparue comme la forme la plus pertinente, tant sur le plan juridique que stratégique. Elle permet de limiter la responsabilité des associés à leur seul apport, protégeant ainsi leur patrimoine personnel (art. 5 :2 CSA). Elle offre une grande flexibilité statutaire, particulièrement précieuse pour une startup technologique : Il est possible de moduler les droits de vote, d'organiser des mécanismes d'agrément pour l'entrée ou la sortie de nouveaux associés, ou encore d'adapter les modalités de gouvernance en fonction de l'évolution de la structure (art. 5 :41 à 5 :68 CSA). De plus, la SRL ne requiert pas de capital minimum, mais impose que la société dispose de fonds propres suffisants, ce qui permet de concentrer les premières ressources financières sur des postes clés tels que la recherche et développement, le prototypage, ou encore la stratégie de commercialisation auprès des sportifs et distributeurs spécialisés (art. 5 :1 et 5 :3 CSA).

Cette forme juridique est également compatible avec une ouverture progressive du capital, notamment à des investisseurs spécialisés dans les secteurs du sport, de la performance ou de l'innovation outdoor. Enfin, la SRL permet à Sole de détenir en propre

l'ensemble de ses droits de propriété intellectuelle, condition essentielle pour valoriser son innovation, en sécuriser l'exploitation commerciale, et anticiper toute forme de cession ou de partenariat stratégique autour de la technologie développée.

7.2 Constitution de la société Sole

Dans le cadre du lancement de Sole, entreprise spécialisée dans le développement et la commercialisation d'une semelle additionnelle innovante pour la pratique du trail, la constitution d'une structure juridique appropriée constitue une étape fondamentale. Elle vise à encadrer légalement notre activité, à protéger les fondateurs, et à structurer l'entreprise de manière à en favoriser le développement progressif et maîtrisé.

Avant la constitution officielle de la société, plusieurs démarches seront entreprises en amont. Nous rédigeront un projet de statuts, qui définit les règles essentielles de fonctionnement de la société. Ce document précisera notamment que la forme juridique retenue est celle de la Société à Responsabilité Limitée (SRL), particulièrement adaptée à une startup innovante comme la nôtre. Il intègrera également la formulation de l'objet social, rédigé de manière à couvrir nos activités actuelles et futures dans le domaine des accessoires techniques liés au trail, ainsi que les modalités de répartition des parts, les règles de gouvernance, et les conditions de cession des titres. Ce projet sera officialisé par acte notarié lors de la constitution de la société.

Parallèlement, nous avons élaboré un plan financier prévisionnel sur cinq ans. Ce document a pour objectif de démontrer la viabilité du projet à moyen terme, en intégrant les hypothèses de croissance, les besoins de financement, et la stratégie de rentabilité. Il sera remis au notaire au moment de la constitution et constitue un outil de référence pour évaluer la solidité financière de la société. Le contenu détaillé de ce plan sera développé dans une section ultérieure du mémoire (cf. chap. Notre plan financier, section 8).

Enfin, nous avons prendrons les dispositions nécessaires pour respecter les obligations légales liées à la création d'une entreprise commerciale en Belgique. Cela comprend l'inscription à la Banque-Carrefour des Entreprises, l'enregistrement à la TVA, ainsi que la vérification de la conformité de notre produit aux normes légales en vigueur, notamment en matière de sécurité, de responsabilité produit et d'informations destinées aux consommateurs.

7.2.1 Objet social

L'objet social constitue un élément fondamental de l'acte constitutif de la société. Il définit les activités que les associés de Sole entendent exercer ensemble, et encadre juridiquement les pouvoirs et les limites d'action des administrateurs. Conformément à l'article 5 :73 du Code des Sociétés et des Associations (CSA), ces derniers peuvent accomplir tous les actes nécessaires ou utiles à la réalisation de l'objet social. La société reste néanmoins engagée par les actes qui excèdent cet objet, sauf si elle parvient à démontrer que le tiers contractant en avait connaissance, comme le prévoit l'article 5 :74 du CSA. Pour être valable, l'objet social doit être déterminé avec suffisamment de précision, rester licite et conforme à l'ordre public, faute de quoi la SRL pourrait être frappée de nullité conformément à l'article 5 :13 du CSA.

Dans le cas de Sole, l'objet social sera rédigé de manière à couvrir l'ensemble des activités actuelles et futures liées à notre cœur de métier. Il portera ainsi sur la recherche, le développement, la conception, la fabrication, l'assemblage, la commercialisation, la distribution,la location, l'importation et l'exportation de produits, équipements et accessoires liés à la pratique du trail et des activités sportives de plein air. Il inclut notamment les dispositifs de type semelle additionnelle, semelle technique, ou tout autre produit ergonomique ou biomécanique qui répond aux besoins spécifiques des pratiquants. Il englobera également les prestations de services associées, comme les tests terrain,la location des

produits, les études de performance, le conseil technique ou personnalisé, notamment en matière de confort, de sécurité ou de prévention des blessures. L'exploitation des droits de propriété intellectuelle y afférents notamment le dépôt, l'acquisition, la gestion ou la concession de licences sur des brevets, modèles, marques ou logiciels fera également partie de cet objet. Enfin, l'objet social intègrera l'organisation d'activités de promotion, de marketing, de communication, de formation ou d'événements commerciaux liés à ces produits ou services.

D'une manière plus générale, Sole pourra réaliser toutes opérations industrielles, commerciales, financières, mobilières ou immobilières, directement ou indirectement liées à la réalisation de son objet social, ou qui en facilitent la mise en œuvre. Elle pourra également s'associer, collaborer, fusionner ou participer avec toute entité dont l'objet est identique, similaire ou complémentaire au sien. Enfin, dans l'hypothèse où certaines activités seraient soumises à des conditions d'accès ou à des obligations spécifiques, la société s'engage à les satisfaire avant d'en entreprendre l'exercice effectif.

7.2.2 Siège social

Le siège social représente l'adresse légale et administrative de la société. Il détermine non seulement le lieu de réception des correspondances officielles et administratives, mais fixe également la juridiction compétente en cas de litige ou de procédure judiciaire. Conformément à l'article 2 :4 du Code des Sociétés et des Associations (CSA), il doit être mentionné dans les statuts, au moins au niveau de la région.

Dans un premier temps, Sole établira son siège social au sein d'ICE incubateur, anciennement appelé Yncubator, à Louvain-la-Neuve. Ce choix s'inscrit dans une logique à la fois pragmatique et stratégique : il permet d'éviter un investissement prématuré dans des bureaux privés, tout en offrant un environnement professionnel de qualité. L'accès permanent à un espace de coworking structuré, la centralité géographique par rapport

aux régions d'origine des trois fondateurs, ainsi que la proximité de l'écosystème universitaire et entrepreneurial font d'ICE incubateur un cadre idéal pour accueillir le siège social de notre société.

7.2.3 L'acte constitutif

La création de la société Sole se fera par la rédaction d'un acte authentique devant notaire, comme le prévoit l'article 5 :11 du Code des Sociétés et des Associations. Cet acte inclura les éléments requis à l'article 5 :12 du CSA, notamment les données d'identification de la société, ses statuts, les apports des fondateurs, ainsi que les modalités d'administration.

La personnalité juridique de la société sera acquise dès le dépôt de l'extrait de l'acte constitutif au greffe du tribunal de l'entreprise, dépôt qui sera effectué par le notaire (art. 2 :6 CSA). Après ce dépôt, l'extrait et les statuts seront publiés au Moniteur belge, rendant ainsi la création de la société officielle aux yeux des tiers.

Le notaire délivrera également une attestation bancaire, document indispensable pour débloquer le compte professionnel sur lequel les apports initiaux auront été versés. Une fois cette étape franchie, nous nous adresserons à un guichet d'entreprises afin d'obtenir un numéro d'entreprise via la Banque-Carrefour des Entreprises (BCE). Ensuite, nous procéderons à notre identification auprès du SPF Finances afin de finaliser notre enregistrement fiscal.

Il convient de noter que l'ensemble de ces démarches peut également être accompli entièrement en ligne, via la plateforme managemybusiness.be, qui facilite la création digitale d'entreprises.

7.2.4 Engagements des fondateurs

Avant même la constitution légale de Sole, les fondateurs prendrons plusieurs engagements concrets afin de structurer activement le lancement du projet. Parmi ceux-ci figurent la réservation du nom de domaine, l'ouverture d'un compte bancaire dédié pour accueillir les premiers apports financiers et préparer les démarches administratives à venir.

Au-delà de ces aspects pratiques, une attention particulière a également été portée à la qualité de la collaboration entre les cofondateurs. Dès les premières semaines de travail commun, une convention informelle a été rédigée dans le but de poser par écrit les valeurs partagées, les objectifs du projet, ainsi que la répartition équitable des parts au sein de l'entreprise. La convention de collaboration est reprise en annexe (Voir Annexe D.1). Bien que ce document n'ait pas de valeur contraignante en droit des sociétés, il a permis de clarifier les engagements respectifs de chacun et d'établir un cadre de confiance et de transparence, fondement essentiel à une gouvernance saine.

Conformément à l'article 2 :2 du Code des Sociétés et des Associations (CSA), les engagements pris par les fondateurs avant la constitution de la société pourront être reconnus et repris par Sole à condition que deux critères soient remplis. D'une part, la personnalité juridique de la société devra être acquise dans un délai de deux ans suivant la date de ces engagements ; d'autre part, leur reprise explicite devra être effectuée dans les trois mois suivant la constitution. Nous veillerons scrupuleusement au respect de ces délais, afin que l'ensemble des actes préparatoires engagés au nom du projet soit intégré de manière pleinement conforme au cadre juridique applicable.

7.2.5 Apports et titres

Les apports initiaux effectués par les fondateurs de Sole constitueront la base financière de la société. Ces apports, réalisés en numéraire, serviront à constituer les fonds propres

nécessaires au bon démarrage de l'activité. Ils garantiront la solvabilité de l'entreprise et permettront de couvrir les besoins liés aux premières étapes de développement, telles que le prototypage, les tests produits ou encore les démarches commerciales. Si certains équipements spécifiques devaient être intégrés au projet ultérieurement, des apports en nature pourraient être envisagés, bien qu'aucun n'ait été prévu à ce stade. De même, les apports en industrie ne sont pas d'actualité, mais restent ouverts dans l'évolution future du projet.

Depuis l'entrée en vigueur du Code des Sociétés et des Associations (CSA), la notion de capital social fixe a été abandonnée au profit de celle de fonds propres suffisants. Ce changement vise à garantir que l'entreprise dispose, au moment de sa création, des moyens nécessaires pour exercer son activité de façon viable. À défaut, les fondateurs pourraient voir leur responsabilité personnelle engagée si une faillite survenait dans les trois premières années d'existence, et que les fonds s'avéraient manifestement insuffisants pour couvrir une exploitation normale (art. 5 :16, 2° et 6 :17, 2°, CSA).

Dans le cas de Sole, les apports seront donc réalisés en numéraire et versés sur un compte bancaire bloqué ouvert au nom de Sole SRL, auprès d'un établissement établi dans l'Espace Économique Européen. Une attestation de dépôt sera remise au notaire conformément à l'article 5 :9 du CSA. Tous les apports seront intégralement libérés au moment de la constitution, comme l'exige l'article 5 :8 du CSA.

En contrepartie de leurs apports, les associés recevront des titres sociaux qui refléteront leur participation au capital. À la constitution, Sole comptera trois associés, chacun détenant une part égale du capital. Dans un souci d'équité et de simplicité, toutes les actions émises initialement disposeront des mêmes droits, tant en matière de vote que de bénéfices ou de solde de liquidation, conformément à l'article 5 :41 du CSA. Chaque fondateur disposera ainsi d'une voix équivalente dans les décisions importantes de la société.

Conscients de l'importance de préserver la stabilité du noyau fondateur et de garantir une gouvernance cohérente avec nos valeurs communes, nous avons opté pour une structure d'actionnariat fermée, dans laquelle la cessibilité des titres sera strictement encadrée. Toute cession de parts devra obtenir l'agrément préalable des autres associés, en vertu des articles 5 :63 et suivants du CSA. Ce mécanisme permet de maintenir une forme de contrôle interne, en cohérence avec l'esprit des fondateurs et du projet.

Néanmoins, cette structuration initiale n'exclut pas une évolution de l'actionnariat à l'avenir. Le CSA offre une grande flexibilité permettant d'ouvrir le capital à de nouveaux investisseurs, en émettant éventuellement des actions à droits spécifiques ou en créant différentes classes d'actions, sous réserve de modifications statutaires. L'organe d'administration pourra être mandaté pour émettre de nouveaux titres, comme le prévoit l'article 5 :134 du CSA. En cas d'augmentation de capital, les associés existants bénéficieront d'un droit de préférence, à exercer dans un délai minimum de quinze jours, conformément à l'article 5 :128 du CSA. Ce dispositif assure une protection des fondateurs tout en laissant ouverte la possibilité d'une levée de fonds maîtrisée si le développement de Sole le justifie.

7.3 Gouvernance et administration

La Société à Responsabilité Limitée (SRL) offre une grande souplesse en matière de gouvernance, permettant aux fondateurs d'adapter le mode d'administration aux besoins et à la maturité de leur entreprise (CSA, art. 5 :69 et suivants). Trois systèmes sont envisageables : une administration unique, une administration plurale à pouvoir individuel, ou une administration collégiale.

7.3.1 Administration de Sole

Après une discussion entre les fondateurs de Sole, nous avons opté pour une administration collégiale. Ce mode de gestion favorise la prise de décision collective, ce qui nous semble adapté à notre niveau d'expérience actuel, tout en renforçant la cohérence stratégique du projet.

Les décisions seront prises en réunion, sur base du consensus ou à la majorité, selon les règles définies dans nos statuts (quorums de présence et de vote) et dans notre convention de collaboration. Ce fonctionnement permet de prévenir les erreurs individuelles et de garantir une gouvernance alignée avec les valeurs communes portées par les trois cofondateurs. À la constitution de Sole, les trois associés fondateurs seront désignés administrateurs, pour une durée indéterminée (art. 5 :70, §2, CSA). Aucun administrateur externe n'est prévu à ce stade.

7.3.2 Assemblée générale

L'assemblée générale réunit l'ensemble des associés de Sole. Elle se tiendra au moins une fois par an au siège social de la société. Elle exerce les compétences définies par le CSA (approbation des comptes, nomination/révocation des administrateurs, modification des statuts, etc.), lesquelles peuvent être étendues statutairement (art. 5 :81, al. 2, CSA). Dans notre cas, l'assemblée générale sera composée, dans un premier temps, des trois associés fondateurs. Les règles de convocation, de délibération et de vote sont précisées dans les statuts.

7.4 Obligations comptables

Comme toute société constituée en Belgique, Sole sera tenue de respecter un ensemble d'obligations comptables et fiscales strictes, garantes de la transparence financière et du

respect des normes légales en vigueur. Ces obligations permettront d'assurer un suivi rigoureux de la santé financière de l'entreprise et de fournir aux parties prenantes (actionnaires, partenaires, autorités fiscales) une information fiable sur sa situation économique.

Sole devra tenir une comptabilité conforme au plan comptable normalisé, ce qui implique notamment la gestion d'un livre journal (unique ou divisé en journaux spécialisés) et l'établissement annuel des comptes annuels, comprenant le bilan, le compte de résultats et une annexe explicative. Ces documents devront être approuvés par l'assemblée générale dans un délai de six mois suivant la clôture de l'exercice comptable, conformément aux prescriptions légales.

En tant que jeune entreprise innovante, Sole devrait, dans ses premières années, répondre aux critères de petite entreprise au sens du Code des Sociétés et des Associations (CSA). À ce titre, tant que la société n'emploie pas plus de cinquante travailleurs en moyenne, que son chiffre d'affaires annuel reste inférieur à neuf millions d'euros, et que son total de bilan ne dépasse pas quatre millions cinq cent mille euros, elle pourra bénéficier du régime comptable abrégé. Ce régime permet de simplifier les obligations administratives, tout en maintenant un niveau de rigueur suffisant pour assurer la transparence et la lisibilité des comptes. Il restera applicable tant que Sole ne dépasse pas plus d'un de ces seuils sur deux exercices comptables consécutifs.

7.5 Les principaux contrats

Dans le cadre de son activité, Sole sera amenée à conclure divers contrats qui encadreront ses relations avec ses prestataires, partenaires commerciaux et clients. Ces conventions revêtent une importance stratégique et juridique essentielle pour structurer l'activité, limiter les risques, et garantir la qualité des produits et services proposés.

Dans un premier temps, certaines étapes du processus industriel pourront être confiées à des sous-traitants, notamment pour la fabrication de composants, l'assemblage des semelles additionnelles, ou leur transport jusqu'aux clients ou distributeurs. Ces interventions feront l'objet de contrats de sous-traitance rédigés avec rigueur. Bien que ces prestataires interviennent pour le compte de Sole, la société demeurera seule responsable vis-à-vis du client final, notamment en cas de défaut, de retard ou de non-conformité. Il sera donc indispensable de préciser, dans chaque contrat, les obligations du sous-traitant, les critères de qualité attendus, les délais d'exécution ainsi que les modalités de responsabilité, afin d'assurer la cohérence et la fiabilité de la production. Cette exigence est d'autant plus cruciale que les produits de Sole sont destinés à un usage sportif potentiellement risqué, où toute défaillance pourrait avoir des conséquences importantes.

Les relations contractuelles avec les clients seront quant à elles encadrées par un contrat de vente ou, dans certains cas spécifiques, par un contrat d'entreprise si une prestation sur mesure est incluse. Ce document détaillera les caractéristiques techniques du produit, les options disponibles, les modalités de livraison et un prix forfaitaire fixé à l'avance. Lorsque cela s'avérera pertinent, un cahier des charges technique pourra être annexé au contrat afin de clarifier les exigences de performance, les matériaux utilisés ou la compatibilité avec certains types de chaussures. Ce contrat aura vocation à sécuriser la transaction et à prévenir les éventuels litiges liés à la qualité du produit ou aux délais de livraison.

Par ailleurs, dans le cadre de l'exploitation de son site internet et de ses échanges avec les clients, Sole sera amenée à collecter certaines données personnelles, telles que le nom, l'adresse email, le numéro de téléphone ou encore l'adresse postale des utilisateurs. Conformément au Règlement Général sur la Protection des Données (RGPD), la société prendra des mesures concrètes pour se conformer à ses obligations. Une politique de confidentialité et une politique de cookies ont seront rédigées et rendues accessibles sur le site web. Un système clair de recueil du consentement a été mis en place, et la collecte des

données est strictement limitée aux informations nécessaires à l'établissement de devis ou à la gestion des commandes. Ces pratiques permettent de garantir la licéité des traitements opérés, conformément aux principes posés par le RGPD.

7.6 Propriété intellectuelle

La propriété intellectuelle constitue un volet central de notre stratégie juridique. Dans un secteur aussi concurrentiel que celui du matériel sportif, et face à des acteurs déjà engagés dans des démarches de dépôt de brevet, il nous a semblé impératif d'évaluer très tôt notre propre potentiel de protection. À ce titre, nous avons mené une analyse approfondie avec le soutien d'experts reconnus, notamment la société Gevers, le cabinet flamand brantsandpatents, ainsi que Matthieu Palate, spécialiste de la propriété intellectuelle à l'UCLouvain. Ces échanges nous ont permis de mieux cerner les critères de brevetabilité, les alternatives de protection, et les implications financières et stratégiques de chaque option.

À ce stade, nous avons fait le choix réfléchi d'attendre la finalisation complète de notre prototype avant d'envisager un dépôt de brevet. Il nous paraît essentiel de ne pas engager de démarches prématurées pour protéger un produit encore susceptible d'évoluer. Lorsque la version définitive sera stabilisée, nous réévaluerons cette possibilité, en ciblant les éléments techniques réellement innovants, comme un système d'accroche spécifique ou des propriétés structurelles avancées.

En parallèle, nous avons mis en place une politique rigoureuse de protection par le secret d'affaires, notamment pour encadrer les échanges avec nos partenaires industriels et scientifiques. Lors de nos visites d'usines et de nos collaborations, notamment au Portugal, nous avons d'abord utilisé un accord de non-divulgation (NDA) (Voir Annexe D.2) rédigé en interne avant de solliciter l'aide du Juris Club de Louvain afin de disposer d'un

document professionnellement rédigé (Voir Annexe D.3). Ce NDA amélioré a été utilisé dans le cadre de discussions sensibles, notamment avec Décathlon. Ces deux versions de NDA sont disponibles en annexe du présent mémoire.

Par ailleurs, nous avons engagé des démarches pour protéger notre identité de marque. Le nom Sole, notre logo et notre univers graphique font l'objet d'une veille active, et une recherche d'antériorité a été réalisée via les bases de données de l'Office Benelux de la Propriété Intellectuelle (BOIP). Aucun obstacle n'a été identifié à ce jour, et une demande d'enregistrement sera introduite dès validation de notre identité visuelle finale et des classes de produits concernés.

7.7 Responsabilité et assurances

Dans un secteur comme celui de l'équipement sportif, la question de la responsabilité est particulièrement sensible. En tant que fabricant et distributeur d'un produit destiné à être utilisé en conditions sportives exigeantes, parfois extrêmes telles que la course en montagne, les terrains accidentés ou les environnements humides Sole doit anticiper et se prémunir contre tout risque juridique lié à d'éventuels accidents, blessures ou litiges. Une chute ou une défaillance matérielle, même en l'absence de vice avéré, pourrait potentiellement engager notre responsabilité.

Face à ces enjeux, la protection juridique et assurantielle constitue un pilier stratégique de notre structuration. Il est impératif d'encadrer contractuellement nos responsabilités, de fournir une information claire et accessible sur les conditions d'utilisation des produits, et de souscrire aux assurances adéquates pour couvrir les éventuels dommages causés à des tiers. Dans certains cas, en fonction du type de promesse marketing ou des caractéristiques techniques annoncées, la responsabilité de Sole pourrait être juridiquement interprétée comme une obligation de résultat, notamment si le produit est censé offrir un

certain niveau de performance ou de sécurité. À défaut, elle pourrait relever d'une obligation de moyens, mais seule l'analyse d'un juge pourra trancher en cas de contentieux. Même si aucune obligation légale spécifique ne nous impose une assurance à ce stade, nous considérons qu'une assurance responsabilité civile professionnelle est indispensable. Cette couverture permettrait de prendre en charge les erreurs techniques, les fautes dans le cadre de conseils personnalisés, ainsi que les dommages corporels, matériels ou immatériels causés à des tiers. Pour une jeune entreprise comme Sole, qui évolue dans un environnement concurrentiel et potentiellement exposé médiatiquement, cette forme de protection est essentielle, tant pour sa sécurité financière que pour sa réputation.

Au-delà de cette couverture principale, nous envisageons également la souscription de polices d'assurance complémentaires. Une assurance produit spécifique permettrait de couvrir les dommages liés à un défaut de fabrication ou de conception. Une assurance responsabilité civile exploitation pourrait s'avérer utile pour couvrir les incidents survenant dans le cadre de nos activités courantes, comme les tests sur le terrain, les démonstrations lors d'événements, ou les partenariats commerciaux. À cela pourrait s'ajouter une assurance protection juridique, destinée à couvrir les frais de défense ou de recours dans l'hypothèse d'un différend avec un client, un fournisseur ou un partenaire.

Enfin, nous étudions la possibilité de souscrire à une assurance responsabilité des administrateurs, en application des articles 2 :56 et 2 :57 du CSA. Ce type d'assurance permet de protéger les dirigeants en cas de faute de gestion, y compris les fautes légères mais habituelles, pour lesquelles leur responsabilité personnelle illimitée pourrait être engagée. Le coût modéré de cette assurance, souvent accessible à partir de 800 euros par an, la rend d'autant plus pertinente pour une structure entrepreneuriale encore en développement.

7.8 Aspects organisationnels

La réussite de la société Sole repose non seulement sur une structure juridique solide, mais également sur une organisation interne efficace. Cette section examine les principaux aspects organisationnels, en mettant l'accent sur l'alignement des ressources humaines avec la stratégie globale de l'entreprise. Elle analyse les besoins en personnel, les processus de recrutement et d'intégration, ainsi que les leviers permettant de maintenir la motivation et l'engagement des collaborateurs. Enfin, les outils favorisant la cohésion d'équipe sont présentés comme des éléments clés pour assurer un environnement de travail harmonieux et performant.

7.8.1 Alignement RH et stratégie

Dans un projet innovant comme Sole, la gestion des ressources humaines (GRH) ne peut être réduite à une fonction administrative : elle constitue un levier stratégique au cœur du processus d'innovation. La littérature en GRH stratégique, notamment les travaux de Defélix, Mazzilli et Gosselin, identifie quatre dimensions essentielles à cette articulation : les compétences, les incitations, l'environnement de travail et le contexte organisationnel (Defélix, 2015)Defélix, Mazzilli et Gosselin, 2015.

La première dimension porte sur les compétences. Sole repose sur des profils hybrides ou en « T », combinant expertise technique et aptitudes transversales (écoute, adaptabilité, esprit critique) (Palmer, 1990)Palmer, 1990. Cette polyvalence permet à une petite équipe de couvrir un large spectre de fonctions, tout en restant agile. Ce fonctionnement est renforcé par l'intégration ponctuelle d'expertises externes (ex. : le designer Ugo Bompass ou l'agence FutureWave), qui enrichissent le projet tout en respectant sa cohérence.

La seconde dimension concerne les incitations. Loin des approches classiques fondées sur la rémunération, Sole mise sur des motivations intrinsèques : adhésion à la mission (ac-

cessibilité au trail, durabilité, circularité), autonomie et reconnaissance informelle (Defélix, 2015)Defélix, Mazzilli et Gosselin, 2015. Des rituels simples comme les feedbacks réguliers ou l'implication dans les choix stratégiques contribuent à entretenir un engagement durable.

La troisième dimension, l'environnement de travail, repose sur un management horizontal et une responsabilisation des membres. Inspiré des organisations agiles, ce mode de fonctionnement favorise l'initiative, la réactivité, et la créativité (Pichault, 2013)Pichault et Picq, 2013. Chaque membre est référent sur ses sujets mais reste en dialogue constant avec les autres, dans un climat de confiance.

Enfin, la quatrième dimension relève du contexte organisationnel. Sole évolue dans une structure adhocratique, typique des projets entrepreneuriaux en phase de démarrage : peu de hiérarchie, flexibilité forte, cycles courts d'itération (Leroy, 2004)Le Roy et Yami, 2004. Cette configuration favorise l'innovation de rupture et une culture projet affirmée, fondée sur la coopération, l'expérimentation et l'apprentissage collectif. Elle est régulièrement renforcée par la cohérence entre discours stratégique (dans les présentations, pitchs, communication) et pratiques internes, ce que la littérature identifie comme une condition clé du succès en GRH innovante (Defélix, 2015). Defélix, Mazzilli et Gosselin, 2015.

7.8.2 Besoins en ressources humaines

Cette section présente les besoins en ressources humaines, en insistant sur les compétences clés à mobiliser et la polyvalence nécessaire pour accompagner l'évolution du projet Sole à chaque phase de son développement.

Identification des postes et compétences

À ce stade, l'organisation repose sur une équipe fondatrice réduite, mais dont la complémentarité des profils a permis de couvrir l'ensemble des besoins clés du projet. Trois pôles majeurs se distinguent actuellement :

Pôle	**Responsable**	**Missions principales**
Technique (Ingénierie & design produit)	Maxime Verwilghen	Développement de la fixation, modélisation 3D, prototypage, coordination avec les partenaires industriels.
Financier (Viabilité & stratégie économique)	Victor Delbrassinne	Gestion budgétaire, prévisions financières, projections de rentabilité, recherche de financements.
Communication & coordination projet	Mahaut Debroux	Visibilité du projet, gestion des réseaux sociaux, enquêtes utilisateurs, planification transversale et respect des deadlines.

TABLE 7.1 – Répartition des rôles au sein de l'équipe Sole

Cette organisation fonctionnelle reste néanmoins flexible : les membres de l'équipe naviguent régulièrement entre leurs différents domaines de responsabilité afin de s'adapter aux besoins immédiats du projet. Cette capacité à endosser plusieurs rôles reflète pleinement la polyvalence essentielle aux projets entrepreneuriaux en phase de développement.

Compétences clés par pôle

L'identification des besoins humains ne se limite pas à des intitulés de poste ; elle implique une réflexion fine sur les compétences mobilisées, qu'elles soient techniques (hard skills) ou comportementales (soft skills).

Pôle	**Hard Skills**	**Soft Skills**
Technique	Modélisation 3D (Blender), connaissance des matériaux, notions en biomécanique, gestion de la chaîne de prototypage.	Rigueur, créativité technique, aptitude à dialoguer avec des designers et industriels.
Financier	Élaboration de business models, construction de tableaux de flux de trésorerie, maîtrise d'Excel et outils de reporting, connaissance des mécanismes de subvention et financement de startups.	Esprit analytique, capacité de projection, gestion du risque.
Communication	Stratégie réseaux sociaux, gestion de campagnes publicitaires, rédaction UX, organisation d'événements promotionnels.	Aisance relationnelle, sens de la persuasion, capacité à vulgariser un projet technique pour le grand public.

TABLE 7.2 – Compétences techniques et relationnelles par pôle au sein de Sole

Spécificités RH des projets entrepreneuriaux : une exigence de polyvalence

Ce panorama des compétences serait incomplet sans évoquer l'hybridation des rôles propre aux startups en phase de pré-amorçage. Chaque membre cumule plusieurs fonctions, dans un contexte de ressources limitées et de tâches variées. Cette polyvalence devient une compétence clé, mobilisant agilité, autonomie et esprit d'initiative. Ce fonctionnement souple favorise aussi l'apprentissage croisé : un profil marketing peut participer à des tests terrain, tandis qu'un membre technique peut contribuer à des réflexions de

pricing.

Évolution des besoins selon les phases du projet

Au fil de son développement, un projet entrepreneurial traverse différentes phases qui entraînent une évolution progressive et spécifique des besoins en ressources humaines.

— **Phase de lancement :** Constitution de l'équipe fondatrice et test du concept. Cette étape repose sur une forte polyvalence des membres, capables d'assumer des responsabilités variées et de réagir avec agilité face à l'incertitude. L'objectif est de valider assez rapidement l'idée sur le terrain, avec peu de ressources mais beaucoup d'engagement.

— **Phase de développement du prototype :** L'apparition de besoins techniques spécifiques marque cette phase, avec la nécessité de mobiliser des compétences en design produit, ingénierie et modélisation 3D pour transformer l'idée en un prototype fonctionnel. Maxime dispose déjà de solides bases en modélisation sur Blender, ce qui constitue un atout pour les premières itérations. Toutefois, la dimension esthétique et ergonomique du design nécessitera un renfort extérieur. À cet égard, Ugo Bompass, jeune designer spécialisé en conception de chaussures, s'est montré enthousiaste à l'idée de contribuer au projet et représente un soutien précieux pour affiner les lignes du produit. Cette phase s'accompagne également d'une intensification des échanges avec des partenaires industriels ou des ateliers de prototypage tels que FutureWave, 1Point61 ou Tweener.

— **Phase de commercialisation :** À cette étape, l'accent se porte sur le marketing, la logistique et la relation client. Il est essentiel de mobiliser des compétences en stratégie digitale, en organisation d'événements, en communication, ainsi qu'en gestion des retours utilisateurs. Dans un premier temps, l'équipe actuelle est en mesure de gérer ces aspects en interne, grâce à l'expérience acquise lors de projets antérieurs et à une bonne compréhension des mécanismes de communication sur les réseaux sociaux. Cette autonomie initiale permet de poser les bases d'une stratégie

de visibilité efficace, tout en renforçant le lien direct avec les premiers utilisateurs.

— **Phase de croissance :** Structuration de l'organisation. L'arrivée de profils administratifs, commerciaux ou RH devient nécessaire pour gérer la complexification des opérations. Des processus plus formels seront mis en place, tout en cherchant à conserver l'agilité initiale de la startup.

Cette progression graduelle illustre l'importance d'une gestion dynamique des ressources humaines, adaptée à la nature et à l'intensité des besoins spécifiques de chaque étape du projet entrepreneurial.

7.8.3 Recrutement et intégration

À court et moyen terme, comme précisé dans la partie financière du mémoire, l'équipe cœur est amenée à rester réduite : les cinq premières années de prévision envisagent uniquement trois membres à temps plein, complétés ponctuellement par des étudiants jobistes pour assurer la présence sur le terrain lors des événements. L'élargissement de l'équipe n'est donc pas une priorité immédiate, mais si le besoin se présentait, il serait abordé avec la même philosophie : une sélection rigoureuse, fondée sur l'humain et la compatibilité avec la culture du projet.

Au-delà des CV, les futurs collaborateurs seraient évalués à travers des micro-projets, permettant non seulement de tester leurs compétences techniques, mais aussi d'observer leur capacité à interagir avec l'équipe. Cette logique s'inspire d'approches employées dans certaines entreprises innovantes comme Google ou Buffer, où le « test de l'aéroport » (ou LAX test) est utilisé pour estimer la compatibilité humaine : serions-nous prêts à passer six heures coincés dans un aéroport avec cette personne ? (Tsagliotis, 2017)Tsagliotis, 2017.

Les critères de sélection privilégient ainsi des profils curieux, polyvalents et engagés, capables de faire preuve d'initiative face aux imprévus. Une attention particulière est por-

tée à la motivation intrinsèque et à la capacité à s'approprier la vision du projet, un levier d'engagement fort, couramment mobilisé dans les start-ups dites culture first (Tsagliotis, 2017)Tsagliotis, 2017.

Enfin, l'intégration se ferait par immersion directe dans les activités du collectif. Les rôles y sont distribués de façon souple, chacun étant amené à occuper plusieurs fonctions selon les besoins. Cette flexibilité repose sur une communication claire, un feedback constant, et une capacité d'adaptation continue à l'image de l'approche prônée par Mark Zuckerberg, selon laquelle chaque membre d'une équipe agile devrait idéalement être quelqu'un avec qui on accepterait d'échanger les rôles (Tsagliotis, 2017)Tsagliotis, 2017.

7.8.4 Motivation et engagement

Cette partie explore les sources de motivation et l'engagement au sein de l'équipe Sole, centrés sur des dynamiques intrinsèques telles que la passion, l'autonomie et la cohésion. Elle décrit aussi les pratiques mises en place pour maintenir cette cohésion, grâce à des rituels réguliers et des outils collaboratifs adaptés au fonctionnement agile d'une startup en phase précoce.

7.8.4.1 Facteurs de motivation

Dans le cadre d'un projet entrepreneurial en phase de pré-amorçage comme Sole, les motivations des membres de l'équipe s'ancrent avant tout dans des dynamiques intrinsèques : apprendre, relever un défi, contribuer à une vision porteuse de sens. À ce stade, il n'est pas question de rémunération ni de stabilité professionnelle. C'est donc un engagement qui repose sur autre chose : La passion, l'envie de faire bouger les lignes, la conviction de participer à une aventure qui dépasse l'individu.

Cette posture trouve un écho dans l'évolution des théories de la motivation au travail. Dans les années 1920, les approches behavioristes considéraient encore l'humain comme

réactif à des stimuli simples (punition/récompense). Mais dès les années 1960, une rupture s'opère avec les théories de l'apprentissage (Bandura, 1977Bandura, 1977 ; Deci & Ryan, 1971Deci, 1971), qui mettent l'accent sur les motivations internes, telles que l'autonomie, la compétence et le lien social (Lemoine, 2023)Lemoine, 2023. Ces ressorts sont aujourd'hui bien visibles dans l'équipe Sole, où chacun agit avec un haut degré d'autonomie, développe de nouvelles compétences et peut compter sur une forte cohésion du groupe.

Dans les années 1990, la littérature introduit la notion d'engagement organisationnel (Meyer & Allen, 1991)Meyer et Allen, 1991, définie comme le lien affectif et psychologique entre un individu et son organisation. Cet engagement repose notamment sur l'identification aux valeurs, la qualité des relations humaines et la perception d'une mission collective. Là encore, Sole s'inscrit dans cette logique : notre mission rendre la pratique du trail plus durable, plus accessible et plus sûre constitue un puissant moteur de fidélisation et de dépassement de soi.

Enfin, depuis les années 2000, de nombreux travaux s'intéressent au sens du travail comme facteur clé de l'engagement, en particulier dans les environnements incertains et mouvants comme les startups. Morin (1998)Morin, 1998 distingue trois dimensions fondamentales : la signification (ce que le travail représente), l'orientation (la direction qu'il donne à l'action) et la cohérence (l'alignement avec ses valeurs). Dans le projet Sole, ce sens se manifeste à travers plusieurs éléments : la mission environnementale, l'apprentissage continu, et la liberté d'initiative laissée à chaque membre.

Concrètement, cela se traduit par un engagement durable, malgré l'absence de certitudes : chacun s'implique parce qu'il croit au projet, se sent utile et progresse individuellement. Cette forme de motivation est particulièrement adaptée aux environnements entrepreneuriaux où la reconnaissance est avant tout symbolique et collective.

7.8.4.2 Outils de cohésion d'équipe

Le maintien de la cohésion d'équipe repose sur des habitudes collectives régulières et des outils adaptés à la souplesse de fonctionnement d'un petit groupe.

Chaque semaine, nous organisons une réunion d'équipe pour partager nos avancées respectives, poser nos questions, identifier les points de blocage et formuler des demandes d'aide si nécessaire. Ces échanges permettent également de fixer des objectifs clairs, à court terme (pour la semaine suivante) ou à moyen terme, avec des échéances précises. Un procès-verbal vivant de ces réunions est tenu à jour, dans lequel les points traités sont améliorés, ajoutés ou retirés en fonction de leur évolution. Ce suivi régulier structure notre progression et renforce la transparence.

Afin de prendre soin de l'équilibre humain du groupe, nous prenons aussi un moment pour échanger sur nos "météos intérieures" : chacun peut exprimer son état d'esprit du moment, ce qui permet de détecter et résoudre rapidement d'éventuelles frustrations ou tensions. D'ailleurs, la culture du feedback est activement encouragée. Elle favorise l'ajustement continu, le développement personnel, et le maintien d'un climat de confiance. L'écoute active y est centrale : chaque membre peut exprimer ses ressentis ou difficultés en toute sérénité.

Notre organisation repose sur des outils collaboratifs complémentaires : Trello pour la gestion des tâches et du backlog, Slack pour structurer les échanges autour des différents volets du projet (Concours, Financement, R&D...), et Messenger pour des communications plus informelles et réactives.

Enfin, nous veillons à célébrer les petites victoires qu'il s'agisse du lancement d'une campagne, de la réception d'un prototype ou de l'obtention d'un soutien financier. Ces moments de reconnaissance nourrissent la dynamique collective et renforcent notre moti-

vation commune.

Chapitre 8

Notre plan financier

Ce chapitre présente la structuration financière du projet Sole, en lien avec notre Business Model Canvas. Il s'appuie sur des hypothèses claires concernant le lancement, le prototypage, les cibles clients et l'évolution sur le marché européen. Nous y détaillons les prévisions de ventes (location de semelles et ventes de chaussures), les canaux de distribution ainsi que notre chiffre d'affaires attendu.

La section coûts distingue les dépenses fixes (salaires, assurances, publicité, etc.) des coûts variables liés à la production, l'entretien et la distribution. Une analyse de la trésorerie, avant et après apports en capital, permet d'évaluer notre besoin de financement, pour lequel nous privilégions un apport de type FFF (Family, Friends & Fools).

Enfin, nous présentons nos documents financiers prévisionnels (compte de résultat, bilan, ratios) qui confirment la viabilité du modèle et la perspective de rentabilité à moyen terme. Ce plan nous permet d'anticiper nos besoins, d'orienter nos choix stratégiques et de rassurer de futurs partenaires financiers.

8.1 Notre BMC et son impact sur le plan financier

Depuis le début de notre projet, Sole a suivi un processus itératif de construction et de réévaluation de son modèle économique. Ce processus a débuté avec la création de notre Business Model Canvas (BMC), un outil clé qui nous a permis de structurer nos idées, d'organiser nos priorités et de poser les bases de notre activité. Le BMC a été conçu pour être flexible et évolutif, nous permettant ainsi de l'ajuster en fonction des retours du marché, de nos observations et des défis auxquels nous avons été confrontés au fil du temps.

Au départ, notre modèle économique était encore vague et basé sur des hypothèses générales. Cependant, au fur et à mesure que nous avons approfondi notre réflexion et mené des recherches, nous avons peaufiné chaque composant du BMC, notamment la proposition de valeur, les segments de clients, les canaux de distribution, et les revenus.

Chaque ajustement dans notre modèle économique a eu un impact direct sur la manière dont nous avons construit notre plan financier. Le processus de révision du BMC nous a permis de tester différentes hypothèses et de valider, ou non, nos choix. Par exemple, nous avons initialement envisagé des sources de revenus plus traditionnelles avant de nous orienter vers un modèle hybride, alliant location de semelles et vente de chaussures, ce qui a nécessité une révision de nos projections financières. De plus, nous avons régulièrement challengé nos coûts fixes et variables pour nous assurer qu'ils étaient réalistes et optimisés par rapport aux ressources dont nous disposions.

Cette approche dynamique nous a également permis de prendre conscience de l'importance des partenariats dans notre modèle, ce qui a impacté positivement notre stratégie financière en nous permettant de réduire certains coûts et d'augmenter notre capacité à atteindre plus rapidement notre marché cible.

Ainsi, le BMC a joué un rôle central dans la construction et l'adaptation de notre plan financier, nous guidant à chaque étape pour challenger nos hypothèses, affiner nos prévisions et nous assurer que notre modèle économique et financier était non seulement viable, mais aussi flexible pour évoluer avec le marché.

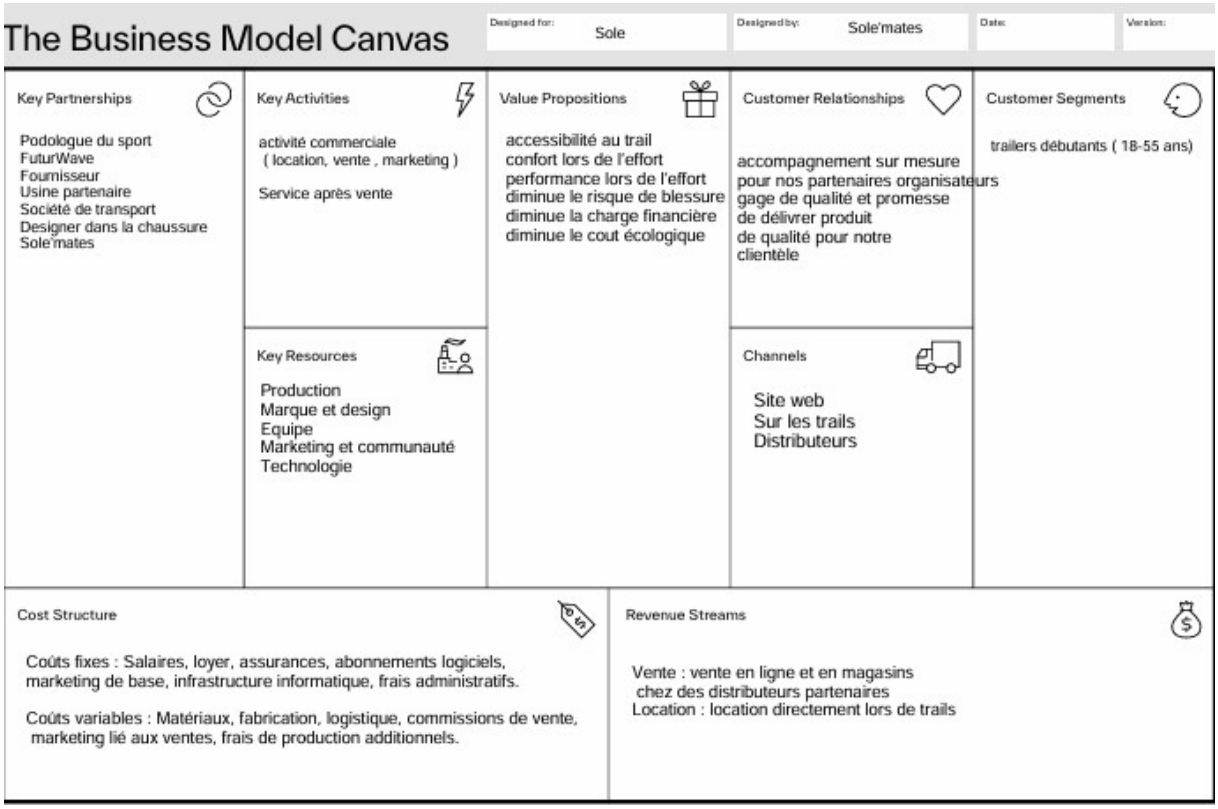


FIGURE 8.1 – Business Model Canvas de Sole

8.2 Hypothèses fixées pour établir notre plan financier

Le plan financier de Sole s'étendra sur une période de 5 ans, du 1er janvier 2025 au 31 décembre 2029. Bien que le plan commence en janvier 2025, nos premières rentrées d'argent ne commenceront qu'en octobre 2025 avec la location de semelles. Avant cela, plusieurs démarches pré-lancement sont en cours pour préparer le terrain pour notre activité.

8.2.1 Démarches pré-lancement

Avant le démarrage officiel de l'activité, nous sommes engagés dans des démarches essentielles, telles que la finalisation du prototypage, la mise en place des partenariats, ainsi que la préparation logistique et administrative. Ces étapes sont cruciales pour garantir une entrée sur le marché réussie et efficace.

8.2.2 Lancement de l'activité

Le lancement des activités commerciales aura lieu en automne 2025 avec la location de semelles pour les trailers. Cette phase marquera le début des premières rentrées d'argent. À partir de janvier 2026, nous commencerons la vente de nos produits, une fois le prototypage finalisé et les derniers ajustements effectués.

8.2.3 Prototypage et partenariats

Le prototypage de nos produits sera finalisé en collaboration avec un partenaire spécialisé, qui nous aidera à concevoir et développer les aspects techniques de nos produits, tout en nous mettant en relation avec des fournisseurs et des usines pour la production.

8.2.4 Croissance du marché européen

Nous avons prévu une croissance annuelle de 12% du marché des trailers à l'échelle européenne (U-Trail, 2025)U-Trail, 2025. Nous commencerons avec une présence complète en Belgique en 2026, suivie d'une expansion progressive vers les pays voisins, à commencer par le Nord de la France en 2026 et le Luxembourg, les Pays-Bas et l'ouest de l'Allemagne par la suite.

8.2.5 Segment de clients cibles

Nous ciblons principalement les trailers débutants, âgés de 18 à 55 ans, qui représentent environ 15% du marché selon notre étude de marché. Nous visons à capter une part de 10% des débutants dans nos zones géographiques cibles en 2026, avec une augmentation progressive chaque année, jusqu'à atteindre 25% en 2029.

8.2.6 Location de semelles

En 2025, nous débuterons la location de semelles lors des événements de trail, avec un premier chiffre d'affaires généré dès octobre 2025. En moyenne, chaque trail attire environ 400 trailers, et 25% d'entre eux loueront nos semelles au prix de 4€ par paire, soit un chiffre d'affaires de 400€ par événement. Lors de notre première année, nous participerons à un trail par week-end, générant ainsi 1.600€ par mois. En 2026, avec deux trails par week-end, ce chiffre double pour atteindre 3.200€ par mois. À partir de l'automne 2026, avec l'extension géographique vers le Nord de la France, nous augmenterons progressivement le nombre de trails, jusqu'à atteindre 9 trails par week-end en 2027 avec nos autres expansions géographiques, générant 3.600€ par week-end lorsque notre couverture géographique sera complète.

Notre activité est saisonnière, avec une forte concentration d'événements entre octobre et avril. C'est pendant ces périodes que nous serons présents sur les événement en raison des conditions météorologiques plus favorables aux activités de trail et à l'utilisation de nos produits. De mai à septembre, la demande sera moins importante.

8.3 Estimation de nos ventes

Pour estimer nos ventes, nous avons pris en compte plusieurs facteurs clés, notamment la dynamique du marché des trailers, notre stratégie de location et de vente, ainsi que la

saisonnalité de notre activité. Ces éléments nous permettent de prévoir l'évolution réaliste de Sole sur les prochaines années.

8.3.1 Vente de chaussures

À partir de janvier 2026, nous commencerons à vendre nos semelles spécialement conçues pour les trailers. Le marché des trailers connaît une forte croissance, avec environ 40.000 trailers en Belgique en 2023 (Trailrun.be, 2023)TRAILRUN.BE, 2023, et une augmentation de 12% par an au niveau européen (U-Trail, 2025)U-TRAIL, 2025. Parmi ces trailers, environ 15% sont des débutants selon notre étude de marché, la tranche de débutants âgés de 18 à 55 ans représente notre segment cible.

En 2026, nous visons à vendre nos produits à 10% des débutants dans nos zones cibles, avec une croissance annuelle de 5%, atteignant 25% en 2029. Comme pour la location de semelles, la saisonnalité influencera également nos ventes de chaussures. 80% des ventes se feront entre octobre et avril, tandis que les mois secs de mai à septembre représenteront environ 20% des ventes.

8.3.2 Canaux de vente

Les ventes de nos chaussures se feront principalement via notre site internet et des magasins partenaires. Nous prévoyons que quatre fois plus de ventes seront réalisées en ligne qu'en magasin, car cela nous permet de bénéficier de marges plus élevées. En effet, la vente directe en ligne permet de réduire les coûts associés aux distributeurs, qui représentent environ 32% de la marge en vente via magasin. Grâce à nos efforts de marketing numérique, nous toucherons une large audience de trailers et de débutants, ce qui favorisera un volume de ventes plus élevé sur notre site. Ce canal nous offre également une meilleure gestion des stocks et un contrôle plus direct de la relation client, augmentant ainsi notre rentabilité.

Année	Location	Vente en ligne	Vente via distributeurs
2025	1 200	0	0
2026	8 000	1 130	280
2027	18 000	5 120	1 277
2028	25 200	11 016	2 755
2029	25 200	15 394	3 855

TABLE 8.1 – Prévision des revenus par canal de vente (2025–2029)

Les chiffres ci-dessus correspondent aux nombre de semelles louées et vendues par an au cours des années 2025 à 2029.

8.4 Chiffre d'Affaires

Le chiffre d'affaires de Sole provient de deux sources de revenus : la location de semelles additionnelles lors des événements de trail et la vente de semelles additionnelles en ligne et en magasin. Chaque année, la croissance de notre chiffre d'affaires est liée à notre expansion géographique, à l'augmentation du nombre d'événements de trail, et à l'adoption progressive de nos produits par les trailers.

En 2025, avec un début d'activité en octobre et le lancement de la location de semelles additionnelles à 4€ par paire (prix fixé suite à notre étude de marché (cf. chap. Marketing, section 5.3.2.2)), le chiffre d'affaires initial sera de 3.972€. Cette première année marque le début de notre modèle économique.

En 2026, l'augmentation du nombre de trails mensuels, ainsi que le démarrage des ventes de semelles additionnelles en ligne et en magasin (au prix de 39,99€, établi après une étude concurrentielle, nos coûts et en prenant en compte nos marges souhaitées calculées dans la partie marketing (cf. chap. Marketing, section 5.3.2.2)), entraîneront une

hausse significative du chiffre d'affaires, qui atteindra 73.081€. Cette progression est le résultat de notre présence croissante sur les événements et de l'élargissement de notre offre.

En 2027, l'extension de notre réseau de trails et l'augmentation des ventes de semelles additionnelles permettront un nouveau bond du chiffre d'affaires, qui passera à 271.001€. Cette croissance provient de l'essor des deux segments de revenus : location et vente de semelles.

L'année 2028 marquera un tournant avec une expansion plus poussée sur le marché et des ventes de semelles additionnelles en forte hausse. Le chiffre d'affaires total pour 2028 s'élèvera à 538.544€, soutenu par l'augmentation des événements et l'adoption continue de nos semelles par un nombre croissant de trailers.

Enfin, en 2029, nous nous contentons de notre territoire géographique, nous ne voulons pas être présent sur plus de trail mais continuons notre croissance dans nos ventes, le chiffre d'affaires atteindra 719.591€, consolidant notre position sur le marché et validant l'efficacité de notre modèle économique.

Année	**Chiffre d'Affaires Total (€)**
2025	3 972
2026	73 081
2027	271 001
2028	538 544
2029	719 591

TABLE 8.2 – Tableau récapitulatif du chiffre d'affaires (2025–2029)

8.5 Nos coûts

Dans ce chapitre, nous allons prendre le temps de détailler les coûts les plus importants liés à notre projet. Nous aborderons notamment les dépenses liées au prototypage, les investissements initiaux nécessaires au démarrage, ainsi que les différents coûts fixes et variables qui impactent notre activité. Cette analyse nous permettra de mieux comprendre la structure de nos charges et d'optimiser la gestion financière de notre projet.

8.5.1 Coûts prototypage

Le prototypage est une étape essentielle dans le développement de Sole, et nous avons adopté une approche pragmatique pour maîtriser nos coûts tout en garantissant la qualité nécessaire à la réussite du projet. Le processus de prototypage se divise en deux phases : une première phase réalisée en interne à moindre coût, et une seconde phase en collaboration avec Futurewave, une agence bruxelloise spécialisée dans le prototypage technique et industriel.

Pour démarrer le projet à coût réduit, nous avons d'abord confié à Maxime la responsabilité des premières versions du prototype, en l'accompagnant d'experts en prototypage, notamment de l'équipe d'OpenHub et du Schoenenkwartier. Cette première phase nous a permis de poser les bases du design, de tester des concepts, et de définir les matériaux et la structure de la semelle, tout en maintenant les coûts à un niveau abordable. En plus de leurs expertises, ces partenaires de prototypage nous ont fourni une infrastructure complète ainsi que des matériaux de prototypage de pointe, permettant de tester nos concepts dans des conditions professionnelles sans investissements excessifs.

Une fois les bases du prototype posées, nous avons exploré plusieurs options pour la phase suivante, qui nécessitait un savoir-faire plus spécifique et des ressources techniques avancées. Nous avons alors évalué trois agences et évalués longuement leurs devis res-

pectifs : Futurewave (Voir Annexe C.4), 1point61 (Voir Annexe C.5), et Tweener (Voir Annexe C.3). Chacune avait ses avantages, mais après un examen approfondi, notre choix s'est finalement porté sur Futurewave.

Tweener, une agence française, a été écartée en raison de son coût élevé, avec un devis s'élevant à 80.000€. En plus, Tweener ne bénéficiait pas des chèques entreprises, ce qui signifiait qu'aucune aide financière n'était disponible pour cette option. Le coût total de cette prestation, sans subvention, était bien trop élevé pour notre budget.

Il restait alors à choisir entre 1point61 et Futurewave. Les deux agences proposaient des devis identiques de 20.000€, et toutes deux étaient labellisées chèques entreprises, permettant de bénéficier de l'aide financière de 75%. Cependant, ce qui a fait la différence en faveur de Futurewave, c'est la dynamique de leur équipe, leur approche créative et innovante, et la qualité des projets sur lesquels ils avaient déjà travaillé, ce qui nous a particulièrement inspirés. Leurs échanges avec nous ont également été plus constructifs et enthousiasmants, et ils ont su nous convaincre de leur capacité à répondre à nos attentes. De plus, Futurewave nous a mettre en relation avec une usine partenaire capable de produire à grande échelle, un atout majeur pour la suite du projet.

En optant pour Futurewave, labellisé dans le cadre des chèques-entreprisesFutureWave, 2025, le budget sera de 5.000€ HTVA, auxquels s'ajoute une TVA de 4.200€, pour un coût total de 9.200€. Ce montant couvrira la finalisation du prototype, l'intégration des éléments techniques nécessaires, ainsi que la mise en relation avec des partenaires industriels.

8.5.2 Investissement initiaux

Le lancement de Sole nécessitera un ensemble d'investissements initiaux importants pour officialiser l'entreprise, développer notre produit et assurer une bonne visibilité dès le

début. Nous engagerons d'abord plusieurs démarches administratives pour constituer l'entreprise, dont l'inscription à la Banque-Carrefour des Entreprises (BCE) pour un montant de 105€, l'activation du numéro de TVA pour 75€, ainsi que la publication au Moniteur belge pour un montant de 230€. Les frais de notaire pour la constitution légale de l'entreprise s'élèveront à 2.000€.

Afin de protéger l'identité de notre marque, un dépôt auprès de l'EUIPO (Office de l'Union Européenne pour la Propriété Intellectuelle) sera effectué pour un montant de 850€. Ce montant couvrira l'enregistrement de notre marque, garantissant ainsi sa protection sur le marché européen. Tous les frais relatifs à ce dépôt seront consultables directement sur le site de l'EUIPO.

Par ailleurs, pour soutenir la visibilité de Sole lors des événements, un stand de qualité sera acquis pour 1.000€, afin de mieux présenter nos produits et attirer l'attention des trailers. Un véhicule utilitaire, essentiel pour la logistique et les déplacements, sera également acheté pour 4.000€, avec des frais d'assurance de 500€.

Côté assurances, nous souscrirons aussi une assurance responsabilité civile d'exploitation pour 240€ et une assurance professionnelle pour 300€, afin de protéger notre activité contre les risques liés à notre fonctionnement.

En résumé, l'ensemble des investissements initiaux permettra de poser des bases solides pour le lancement de Sole, avec des frais couvrant tant les démarches administratives que les besoins logistiques et de communication.

Poste	**Montant (€)**
Inscription à la BCE	105
Activation du numéro de TVA	75
Frais de dépôt de marque (EUIPO)	850
Publication au Moniteur belge	230
Frais de notaire	2 000
Achat d'une voiture utilitaire (logistique)	4 000
Assurance du véhicule	500
Assurance RC d'exploitation	240
Assurance professionnelle	300
Achat d'un stand de qualité	1 000
Total des investissements initiaux	**9 300**

TABLE 8.3 – Récapitulatif des investissements initiaux

8.5.3 Coûts fixes annuels

Les coûts fixes correspondent à des charges structurelles incontournables, indispensables au bon fonctionnement du projet Sole. Ils couvrent diverses catégories allant de l'entretien de notre site internet à l'embauche de jobistes pour la gestion des événements, en passant par les assurances et les coûts de publicité. Voici un détail des principaux postes de coûts fixes pour Sole.

8.5.3.1 Maintenance du site internet

Nous allouons 60€ par an à la maintenance de notre site internet. Cela inclut la mise à jour du contenu, la gestion de la sécurité, et les éventuelles améliorations techniques pour garantir la disponibilité et la performance de notre plateforme en ligne.

8.5.3.2 Assurance automobile

Nous avons prévu des frais d'assurance automobile pour le véhicule utilitaire de Sole, nécessaire pour nos déplacements logistiques et pour participer aux événements. En 2025, l'assurance est de 500€ pour la première voiture. En 2026, avec l'ajout d'un second véhicule, l'assurance du premier véhicule descend à 400€ tandis que l'assurance du nouveau est bien à 500€. À partir de 2027, avec l'augmentation de notre flotte à cinq véhicules, le coût annuel total pour l'assurance automobile s'élèvera à 2.300€. Ce coût diminue avec le temps grâce à une réduction progressive des primes d'assurance, indépendamment du nombre de véhicules, en fonction des conditions de notre contrat.

8.5.3.3 Salaires des fondateurs

Nous avons choisi de ne pas nous verser de salaires la première année, car le lancement de Sole engendrera déjà des coûts importants. À partir de 2026, chaque fondateur se verra attribuer un salaire brut mensuel de 2.200€, un montant légèrement au-dessus du salaire minimum. Ce salaire restera inchangé en 2026 et 2027. En 2028, une fois que notre marché sera bien développé et que nousy serons bien en place, nous augmenterons nos salaires à 4.000€ brut par mois, car nous serons en mesure de soutenir cette charge salariale avec une meilleure rentabilité.

8.5.3.4 Salaires des jobistes

À partir de janvier 2027, avec l'expansion vers de nouveaux territoires, notamment les Pays-Bas et l'ouest de l'Allemagne, nous ne serons plus capables de gérer tous les trails avec nos trois fondateurs. C'est pourquoi nous embaucherons des jobistes, principalement des étudiants, pour assurer la représentation de Sole sur les trails. Chaque jobiste sera payé 15€ de l'heure, avec un temps de travail moyen de 2 heures de trajet et 4 heures sur place pour 2 jours par semaine (4 fois par mois) et 2 heures d'entretien (Nettoyage et réparation des produits mis en location) pendant les 7 mois où nous serons présents sur les événements. Cela représente des salaires mensuels de 453,33€ par jobiste pour chaque

mois travaillé, d'octobre 2027 à décembre 2029.

8.5.3.5 Assurances RC d'exploitation et professionnelles

Pour protéger notre activité, nous souscrivons à deux types d'assurances : une assurance responsabilité civile d'exploitation et une assurance professionnelle. Le coût annuel de ces assurances est de 240€ pour l'assurance RC d'exploitation et 300€ pour l'assurance professionnelle, soit un total de 540€ par an.

8.5.3.6 Publicité digitale

La publicité digitale est un élément clé pour soutenir notre visibilité et notre croissance. Nous avons prévu un budget de 10.000€ pour nos 6 premiers mois de présences en ligne, des juillet 2025, afin de débuter avec une forte présence en ligne. Cela correspond à 1.666,66€ par mois. En 2026, ce budget restera de 10.000€, mais réparti sur l'année, ce qui fait baisser les coûts mensuels. En 2027, année stratégique d'expansion, nous augmenterons notre budget publicitaire à 20.000€ pour l'année, afin d'assurer une forte présence sur de nouveaux marchés. Enfin, en 2028 et 2029, après avoir bien implanté notre activité, le budget sera réduit à 15.000€ par an, tout en maintenant notre présence sur les marchés existants et en soutenant la croissance continue.

8.5.4 Tableau récapitulatif des coûts fixes annuels

Poste	**2025 (€)**	**2026 (€)**	**2027 (€)**	**2028 (€)**	**2029 (€)**
Maintenance du site	60	60	60	60	60
Assurance automobile	500	900	2 300	2 000	2 000
Salaires des fondateurs	0	66 000	66 000	144 000	144 000
Salaires jobistes	0	0	5 440	5 440	5 440
Assurances professionnelles	540	540	540	540	540
Publicité digitale	10 000	10 000	20 000	15 000	15 000
Total annuel	**11 100**	**77 500**	**94 340**	**167 040**	**167 040**

TABLE 8.4 – Récapitulatif corrigé des coûts fixes annuels (2025 à 2029)

8.5.5 Coûts variables

Les coûts variables pour Sole sont des dépenses qui varient en fonction du volume des ventes et des locations, ainsi que des processus associés à la production, la distribution, et l'entretien de nos produits. Ces coûts sont cruciaux pour comprendre la rentabilité de notre activité et permettent de gérer de manière optimale les ressources nécessaires à notre expansion.

8.5.5.1 Coût de Production des Semelles

Le coût de production d'une paire de semelles est constitué de plusieurs éléments clés, chacun contribuant à une part du prix de vente final. Nous avons estimé que le coût des matériaux bruts (Voir Section 4.2), ainsi que leur acheminement depuis la Thaïlande vers le Portugal, s'élève à 4€ par paire. Ensuite, la fabrication et l'assemblage des semelles, réalisés dans notre usine partenaire au Portugal, YourCustomShoes, nous coûte 4€ par paire.

Une fois les semelles fabriquées, elles doivent être transportées du Portugal vers la

Belgique, un coût qui est de 1€ par paire. Enfin, l'emballage des semelles, qui allie écologie et design, représente un coût de 2€ par paire. Ces coûts de production s'élèvent donc à 11€ par paire de semelles. En comparaison avec notre prix de vente de 39,99€, cela représente 27,5% du prix de vente total.

8.5.5.2 Coût de Location des Semelles

Les semelles sont également proposées à la location lors d'événements de trail, au tarif de 4€ par paire. Ce prix repose sur l'hypothèse qu'une paire peut être utilisée environ 20 fois, couvrant ainsi une distance totale d'environ 500km. Le coût variable par location dépend donc du nombre d'utilisations effectives. Une fois la semelle amortie, elle devient particulièrement rentable pour Sole. Le coût de production par utilisation est estimé à 0,55€, sur la base d'un coût total de fabrication de 11€ réparti sur 20 utilisations correspondant au 500km.

En d'autres termes, pour chaque paire louée 20 fois, le coût variable représenté par le coût de production est de 13,75% du prix de location de 4€. Ce taux correspond à la part de la location qui est consacrée à la production de la semelle.

8.5.5.3 Commissions des Distributeurs

Pour la vente en magasin, il convient de noter que les distributeurs prennent une commission de 32% sur le prix de vente. Sole fixe le prix de vente des semelles à 39,99€, et la commission du distributeur est donc de 12,80€ (32% de 39,99€). Cela signifie que, pour chaque vente réalisée en magasin, Sole ne conserve que 68% du prix de vente, soit 27,19€. Pour les ventes en ligne, Sole conserve une plus grande part des revenus, ce qui permet de mieux maîtriser la marge.

8.5.5.4 Entretien et Réparations des Semelles

L'entretien des semelles utilisées pour la location lors des événements de trail est une autre composante des coûts variables. Ce coût est principalement lié au nettoyage des semelles après chaque utilisation. L'entretien inclut essentiellement l'eau et le savon utilisés pour le lavage des semelles, pour un coût estimé à 5 centimes par paire. Étant donné que les semelles ne subissent que des réparations mineures et un lavage de routine, ce coût est relativement faible et peu fluctuant.

8.5.6 Tableau récapitulatif des coûts variables

Poste	**Coût (€)**	**Pourcentage**
Coût de production d'une paire de semelles	11,00	27,5 %
Coût de location par paire (basé sur 20 utilisations)	0,55	13,75 %
Commissions des distributeurs (32 % sur prix de vente)	12,80	32 %
Coût de maintenance et lavage par paire	0,05	–
Coût variable total pour la location par paire	**0,55**	**13,75 %**
Coût variable total pour la vente en ligne	–	**27,5 %**
Coût variable total pour la vente en magasin	–	**59,5 % (27,5 % + 32 %)**

TABLE 8.5 – Récapitulatif des coûts variables par utilisation ou canal de vente

8.6 Trésorerie avant les apports en capital

Cash flow statement					
	TOTAL 2025	TOTAL 2026	TOTAL 2027	TOTAL 2028	TOTAL 2029
Result excl. amortizing	-5.808	-35.441	79.682	149.357	238.721
Change in working capital requirements.	192	-5.377	-13.089	-6.808	-7.905
Change in stock	-	-	-	-	-
Change in trade receivables	-1.602	-14.404	-40.482	-20.835	-24.954
Change in VAT account	-209	209	-	-	-
Change in other receivables	-	-	-	-	-
Change in trade debts	2.003	3.187	13.175	6.632	8.462
Change in VAT account	-	5.631	14.218	7.395	8.587
Change in other debts	-	-	-	-	-
Cash flow resulting from activity	-5.616	-40.818	66.592	142.548	230.815
2. Financing cash flow					
Finance	-	-	-	-	-
Capital	-	-	-	-	-
Loan 1 -(-)	-	-	-	-	-
3. Investments					
Investments	-15.835	-4.132	-12.397	-	-
Change in cash	-21.451	-44.950	54.196	142.548	230.815
Cash	-21.451	-66.401	-12.205	130.343	361.159
Withdrawal from overdraft	-	-	-	-	-
Cash equivalent available in account	-21.451	-66.401	-12.205	130.343	361.159

FIGURE 8.2 – Évolution de la trésorerie avant financement externe

L'analyse de notre plan de trésorerie met en évidence un point critique : en l'absence d'un apport en capital suffisant, l'entreprise ne parvient pas à couvrir ses besoins de

lancement. En effet, nos investissements initiaux, combinés au temps nécessaire pour générer nos premières ventes, à un délai de paiement client parfois étendu et à la nécessité de payer les salaires de nos collaborateurs, provoquent une tension immédiate sur la trésorerie. Concrètement, sans financement externe, notre trésorerie devient négative dès l'année 2025, et cette situation perdure en 2026 et 2027, soulignant une incapacité à autofinancer notre cycle d'exploitation dans les premières années d'activité. Cela confirme la nécessité d'un apport en capital ou d'un financement relais (Prêt, subvention, apport en compte courant) pour assurer le démarrage serein de l'activité et éviter les difficultés de liquidité.

8.7 Source de financement - notre apport en capital

Le financement d'un projet entrepreneurial, en particulier pour une petite structure innovante comme Sole, est essentiel pour assurer son lancement et sa pérennité. Plusieurs options s'offrent à nous, chacune ayant ses avantages et inconvénients. Après avoir étudié différentes possibilités, nous avons pris une décision éclairée sur la manière de financer notre projet.

8.7.1 Le Prêt Bancaire

Le prêt bancaire est une option traditionnelle qui consiste à emprunter de l'argent auprès d'une banque. Cependant, pour une PME innovante comme la nôtre, cette option présente plusieurs inconvénients. D'une part, les banques sont généralement réticentes à prêter à des entreprises jeunes et innovantes, surtout si elles n'ont pas encore d'historique financier solide. De plus, les prêts bancaires exigent souvent des garanties personnelles, ce qui peut représenter un risque important pour les fondateurs. Enfin, les taux d'intérêt peuvent être élevés et les conditions de remboursement strictes, ce qui n'est pas toujours compatible avec le modèle de croissance rapide d'une startup comme Sole.

8.7.2 Le Business Angel

Une autre possibilité que nous avons envisagée est l'investissement par un Business Angel. Un Business Angel est un investisseur privé qui apporte non seulement des fonds, mais aussi son expertise, son réseau de contacts, et ses conseils stratégiques. Cette option est particulièrement intéressante pour une entreprise innovante comme la nôtre, car elle permet d'obtenir des financements tout en bénéficiant de l'expérience d'un investisseur chevronné. De plus nous avons eu dans le cadre de notre master des premiers contacts avec BeAngels, plateforme qui facilite les rencontre entre start-up et investisseurs.

Cependant, bien que cette solution présente de nombreux avantages, notamment le soutien supplémentaire au-delà du financement, elle implique souvent de céder une partie du capital de l'entreprise. Cela signifie qu'une partie du contrôle de Sole serait partagée avec l'investisseur. De plus, cette option nécessite de convaincre un Business Angel de la viabilité de notre projet, ce qui peut prendre du temps et implique des démarches formelles.

8.7.3 Le Family, Friends, and Fools (FFF)

La troisième option que nous avons étudiée est celle des FFF : Family, Friends, and Fools. Il s'agit de solliciter un financement auprès de la famille, des amis ou d'autres proches, sous forme de prêts ou d'investissements. Cette solution présente plusieurs avantages, notamment sa rapidité et sa flexibilité. Les montants sont souvent plus modestes, ce qui correspond parfaitement à nos besoins initiaux pour démarrer le projet.

Le principal inconvénient réside dans le fait que l'implication de la famille et des amis peut rendre les relations personnelles plus complexes, surtout si l'entreprise rencontre des difficultés. Néanmoins, pour un montant relativement modeste comme le nôtre, cette option semble être la plus appropriée, car elle nous permet de conserver un contrôle total

sur l'entreprise et de limiter les coûts associés à d'autres formes de financement.

8.7.4 Choix Final : FFF

Au vu de la somme relativement modeste dont nous avions besoin pour démarrer Sole (70.000€), nous avons décidé d'opter pour le financement par les FFF. Cette décision a été renforcée par le fait que nous avons déjà récolté 4.000€ grâce au Louvain Student Angel Fund, ce qui nous a permis de financer une partie des coûts de lancement. Afin de compléter le financement nécessaire, chaque fondateur devra trouver 22.000€ auprès de sa famille et de ses amis pour pouvoir assurer le lancement de Sole et couvrir les coûts de départ.

Ce choix nous permet de conserver une grande liberté de gestion, tout en minimisant les risques associés à d'autres formes de financement.

8.8 Trésorerie après les apports en capital

Cash flow statement					
	TOTAL 2025	TOTAL 2026	TOTAL 2027	TOTAL 2028	TOTAL 2029
Change in stock	-	-	-	-	-
Change in trade receivables	-1.602	-14.404	-40.482	-20.835	-24.954
Change in VAT account	-209	209	-	-	-
Change in other receivables	-	-	-	-	-
Change in trade debts	2.003	3.187	13.175	6.632	8.462
Change in VAT account	-	5.631	14.218	7.395	8.587
Change in other debts	-	-	-	-	-
Cash flow resulting from activity	-5.616	-40.818	67.883	143.161	231.428
2. Financing cash flow					
Finance	70.000	-	-	-	-
Capital	70.000	-	-	-	-
Loan 1 -(-)	-	-	-	-	-
3. Investments					
Investments	-15.835	-4.132	-12.397	-	-
Change in cash	48.549	-44.950	55.486	143.161	231.428
Cash	48.549	3.599	59.086	202.247	433.674
Withdrawal from overdraft	-	-	-	-	-
Cash equivalent available in account	48.549	3.599	59.086	202.247	433.674

FIGURE 8.3 – Évolution de la trésorerie après ajustements

La trésorerie après apports en capitaux montre que Sole maintient une trésorerie positive sur toutes les années, ce qui est un excellent signe pour la santé financière de l'entreprise. Cette situation nous permet de couvrir nos frais de fonctionnement : nous pouvons payer nos fournisseurs, nos salariés et couvrir les autres dépenses courantes. Une

gestion de trésorerie solide est essentielle pour assurer la pérennité de l'entreprise, car une trésorerie insuffisante peut entraîner des difficultés, même si l'entreprise est rentable sur le papier.

8.9 Compte de résultat prévisionnel

Profits					
	TOTAL 2025	TOTAL 2026	TOTAL 2027	TOTAL 2028	TOTAL 2029
Turnover	3.972	73.081	271.001	538.544	719.591
location (b2b)	3.972	26.480	59.580	83.412	83.412
vente (b2c) en ligne	-	37.347	169.216	364.079	508.772
vente (b2c) magasin partenaire , pourcentage pris par le m	-	9.254	42.205	91.053	127.408
Cost of sales	546	19.417	79.839	165.767	227.189
1. Goods purchased	546	16.456	66.333	136.630	186.418
location (b2b)	546	3.641	8.192	11.469	11.469
vente (b2c) en ligne	-	10.270	46.534	100.122	139.912
vente (b2c) magasin partenaire , pourcentage pris par le m	-	2.545	11.606	25.040	35.037
2. Other variable costs	-	2.961	13.506	29.137	40.770
vente (b2c) magasin partenaire , pourcentage pris par le m	-	2.961	13.506	29.137	40.770
Gross profit margin	3.426	53.663	191.162	372.776	492.402
as % of turnover	86%	73%	71%	69%	68%

FIGURE 8.4 – Évolution des profits

Profits					
	TOTAL 2025	TOTAL 2026	TOTAL 2027	TOTAL 2028	TOTAL 2029
Operating costs	**9.234**	**89.104**	**102.862**	**175.792**	**176.266**
1. General overheads	**9.234**	**9.904**	**19.826**	**15.985**	**15.985**
6120 - Supplies - water, gas, electricity, steam	60	400	900	1.440	1.440
6121 - Supplies - telephone, mobile phone, internet	50	50	50	50	50
6131 - Insurance excl. HR (fire, theft, car, credit)	413	744	1.901	1.653	1.653
6140 - Business costs - advertisements and announcements	8.265	8.265	16.529	12.397	12.397
66 assurance rc exploitation	446	446	446	446	446
2. Remuneration	-	79.200	83.036	159.806	160.280
White collar staff	-	-	-	-	-
Blue collar staff	-	-	3.836	15.806	16.280
Administrative staff and managers	-	79.200	79.200	144.000	144.000
EBITDA	**-5.808**	**-35.441**	**88.300**	**196.985**	**316.137**
Amortizing	2.111	3.993	6.473	6.473	6.473
Operating profit	**-7.919**	**-39.435**	**81.827**	**190.512**	**309.664**
Pre-tax profit	**-7.919**	**-39.435**	**81.827**	**190.512**	**309.664**
Tax on profit	-	-	7.328	47.015	76.803
Profit after tax	**-7.919**	**-39.435**	**74.500**	**143.496**	**232.860**

FIGURE 8.5 – Évolution des profits

Le compte de résultat de Sole montre des résultats négatifs au cours des deux premières années. Cela est tout à fait normal pour une startup en phase de lancement, car les investissements nécessaires à la mise en place du produit, la création de la marque et le lancement sur le marché engendrent des coûts importants. Cependant, à partir de la troisième année, l'entreprise commence à générer des bénéfices grâce à l'augmentation des ventes, l'optimisation des coûts et la croissance de la demande pour nos produits.

Cela reflète la nature classique des startups innovantes, où il est courant d'avoir des

pertes initiales avant d'atteindre la rentabilité. À partir de l'année 3, Sole entame une phase de croissance durable, avec une rentabilité accrue qui nous permet de réinvestir dans l'entreprise pour poursuivre notre expansion. Ce modèle est un signe positif de la solidité du projet et de son potentiel à long terme.

8.10 Bilan prévisionnel

Balance sheet position					
	TOTAL 2025	TOTAL 2026	TOTAL 2027	TOTAL 2028	TOTAL 2029
Fixed assets	**13.724**	**13.863**	**19.786**	**13.314**	**6.841**
Incorporation costs	-	-	-	-	-
Intangible assets	11.703	11.703	11.703	11.703	11.703
Tangible assets	4.132	8.264	20.661	20.661	20.661
Cumulative amortizing	-2.111	-6.105	-12.578	-19.050	-25.523
Current assets	**50.360**	**19.605**	**115.574**	**279.570**	**535.952**
Stock	-	-	-	-	-
Trade receivables	1.602	16.006	56.488	77.323	102.277
VAT current account	209	-	-	-	-
Other credits	-	-	-	-	-
Cash	48.549	3.599	59.086	202.247	433.674
Total assets	**64.084**	**33.468**	**135.360**	**292.884**	**542.793**
Shareholders' equity	**62.081**	**22.646**	**97.146**	**240.642**	**473.503**
Capital	70.000	70.000	70.000	70.000	70.000
Reserves and retained profit	-7.919	-47.354	27.146	170.642	403.503
Bank debts and long-term loans	-	-	-	-	-
Loan 1 -(-)	-	-	-	-	-
Loan 2 -(-)	-	-	-	-	-
Loan 3 -(-)	-	-	-	-	-
Overdraft	-	-	-	-	-
Other debts	**2.003**	**10.821**	**38.214**	**52.241**	**69.290**
Trade debts	2.003	5.190	18.365	24.997	33.459
VAT current account	-	5.631	19.849	27.244	35.831
Other debts	-	-	-	-	-
Total liabilities	**64.084**	**33.468**	**135.360**	**292.884**	**542.793**

FIGURE 8.6 – Bilan prévisionnel

Le bilan prévisionnel de Sole montre une croissance générale des actifs, bien qu'une baisse se produise en Année 2. Cette diminution est principalement due à l'utilisation des réserves et bénéfices non-distribués pour financer le développement de l'entreprise.

En effet, dans les premières années, l'entreprise préfère réinvestir ses bénéfices plutôt que de les distribuer sous forme de dividendes, ce qui peut affecter les fonds propres et entraîner une baisse des réserves. Cette situation est temporaire, car les investissements réalisés au cours de cette période commenceront à générer des retours, permettant à l'entreprise de retrouver une trajectoire de croissance solide à partir de l'année suivante.

8.11 Ratio de rentabilité - ROE

Le ROE (Return on Equity), ou retour sur capitaux propres, est un indicateur de rentabilité qui mesure la capacité d'une entreprise à générer des bénéfices à partir des fonds investis par ses actionnaires. Il constitue un critère central d'évaluation de la performance financière dans une perspective actionnariale (Vernimmen et al., 2022)Vernimmen et al., 2022. Cette section présente l'évolution du ROE de Sole, illustrant la transition d'une startup en phase de lancement vers une structure rentable pérenne et ambitieuse.

Évolution du ROE (Return on Equity)

ROE 2025 :

$$\text{ROE}_{2025} = \left(\frac{6\,2081 - 7\,919}{7\,919} \right) \times 100 = -12{,}76\%$$

En 2025, nous enregistrons un ROE négatif de **-12,76 %**. Ce résultat est courant pour une startup comme Sole, encore en phase de pré-lancement. Les dépenses liées au développement du produit, à la mise en place de l'infrastructure et au marketing sont conséquentes, ce qui engendre des pertes initiales. Les fonds propres sont alors principalement mobilisés pour financer ces investissements de départ, essentiels pour structurer le modèle économique.

ROE 2029 :

$$\text{ROE}_{2029} = \left(\frac{473\,503}{232\,860}\right) \times 100 = 49{,}18\%$$

En 2029, le ROE atteint **49,18 %**, un résultat ambitieux mais cohérent. Cette forte rentabilité traduit l'évolutivité du modèle de Sole, qui nécessite peu de ressources supplémentaires après le lancement. Le faible coût de production des semelles, allié à une optimisation des processus internes, permet de générer des marges nettes élevées.

De plus, l'entreprise bénéficie d'un modèle scalable, soutenu par une croissance continue des ventes. Cela se traduit par un excellent rendement des fonds propres investis.

Conclusion : entre 2025 et 2029, le ROE passe de **-12,76 % à 49,18 %**, illustrant la transformation de Sole d'une startup en phase de lancement à une entreprise rentable et établie. Cette évolution témoigne de l'efficacité du modèle économique et de la capacité de l'entreprise à valoriser ses investissements initiaux. Le passage d'un ROE négatif à un ROE élevé est typique d'une entreprise innovante parvenant à la rentabilité après une phase de développement.

8.12 Conclusions tirées du plan financier

Le plan financier de Sole montre un cheminement classique pour une startup innovante : des pertes initiales liées aux investissements nécessaires pour la mise en place du modèle économique, suivies d'une croissance progressive des ventes et de la rentabilité à partir de 2027. L'entreprise parvient à atteindre une rentabilité élevée en 2029, ce qui témoigne de la solidité de son modèle économique et de sa capacité à générer un retour sur investissement significatif pour ses actionnaires.

Ce plan montre que Sole est bien positionnée pour réussir dans un marché dynamique, avec des coûts de production maîtrisés et un modèle de revenu récurrent. Grâce à une gestion financière prudente, l'expansion géographique, et l'innovation produit, l'entreprise est

capable de générer des profits durables. Le modèle de Sole demande peu de fonds propres pour fonctionner et permet une croissance rapide.

L'entreprise permet aux trois fondateurs de se rémunérer à temps plein dès la deuxième année, et à partir de 2027, elle emploie également deux jobistes pour couvrir les événements de trail pendant plus de la moitié de l'année. Bien que la partie location génère moins de revenus directs, elle constitue une vitrine importante et un outil de marketing efficace. De même, la présence en magasin joue un rôle similaire, apportant de la visibilité et renforçant la notoriété de Sole auprès des trailers.

La combinaison d'une forte présence en ligne, de gros investissements en marketing numérique, et de la croissance rapide du marché des trailers débutants permet à Sole de réaliser des ventes importantes, notamment en ligne, et de dégager des marges confortables. L'expansion continue, couplée à une stratégie marketing ciblée et efficace, assure à Sole une croissance solide et durable.

Chapitre 9

Notre plan de développement

Ce chapitre présente notre stratégie de croissance à moyen terme. Nous y détaillons notre expansion géographique progressive en Europe, notre développement produit et notre volonté de bâtir une trajectoire durable et responsable. Cette vision intégrée vise à consolider notre positionnement tout en respectant nos engagements sociaux et environnementaux.

9.1 Stratégie de croissance

Dans un environnement concurrentiel et en constante mutation, la croissance d'une entreprise comme Sole ne peut être laissée au hasard. Elle doit s'inscrire dans une stratégie mûrement réfléchie, articulée autour de l'analyse des opportunités du marché, des compétences internes de l'entreprise et des attentes des consommateurs. Sole, entreprise spécialisée dans la fabrication de semelles additionnelles de trail, envisage un avenir guidé par la diversification et l'expansion. La théorisation de cette stratégie repose sur les enseignements d'Estay, Rey et Steffan (2018)Estay, Rey et Steffan, 2018, qui décrivent cinq voies de croissance possibles pour les petites entreprises : la pénétration du marché, le développement du marché, le développement de produit, la diversification et l'acquisition.

9.1.1 Expansion géographique

La première phase de la stratégie de Sole repose sur la pénétration du marché. Il s'agit ici de renforcer la présence de l'entreprise sur ses marchés actuels, en optimisant sa visibilité, en développant des actions commerciales ciblées et en stimulant la fidélisation de sa clientèle existante. Cette approche permet de capitaliser sur les acquis tout en consolidant l'image de marque. Parallèlement, Sole envisage une stratégie de développement du marché. Cette deuxième orientation consiste à exporter l'offre existante vers de nouveaux territoires. A partir de l'hiver 2026, Sole compte ainsi s'implanter dans trois régions clés : le nord de la France, le Benelux et l'ouest de l'Allemagne. Ce choix repose sur une triple justification : une proximité logistique avec le marché d'origine, une culture sportive compatible et, surtout, des conditions climatiques similaires.

L'étude scientifique de Wypych, Bochenek et Rozycki (2018)Wypych, Bochenek et Różycki, 2018 sur l'humidité atmosphérique en Europe met en évidence que ces zones appartiennent aux régions dites *Mid-Atlantic* et *Northern Atlantic*, caractérisées par des profils climatiques remarquablement homogènes. Plus précisément, les températures y sont modérées tout au long de l'année, avec des hivers relativement doux (en moyenne entre 1°C et 5°C) et des étés tempérés (autour de 20°C), ce qui permet une pratique outdoor constante. L'humidité relative y atteint souvent plus de 70% à 850 hPa durant l'hiver, avec une couche atmosphérique stable, ce qui favorise la respiration et le confort thermique des sportifs. En termes de vapeur d'eau totale dans la colonne atmosphérique (TCWV), les valeurs se situent entre 10 et 16 $kg \cdot m^{-2}$ en hiver, ce qui indique une stabilité hydrique propice à l'usage de matériaux respirants et imperméables dans les équipements de trail. Ces données confirment que les produits de Sole, conçus pour des environnements humides, boueux et modérément froids, s'adaptent parfaitement à ces conditions sans nécessiter d'ajustements techniques majeurs.

Ce choix stratégique renforce ainsi la cohérence entre la conception produit, la zone

climatique ciblée et les pratiques sportives observées. De plus, cette expansion répond à l'essor du trail dans ces zones. Le nord de la France accueille désormais des courses emblématiques comme le Trail de la Côte d'Opale ; le Benelux voit proliférer les événements nature à proximité des grandes agglomérations ; et l'ouest de l'Allemagne, avec ses forêts et massifs accessibles, attire une population urbaine en quête de sport outdoor.

Le calendrier d'expansion est défini comme suit : une implantation initiale dans le nord de la France dès l'hiver 2026, permettant un ancrage rapide à proximité du marché actuel ; un déploiement au printemps 2027 avec une implantation au Luxembourg, marquant le premier pas concret dans le Benelux ; puis à l'automne 2027, une extension vers les Pays-Bas pour compléter l'implantation dans cette zone stratégique. Enfin, une implantation est également prévue à la même période en Rhénanie et Sarre, dans une Allemagne de l'Ouest à fort pouvoir d'achat. Cette progression permettra à Sole de structurer sa logistique, d'analyser les premiers retours et d'adapter ses opérations en fonction des spécificités locales.

9.1.2 Développement produit et diversification

Au-delà du développement géographique, Sole envisage également une stratégie de développement de produit suivant une des justifications théorique de (Estay, Rey & Steffan, 2018)Estay, Rey et Steffan, 2018. Cela inclut la création de nouvelles gammes, adaptées à d'autres pratiques outdoor comme la marche nordique ou le fast hiking, et la diversification progressive vers des accessoires techniques. Dans un futur plus lointain, Sole pourrait étendre sa gamme au domaine du cyclisme, notamment en développant une semelle additionnelle spécifique pour chaussures de vélo avec systèmes d'accroche. Cette diversification, s'inscrit dans la logique d'un transfert technologique : le système d'accroche développé pour le trail serait adapté pour répondre aux exigences de rigidité et de transfert de puissance du cyclisme, tout en conservant les valeurs de confort et de

performance propres à Sole.

Ce mouvement vers le cyclisme trouve aussi un ancrage dans les évolutions du marché. Sole pourrait ainsi adresser un nouveau segment tout en valorisant son savoir-faire, offrant aux cyclistes une alternative innovante et ergonomique. Des partenariats avec des marques de vélos ou des événements cyclistes régionaux pourraient renforcer l'entrée sur ce marché en pleine croissance, en particulier dans les régions déjà ciblées pour le trail, où la culture du cyclisme est déjà bien implantée.

9.1.3 Une vision d'ensemble pour une croissance durable et responsable

En somme, la stratégie de croissance de Sole repose sur une approche structurée, cohérente et ancrée dans la réalité du marché. En combinant pénétration, développement, expansion et diversification, tout en s'appuyant sur des données scientifiques solides (Wypych et al., 2018)Wypych, Bochenek et Różycki, 2018 et des modèles stratégiques éprouvés (Estay, Rey & Steffan, 2018)Estay, Rey et Steffan, 2018, Sole se donne les moyens d'une croissance durable, résiliente et innovante.

Cette trajectoire s'accompagne d'une capacité d'adaptation à de nouveaux marchés, d'une agilité dans l'innovation produit et d'une lecture fine des tendances sportives et climatiques européennes. Elle incarne l'ambition de Sole de devenir un acteur majeur de l'équipement outdoor adaptatif et responsable en Europe. À moyen et long terme, Sole ambitionne également de devenir une référence de l'équipement modulable et durable pour le trail en Europe. Cela implique la fidélisation des utilisateurs à travers une offre enrichie, comme la vente de crampons personnalisés, de kits d'entretien ou encore d'abonnements en fonction de la fréquence de pratique. La marque prévoit aussi d'élargir sa gamme vers d'autres disciplines sportives outdoor et de renforcer sa présence dans les pays voisins. Un autre objectif stratégique est de développer un écosystème de partenaires logistiques

et de distribution.

Chapitre 10

Analyse des risques, limites du projet et pistes d'amélioration

Ce chapitre identifie les principaux risques du projet Sole, notamment les risques techniques liés à la fixation, les aléas climatiques, l'incertitude de la demande, la pression concurrentielle, les défis de financement et le risque d'être perçu comme une initiative de greenwashing. Il souligne également certaines limites du projet telles qu'une étude de marché encore perfectible, une offre peu diversifiée et un manque d'expérience dans le secteur de la chaussure. Des pistes d'amélioration sont proposées afin de renforcer la solidité et la durabilité du modèle.

10.1 Analyse des risques

Le projet Sole repose sur une idée innovante, ce qui le rend motivant à développer, mais cela s'accompagne aussi de risques et de limites liés à l'incertitude que toute innovation implique. Ce chapitre vise à analyser ces différents enjeux.

10.1.1 Risques techniques liés à la fixation

Malgré les recherches approfondies menées sur les matériaux, le système de fixation et la forme des crampons, il subsiste un risque que la sur-semelle ne soit pas parfaitement adaptable à tous les types de chaussures, ou qu'elle ne réponde pas aux attentes en matière de confort. Il est également possible que les performances des crampons ne soient pas suffisantes pour offrir une réelle valeur ajoutée aux utilisateurs.

Pour limiter ces risques, il est essentiel de procéder par itérations : développer plusieurs prototypes, organiser des phases de test, recueillir les retours des premiers utilisateurs, et ajuster le produit en conséquence. L'écoute active de ces retours sera déterminante pour atteindre nos objectifs en termes de confort et de performance.

Bien que l'incertitude technique demeure, ces obstacles peuvent être surmontés par une démarche rigoureuse de test et d'amélioration continue. Par ailleurs, l'existence de produits similaires sur le marché, comme ceux de la marque Kahtoola, prouve qu'une telle solution est réalisable.

10.1.2 Risques externes liés aux conditions météorologiques

Notre modèle économique repose en grande partie sur la présence de sentiers de trail boueux, glissants et difficiles d'accès, conditions dans lesquelles notre solution prend tout son sens. Cela constitue un risque important, car bien que la Belgique soit généralement un pays pluvieux, la variabilité météorologique peut rendre certaines saisons beaucoup plus sèches, comme nous avons pu l'observer récemment.

La dépendance de notre produit aux conditions climatiques introduit une incertitude significative quant à la régularité de la demande. Il sera donc indispensable d'intégrer des scénarios pessimistes dans nos projections financières, afin d'assurer la viabilité du

projet même en cas de météo défavorable. Par ailleurs, il nous faudra être particulièrement réactifs lors des périodes plus propices, pour maximiser les ventes, les retours d'expérience et la visibilité de notre produit. Cette saisonnalité imposera un rythme de travail irrégulier, parfois intense, qu'il conviendra d'anticiper. Il sera essentiel pour l'équipe de s'y préparer mentalement et d'adopter une attitude résiliente et proactive face à ces variations.

10.1.3 Risques liés à la demande incertaine

Dans les premières phases du projet, et tout au long de son développement, Sole adoptera un modèle de location directement sur les événements de trail. Ce système sera entièrement autonome, car les organisateurs de courses ne souhaitent pas assumer de charge de travail supplémentaire liée à une solution extérieure. Cette autonomie présente l'avantage de capter directement les revenus sans intermédiaires, mais elle comporte également un risque important.

En effet, il est difficile de prévoir à l'avance le nombre de participants intéressés par notre service, ce qui peut entraîner un déséquilibre entre l'offre et la demande. Un faible taux de location pourrait engendrer des pertes opérationnelles importantes, notamment si les coûts logistiques ou de déplacement ne sont pas couverts. Cette incertitude sera progressivement compensée par la mise en vente de nos semelles, qui permettra de stabiliser le chiffre d'affaires.

Il sera donc crucial de maximiser la visibilité de Sole en amont des événements, à travers une communication ciblée et des campagnes publicitaires efficaces. Informer les participants de notre présence et de notre offre avant les courses jouera un rôle clé dans le succès de notre modèle de location sur site.

10.1.4 Risques liés aux concurrents

Le concept d'une semelle additionnelles spécialisée au trail présente certaines similarités avec les produits développés par la marque Kahtoola. Ce positionnement constitue un risque stratégique important. En effet, Kahtoola est déjà bien implantée sur le marché nord-américain, où la pratique du trail est particulièrement développée. Si la marque décidait d'adapter ses produits spécifiquement pour le trail running, elle pourrait rapidement devenir un concurrent direct, avec un avantage certain en matière de recherche et développement.

Notre capacité à nous différencier et à occuper rapidement le marché européen sera donc déterminante. Un retard dans le développement ou la commercialisation de notre solution pourrait permettre à des acteurs déjà établis comme Kahtoola de s'implanter sur notre segment cible, mettant en péril notre avantage concurrentiel.

10.1.5 Risques liés au financement

Notre première expérience avec le projet Sole nous a permis de constater que le prototypage d'un produit technique comme le nôtre engendre des coûts particulièrement élevés. À titre d'exemple, le devis adressé par la société Tweener (voir Annexe C.3) dépassait les 80.000€, ce qui dépasse largement les capacités de financement d'un projet en phase de démarrage.

Dans la version actuelle du projet, le modèle de location devrait nous permettre de générer progressivement des revenus pour financer le prototypage. Toutefois, un investissement initial estimé à 20.000€ (recalculé à 9.400€ grâce aux chèques entreprises comme expliqué dans le chapitre 8) sera nécessaire pour produire un premier prototype fonctionnel avec notre partenaire Futurewave et entamer les premiers tests ainsi que les premières locations (voir Annexe C.4).

Même si nous avons d'ores et déjà obtenu 4.000€ de subventions, un besoin de financement important subsiste. Ce manque de ressources financières constitue un risque majeur : il pourrait soit retarder considérablement le projet, soit nous contraindre à céder trop rapidement du capital ou du contrôle, ce qui n'est pas optimal à ce stade.

Enfin, il est peu probable que les revenus générés uniquement par la location suffisent à couvrir l'ensemble des itérations nécessaires au développement final du produit. Une levée de fond complémentaire parmi nos FFF sera donc indispensable. Cette forte dépendance au financement externe représente un risque critique, car, comme cela a été étudié dans le cadre de nos cours, le manque de liquidités figure parmi les principales causes d'échec des jeunes entreprises.

10.1.6 Risques liés au Greenwashing

Nous sommes tous les trois engagés dans une démarche visant à concevoir un produit respectueux de l'environnement. Bien que notre modèle de location favorise déjà la réutilisation et limite la surconsommation, il est important de reconnaître que notre produit ne pourra pas, dans un premier temps, être entièrement composé de matériaux durables. De plus, certaines matières dites recyclées peuvent, dans leur production ou leur fin de vie, avoir un impact environnemental non négligeable. Il est donc essentiel de rester vigilants afin d'éviter toute forme de greenwashing. À mesure que nos capacités financières évolueront, nous devrons progressivement nous orienter vers des solutions de plus en plus durables, en restant cohérents avec nos valeurs de transparence et de responsabilité environnementale. Toutefois, comme le montre notre première Analyse de Cycle de Vie (ACV) (Voir Section 4.3), notre solution permettrait de réduire d'un facteur supérieur à 10 les émissions de CO_2 pour une pratique du trail sur 500km, en comparaison avec l'achat de chaussures spécialisées. Nous comptons bien évidemment perfectionner cette étude d'ACV afin de pouvoir l'utiliser comme argument tangible d'écoresponsabilité.

10.2 Limites et améliorations possibles

Le projet Sole, bien qu'ambitieux et prometteur, présente certaines limites inhérentes à son stade de développement et à la nouveauté de son concept. Cette section a pour objectif de mettre en lumière ces points d'attention et de proposer des pistes concrètes d'amélioration pour consolider le projet et en assurer la pérennité.

10.2.1 Notre étude de marché

Malgré les plus de 500 réponses collectées lors de notre enquête terrain, il serait pertinent d'élargir encore davantage notre panel avant de lancer le prototypage et les recherches de financement. En effet, bien que notre public cible soit constitué de traileurs amateurs, une grande partie des répondants provenait de groupes Facebook rassemblant surtout des traileurs expérimentés, ce qui a pu biaiser certains résultats. Il sera donc essentiel d'ajuster notre approche afin d'atteindre plus efficacement les coureurs amateurs.

Par ailleurs, en ce qui concerne les organisateurs d'événements, certaines questions mériteraient d'être approfondies pour mieux cerner leur positionnement. Cela nous permettrait de confirmer, ou non, notre hypothèse de distribution directe en B2C sur les événements, sans passer par une collaboration directe avec eux.

10.2.2 Diversification des usages

Une autre limite importante, déjà évoquée dans l'analyse des risques, réside dans la forte dépendance de notre produit aux conditions météorologiques. En nous concentrant sur une seule offre liée à des terrains humides et glissants, nous nous exposons aux aléas saisonniers, ce qui fragilise notre modèle économique. Pour pallier cette vulnérabilité, une piste d'amélioration stratégique consisterait à diversifier notre gamme, notamment en développant d'autres types de semelles adaptées à différents usages sportifs ou en proposant des accessoires complémentaires pour chaussures. Cette diversification permettrait non

seulement de répartir notre activité sur l'ensemble de l'année, mais aussi de réduire notre dépendance aux conditions extérieures et d'élargir notre cible à de nouveaux segments de marché.

10.2.3 Manque d'expérience dans le secteur de la chaussure

Une limite importante du projet Sole réside dans le manque d'expertise directe des co-fondateurs dans l'industrie de la chaussure. Bien que chacun soit fortement engagé et complémentaire en compétences, aucun membre de l'équipe ne possède une expérience approfondie en conception de chaussures ou en biomécanique. Cela constitue un frein potentiel pour certaines décisions techniques clés. À terme, il sera essentiel de renforcer notre réseau de partenaires spécialisés, comme notre collaboration actuelle avec Ugo Bompass, et d'envisager l'intégration d'un quatrième membre au sein de l'équipe fondatrice, disposant d'un profil technique complémentaire et d'une expertise reconnue dans le secteur.

Chapitre 11

Conclusion

Au terme de deux années de travail, de recherches, de doutes, de pivots et d'enthousiasme, nous pouvons affirmer avec fierté que le projet Sole est le fruit d'un parcours riche, exigeant et profondément formateur. De notre idée initiale, une chaussure pour enfants à semelles interchangeables à notre solution actuelle de semelles additionnelles pour le trail, nous avons su écouter, apprendre, et surtout nous remettre en question. Ce pivot, motivé par une meilleure compréhension du marché, par des contraintes techniques et économiques plus réalistes, mais aussi par l'envie de répondre à un besoin concret, mieux ciblé et plus accessible, a été un tournant décisif dans notre aventure.

Ce cheminement a révélé la force de notre équipe, faite de personnalités différentes mais complémentaires, mêlant des compétences variées : en gestion, marketing, communication, finance, matériaux et énergie. Cette diversité, loin d'être un obstacle, s'est montrée être un levier puissant dans la construction d'un projet cohérent et résilient. Grâce à l'Yncubator, nous avons pu bénéficier d'un cadre structurant, d'un accompagnement régulier par notre mentor, et de ressources concrètes notamment techniques et scientifiques avec le soutien du Schoenenkwartier et de Futurewave, qui nous ont aidés à prototyper de manière crédible et rigoureuse.

Nos recherches scientifiques nous ont permis d'approfondir des domaines cruciaux tels que la biomécanique, la tribologie semelle-sol, ou encore les propriétés des matériaux de notre produit. Ce travail rigoureux s'est prolongé par une sélection de matériaux axée à la fois sur leur performance mécanique, leur coût, et leur impact environnemental, jusqu'à la réalisation de tests en laboratoire et une analyse du cycle de vie. Ces fondations solides nous rapprochent concrètement d'une phase d'industrialisation maîtrisée.

Notre étude de marché s'est appuyée sur des retours d'expérience issus du terrain recueillis lors d'événements de trail mais aussi sur des données quantitatives récoltées via des sondages en ligne. Cela nous a permis de cibler avec précision notre clientèle principale : les pratiquants de trail âgés de 18 à 55 ans, en phase de découverte . C'est ainsi que nous avons construit un business model hybride, reposant sur la location à 4€ sur les événements et la vente directe à 39,99€, en ligne comme en point de vente physique. Ce positionnement nous permet de combiner présence terrain et visibilité numérique, en capitalisant notamment sur des campagnes digitales à fort impact.

Sur le plan juridique, le choix d'une SRL s'est imposé comme le plus pertinent. Nous avons anticipé les enjeux de protection intellectuelle, de confidentialité et de sécurisation des fondateurs, en mettant en place conventions de collaboration, NDA, contrats et assurances adaptés. Cette rigueur juridique s'inscrit dans notre volonté de bâtir un projet robuste, crédible et défendable.

Sur le plan économique, nous avons démontré la viabilité financière de notre projet : malgré des investissements initiaux conséquents, notamment en prototypage et en frais de lancements, notre modèle permet d'atteindre la rentabilité dès la troisième année, avec des bénéfices significatifs à partir de la quatrième. Cette projection repose sur une structure de coûts équilibrée, un produit peu coûteux à produire, une logistique optimisée via des circuits courts, et une expansion géographique progressive vers le Benelux, la France et

l'Allemagne.

Enfin, nous avons mis en évidence les limites et risques inhérents à notre projet : sensibilité aux conditions climatiques, perception potentielle de greenwashing, incertitudes liées à l'accueil du marché, à la concurrence ou encore à la mobilisation de fonds suffisants. Ces éléments sont au cœur de notre analyse des risques, et nous les avons intégrés dans une réflexion globale visant à améliorer continuellement notre projet.

Aujourd'hui, nous concluons que Sole est un projet faisable, désirable et viable, et qu'il représente une réelle opportunité à l'intersection de l'innovation, de l'écologie et du sport. Mais nous sommes également lucides : des zones d'ombre subsistent, des défis restent à relever. Plus que tout, nous retenons la richesse humaine et professionnelle de cette aventure.

Nous tenons à exprimer notre plus sincère reconnaissance envers le programme INEO, qui nous a offert une chance unique de grandir en tant qu'entrepreneurs, mais aussi en tant que personnes. Quelles que soient les suites données à Sole qu'il voie le jour ou reste à l'état de projet il occupera toujours une place particulière dans nos cœurs. Nous avons appris, construit, échoué parfois, mais surtout évolué.

Mahaut, Maxime et Victor pour Sole

Bibliographie

3M Belgique (2023). *Guide relatif au règlement EPI (UE) 2016/425*. https://www.3mbelgique.be/3M/fr_BE/sante-securite-travailleurs-fr-be/ressources/guide-ppe-regulation/. Consulté en mai 2025.

Agency, European Chemicals (2023). *Understanding REACH*. URL : https://echa.europa.eu/regulations/reach/understanding-reach (visité le 29/04/2025).

Ahn, Sung-Hoon et al. (2002). « Anisotropic material properties of fused deposition modeling ABS ». In : *Rapid prototyping journal* 8.4, p. 248-257.

Allbirds Inc. (2021). *Product Carbon Footprint Methodology*. Rapp. tech. Version updated March 2024. Allbirds Sustainability Team. URL : https://cdn.allbirds.com/image/upload/v1711575925/marketing-pages/AllbirdsProductCarbonFootprintMethodology.pdf.

Anderson, T. L. (2005). *Fracture Mechanics : Fundamentals and Applications*. 4e éd. CRC Press. ISBN : 978-1-4987-6042-5.

Archard, J. F. (1953). « Contact and rubbing of flat surfaces ». In : *Journal of Applied Physics* 24.8, p. 981-988.

Arkema (2025). *PEBAX® RNEW 72R53 — Fiche technique*. Rapp. tech. Arkema Polymères de haute performance.

Ashby, M. F. (2011). *Materials Selection in Mechanical Design*. 4th. Butterworth–Heinemann.

Ashby, Michael F. (2016). *Materials Selection in Mechanical Design*. 5e éd. Oxford : Elsevier. ISBN : 978-0-08-100599-6.

Ashby, Michael F. et David R. H. Jones (2012). *Engineering Materials 2 : An Introduction to Microstructures and Processing*. 4e éd. Oxford : Butterworth–Heinemann. isbn : 978-0-08-096668-7.

Association, International Trail Running (2023a). *Press release : MTRWC-ITRA*. url : https://itra.run/Files/News/PressReleases/FR-MTRWC-ITRA-press-release.pdf (visité le 30/04/2025).

— (2023b). *Removing Barriers to Women in Trail Running*. https://itra.run/content/news/SheRACES-ITRA_Guide_For_Events-English.pdf. Accessed 2025-05-01.

Bandura, Albert (1977). *Social Learning Theory*. Englewood Cliffs, NJ : Prentice Hall.

Barney, Jay B. (1991). « Firm resources and sustained competitive advantage ». In : *Journal of Management* 17.1, p. 99-120. doi : 10.1177/014920639101700108.

Beer, F. P., E. R. Johnston et J. DeWolf (2020). *Mécanique des Matériaux*. 7. McGraw–Hill.

Beschorner, Kurt E et al. (2014). « Fluid pressures at the shoe–floor–contaminant interface during slips : Effects of tread & implications on slip severity ». In : *Journal of biomechanics* 47.2, p. 458-463.

BeSWIC (2023). *Équipements de protection*. https://beswic.be/fr/themes/equipements-de-protection. Consulté en mai 2025.

Bhushan, Bharat (2002). *Introduction to Tribology*. New York : John Wiley & Sons. isbn : 978-0-471-39136-9.

BILLY (2024). *Les Charges Patronales en Belgique : Guide Complet*. Consulté le 16 mai 2025. url : https://billy.tech/charges-patronales/?utm_source.

Blanchette, Mark G et Christopher M Powers (2015). « The influence of footwear tread groove parameters on available friction ». In : *Applied ergonomics* 50, p. 237-241.

Bosch (2025). *Composés de caoutchouc - Produits et services*. https://www.bosch.be/fr/produits-et-services/industrie-et-tertiaire/rubber-compounds.html.

Consulté le 25 avril 2025. URL : https://www.bosch.be/fr/produits-et-services/industrie-et-tertiaire/rubber-compounds.html.

BOWDEN, F. P. et D. TABOR (1950). *The Friction and Lubrication of Solids*. Clarendon Press Series. Oxford : Oxford University Press. ISBN : 978-0-19-850777-2.

BOWMAN, Cliff et David FAULKNER (1996). *Competitive and Corporate Strategy*. Irwin.

BPIFRANCE CRÉATION (2023). *Élaborer sa stratégie d'entreprise avec l'analyse PESTEL*. Consulté en avril 2025. URL : https://bpifrance-creation.fr/encyclopedie/strategies/realiser-etude-marche/analyse-pestel.

BROOKS, George Austin, Thomas Davin FAHEY et Kenneth M BALDWIN (2005). « Exercise physiology : human bioenergetics and its applications ». In : *Books a la carte*.

BROWN, Roger (2006). *Physical testing of rubber*. Springer Science & Business Media.

BRUÈRE, Vivianne M. et al. (2023). « The influence of printing parameters on the mechanical properties of 3D printed TPU-based elastomers ». In : *Progress in Additive Manufacturing* 8, p. 693-701. DOI : 10.1007/s40964-023-00418-7.

BURON, Glen (2020). « Le trail : d'une pratique sportive auto-organisée à un outil de développement local. » In : *Gouvernance du sport et management territorial : une nécessaire co-construction.*

CALLISTER JR, William D et David G RETHWISCH (2020). *Materials science and engineering : an introduction*. John wiley & sons.

CAPPELLINI, Germana et al. (2006). « Motor patterns in human walking and running ». In : *Journal of neurophysiology* 95.6, p. 3426-3437.

CAVANAGH, Peter R (1987). « The biomechanics of lower extremity action in distance running ». In : *Foot & ankle* 7.4, p. 197-217.

CHU, Jennifer (mai 2013). *Footwear's (carbon) footprint*. Accessed 20 May 2025. MIT News Office. URL : https://news.mit.edu/2013/footwear-carbon-footprint-0522.

CITY OF WINNIPEG (2012). *Appendix 7 – Emission Factors in kg CO_2-equivalent per unit*. South End Plant Process Selection Report (No. 682-2012). Accessed 20 May 2025.

URL : https://www.winnipeg.ca/finance/findata/matmgt/documents/2012/682-2012/682-2012_appendix_h-wstp_south_end_plant_process_selection_report/appendix%207.pdf.

Ciulli, Enrico, Alberto Betti et Paola Forte (2022). « The applicability of the Hertzian formulas to point contacts of spheres and spherical caps ». In : *Lubricants* 10.10, p. 233.

CNBC (2025). *Trump tariffs live updates*. Consulté en avril 2025. URL : https://www.cnbc.com/2025/04/02/trump-tariffs-live-updates.html.

Colin (2024). *Portrait du traileur moyen en 2024*. Consulté le 16 mai 2025. Slowly We Run. URL : https://slowly-we.run/portrait-traileur-moyen/.

Collins, James C. et Jerry I. Porras (1996). « Building Your Company's Vision ». In : *Harvard Business Review* 74.5, p. 65-77.

Commission, European (2024). *Ecodesign for Sustainable Products Regulation*. URL : https://commission.europa.eu/energy-climate-change-environment/standards-tools-and-labels/products-labelling-rules-and-requirements/ecodesign-sustainable-products-regulation_en?wt-search=yes (visité le 29/04/2025).

Company, McKinsey & (2022). *Navigating the Competitive Landscape of the Outdoor Sports Industry*. Accessed : 2025-05-02. URL : https://www.mckinsey.com/industries/sports-and-entertainment/our-insights/navigating-the-competitive-landscape-of-the-outdoor-sports-industry.

Consensus Trail Shoes Working Group (2025). *Durability Benchmarks for Trail-Running Footwear : 2025 Industry Report*. Rapp. tech. Annecy, France : Trail Footwear Technical Consortium.

Cote, Karen P et al. (2005). « Effects of pronated and supinated foot postures on static and dynamic postural stability ». In : *Journal of athletic training* 40.1, p. 41.

Cowap, Matthew JH et al. (2015). « Contributions of adhesion and hysteresis to coefficient of friction between shoe and floor surfaces : effects of floor roughness and sliding speed ». In : *Tribology-Materials, Surfaces & Interfaces* 9.2, p. 77-84.

David, Fred R. (2005). *Strategic Management : Concepts and Cases*. Prentice Hall.

De Cock, Anneleen et al. (2008). « The trajectory of the centre of pressure during barefoot running as a potential measure for foot function ». In : *Gait & posture* 27.4, p. 669-675.

Deci, Edward L. (1971). « Effects of externally mediated rewards on intrinsic motivation ». In : *Journal of Personality and Social Psychology* 18.1, p. 105-115. doi : 10.1037/h0030644.

Defélix, Christian, Isabelle Mazzilli et Alexandre Gosselin (2015). « Articuler les politiques de GRH et les stratégies d'innovation : des modèles à l'épreuve des faits ». In : *Revue de gestion des ressources humaines* 96.2, p. 60-72. doi : 10.3917/grhu.096.0060. url : https://doi.org/10.3917/grhu.096.0060.

Dieterich, James H et Brian D Kilgore (1994). « Direct observation of frictional contacts : New insights for state-dependent properties ». In : *Pure and applied geophysics* 143, p. 283-302.

Doran, George T. (1981). « There's a S.M.A.R.T. way to write management's goals and objectives ». In : *Management Review* 70.11, p. 35-36.

Dupont (2022). *Hytrel® 5526 — Fiche technique*. Rapp. tech. DuPont Mobility & Materials.

Ecoinvent (2022). *End of life*. url : https://ecoquery.ecoinvent.org/3.9.1/cutoff/dataset/12531/documentation.

Ellen MacArthur Foundation (2017). *A New Textiles Economy : Redesigning Fashion's Future*. Pages consultées : pp. 18, 20–21. Ellen MacArthur Foundation. url : https://ellenmacarthurfoundation.org/a-new-textiles-economy.

Elmrabet, Nabila et Petros Siegkas (2020). « Dimensional considerations on the mechanical properties of 3D printed polymer parts ». In : *Polymer Testing* 90, p. 106656. issn : 0142-9418. doi : 10.1016/j.polymertesting.2020.106656.

Estay, Christophe, Sébastien Rey et Thierry Steffan (2018). « Les voies de croissance des petites entreprises : une approche renouvelée ». In : *Revue Française de Gestion* 44.275, p. 115-133. doi : 10.3166/rfg.2018.00007.

EURATEX (sept. 2021). *EURATEX Vision on the EU Strategy for Sustainable Textiles*. Consulté en mai 2025. URL : https://euratex.eu/wp-content/uploads/EURATEX-Vision-on-EU-Textile-Strategy-fin.pdf.

EUROPÉENNE, Commission (2016). *Règlement (UE) 2016/425 du Parlement européen et du Conseil du 9 mars 2016 relatif aux équipements de protection individuelle*. URL : https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?uri=CELEX:32016R0425 (visité le 29/04/2025).

— (2022). *RÈGLEMENT DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL établissant un cadre pour la fixation d'exigences en matière d'écoconception applicables aux produits durables et abrogeant la directive 2009/125/CE*. URL : https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?uri=CELEX:52022PC0142 (visité le 29/04/2025).

EUROSTAT (2025). *Consumer prices – annual inflation rate*. URL : https://ec.europa.eu/eurostat (visité le 29/04/2025).

FLETCHER, Jared R et Brian R MACINTOSH (2015). « Achilles tendon strain energy in distance running : consider the muscle energy cost ». In : *Journal of Applied Physiology* 118.2, p. 193-199.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (2025). *Soil Maps and Databases*. https://www.fao.org/soils-portal/data-hub/soil-maps-and-databases/en/. Accessed : 2025-04-24. URL : https://www.fao.org/soils-portal/data-hub/soil-maps-and-databases/en/.

FRANCE CUIR (2024). *Y a-t-il différents types de caoutchouc pour la semelle extérieure d'une chaussure de running ?* Consulté le 24 avril 2025. URL : https://www.francecuir.fr/question/y-a-t-il-differents-types-de-caoutchouc-pour-la-semelle-exterieure-une-chaussure-de-running?utm_source.

FREIGHTOS (2024). *Calculateur de fret maritime international*. URL : https://freightos.com/fr/freight-resources/calculateur-de-fret/ (visité le 21/05/2025).

FUTUREWAVE (2025). *FutureWave - Chèques-entreprises*. Consulté le 8 mai 2025. URL : https://www.cheques-entreprises.be/profils/futurewave/.

GENT, A.N. (2001). *Engineering with Rubber : How to Design Rubber Components*. 2nd. Hanser Gardner Publications.

GIANDOLINI, Marlene et al. (2016). « Foot strike pattern differently affects the axial and transverse components of shock acceleration and attenuation in downhill trail running ». In : *Journal of Biomechanics* 49.9, p. 1765-1771. DOI : 10.1016/j.jbiomech.2016.04.001. URL : https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0021929016304298.

GIBSON, I., D. W. ROSEN et B. STUCKER (2015). *Additive Manufacturing Technologies : 3D Printing, Rapid Prototyping, and Direct Digital Manufacturing*. 2nd. Springer.

GIBSON, Lorna J. et Michael F. ASHBY (1997). *Cellular Solids : Structure and Properties*. 2e éd. Cambridge, UK : Cambridge University Press. ISBN : 9780521499118. DOI : 10.1017/CBO9781139878326.

GRAND VIEW RESEARCH (2021). *Trail Running Shoes Market Size, Share & Trends Analysis Report By Product, By Distribution Channel, By Region, And Segment Forecasts, 2021–2028*. https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/trail-running-shoes-market.

GRANDEMANGE, Marie (2024). « Sustainability Matters : Exploring the Influence of Unique Sustainability Attributes on Consumer Preferences for Veja and Nike Footwear ». Mém. de mast. University of South-Eastern Norway.

GRAS, R. (2008). *La tribologie : friction, usure et lubrification*. Éditions Techniques de l'Ingénieur.

GREENWOOD, James A et JB Pl WILLIAMSON (1966). « Contact of nominally flat surfaces ». In : *Proceedings of the royal society of London. Series A. Mathematical and physical sciences* 295.1442, p. 300-319.

GRONLEY, JK et Jacquelin PERRY (1984). « Gait analysis techniques ». In : *Physical Therapy* 64, p. 1839-1845.

Grosch, KA (1963). « The relation between the friction and visco-elastic properties of rubber ». In : *Proceedings of the Royal Society of London. Series A. Mathematical and Physical Sciences* 274.1356, p. 21-39.

Hill, Charles W. L. et Gareth R. Jones (2012). *Strategic Management Theory : An Integrated Approach*. 10th. Houghton Mifflin.

Hintermann, Beat et Benno M Nigg (1998). « Pronation in runners : Implications for injuries ». In : *Sports medicine* 26, p. 169-176.

Institut National de la Propriété Industrielle (2024). *Propriété intellectuelle - Marques et brevets*. Consulté en 2024. URL : https://www.inpi.fr.

International Organization for Standardization (2006). *ISO 14040 :2006 — Environmental management — Life cycle assessment — Principles and framework*. International standard. Geneva, Switzerland. URL : https://www.iso.org/standard/37456.html.

International Soil Reference and Information Centre (ISRIC) (2025). *SoilGrids — Global gridded soil information*. https://www.isric.org/explore/soilgrids. Accessed : 2025-04-24. URL : https://www.isric.org/explore/soilgrids.

Iraqi, Arian, Rakié Cham et al. (2018). « Kinematics and kinetics of the shoe during human slips ». In : *Journal of biomechanics* 74, p. 57-63.

Iraqi, Arian, Natasa S Vidic et al. (2020). « Prediction of coefficient of friction based on footwear outsole features ». In : *Applied ergonomics* 82, p. 102963.

Israelachvili, J. (2011). *Intermolecular and Surface Forces*. 3rd. Academic Press.

Jacobs, C. et al. (2024). « Effect of Carbon Black Properties on Cut and Chip Wear of Natural Rubber ». In : *Wear*. DOI :10.1016/j.wear.2024.206020.

Jawjit, W., C. Kroeze et S. Rattanapan (2010). « Greenhouse Gas Emissions from Rubber Industry in Thailand ». In : *Journal of Cleaner Production* 18.5, p. 403-411. DOI : 10.1016/j.jclepro.2009.12.003.

Johnson, Gerry, Kevan Scholes et Richard Whittington (2008). *Exploring Corporate Strategy*. 8th. Harlow, England : Pearson Education.

— (2017). *Exploring Strategy : Text and Cases*. 11th. Pearson Education.

Jones, Taylor, Arian Iraqi et Kurt Beschorner (2018). « Performance testing of work shoes labeled as slip resistant ». In : *Applied ergonomics* 68, p. 304-312.

Kapferer, Jean-Noël (2004). *Les marques, capital de l'entreprise : créer et développer des marques fortes*. 3e éd. Paris : Éditions d'Organisation.

Kapri, Ekta, Manju Mehta et Kiran S (juill. 2021). « Biomechanics of running : An overview on gait cycle ». In : *International Journal of Physical Education, Fitness and Sports* 10.3, p. 1-9. doi : 10.34256/ijpefs2131. url : https://ijpefs.org/index.php/ijpefs/article/view/343.

Kasmer, Mark E et al. (2013). « Foot-strike pattern and performance in a marathon ». In : *International journal of sports physiology and performance* 8.3, p. 286-292.

KBV Research (2024). *Europe Trail Running Shoes Market Size, Share & Industry Trends Analysis Report By Gender, By Type, By Country and Growth Forecast, 2023–2030*. https://www.kbvresearch.com/europe-trail-running-shoes-market/.

Kotler, Philip et Kevin Lane Keller (2016). *Marketing Management*. 15th. Pearson Education.

Lawrence, Erica (2022). *ASTM D638 : The Definitive Guide To Plastic Tensile Testing*. Consulté le 5 mai 2025. url : https://www.instron.com/en/testing-solutions/astm-standards/astm-d638.

Le Coin des Entrepreneurs (2023). *L'analyse PESTEL : définition, utilité et présentation des 6 composants*. Consulté en avril 2025. url : https://www.lecoindesentrepreneurs.fr/analyse-pestel-definition-utilite-composants/.

Le Roy, Frédéric et Saïd Yami (oct. 2004). « Spécificités, portée et limites des stratégies de rupture pour les PME : une étude de cas ». In : *7ème congrès international francophone en entrepreneuriat et PME (CIFPME)*. Montpellier, France.

LEMOINE, C. (2023). « Motivation, engagement et sens du travail ». In : *Le Journal des psychologues* 402.1, p. 30-34. DOI : 10.3917/jdp.402.0030.

LI, Kai Way et al. (2006). « Relationship between measured friction coefficients and two tread groove design parameters for footwear pads ». In : *Tsinghua science and Technology* 11.6, p. 712-719.

MARCO, Bramani (16 nov. 2023). « Traction lug for footwear ». Brev. amér. US2023346081A1. Vibram SPA. URL : https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/067551661/publication/US2023346081A1.

MATE, C Mathew (2008). *Tribology on the small scale : a bottom up approach to friction, lubrication, and wear*. 6. Oxford university press, USA.

MCKINSEY & COMPANY (2023). « Consumers care about sustainability—and back it up with their wallets ». In : *McKinsey*. Consulté en mai 2025. URL : https://www.mckinsey.com/industries/consumer-packaged-goods/our-insights/consumers-care-about-sustainability-and-back-it-up-with-their-wallets.

MEYER, John P. et Natalie J. ALLEN (1991). « A three-component conceptualization of organizational commitment ». In : *Human Resource Management Review* 1.1, p. 61-89.

MILLS, Kim (2005). « Foot-upper pressure limits for comfort in athletic footwear ». In : *Journal of Applied Biomechanics* 21.4, p. 347-358. DOI : 10.1123/jab.21.4.347.

MOGHADDAM, Seyed Reza M et al. (2018). « Predictive multiscale computational model of shoe-floor coefficient of friction ». In : *Journal of biomechanics* 66, p. 145-152.

MONT, Laurent, Pauline LACROIX et Hervé DUPONT (2019). « Influence of sole flexion location on plantar loading during trail running ». In : *Footwear Science* 11.2, p. 101-112.

MORIN, Estelle M. (1998). « L'approche du sens du travail : une voie vers une meilleure qualité de vie ». In : *Revue Québécoise de Psychologie* 19.2, p. 15-38.

NIGG, Benno, Anja-Verena BEHLING et Joseph HAMILL (2019). « FOOTWEAR BIOMECHANICS GROUP ». In : *Footwear Science*.

Noël, Brunetière (2016). *Introduction à la tribologie*. Consulté le 14 avril 2025. URL : https://www.techniques-ingenieur.fr/base-documentaire/mecanique-th7/frottement-et-usure-42464210/introduction-a-la-tribologie-tri100/.

Novacheck, Tom F (1998). « The biomechanics of running ». In : *Gait & posture* 7.1, p. 77-95.

Oertel, G. et P. Kessel (2021). « Polyurethane Elastomers ». In : *Handbook of Thermoplastic Elastomers*. 4e éd. Typical values for unfilled PU : ρ 1.10 g cm^{-3}, σ_f 25 MPa, E 25 MPa. Hanser, p. 421-454.

Office, European Patent (2023). *Espacenet – Access to over 140 million patent documents*. URL : https://worldwide.espacenet.com/ (visité le 29/04/2025).

OGA Firm (2023). *The importance of intellectual property in the footwear industry*. https://www.ogafirm.com/intellectual-property-footwear/.

OpenAI (2024). *ChatGPT*. https://chat.openai.com. Modèle de langage utilisé pour l'assistance rédactionnelle.

Osterwalder, Alexander et al. (2014). *Value Proposition Design : How to Create Products and Services Customers Want*. John Wiley & Sons.

Packhelp (2024). *Eco-Friendly Packaging*. Consulté en mai 2025. URL : https://packhelp.com/sustainable-packaging/.

Palmer, Clive (1990). « 'Hybrids' — a critical force in the application of information technology in the nineties ». In : *Journal of Information Technology* 5, p. 232-235.

PatentPC (2024). *Patent strategy in niche footwear innovation*. https://www.patentpc.com/blog/patents-in-shoe-design/.

Persson, B. N. J. (2001). « Theory of rubber friction and contact mechanics ». In : *Journal of Chemical Physics* 115.8, p. 3840-3861. DOI : 10.1063/1.1388626.

— (2005). « Sliding Friction : Physical Principles and Applications ». In : *Journal of Physics : Condensed Matter* 17.44, R1071-R1142. DOI : 10.1088/0953-8984/17/44/R01.

Persson, Bo NJ (1998). « On the theory of rubber friction ». In : *Surface science* 401.3, p. 445-454.

Persson, Bo NJ et al. (2005). « Rubber friction on wet and dry road surfaces : The sealing effect ». In : *Physical Review B—Condensed Matter and Materials Physics* 71.3, p. 035428.

Pichault, François et Thierry Picq (2013). « Le rôle des RH dans l'entreprise tendue vers l'innovation. Clés d'analyse et interrogations ». In : *Revue Française de Gestion* 2013/4.233, p. 161-182.

Plastics Today (2023). « Challenges and Opportunities in Sustainable Polyurethane Production ». In : *Plastics Today*. Consulté en mai 2025. URL : https://www.plasticstoday.com/automotive-mobility/challenges-and-opportunities-in-sustainable-polyurethane-production.

Porter, Michael E et Competitive Strategy (1980). « Techniques for analyzing industries and competitors ». In : *Competitive Strategy. New York : Free* 1.

Porter, Michael E. (1979). « How Competitive Forces Shape Strategy ». In : *Harvard Business Review* 57.2, p. 137-145.

— (1985). *Competitive Advantage : Creating and Sustaining Superior Performance*. Free Press.

Rahco (s. d.). *XNBR — Carboxylated Nitrile Rubber : propriétés mécaniques*. https://rahco-rubber.com/. consulté le 12 mai 2025.

Rebenda, David et Tomáš Sáha (2024). « Current state-of-the-art review of footwear–ground friction ». In : *Friction* 12.10, p. 2188-2204. DOI : 10.1007/s40544-024-0905-4.

Research, Grand View (2023). *Trail Running Shoes Market Size, Share & Trends Analysis Report by Product (Waterproof, Non-waterproof), by Application (Recreational, Competitive), by Region, and Segment Forecasts, 2023 - 2030*. Accessed : 2025-05-02. URL : https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/trail-running-shoes-market.

Roberts, Thomas J et Emanuel Azizi (2010). « The series-elastic shock absorber : tendons attenuate muscle power during eccentric actions ». In : *Journal of Applied Physiology* 109.2, p. 396-404.

Roblin, Louise (2018). « Sous la chaussure, l'empreinte ». In : *Revue Projet* 366.5, p. 28-34.

Rodgers, Mary M (1995). « Dynamic foot biomechanics ». In : *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 21.6, p. 306-316.

RunRepeat (2024). *Ultimate Trail Running Stats*. https://runrepeat.com/ultimate-trail-running-stats. Accessed 2025-05-01.

Scheer, Vincent, Nicola Giovanelli et al. (2023). « Prevalence of injuries among trail runners : A cross-sectional study from the Ultra Trail World Tour ». In : *International Journal of Sports Medicine* 44.1, p. 23-29. doi : 10.1055/a-1813-9273. url : https://doi.org/10.1055/a-1813-9273.

Scheer, Vincent, Nicholas B. Tiller et Ricardo J. S. Costa (2022). « Injury prevention in trail running : What do we know ? » In : *The Journal of Sport and Health Science* 11.1, p. 45-53. doi : 10.1016/j.jshs.2021.06.002. url : https://doi.org/10.1016/j.jshs.2021.06.002.

SE, BASF (avr. 2022). *Elastollan® 1180 A – Product Data Sheet*. Rev. 04/2022 ; density 1.12 $\mathrm{g\,cm^{-3}}$, tensile strength 35 MPa, secant modulus 50 MPa. url : https://plastics.basf.com.

Service Interne pour la Prévention et la Protection au Travail (SIPPT) (2023). *Obligations en matière d'équipements de protection individuelle*. https://sippt.cfwb.be/thematiques-1/epi/obligations-en-matiere-dequipements-de-protection-individuelle. Consulté en mai 2025.

Setua, D. K. et al. (2000). « Lignin reinforced rubber composites ». In : *Journal of Applied Polymer Science* 78, —.

Shipping, Siam (2024). *Fret maritime Thaïlande–Europe*. url : https://siam-shipping.fr/services/fret-maritime-thailande/ (visité le 21/05/2025).

SPF Économie (2024). *Sécurité des équipements de protection individuelle*. https://economie.fgov.be/fr/themes/qualite-securite/securite-des-produits-et/reglementations-specifiques/equipements-de-protection/securite-des-equipements-de. Consulté en mai 2025.

SPF Emploi, Travail et Concertation sociale (2025). *Équipements de protection individuelle*. https://emploi.belgique.be/fr/themes/bien-etre-au-travail/protection-collective-et-individuelle/equipements-de-protection. Consulté en mai 2025.

Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics (2021). West Conshohocken, PA : ASTM International. doi : 10.1520/D0638-21.

Statbel (2024). *Prix du pétrole*. https://statbel.fgov.be/fr/themes/energie/prix-du-petrole. Consulté le 16 mai 2025. url : https://statbel.fgov.be/fr/themes/energie/prix-du-petrole.

Statista (2023). *Chiffre d'affaires du commerce électronique B2C en Europe en 2023*. Consulté en mai 2025. url : https://fr.statista.com/statistiques/717379/e-commerce-b2c-chiffre-affaires-europe/.

Stoček, Radek et al. (2021). « Cut & chip wear of rubbers in a range from low up to high severity conditions ». In : *Applied Surface Science Advances* 6, p. 100152. doi : 10.1016/j.apsadv.2021.100152.

Subic (avr. 2025). « 900 shoes reviewed ». en. In : *Athletic Shoe Review Site*. url : https://runrepeat.com/.

Textile Exchange (2023). *2023 Material Change Insights Report*. Consulté en mai 2025. url : https://textileexchange.org/news/textile-exchanges-material-change-insights-report-highlights-the-need-for-systems-change-to-support-more-sustainable-materials-sourcing/.

Tourisme, Auvergne-Rhône-Alpes (2020). *Le trail, un phénomène en pleine expansion*. https://pro.auvergnerhonealpes-tourisme.com/wp-content/uploads/2020/12/LE-TRAIL-UN-PHENOMENE-EN-PLEINE-EXPANSION.pdf. Consulté le 19 mai 2025.

TRAILRUN.BE (2023). *Top 10 des trails les plus populaires et/ou les mieux notés de 2023*. Consulté le 2 mai 2025. URL : https://www.trailrun.be/fr/top-10-des-trails-les-plus-populaires-et-ou-les-mieux-notes-de-2023/.

TSAGLIOTIS, Alexandre (2017). *Start-up attitude : Adoptez l'esprit start-up pour faire du business autrement*. Paris : Dunod, p. 163-166. URL : https://shs.cairn.info/start-up-attitude--9782100759071-page-163?lang=fr.

TSAI, Yi-Ju et Christopher M. POWERS (2006). « The influence of footwear sole hardness on slip initiation in young adults ». In : *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 50th Annual Meeting*. San Francisco, CA : Human Factors et Ergonomics Society, p. 2306-2310.

U-TRAIL (2025). *Quel est l'âge moyen en trail ?* Consulté le 15 mai 2025. u-Trail. URL : https://www2.u-trail.com/quel-est-lage-moyen-entrail/.

ULLMANN, Julian R. (2019). « Bit-vector algorithms for binary constraint satisfaction and subgraph isomorphism ». In : *Applied Ergonomics* 82, p. 102963. DOI : 10.1016/j.apergo.2019.102963. URL : https://doi.org/10.1016/j.apergo.2019.102963.

UNION EUROPÉENNE (2005). *DIRECTIVE 2005/29/CE DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL*. https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2005:149:0022:0039:fr:PDF. Journal officiel de l'Union européenne L 149 du 22.6.2005, p. 22–39.

VAS, A. (2017). *Stratégie d'entreprise*. 2e éd. Dunod.

VERNILLO, Gianluca et al. (2017). « Biomechanics and Physiology of Uphill and Downhill Running ». In : *Sports Medicine* 47.4, p. 615-629. DOI : 10.1007/s40279-016-0605-y. URL : https://link.springer.com/article/10.1007/s40279-016-0605-y.

VERNIMMEN, Pierre et al. (2022). *Corporate Finance : Theory and Practice*. 6e éd. Chichester, United Kingdom : Wiley.

VIBRAM (s. d.). *Vibram SUPERWORK — aperçu des performances*. https://www.vibram.com/. consulté le 12 mai 2025.

Wallonia, Digital (2024). *Transition écologique et industrielle. L'évolution du pilier Eco-Factory de Made Different*. Consulté en 2024. URL : https://www.digitalwallonia.be/fr/publications/transition-ecologique-industrielle-eco-factory-made-different/.

Wang, Q Jane et Yip-Wah Chung (2013). *Encyclopedia of tribology*. Springer US.

Weihrich, Heinz (1982). « The TOWS matrix—A tool for situational analysis ». In : *Long range planning* 15.2, p. 54-66.

Wu, S. (1971). *Surface and interfacial tensions of polymers*. T. 34. Journal of Polymer Science : Part C, p. 19-30.

Wypych, Agnieszka, Bogdan Bochenek et Michał Różycki (2018). « Atmospheric Moisture Content over Europe and the Northern Atlantic ». In : *Atmosphere* 9.1, p. 18. DOI : 10.3390/atmos9010018. URL : https://www.mdpi.com/2073-4433/9/1/18.

Yulex LLC (fév. 2025). *Rubber Chronicle 19 : CO_2e Emissions of Natural Rubber, Neoprene, Geoprene and SBR*. Accessed 20 May 2025. URL : https://www.yulex.com/post/rubber-chronicle-19-co2e-emissions-of-natural-rubber-neoprene-geoprene-and-sbr.

ZwickRoell GmbH & Co. KG (2024). *Tensile Testing of Thermoplastic Polyurethanes (TPU) According to ASTM D638*. Application Note. Consulté le 11 mai 2025.

UNIVERSITÉ CATHOLIQUE DE LOUVAIN
INEO – Formation interdisciplinaire en entrepreneuriat
Collège des Doyens, Place des Doyens 1, 1348 Louvain-la-Neuve, Belgique | **www.uclouvain.be/ineo**

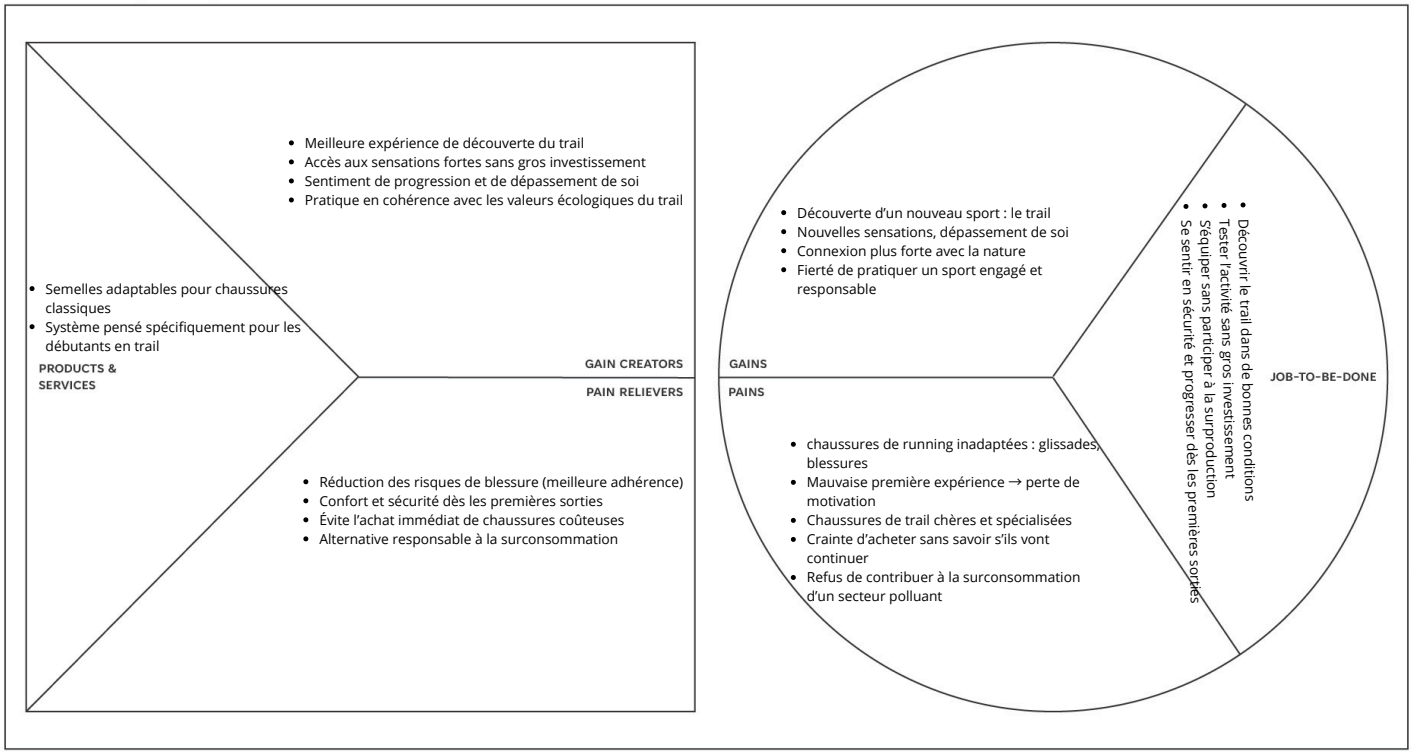
Annexe A

Annexes stratégiques

A.1 VPC

Value proposition canvas. trailers débutants - B2B

BUSINESS MODELS INC.



Adapted from businessmodelgeneration.com by Business Models INC.

A.2 Analyse des menaces concurrentielles

Force	**Degré de menace**	**Note sur 10**	**Justification**
Intensité concurrentielle	Modérée à élevée	8/10	Forte concurrence des grandes marques de chaussures de trail, mais niche spécialisée à exploiter.
Menace des nouveaux entrants	Modérée	6/10	Barrières à l'entrée élevées grâce à l'innovation produit, aux partenariats stratégiques et à la protection par brevet.
Pouvoir de négociation des fournisseurs	Modéré	6/10	Dépendance aux fournisseurs spécialisés en matériaux écologiques.
Pouvoir de négociation des acheteurs	Modéré	6/10	Sensibilité au prix pour les clients B2C.
Menace des produits de substitution	Faible	4/10	Semelles additionnelles pour terrains enneigés et chaussures spécialisées moins adaptées et plus coûteuses.

TABLE A.1 – Analyse des menaces concurrentielles

A.3 Graphique des 5 forces de Porter

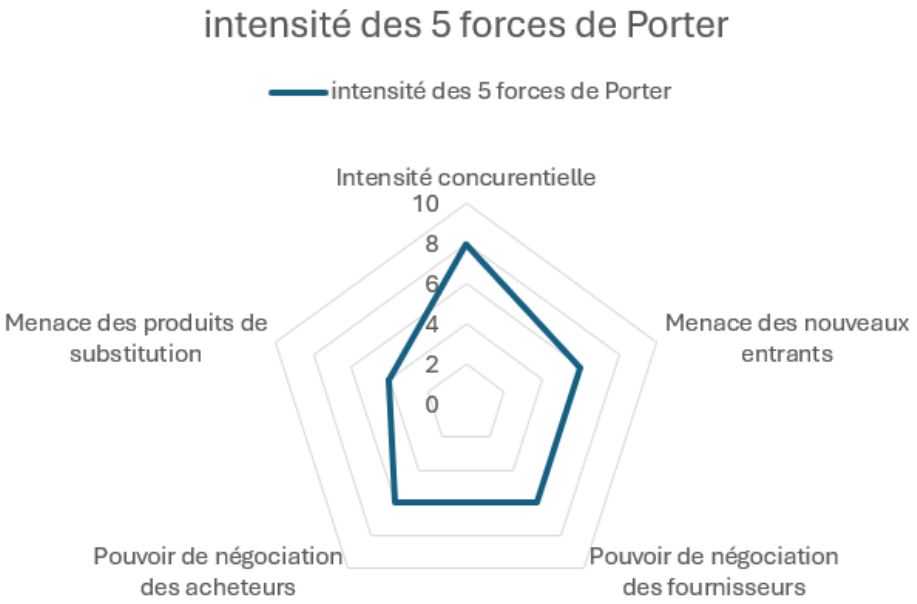


FIGURE A.1 – Graphique des intensités des forces de Porter

A.4 Positionnement de Sole selon l'Horloge de Bowman

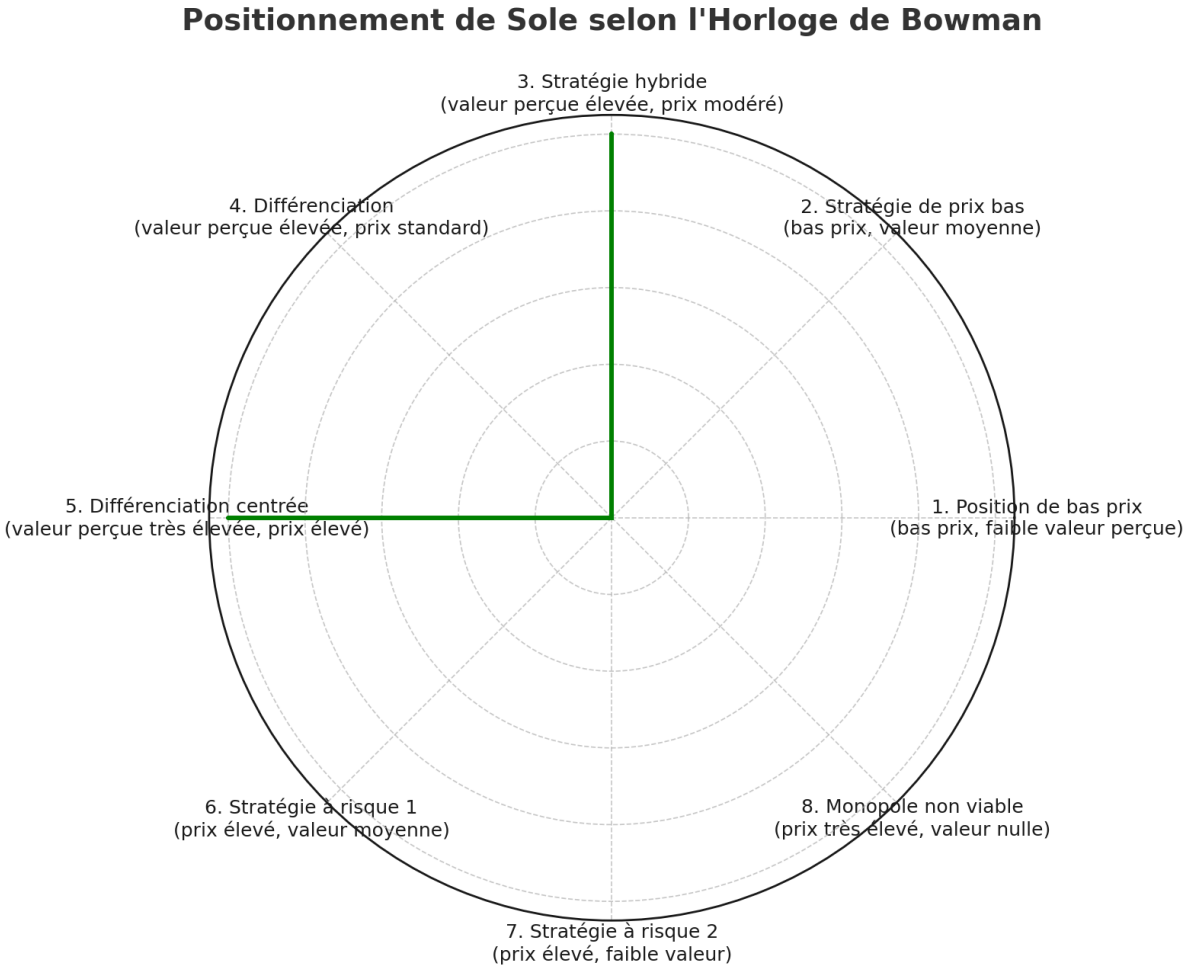


FIGURE A.2 – Positionnement de Sole selon l'Horloge de Bowman

A.5 Synthèse de l'analyse VRIN du projet

Critère	**Élément analysé**	**Résultat**	**Justification synthétique**
Valeur (V)	Capacité à résoudre un problème réel pour les traileurs (adhérence sur terrain boueux)	✓ Oui	Répond à un besoin concret non couvert : amélioration de l'adhérence sans multiplication des paires de chaussures. Gain de sécurité, confort et performance.
Rareté (R)	Positionnement unique sur le marché européen	✓ Oui	Niche peu exploitée. Concurrence concentrée sur les crampons neige/glace. Forte opportunité sur terrains boueux.
Inimitabilité (I)	Complexité technique, investissement en R&D, protection par brevet possible	✓ Oui	Développement spécifique avec partenaires techniques. Brevet en cours. Barrières technologiques et juridiques.
Non-substituabilité (N)	Absence d'alternatives équivalentes en termes d'écologie, coût et adaptabilité	✓ Oui	Alternatives classiques (multiples chaussures) peu durables, coûteuses, et peu pratique. Modèle de location renforce notre spécificité.

TABLE A.2 – Synthèse de l'analyse VRIN du projet de sur-chaussures trail

Annexe B

Annexes techniques

B.1 Annexes A : Développements mathématiques

B.1.1 Calcul de M_1 sélection semelle

Le volume d'usure d'une semelle en caoutchouc parcourant une distance d sous la charge normale F est classiquement donné par le modèle d'Archard (Archard, 1953) Archard, 1953 :

$$w = K\,F\,d.$$

En introduisant l'aire apparente de contact A et la pression nominale $p_n = F/A$, on obtient la hauteur d'usure

$$u = \frac{w}{A} = K\,p_n\,d.$$

Forme normalisée. Pour des polymères, on remplace K par $K = k/H$ où H est la dureté et k un *coefficient d'usure normalisé* faiblement sensible à la composition pour une même famille d'élastomères. On arrive alors avec d (distance de glissement, V (la vitesse) et t (le temps) à :

$$u = \frac{k}{H}\,p_n\,d = \frac{k}{H}\,p_n\,V\,t.$$

La durée de vie à l'épaisseur critique u_M s'écrit

$$t_d = \frac{u_M\, H}{k\, p_n\, V}.$$

Intégration dans l'indice M_1. À géométrie (p_n) et cinématique (V) imposées,

$$t_d \;\propto\; \frac{H}{k}.$$

Si l'on suppose k *quasi constant* entre les formulations que l'on compare (hypothèse raisonnable pour NR, SBR, XNBR chargés CB N330 ou lignine), la durée de vie est régie par la seule dureté H.

On a toutefois montré (Voir 3.2.6) que la résistance à la déchirure G_c corrèle négativement avec le facteur d'usure par arrachement. En tenant compte de ces deux mécanismes *abrasion pure* (H) et *arrachement* (G_c), l'indice composite

$$\boxed{M_1 = \frac{1}{H\, G_c}}$$

minimise simultanément *la durée de vie abrasive* (via H) et *la tenue au découpage / fatigue* (via G_c).

Conclusion : minimiser M_1 revient à prolonger la durée de vie prédite par Archard, tout en intégrant la résistance au détachement des crampons et les contraintes de poids/coût.

B.1.2 Justification des surfaces portantes

B.1.2.0.1 Règle des surfaces portantes

Dans son chapitre sur les *hybrides structurés*, Ashby M. F. Ashby, 2011 propose la règle suivante : lorsqu'un composant n'est soumis qu'à **des contraintes normales uniformes** (contact ou compression plane), la contribution d'un matériau durable ajouté par *patches* est proportionnelle à la *fraction de surface réellement en charge*, notée f.

$$P_{\text{hybride}} \;\simeq\; f\, P_A + (1-f)\, P_B,$$

où P est la propriété qui gouverne la fonction (ici l'inverse du taux d'usure), A le matériau hautes performances et B le matériau économique.

Application à la semelle. Dans notre cas, la semelle n'est pas uniquement soumise à des contraintes normales mais nous faisons l'hypothèse simplificatrice que c'est bien le cas. Nous avons un volume d'usure inversement proportionnel au produit $H\,G_c$. En remplaçant P par $1/M_1$ (car $M_1 \propto 1/H\,G_c$) :

$$\frac{1}{M_{1,\mathrm{hyb}}} \;=\; f\,\frac{1}{M_{1,\mathrm{XNBR}}} + (1-f)\,\frac{1}{M_{1,\mathrm{NR}}}.$$

$$\Longrightarrow\; M_{1,\mathrm{hyb}} \;=\; \frac{1}{f/M_{1,\mathrm{XNBR}} + (1-f)/M_{1,\mathrm{NR}}}.$$

Avec les valeurs moyennes du tableau ($M_{1,\mathrm{XNBR}} = 24$, $M_{1,\mathrm{NR}} = 22$) on obtient :

$$M_{1,\mathrm{NR}}/M_{1,\mathrm{hyb}} \;\approx\; 1 + 0.8\,f,$$

ce qui signifie qu'il suffit de couvrir $f \simeq 0{,}35$ (35 %) de la surface par l'XNBR pour gagner 70 % de l'amélioration maximale tout en préservant 65 % de la semelle en NR → baisse du coût moyen d'environ un tiers.

B.1.3 Calcul prix matières premières

B.1.3.0.1 Coût matière d'une semelle hybride (XNBR + NR)

Hypothèses géométriques

— Empreinte : $L = 190$ mm, $W = 85$ mm $\Rightarrow A = L \times W = 16\,150$ mm$^2 = 0.01615$ m^2.

— *Sous-semelle* pleine (épaisseur $e = 3$ mm) + *crampons* chevron de même surface et même hauteur $h = 3$ mm.

— Fraction de surface en XNBR : $f = 0.35$ (règle des surfaces portantes).

— Base NR sur le reste : $1 - f = 0.65$.

Volumes

$$V_{\text{base,XNBR}} = f\,A\,e = 0.35 \times 0.01615 \times 0.003 = 1.70 \times 10^{-5}\,\text{m}^3,$$
$$V_{\text{base,NR}} = (1-f)\,A\,e = 3.15 \times 10^{-5}\,\text{m}^3,$$
$$V_{\text{crampons}} = f\,A\,h = 1.70 \times 10^{-5}\,\text{m}^3.$$

$$\boxed{V_{\text{tot,XNBR}} = 3.39 \times 10^{-5}\,\text{m}^3}, \qquad \boxed{V_{\text{tot,NR}} = 3.15 \times 10^{-5}\,\text{m}^3}.$$

Masses et coût

$$m_{\text{XNBR}} = V_{\text{XNBR}}\rho_{\text{XNBR}} = 3.39 \times 10^{-5} \times 1180 = 0.039\ \text{kg},$$
$$m_{\text{NR}} = V_{\text{NR}}\rho_{\text{NR}} = 3.15 \times 10^{-5} \times 930 = 0.029\ \text{kg}.$$

$$C_{\text{XNBR}} = m_{\text{XNBR}}\,C_m^{\text{XNBR}} = 0.039 \times 3.0 = 0.118\ ,$$
$$C_{\text{NR}} = m_{\text{NR}}\,C_m^{\text{NR}} = 0.029 \times 2.2 = 0.064\ .$$

$$\boxed{C_{\text{une semelle}} \approx 0.182} \quad \Longrightarrow \quad \boxed{C_{\text{paire}} \approx 0.36}.$$

Commentaires

L'emploi de NR majoritaire divise le prix matière d'un tiers par rapport à une semelle 100 % XNBR. Les volumes intègrent les crampons uniquement sur la zone XNBR.

(*Valeurs rondes provenant des données moyennes :* $\rho_{\text{XNBR}} = 1180$ kg m^{-3}, $\rho_{\text{NR}} = 930$ kg m^{-3}, $C_m^{\text{XNBR}} = 3$ € kg^{-1}, $C_m^{\text{NR}} = 2.2$ € kg^{-1}.)

B.1.3.0.2 Coût matière pour une lanière co-extrudée TPU 70 A / PEBA

— **Structure retenue** : âme principale en TPU 70 A + peau mince en PEBA 72 R53 (retour élastique, barrière humide).

— **Masse totale visée** : 40 g de lanière (pair). Le ratio usuel de co-extrusion est de : 90 % TPU / 10 % PEBA.

— **Prix matière (2025)** TPU 70 A : 3,0 € kg^{-1} PEBA 72 R53 : 6,0 € kg^{-1}

$$m_{\mathrm{TPU}} = 0.90 \times 40 \text{ g} = 36 \text{ g} = 0.036 \text{ kg},$$
$$m_{\mathrm{PEBA}} = 0.10 \times 40 \text{ g} = 4 \text{ g} = 0.004 \text{ kg}.$$

$$C_{\mathrm{TPU}} = 0.036 \times 3.0 = 0.108 \text{ ,}$$
$$C_{\mathrm{PEBA}} = 0.004 \times 6.0 = 0.024 \text{ .}$$

$$\boxed{C_{\text{matière (paire)}} = 0.108 + 0.024 \approx 0.13}$$

Pour une paire de lanières totalisant 40 g, la co-extrusion TPU / PEBA revient à 13 centimes de matière première, tout en conservant le retour élastique (peau PEBA) et la robustesse fatigue du TPU. Le cout total des matières premières d'une paire s'élève alors à :

$$\boxed{C_{\text{matières (paire)}} = 0.49}$$

B.1.4 Calculs des formules « bande mince » et dérivation des indices.

1) **Modèle géométrique.** On assimile la lanière à une *barre droite en traction* de longueur L (correspondant au périmètre de la chaussure), de section constante $A = wt$ (largeur w, épaisseur t), masse volumique ρ et module de Young E.

2) **Masse.** La masse d'une barre est tout simplement

$$m = \rho A L,$$

relation de base tirée de la mécanique classique (Beer et al., 2020) Beer, Johnston et DeWolf, 2020).

3) **Rigidité ressentie.** Sous une charge axiale F, l'allongement élastique vaut $\delta = \dfrac{FL}{EA}$ (loi de Hooke 1-D). La raideur longitudinale, $k = F/\delta$, devient alors

$$k = \frac{EA}{L}.$$

C'est ce k que l'utilisateur « ressent » lorsqu'il fléchit le pied.

4) **Contrainte admissible.** Pour éviter la rupture, $\sigma = F/A \leq \sigma_f$, où σ_f est la contrainte ultime du matériau. En pratique, on prend l'aire minimale $A_{\min} = F/\sigma_f$ — choix qui *minimise simultanément la masse et la raideur*.

5) **Substitution dans m.**

$$m_{\min} \;=\; \rho\, A_{\min} L \;=\; \rho\, \frac{F}{\sigma_f}\, L \;=\; F L \underbrace{\left(\frac{\rho}{\sigma_f}\right)}_{1/M_1}.$$

Le couple (F, L) est imposé par l'usage et *identique pour tous les matériaux* ; c'est donc le rapport ρ/σ_f qui pilote le classement. On définit l'indice matière

$$\boxed{M_1 = \frac{\rho}{\sigma_f}}$$

6) **Substitution dans k.** En remplaçant $A_{\min}$ dans k :

$$k_{\min} \;=\; \frac{E F}{\sigma_f},$$

où F est, de nouveau, constant pour la sélection. Minimiser la raideur revient donc à maximiser

$$\boxed{M_2 = \frac{E}{\sigma_f}}.$$

(Pour un confort maximal, on souhaite un module E faible.)

Ainsi, les équations $m = \rho A L$ et $k = EA/L$ ne sont rien d'autre que les expressions classiques de la mécanique des barres, alors que la condition $\sigma_f > F/A$ permet d'éliminer la variable géométrique A pour ne conserver que les *propriétés intrinsèques* du matériau ; c'est le principe fondamental exposé par (Ashby, 2011) M. F. Ashby, 2011 pour construire des *indices matière* indépendants du design.

B.2 Annexes B : Approfondissement de la revue de la littérature

B.2.1 Biomécanique

B.2.1.1 Tendon d'Achille

Chaque unité musculo-tendineuse absorbe de la puissance en s'étirant (phase excentrique) juste avant de se raccourcir (phase concentrique) pour générer de la puissance. Ce sont principalement les tendons, et non les muscles, qui subissent les principales déformations. Ainsi, les muscles agissent davantage comme des tendeurs des ressorts musculo-tendineux — leurs tendons — que comme les principaux moteurs de la déformation Novacheck, 1998. Le tendon d'Achille (TA) est l'exemple parfait du ressort naturel ultra-performant. Lors de la course, il s'étire et emmagasine de l'énergie de déformation pendant la phase d'atterrissage (phase excentrique), puis se rétracte pour restituer la majeure partie de cette énergie lors de la poussée (phase concentrique). Il possède un taux de restitution extrêmement efficace de 90 à 95 % et joue ainsi un rôle essentiel dans la réduction du coût énergétique du mouvement (Roberts et al., 2010) Roberts et Azizi, 2010. Sur la Fig B.1, nous observons la relation entre la force stockée/restituée et l'élongation du TA lors de sa charge (trait en gras) et la décharge (trait en gras pointillés).

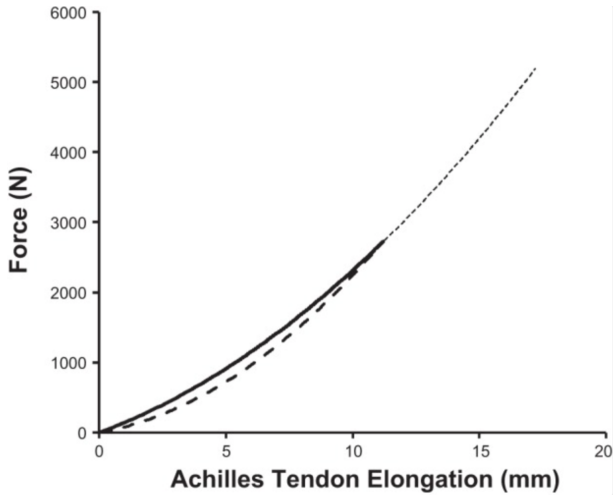


FIGURE B.1 – L'hystérèse du tendon d'Achille lors de sa charge et décharge FLETCHER et MACINTOSH, 2015

Celles-ci permettent de caractériser l'énergie restituée par le TA, représentée par l'aire sous la courbe de décharge et l'énergie dissipée sous forme de chaleur, représentée par l'aire entre les 2 courbes. Néanmoins, l'énergie totale restituée par le TA à lui seul (71J) ne représente qu'une faible proportion du cout métabolique total par foulée (900J)(Fletcher et al., 2015) FLETCHER et MACINTOSH, 2015.

B.2.1.2 Énergie cinétique, potentielle et cout métabolique

À mesure que le centre de masse descend vers le sol, une partie de l'énergie potentielle est perdue. Lorsque le pied entre en contact avec le sol, une partie de l'énergie cinétique est également dissipée (Novacheck, 1998) NOVACHECK, 1998. Une grande part de ces pertes est convertie en énergie potentielle élastique, temporairement stockée dans les muscles, les tendons et les ligaments (Fig B.1). Durant la phase de propulsion, le centre de masse s'élève à nouveau, entraînant une augmentation de l'énergie potentielle et cinétique. Cette remontée est rendue possible grâce à la contraction active des muscles et à la libération de l'énergie élastique précédemment stockée dans les structures passives telles que les tendons et les ligaments. Ainsi, une partie de l'énergie mécanique absorbée durant la phase

d'impact est temporairement stockée puis restituée lors de la poussée. Ce mécanisme permet de réduire la sollicitation musculaire active, et donc, de limiter le coût énergétique total de la foulée.

Ce lien entre la mécanique du mouvement et le coût métabolique a été mis en évidence par (Brooks et al., 2005) Brooks, Fahey et Baldwin, 2005, qui ont montré que le meilleur indicateur du taux de consommation d'énergie métabolique est le taux de consommation d'oxygène $\dot{V}O_2$. Leur étude démontre que $\dot{V}O_2$ augmente linéairement avec la vitesse de course (Fig B.3), mais aussi que la consommation d'énergie métabolique $\dot{E}_{mtabolique}$ est proportionnelle à la force verticale moyenne exercée sur le sol $\overline{F_z}$, et inversement proportionnelle au temps de contact au sol t_c :

$$\dot{E}_{\text{métabolique}} \propto \overline{F_z} \cdot \frac{1}{t_c} \tag{B.1}$$

Cela reflète bien que, plus le temps de contact est court, plus l'intensité de la force appliquée doit être élevée pour maintenir le mouvement, ce qui sollicite davantage les muscles. Or, un tendon efficace, capable de restituer rapidement l'énergie stockée, permet justement de diminuer cette exigence musculaire, contribuant ainsi à un meilleur rendement énergétique global.

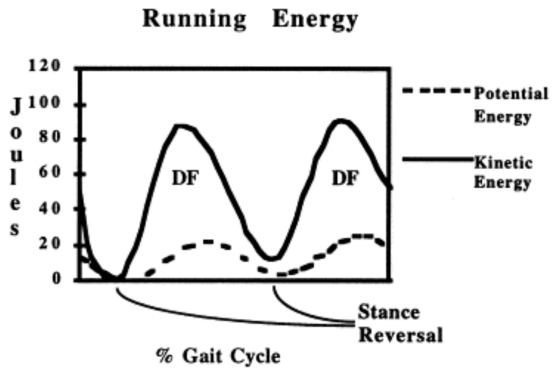


Figure B.2 – Énergie potentielle et cinétique sont en phase durant la course Novacheck, 1998

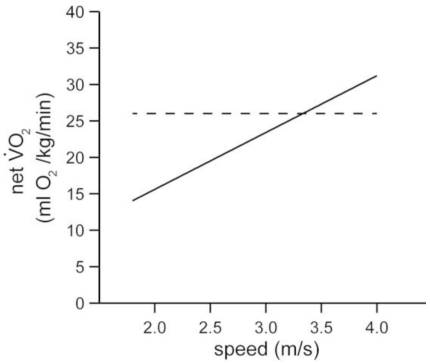


Figure B.3 – La consommation d'énergie métabolique augmente linéairement avec la vitesse Brooks, Fahey et Baldwin, 2005

B.2.1.3 Rainure de flexion et son impact biomécanique

Mont et al. (2019) ont testé des chaussures dont la semelle comportait une rainure de flexion placée 25 mm avant la jointure des orteils (l'axe métatarso-phalangien). Chez vingt coureurs, cette simple encoche a abaissé d'environ 7 % la pression maximale exercée au milieu du pied et réduit de 5 % la pression moyenne sous la voûte latérale ; en clair, le talon quitte le sol un peu plus tôt, la transition vers l'avant-pied se fait plus facilement et le tissu fibreux qui soutient la voûte (fascia plantaire) est moins sollicité.

Les mesures n'ont montré ni allongement du temps de contact ni déplacement du centre des appuis, ce qui indique que la stabilité générale reste intacte. Des travaux antérieurs (Van der Zwaard et al., 2014) avaient déjà noté qu'un pli situé 20–30 mm en arrière de l'axe des orteils soulageait le médio-pied ; la position 25 mm apparaît donc comme un bon compromis : elle diminue la charge au milieu du pied, préserve l'efficacité de la poussée finale et n'ajoute pas de pression à l'avant-pied, contrairement à une flexion plus reculée vers le milieu du pied (50 mm).

B.2.2 Tribologie

B.2.2.1 Rugosité et contact réel

Dans un contact rugueux, seul un faible pourcentage de la surface nominale est en contact réel (Brunetière, 2016) Noël, 2016. La pression se concentre sur les sommets des aspérités, modélisables comme des sphères microscopiques.

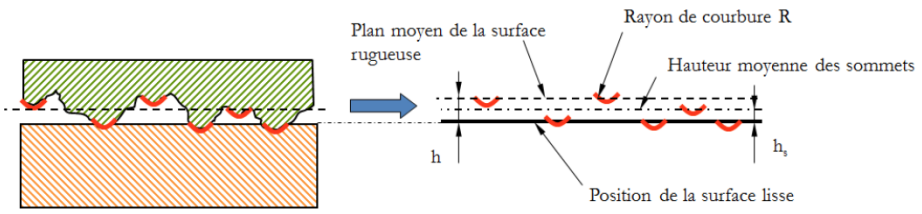


Figure B.4 – Contact surfacique rugueux

Afin de simplifier nos calculs et pouvoir utiliser le modèle de Greenwood et Williamson (Greenwood et al., 1966) Greenwood et Williamson, 1966 nous faisons l'hypothèse que la surface de la semelle est rugueuse et que le sol est entièrement lisse. Ceci nous permet d'exprimer les 3 formules suivantes pour A_r l'aire réelle de contact, F la force normale et p_m la pression moyenne sur les aspérités avec σ (écart type des hauteurs de surface), λ_x et λ_y (longueurs de corrélation dans les directions x et y), η (densité de pics par unité de surface) et E' (module de Young réduit) :

$$A_r = \pi R \frac{\sigma^2}{\lambda_x \lambda_y} e^{-\frac{2h_s}{\sigma}} \tag{B.2}$$

$$F = \eta \frac{E'}{2} \sqrt{\pi R} \frac{\sigma^3}{8} e^{-\frac{2h_s}{\sigma}} \tag{B.3}$$

$$p_m = \frac{F}{A_r} = \frac{E'}{2} \sqrt{\frac{\sigma}{2\pi R}} \tag{B.4}$$

Cette relation montre que la pression reste globalement constante, indépendamment de la force appliquée et de la distance entre les surfaces. En d'autres termes, la force de contact est proportionnelle à l'aire réelle de contact. Effectivement, lorsque les surfaces sont rapprochées, la pression au niveau d'un sommet de contact augmente, conformément à la théorie de Hertz pour un contact sphère-plan (Ciulli et al., 2022) Ciulli, Betti et Forte, 2022.

$$p_{max} = \frac{3F}{2\pi a^2} \tag{B.5}$$

où F est la force normale appliquée (qui augmente lorsque les surfaces se rapprochent) et a le rayon de la zone de contact. Cette formule est valable pour tous les sommets qui sont initialement en contact. Cependant, à mesure que les surfaces se rapprochent, de nouveaux sommets entrent également en contact, et la pression de contact à ces points sera plus faible. Ainsi, la pression moyenne reste finalement constante grâce à l'apparition de ces nouvelles zones de contact.

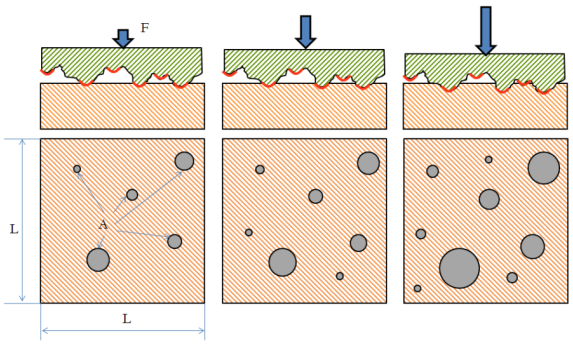


FIGURE B.5 – Augmentation de l'aire totale de contact avec la force appliquée

Sur la Fig B.5 nous observons que l'aire de contact est représentée par des cercles parfaits. En réalité, selon (Dieterich, 1994) DIETERICH et KILGORE, 1994, l'aire de contact est moins régulière comme montré expérimentalement ci-dessous.

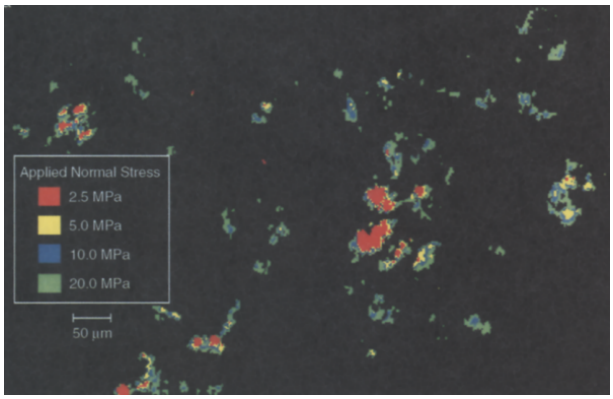


FIGURE B.6 – L'aire de contact n'est pas uniforme et grandit sous la charge

Lorsque nous revenons au cas concret du caoutchouc, nous observons qu'il a une faible dureté Vickers de $H = 25 - 36[kgf/mm^2]$ (Standards ASTM D2240, 2024 ; Bosh, 2025) BOSCH, 2025 et une capacité élevée à se déformer élastiquement (voir Annexe B.3.2). Ceci favorisera l'augmentation de la surface réelle de contact.

Greenwood et Williamson GREENWOOD et WILLIAMSON, 1966 ont introduit un critère de plasticité ψ qui est équivalent au rapport de la pression de contact sur la dureté du

matériau :

$$\psi = \frac{E'}{2H}\sqrt{\frac{\sigma}{R}} = \frac{p_m}{H}\sqrt{2\pi} \tag{B.6}$$

Les auteurs considèrent que ce coefficient doit rester inférieur à 0.6 pour que le contact soit élastique. S'il dépasse 1, le contact devient plastique.

B.3 Annexe C : Tables

B.3.1 Tableau comparatif entre les chaussures de route et de trail

Critères	**Chaussures de course sur route**	**Chaussures de trail**
Type de surface	Bitume, asphalte, piste urbaine	Sentiers, rochers, boue, racines, terrains accidentés
Adhérence (semelle extérieure)	Semelle plus lisse, en caoutchouc, faible cramponnage	Semelle cramponnée, gomme rigide, excellente traction
Amorti	Souple, épais, confort longue distance	Variable, souvent ferme, protection accrue
Stabilité	Peu renforcée, sol prévisible	Renforcée, support latéral, anti-torsion
Protection	Légère, peu de renforts	Pare-pierres, embouts rigides, protection contre chocs/débris
Poids	Léger à ultra-léger	Plus lourd (matériaux robustes, crampons)
Flexibilité	Très flexible, foulée naturelle	Moins flexible, meilleure maîtrise du terrain
Drop (talon-avant)	Variable, souvent moyen à élevé	Moyen à faible, ressenti du sol

Tige et maintien	Basse, respirante, maintien minimal	Basse à mi-haute, maintien renforcé, parfois imperméable
Résistance à l'usure	Adaptée au bitume, moins résistante sur terrain abrasif	Très résistante, pensée pour conditions extrêmes
Imperméabilité	Rarement présente	Souvent présente (Gore-Tex, ripstop, etc.)
Utilisation typique	Entraînements urbains, marathon, semi	Trail, ultra-trail, conditions météo variées

TABLE B.1 – Comparaison entre chaussures de course sur route et chaussures de trail

B.3.2 Propriétés mécaniques du caoutchouc naturel

Propriétés mécaniques

Module de Young		0,0012	-	0,0021	GPa
Module de cisaillement		4e-4	-	7e-4	GPa
Module de compressibilité		* 1,5	-	2	GPa
Coefficient de Poisson		0,499	-	0,5	
Limite d'élasticité		21	-	28	MPa
Résistance en traction		21	-	28	MPa
Résistance à la compression		* 25,2	-	33,6	MPa
Allongement		600	-	780	% strain
Mesure de dureté Vickers		* 7	-	8	HV
Limite de fatigue		* 8,4	-	11,2	MPa
Ténacité		0,109	-	0,192	MPa.m^0.5
Coefficient d'amortissement (tan delta)		0,07	-	0,13	

FIGURE B.7 – Propriétés mécaniques du caoutchouc naturel (Granta EduPack, 2024)

Annexe C

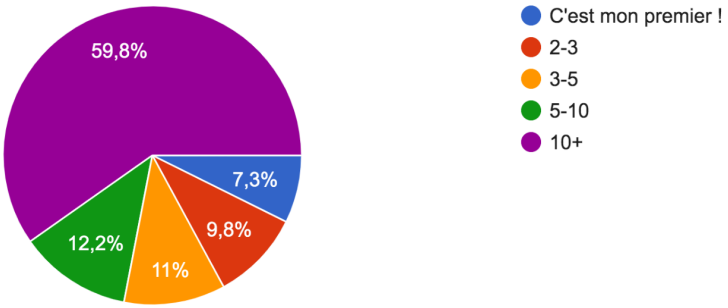
Annexes du Marketing et du Plan Financier

C.1 Etude Quantitative

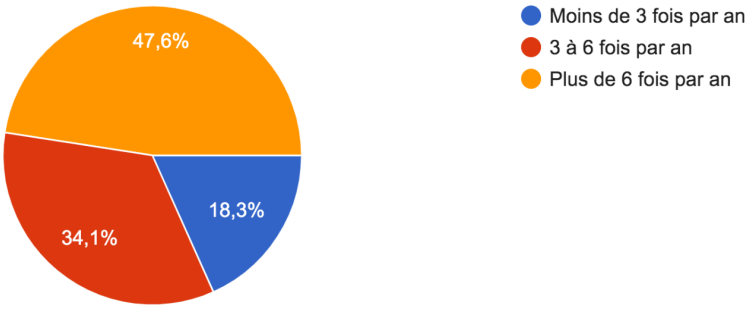
Auriez-vous un avis ou des remarques supplémentaires sur le sujet ?

Annexe - EDM participants

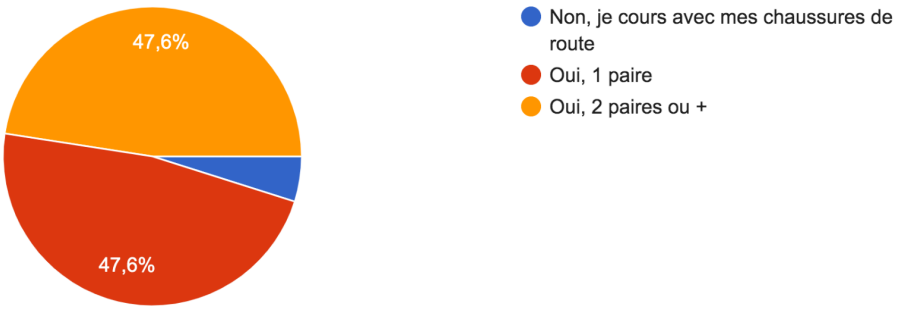
À combien de trails avez-vous déjà participé ?



À quelle fréquence participez-vous à des trails ?

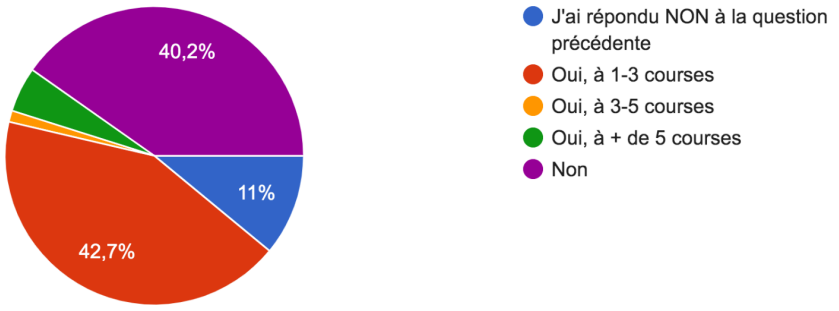


Possédez-vous actuellement des chaussures de trail?

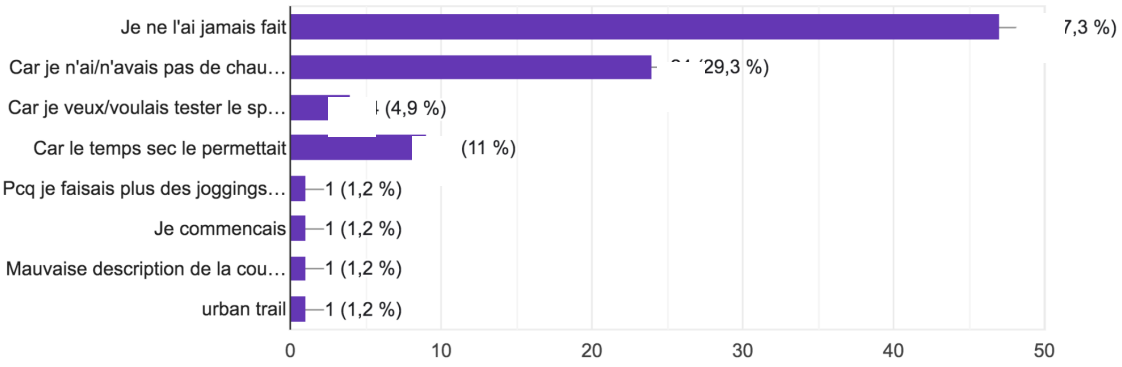


Auriez-vous un avis ou des remarques supplémentaires sur le sujet ?

Si vous avez répondu "OUI" à la question précédente, avez-vous déjà couru un trail avec des chaussures de route ?



Pourquoi avoir couru un trail avec des chaussures de route ?

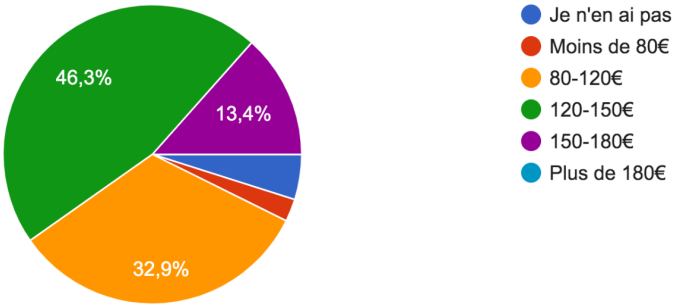


Auriez-vous un avis ou des remarques supplémentaires sur le sujet ?

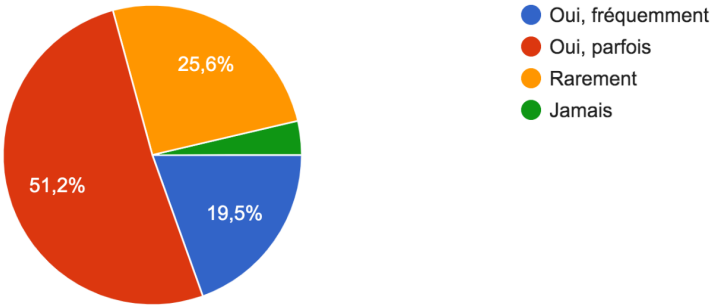
À quel moment avez-vous décidé d'investir dans des chaussures de trail ?



Combien payez-vous pour vos chaussures de trail ?

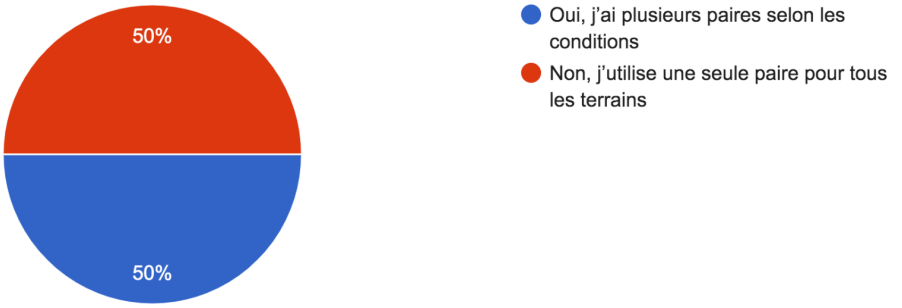


Avez-vous déjà rencontré des difficultés liées à l'adhérence de vos chaussures lors d'un trail?

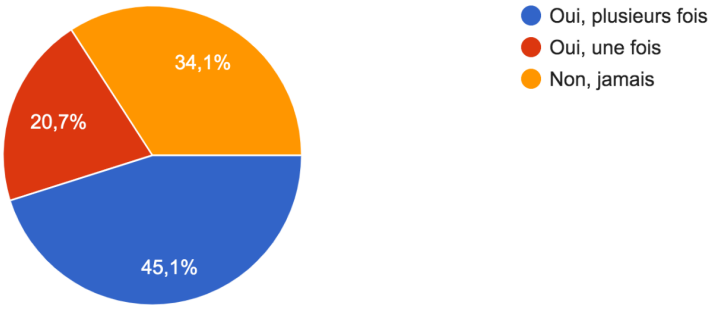


Auriez-vous un avis ou des remarques supplémentaires sur le sujet ?

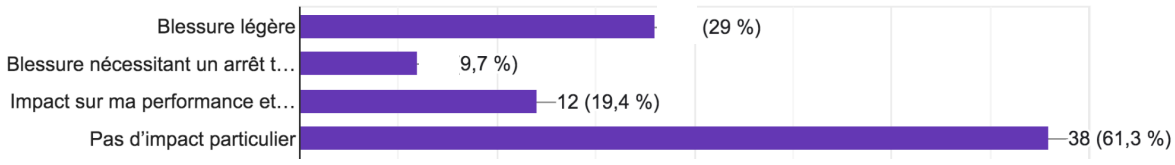
Avez-vous déjà investi dans des chaussures spécifiques pour différents types de terrain ?



Avez-vous déjà glissé ou chuté à cause d'un manque d'adhérence sur un trail ?

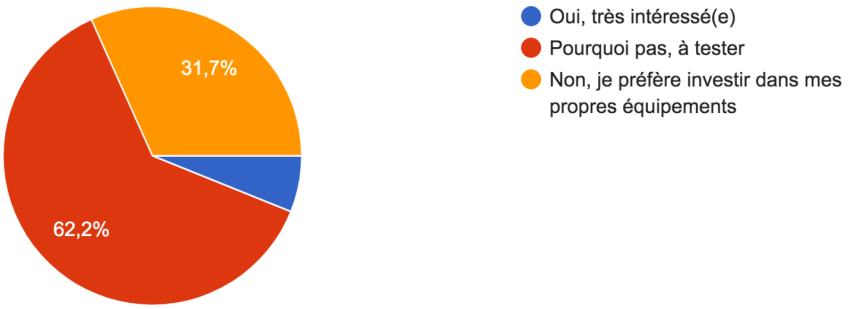


Si vous avez déjà glissé, quelles conséquences cela a-t-il eues ? (Plusieurs réponses possibles)

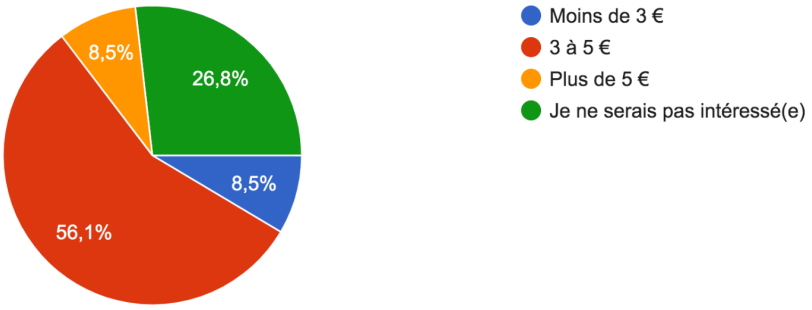


Auriez-vous un avis ou des remarques supplémentaires sur le sujet ?

Seriez-vous intéressé(e) par la location de crampons adaptables pour sécuriser vos courses en conditions difficiles ?

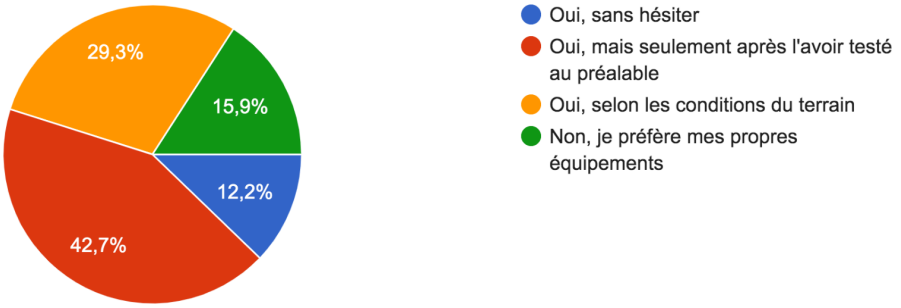


Combien seriez-vous prêt(e) à payer pour louer une paire de crampons lors d'un trail ?

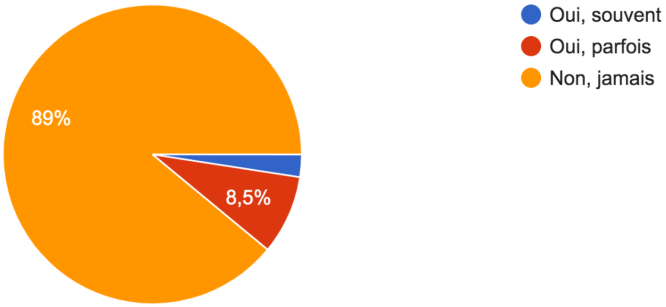


Auriez-vous un avis ou des remarques supplémentaires sur le sujet ?

Si ce service était proposé gratuitement par l'organisation du trail, l'utiliseriez-vous ?



Avez-vous déjà utilisé des crampons amovibles pour la course à pied ?



Quels seraient, selon vous, les freins à l'utilisation de ce service ?

L'analyse des réponses met en évidence plusieurs types de freins, souvent liés aux habitudes des coureurs, à la logistique ou à l'inconfort potentiel du matériel.

1. Le confort et les sensations en course

Beaucoup de répondants redoutent une gêne ou une perte de confort liée au port de crampons. Certains craignent un poids supplémentaire, une perte de dynamisme, ou encore une instabilité, notamment sur route ou terrain sec. D'autres évoquent le risque de blessure si le système d'attache est trop rigide ou mal adapté à la chaussure.

2. Le manque d'habitude ou de connaissance

Plusieurs personnes soulignent qu'elles n'ont jamais testé ce type de matériel ou ne

Auriez-vous un avis ou des remarques supplémentaires sur le sujet ?

savent pas dans quelles conditions l'utiliser. Cela génère de l'incertitude, surtout pour une utilisation en compétition où il est rare d'introduire des éléments nouveaux sans entraînement préalable.

3. Les contraintes logistiques

Le fait de devoir aller chercher et rendre le matériel, le stocker en cours de course, ou encore le mettre/enlever en fonction des portions de terrain est considéré comme contraignant. Certains craignent aussi de perdre du temps ou de ne pas réussir à manipuler le matériel dans des conditions difficiles (mains sales, pluie, froid...).

4. Le coût et la rentabilité

Le prix est un frein pour plusieurs répondants, surtout s'ils participent rarement à des trails ou s'ils possèdent déjà des chaussures adaptées. Certains préfèrent investir dans leur propre matériel pour pouvoir le tester et l'utiliser à leur rythme.

5. Les doutes sur la performance et l'utilité

Des coureurs questionnent l'utilité réelle des crampons, estimant que leurs chaussures de trail sont déjà suffisantes, ou redoutant un manque d'adhérence sur certains types de sol (sec, rocailleux, goudron). Le caractère polyvalent du matériel est donc remis en question.

6. Les préférences personnelles

Enfin, plusieurs personnes expriment une préférence pour préparer leur matériel à l'avance, chez elles, plutôt que de dépendre d'un système de location. Le besoin de contrôle, de fiabilité et de familiarité avec l'équipement revient souvent.

L'analyse des retours fait ressortir plusieurs pistes de réflexion et freins potentiels liés à l'usage de crampons amovibles pour chaussures de trail. Ces retours touchent aussi bien des aspects techniques que psychologiques ou organisationnels.

1. La sécurité et la fiabilité du système

Certains répondants s'inquiètent de la stabilité du système : si les crampons ne tiennent pas parfaitement en place, cela pourrait causer des chutes ou des blessures. Le risque de perte en course, ou encore la casse des élastiques ou la corrosion des attaches, sont également mentionnés. Cela souligne l'importance d'un système d'attache solide, résistant à l'humidité et facile à fixer, même dans des conditions extrêmes.

Auriez-vous un avis ou des remarques supplémentaires sur le sujet ?

2. L'adaptabilité aux chaussures

La compatibilité avec toutes les pointures et formes de chaussures est un enjeu clé. Plusieurs personnes demandent s'il existe un réglage en largeur et longueur, notamment pour les chaussures très larges ou grandes. Cela montre un besoin d'un design universel, sans quoi l'adhésion pourrait être limitée à une partie des coureurs.

3. Le besoin de tests et de validation terrain

Des coureurs expérimentés suggèrent de faire tester le produit par des trailers professionnels ou influents (ex. via Be Trail) afin d'avoir des retours fiables sur les sensations et l'efficacité sur différents terrains. Ce besoin de légitimité par l'expérience est crucial dans un univers où l'équipement est souvent choisi par recommandation ou retour d'usage.

4. Le modèle économique : achat ou location ?

Le frein du coût initial est réel pour certains, surtout s'ils participent peu souvent à des trails. La location avec option au moment de l'inscription est suggérée comme alternative intéressante. Elle permettrait de limiter le risque perçu, tout en facilitant la découverte du produit. Cependant, certains affirment qu'ils préféreraient investir dans leur propre matériel plutôt que louer un accessoire inconnu le jour J.

5. L'habitude et le comportement des coureurs

Plusieurs personnes disent ne pas utiliser ce type de matériel ou ignorer dans quelles conditions il est pertinent. D'autres ont leurs propres solutions (deuxième paire de chaussures, semelles spécifiques…). Cela renvoie à un manque de connaissance ou à des habitudes déjà bien ancrées, qui pourraient freiner l'adoption du produit.

6. Les aspects psychologiques et pratiques

Certaines remarques insistent sur le besoin de préparer son matériel à l'avance, chez soi, pour avoir le temps de le tester. Le fait de dépendre d'un système externe, comme une location sur place, crée de l'inconfort psychologique. La simplicité de mise en place et la possibilité de tester avant deviennent ici des éléments clés de confiance.

7. Comparaisons et inspirations

Le produit est comparé aux crampons utilisés en cas de verglas, ce qui peut être une source d'inspiration technique mais aussi un levier de communication : si le concept est

Auriez-vous un avis ou des remarques supplémentaires sur le sujet ?

déjà connu pour une autre utilisation, il est plus facile à faire adopter, à condition de bien expliquer les différences et les usages adaptés au trail.

C.2 Etude Qualitative

Interview - Organisateurs de trail

1. *Interview 1 - Trail de l'Ourthe*

Pour mieux comprendre les réalités de terrain et les attentes des coureurs, nous avons échangé avec un organisateur expérimenté de trail. Voici un résumé de notre discussion :

Avez-vous déjà eu des retours négatifs concernant l'état du parcours (boue, glissades, blessures) ?
Oui, la boue revient souvent dans les commentaires. Ce n'est pas forcément un reproche direct, mais plutôt un constat que les coureurs partagent. Cela dit, c'est une donnée très variable, entièrement dépendante de la météo. On fait avec, comme tout le monde.

Selon vous, quelle part des participants sont des coureurs amateurs ?
Ça dépend de ce qu'on entend par "amateur". Si on parle d'un statut officiel, alors 100 % de nos participants sont amateurs. Si on parle du niveau ou des chronos, je dirais qu'au moins 95 % le sont aussi. Maintenant, si on se base sur la qualité de l'équipement, c'est plus nuancé. Certains viennent très bien équipés, d'autres un peu moins.

Avez-vous l'impression que certains participants sont mal équipés ?
Globalement, les gens savent qu'ils viennent pour un trail, donc ils prennent au moins les bonnes chaussures. Je dirais qu'entre 10 et 20 % des participants pourraient être mieux équipés, surtout en termes de vêtements ou d'accessoires.

Avez-vous déjà dû modifier un parcours ou annuler une course à cause des conditions météo ?
Non, jamais. On prend évidemment en compte les conditions, mais jusqu'à présent, la météo n'a jamais été un obstacle majeur. Même avec de la boue, le parcours reste praticable.

Avez-vous envisagé des solutions pour limiter les risques de glissades ou de chutes ?
Pas vraiment. Le trail, par définition, implique des conditions parfois compliquées. Les participants le savent et doivent s'adapter. Chez nous, la boue peut être bien présente, mais rarement au point de rendre la course dangereuse.

Que pensez-vous d'un service de location de sur-chaussures ou de crampons ?
Je suis un peu sceptique. Dans notre région, les conditions sont changeantes, et les coureurs découvrent souvent le terrain une fois sur place. De plus, nos parcours passent toujours par des portions de route, et je pense qu'un système de crampons pourrait devenir gênant, voire dangereux, sur du bitume. Et puis, en général, on considère que c'est aux participants de prévoir leur matériel.

Seriez-vous prêt à financer un tel service ou à le proposer comme option payante ?
Franchement, non. D'un point de vue financier, c'est compliqué. Cette année, par exemple, notre bénéfice net est quasiment nul. Il faudrait un modèle très solide pour que ce soit viable.

Quels sont les plus gros défis que vous rencontrez dans l'organisation d'un trail ?
Sans hésiter, la gestion des bénévoles. On a besoin de monde pour la sécurité, le balisage, les ravitaillements, etc., et ce n'est pas toujours évident. La météo est un facteur qu'on ne contrôle pas, mais ce n'est pas le plus compliqué. Ce qui prend vraiment du temps, c'est la coordination de tous les aspects : inscriptions, communication, logistique… Il y a beaucoup plus de choses à gérer qu'on ne l'imagine au départ. C'est un vrai défi d'organisation.

2. ITV 2 - Trail du Chalet de la Forêt

Avez-vous déjà eu des retours négatifs concernant l'état du parcours (boue, glissades, blessures) ?
Non, pas vraiment. À ce jour, nous n'avons pas eu de remarques négatives particulières à ce sujet.

Selon vous, quelle part des participants sont des coureurs amateurs ?
Je dirais qu'environ 80 % des participants sont des coureurs amateurs. Les autres sont soit plus expérimentés, soit inscrits à de nombreuses compétitions dans l'année.

Est-ce que certains participants sont mal équipés pour affronter les conditions du trail ?
Oui, environ la moitié des coureurs — je dirais 50 % — n'ont pas toujours un équipement parfaitement adapté, surtout lorsqu'il pleut ou que le terrain est plus technique.

Vous arrive-t-il de modifier le parcours ou d'annuler une course en raison de la météo ou des conditions du terrain ?
Non, ce n'est encore jamais arrivé. Même en cas de pluie ou de terrain glissant, on maintient la course.

Avez-vous mis en place des dispositifs spécifiques pour réduire les risques liés à la boue ou aux glissades ?
Pas vraiment. On installe parfois des cordes dans certaines descentes plus raides, mais cela reste exceptionnel. En général, on laisse les coureurs gérer ces aspects eux-mêmes.

Quel est votre avis sur l'idée d'un service de location de sur-chaussures ou crampons pour améliorer la sécurité des coureurs ?
Je trouve que c'est une bonne idée, surtout si cela peut aider certains coureurs à se sentir plus à l'aise. Par contre, il faudrait s'assurer que le matériel soit récupéré immédiatement après la course. Ce point logistique est crucial.

Seriez-vous prêt à financer ce service ou à le proposer comme option payante ?
Oui, pourquoi pas, à condition que le coût reste raisonnable. Je pense que 4 à 6€ par personne serait acceptable pour ce type de service.

Quel est le bénéfice que vous réalisez généralement sur l'organisation du trail ?
Cela varie, mais on est généralement entre 800 et 1 500 € de bénéfice net par édition.

Quels sont les principaux défis que vous rencontrez dans l'organisation de votre course ?

Le balisage et la gestion des bénévoles, clairement. Ce sont les deux aspects les plus chronophages et souvent les plus stressants. Il faut s'y prendre à l'avance et mobiliser beaucoup de ressources humaines pour que tout soit prêt le jour J.

3. *ITV 3 - Rois Barges*

Avez-vous déjà reçu des retours négatifs concernant l'état du parcours (boue, glissades, blessures) ?

Oui, cela peut arriver, mais en réalité, c'est aussi ce que recherchent beaucoup de participants. Le caractère difficile du terrain fait partie de l'expérience et c'est même un objectif assumé de notre part.

Quel est, selon vous, le pourcentage de coureurs amateurs ?

Environ 98 % des participants sont des amateurs. Ce sont rarement des élites, même si certains sont très bien entraînés.

Pensez-vous que certains coureurs arrivent avec un équipement inadapté aux conditions ?

Environ 10 % des participants viennent avec des chaussures ou du matériel peu adapté, mais la grande majorité est bien préparée.

La difficulté du terrain vous pousse-t-elle à modifier ou annuler des portions du parcours ?

Non. Au contraire, on assume la difficulté du terrain, c'est une composante essentielle de notre événement.

Avez-vous déjà envisagé des mesures spécifiques pour limiter les glissades et chutes dues à la boue ?

Non, c'est le principe du trail. Il faut savoir s'adapter aux conditions naturelles. Pour nous, cela fait partie du jeu.

Que pensez-vous de l'intégration d'un service de location de sur-chaussures/crampons pour les coureurs ?

Cela pourrait être envisageable, mais uniquement si c'est géré par une société indépendante, avec un stand lors du retrait des dossards. Cela éviterait de surcharger notre organisation.

Seriez-vous favorable à ce que ce service soit proposé comme une option payante ?

Oui, à condition que ce soit une option disponible directement sur place. Nous ne sommes pas favorables à l'intégrer dans notre formulaire d'inscription, car cela compliquerait trop la gestion logistique.

Quel est le bénéfice que vous tirez de l'organisation de ce trail ?
Cela nous permet de générer quelques milliers d'euros de bénéfice. C'est un événement qui demande beaucoup d'efforts, mais qui reste rentable.

Quels sont les principaux défis que vous rencontrez lors de l'organisation ?
Le timing pour la distribution des dossards est souvent serré, surtout avec beaucoup d'inscrits. Le balisage est aussi complexe, notamment pour la gestion de portions de course de jour et de nuit. Enfin, coordonner les sous-traitants, comme les foodtrucks ou les stands de burgers, demande une logistique bien huilée.

4. *ITV 4 - La Magnétoise*

Avez-vous déjà reçu des retours négatifs de la part des participants concernant l'état du parcours ?
Non, pas particulièrement. Les participants s'attendent à ce type de terrain et semblent globalement satisfaits.

Quel est, selon vous, le pourcentage de coureurs amateurs ?
Pratiquement tous. Je dirais que 99 % des participants sont des amateurs. Il y a très peu de coureurs professionnels ou sponsorisés.

Quel pourcentage de participants arrive avec un équipement ou des chaussures inadaptés ?
Environ 10 %. La plupart des gens viennent avec un équipement adéquat, mais il reste toujours une minorité qui sous-estime les conditions.

Avez-vous déjà dû modifier un tracé ou prendre des mesures à cause de la difficulté du terrain ?
Oui, cela peut arriver. Certaines conditions météo ou difficultés imprévues sur le parcours nous obligent à adapter l'itinéraire.

Avez-vous envisagé des solutions pour réduire les risques liés à la boue ou aux glissades ?
Non. Cela fait partie de l'expérience trail. Les coureurs savent à quoi s'attendre et doivent se préparer en conséquence.

Comment réagiriez-vous à la proposition d'un service de location de sur-chaussures ?
Votre société est la bienvenue sur notre événement, mais il est important de fonctionner de manière totalement autonome. L'organisation ne peut pas s'impliquer dans la gestion du service, par manque de temps et de ressources.

Seriez-vous favorable à une option payante proposée aux participants ?
Non. Nous préférons ne pas ajouter de nouvelles options à notre organisation actuelle.

Quel bénéfice générez-vous généralement grâce à votre événement ?
Cela varie, mais en général nous enregistrons un bénéfice compris entre 500 et 1 500 €. Cela reste une activité à petite marge.

Quels sont les principaux défis que vous rencontrez dans l'organisation ?
Le plus difficile est de faire en sorte que tout se déroule comme prévu, tout en étant capable de réagir rapidement aux imprévus. Il faut être extrêmement bien organisé pour gérer tous les aspects de l'événement sans accroc.

C.3 Devis Tweener

tweener

Proposition Sole

2024/11/30



FRANCE CHINE TAIWAN

Sommaire

Votre Projet

Enjeux & Limites de la proposition

Calendrier

Chiffrage

Votre Projet

"Bonjour l'équipe Tweener,

Je me permets de vous contacter au sujet d'un projet sur lequel nous travaillons, appelé *Sole*. Il s'agit d'une gamme de chaussures de sport pour enfants innovante, dotée de semelles interchangeables. Notre objectif est de répondre aux besoins des parents dont les enfants pratiquent plusieurs sports, notamment le hockey sur gazon, le tennis, l'athlétisme et la course à pied.

Nous sommes actuellement en phase de développement d'un prototype testable et cherchons à perfectionner le système d'attache des semelles interchangeables. Ce mécanisme doit être à la fois robuste, facile à utiliser pour des enfants, et adapté aux exigences sportives.

Ayant découvert vos travaux et votre expertise en design, nous souhaiterions savoir si ce type de projet entre dans vos compétences. Si c'est le cas, pourriez-vous nous indiquer les étapes nécessaires pour collaborer avec votre agence et, si possible, nous fournir une estimation ou un devis pour le développement du système d'attache ?

Nous restons à votre disposition pour vous transmettre des informations complémentaires sur le projet et organiser un échange pour discuter de nos besoins plus en détail.

Dans l'attente de votre retour, je vous remercie d'avance pour votre attention et votre disponibilité.

Cordialement,

Debroux Mahaut
Co-fondatrice de Sole"

Enjeux & Limites de la proposition

Notre proposition offre une précision limitée par:

→ L'incertitude portant sur le nombre de sports couverts par le concept & la biomécanique associée
→ L'incertitude portant sur la tranche d'âge des utilisateurs cible
→ L'incertitude portant sur la tenue mécanique du concept
→ l'incertitude inhérente à la R&D en général

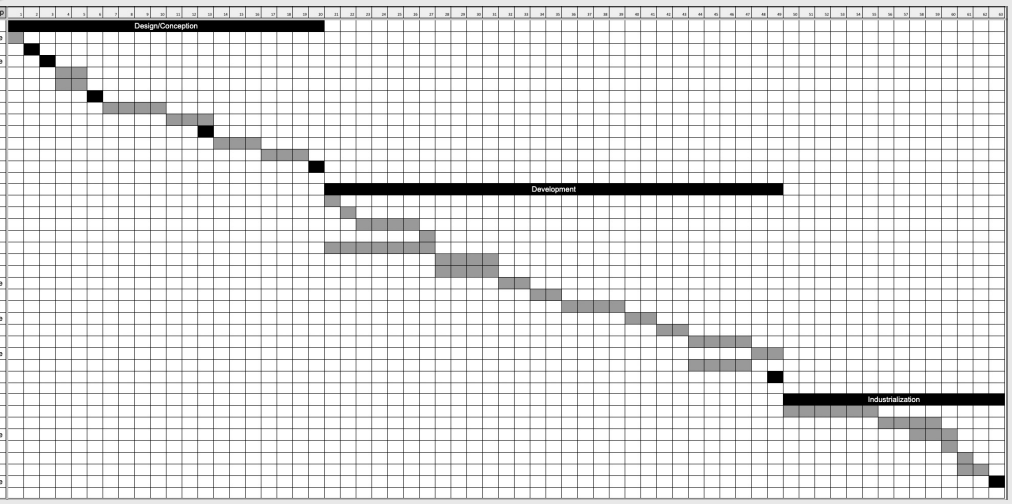
Aussi, les délais et montants indiqués ici restent à préciser et peuvent évoluer

Matrice des Responsabilités

Méthodologie

→ Resp: responsable de l'étape
→ Prés: présent lors de l'étape

Step	Details	Prés	Resp
Design / Conception			
Lancement	Présentation Analyse fonctionnelle / CDCU	All	Sole
définition stratégie projet	conception/Industrialisation	T	T
Validation stratégie	Validation collégiale	All	Sole
Recherche D'insights	Benchmark technologique	T	T
Recherche D'insights	Benchmark Design	T	T
WS Créatif	Génération de Concepts	All	T
Design Phase 1	Design 2 pistes pour prise de décision	T	T
POC	maquette de concept	T	T
Présentation	Rendus	All	T
Optimisation	Finetuning	T	T
Maquette	Impression 3D	T	T
Go Conception	Concept validation	All	T
Development			
AMDEC	WS Déf modes de défaillance + caractérisation	All	T
Edition Testing Book	AMDEC + Normes	T	T
Conception Avancée	ajout contraintes indus / PAP	T	T
TDB	Mise en plan / CDCT	All	T
Sourcing	Sourcing Fabricant + Composants	T	T
Costing	Prix unitaire, prix toolings, MOQ, termes	T	T
Prototype industriel	Assemblage sous-traitant PF // Taille unique	All	T
User Tests 1	Essais terrain	All	Sole
MAJ Conception 1	vs essais	T	T
Prototype 2	Taille unique	T	T
User Tests 2	Essais terrain	All	Sole
Mise à jour Conception 2	vs essais	T	T
Prototype 3	Taille unique	T	T
User Tests 3	vs essais	All	Sole
MAJ Costing		T	T
Go Industrialization	Conception & Costing OK	All	All
Industrialization			
Fabrication Outillages	1 tooling / Taille	All	T
Trial Run	toutes tailles	All	T
User Test	Validation toute taille	All	Sole
TDB Up-date	CDCT / Specifications	All	T
TDB Validation	signature (Sole + supplier)	All	T
Master Sample	issus de trial run / signature	All	T
Go Production	Order	All	Sole

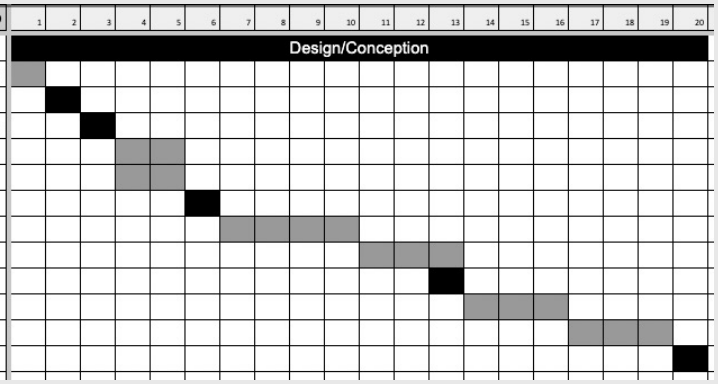


Un projet découpé en 3 phases:

→ Design & conception
→ Développement
→ Industrialisation

Méthodologie: Design/Conception

Step	Details	Prés	Resp
Design / Conception			
Lancement	Présentation Analyse fonctionnelle / CDCU	All	Sole
définition stratégie projet	conception/Industrialisation	T	T
Validation stratégie	Validation collégiale	All	Sole
Recherche D'insights	Benchmark technologique	T	T
Recherche D'insights	Benchmark Design	T	T
WS Créatif	Génération de Concepts	All	T
Design Phase 1	Design 2 pistes pour prise de décision	T	T
POC	maquette de concept	T	T
Présentation	Rendus	All	T
Optimisation	Finetuning	T	T
Maquette	Impression 3D	T	T
Go Conception	Concept validation	All	T

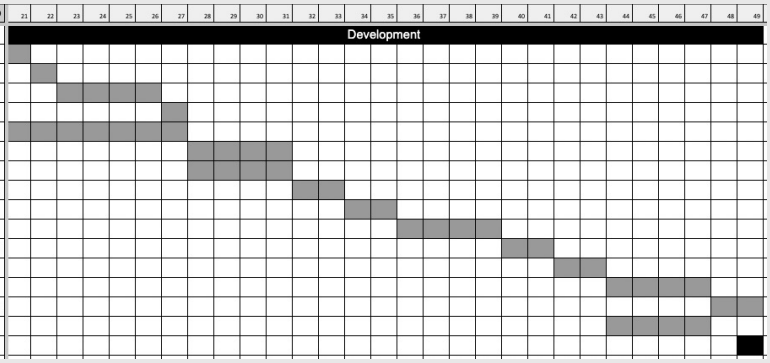


Design & Conception:

→ Définition stratégie du projet: nbr/typologies de sports, utilisateur cible (âges), made in (Europe? Asie?)
→ POC: Proof Of Concept, monstre sans esthétique, non fonctionnel
→ Maquette Impression 3D: esthétique formelle, peu fonctionnelle, pas de finition

Méthodologie: Développement

Step	Details	Prés	Resp
Development			
AMDEC	WS Déf modes de défaillance + caractérisation	All	T
Edition Testing Book	AMDEC + Normes	T	T
Conception Avancée	ajout contraintes indus / PAP	T	T
TDB	Mise en plan / CDCT	All	T
Sourcing	Sourcing Fabricant + Composants	T	T
Costing	Prix unitaire, prix toolings, MOQ, termes	T	T
Prototype industriel	Assemblage sous-traitant PF // Taille unique	All	T
User Tests 1	Essais terrain	All	Sole
MAJ Conception 1	vs essais	T	T
Prototype 2	Taille unique	T	T
User Tests 2	Essais terrain	All	Sole
Mise à jour Conception 2	vs essais	T	T
Prototype 3	Taille unique	T	T
User Tests 3	vs essais	All	Sole
MAJ Costing		T	T
Go Industrialization	Conception & Costing OK	All	All



Développement:

→ AMDEC: Analyse des Modes de Défaillance Et de leur Criticité, i.e. exercice d'anticipation des défauts

→ TDB: Technical DataBase, i.e. Cahier Des Charges Technique

→ MOQ: Minimum Order Quantity, i.e. quantités minimum d'un batch de production

Méthodologie: Industrialisation

Step	Details	Prés	Resp	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63
Industrialization				Industrialization													
Fabrication Outillages	1 tooling / Taille	All	T														
Trial Run	toutes tailles	All	T														
User Test	Validation toute taille	All	Sole														
TDB Up-date	CDCT / Specifications	All	T														
TDB Validation	signature (Sole + supplier)	All	T														
Master Sample	issus de trial run / signature	All	T														
Go Production	Order	All	Sole														

Industrialisation:

→ Trial Run: Pré-Série effectuée avec l'outil industriel

→ Master Sample: échantillon de référence signé avec le sous-traitant, équivalent Bon à Tirer en impression

Chiffrage

Inclus:

→ Prestation Tweener*
*à préciser vs stratégie

Non Inclus:

→ Frais de prototypage industriels
→ Frais d'envoi échantillons
→ Frais de déplacement
→ Frais d'outillages

				développement							
Step	Details			CDP		Ingé conception		Designer Produit		Maquette	Total
		Prés	Resp	Jours	Total € HT	Jours	Total € HT	Jours	Total € HT	Total € HT	
Design / Conception											
Lancement	Présentation Analyse fonctionnelle / CDCU	All	Sole	0.5	350	0.5	375	0.5	325		1050
définition stratégie projet	conception/Industrialisation	T	T	2	1400		0		0		1400
Validation stratégie	Validation collégiale	All	Sole	0.5	350		0		0		350
Recherche D'insights	Benchmark technologique vs accroche	T	T	3	2100		0		0		2100
Recherche D'insights	Benchmark Design	T	T	1	700		0	2	1300		2000
WS Créatif	Génération de Concepts	All	T	1	700	2	1500	2	1300		3500
Design Phase 1	Design 2 pistes pour prise de décision	T	T	1	700	8	6000	8	5200		11900
POC	maquette de concept	T	T	1	700		0		0	2000	2700
Présentation	Rendus	All	T	0.5	350	0.5	375	0.5	325		1050
Optimisation	Finetuning	T	T	2	1400	8	6000	8	5200		12600
Maquette	Impression 3D	T	T	1	700		0		0	2000	2700
Go Conception	Concept validation	All	T	0.5	350		0		0		350
				14	**9800**	**19**	**14250**	**21**	**13650**	**4000**	**41700**
Development											
AMDEC	WS Déf modes de défaillance + caractérisation	All	T	0.5	350	0.5	375		0		725
Edition Testing Book	AMDEC + Normes	T	T	2	1400		0		0		1400
Conception Avancée	ajout contraintes indus / PAP	T	T	2	1400	10	7500	10	6500		15400
TDB	Mise en plan / CDCT	All	T	1	700	2	1500		0		2200
Sourcing	Sourcing Fabricant + Composants	T	T	1	700		0		0		700
Costing	Prix unitaire, prix toolings, MOQ, termes	T	T	2	1400		0		0		1400
Prototype industriel	Assemblage sous-traitant PF // Taille unique	All	T	1	700		0		0		700
User Tests 1	Essais terrain	All	Sole	0.5	350	0.5	375	0.5	325		1050
MAJ Conception 1	vs essais	T	T	1	700	2	1500	2	1300		3500
Prototype 2	Taille unique	T	T	1	700		0		0		700
User Tests 2	Essais terrain	All	Sole	0.5	350	0.5	375	0.5	325		1050
Mise à jour Conception 2	vs essais	T	T	1	700	2	1500	2	1300		3500
Prototype 3	Taille unique	T	T	1	700		0		0		700
User Tests 3	vs essais	All	Sole	0.5	350	0.5	375	0.5	325		1050
MAJ Costing		T	T	1	700		0		0		700
Go Industrialization	Conception & Costing OK	All	All	0.5	350	0.5	375	0.5	325		1050
				16.5	**11550**	**18.5**	**13875**	**16**	**10400**	**0**	**35825**
Industrialization											
Fabrication Outillages	1 tooling / Taille	All	T	1	700		0		0		700
Trial Run	toutes tailles	All	T	3	2100	1	600		0		2700
User Test	Validation toute taille	All	Sole	0.5	350	0.5	300	0.5	325		975
TDB Up-date	CDCT / Specifications	All	T	1	700		0		0		700
TDB Validation	signature (Sole + supplier)	All	T	1	700		0		0		700
Master Sample	issus de trial run / signature	All	T	1	700		0		0		700
Go Production	Order	All	Sole	0.5	350		0		0		350
				8	**5600**	**1.5**	**900**	**0.5**	**325**	**0**	**6825**

tweener

Thanks.

FRANCE CHINE TAIWAN

tweener concept
25 rue Emile Vandamme
59350 Saint André Lez Lille

Antoine.chastan@tweener-concept.com

C.4 Devis Futurewave

futurewave

Powering the future with Sole.



13.05.2024

futurewave  Sole

Objectives

Design & Industrialization

Support Sole in the design & industrialization of its shoes.

We will focus on the R&D of the sole, on the industrialization support and then on the artistic direction of the future shoes.

Product Design

Prototyping

Industrialization

Project management

Team

Cross-expertise team

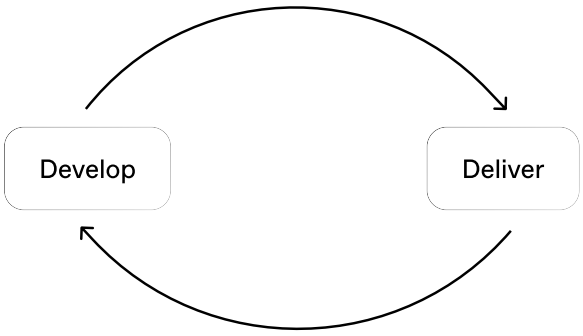
Making hardware is hard, this is why we put together an in-house team of skilled product makers. Depending on the project stage, we include the right people at the right moment.

- Hardware Engineer
- Product Engineer
- Industrial Designer
- Project management
- Firmware Engineer
- Electro-Mechanical Engineer

Philosophy

Deliver, consistently.

A prototype is worth a thousand meetings. At Futurewave, we schedule projects based on a 6 week development cycle. This means we iterate fast and commit in providing tangible results (prototype or new features) to our client every 6 weeks.



Industry partners

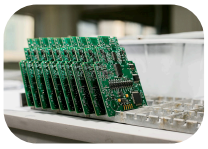
Industrial partners

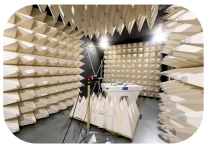
We are keeping close contacts with our industrial partners active in various fields:

- Sheet metal, CNC, etc
- Injection molding
- Electronics manufacturer (EMS)
- Certification centers
- etc.

Depending on the project complexity, speed and volume we choose the right supplier in our network.



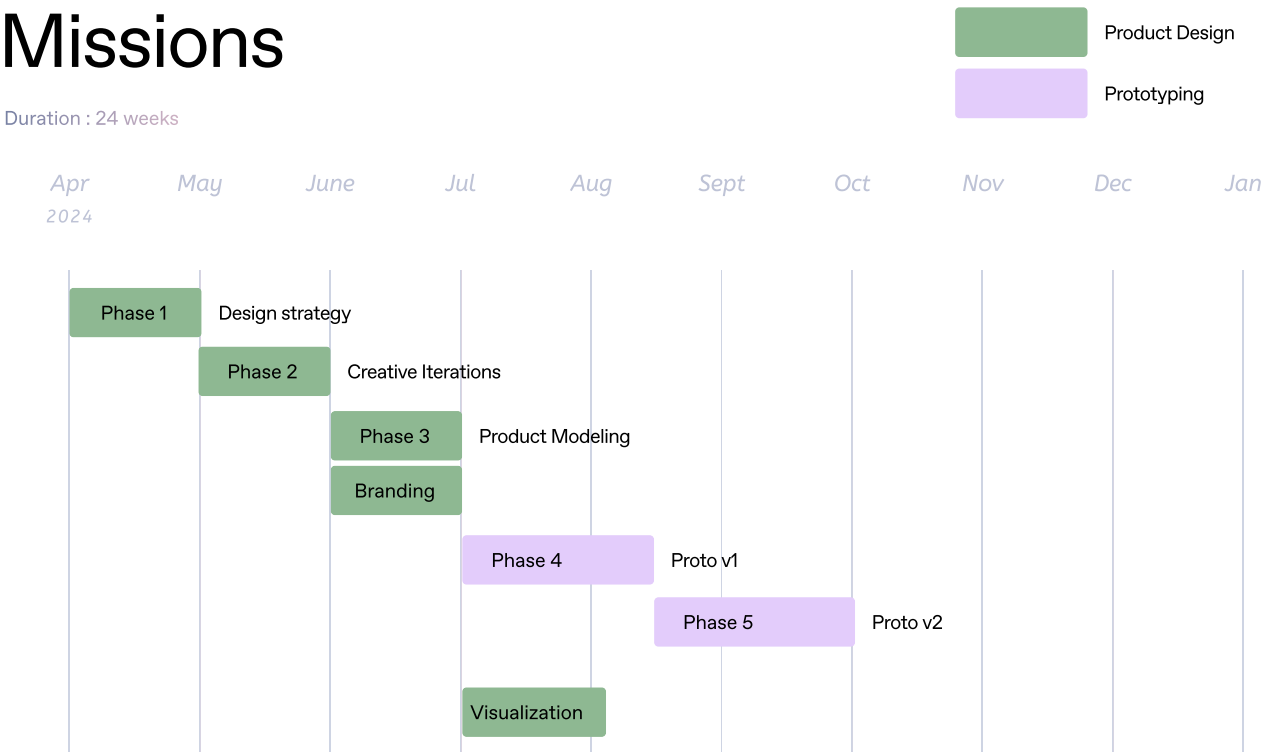




Timeline

Missions

Duration : 24 weeks



Phase 1

Design Strategy

Duration : 4 weeks Mandays : 9 Travel to Portugal : 1000€



The Design Strategy Phase is the foundation of our design process, dedicated to comprehensively understanding the external and internal factors influencing product design. We dive into market dynamics, user behaviors, and emerging technological trends.

Strategical designer

1 weeks

- Understand users needs and challenges
- Evaluate the different product scenarios
- Define the ergonomic constraints
- Collect variant information's from real life experiences

Project engineer

1 weeks

- Technical architecture.
- Sole technical integration
- Create a technical guideline with functionalities
- Industrial research + roadmap

Deliverables

A report with the following :

- UX definition (consumer, product, logistics)
- Technical & functional constraints
- Rapid prototyping
- Industrialization

Phase 2

Creative Iterations

Duration : 4 week Mandays : 7

In the Creative Iterations phase, ideas come to life through collaboration and the power of generative design. We focus on designing and testing 3D components, rapidly prototyping concepts. Building on insights from our research, we explore diverse ideas using a generative iteration process guided by technical validations.



Product & Industrial designer

1/2 week

- Create different concepts on paper
- Iterate the concept(s) through user feedbacks
- Define the concept guidelines and technical constraints (ergonomics, components,)
- Feasibility validation of the design

Project engineer

1/2 weeks

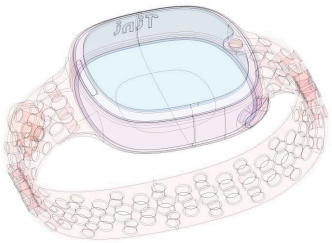
- Technological architecture definition
- Feasibility validation of the technical components
- Scoping potential fundamental components
- Materials

Deliverables

- Idea Generation & Brainstorm report
- Moodboards & Product DNA
- Concept Sketches, mock-ups and or rapid prototypes - 1 iteration
- Iteration through user feedbacks
- Specification file

Phase 3

Product modeling



Duration : 4 weeks Mandays : 8

In the Product modeling & architecture phase, we transition from conceptualization to detailed design and functionality integration. Our team engages in 3D modeling to bring the chosen design concepts to life with accuracy. During this phase, our team will integrate ergonomics, standard components and early stage electronics.

Product & Industrial designer

1 week

- Detailed 3D CAD (external shell)
- Conduct rapid prototyping to test ergonomics, aesthetics and UX

Project engineer

0.5 week

- Feasibility of design

Deliverables

- Product 3D CAD (STEP file)

Offer

Startup estimate

Phase	Duration	Man days	Type	Price (excl. VAT)	Material cost
Design Strategy	4 weeks	10	Fixed	7 500 €	1 000 €
Creative Iterations	4 weeks	7	Fixed	5 500 €	
Product modeling	4 weeks	8	Fixed	6 000 €	
Total	12 weeks	26		20 000 €	

- Price are VAT Excl.
- Offer of mean
- Material is reinvoiced to customer (15% margin on EU purchases, 30% on overseas purchases).
- The daily rate remains consistent within any signed order.
- Design IP belongs to the customer
- Startups are required to make prepayments for the services on a monthly basis.

Project organization

1 **Steering comity meeting :**

At the end of each cycle, we organize an on-site meeting to discuss and evaluate the achieved results. We then adapt the objectives and metrics for the next phase.

2 **Weekly meeting :**

Every Monday, we align with you on the progress, risks, issues, and decisions to be taken to guarantee the continuity of the project.

3 **Project expenses :**

Any additional project-related expenses will be charged to the customer (travel fees, development materials, etc.). For any major expense, Futurewave shall first inform the customer and receive permission from the customer validating the continuity of the procedure.

4 **Deadlines :**

Our team workforce involvement will be adapted to the project needs. They will be engaged fulltime when needed, working extra time to meet deadlines

futurewave

2024

Futurewave

Presentation

Let’s make Sole future bright together.

C.5 Devis 1point61





1POINT61
DESIGN / ENGINEERING



| CREATE TOMORROW
TODAY

SOLE
SOLE FOR AN ATHLETIC SOUL

SOLE

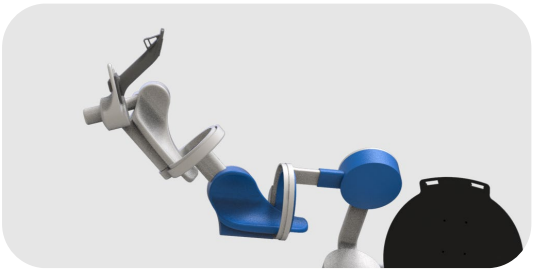
Analyse Design et technique

06/05/2024

CONFIDENTIEL







Rédigé par :

Tony Rey Paulino
+32 473 11 44 61
tony@1point61.com

16 Avenue Reine Astrid
B-5000 Namur
BE 0740 703 876

1point61.com



DESIGN BRIEF

Dans le cadre de notre échange du 2 mai 2024, nous avons le plaisir de vous présenter notre proposition complète. Ce document regroupe notre approche technique, organisationnelle et financière, conçue spécifiquement pour répondre à vos besoins.

Contexte et enjeux

Le projet Sole vise à révolutionner le marché des chaussures de sport pour enfants en proposant des modèles à semelles interchangeables. La solution est écologique, pratique et économique, tous en s'adaptant à différent sports.

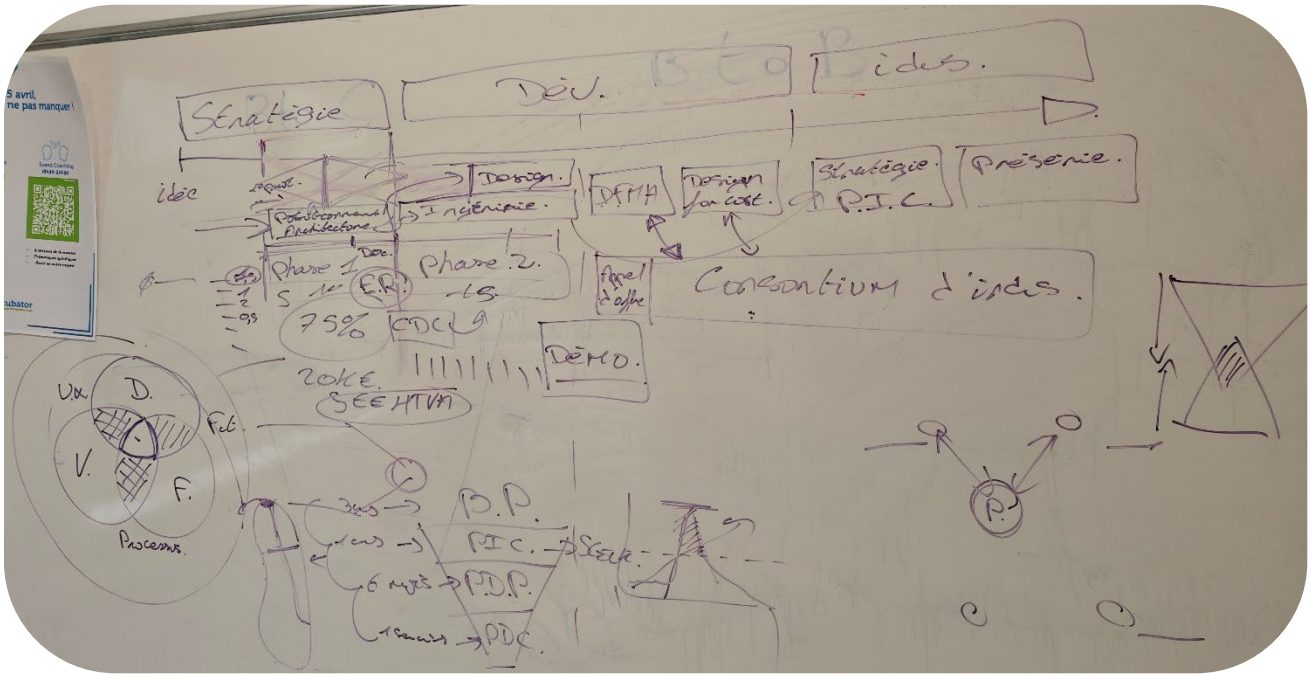
Aujourd'hui, la startup a créé un premier POC (Proof of Concept) en impression 3D, qui permet de confirmer le principe de la semelle interchangeable.

Objectif à long termes

En partant des acquis techniques et Business actuels développés par les 3 Porteurs de projet, l'objectif à long termes est d'accompagner SOLE dans la définition Design, Technique et Ergonomique pour permettre :

- De se positionner en tant que Leader sur son marché par une expérience utilisateur forte
- De convaincre ses utilisateurs par un Design performant,
- D'apporter une cohérence entre les différents environnements sportif dans une recherche de standardisation,
- Par le processus de conception, de permettre des optimisations orientées vers la production industrielle.

Le parcours de développement global se basent sur la roadmap de développement de produit suivante, discutée et consolidée avec l'équipe de SOLE à l'Yncubator.



Product Roadmap Canvas établie le 02 mai 2024

Objectif actuel

Dans le cadre de cette étude, nous nous concentrons sur **la première phase** de la Product Roadmap Canvas, qui permettra de déterminer au travers **du cahier des charges de conception** :

- Une ergonomie du produit adaptée à son milieu d'environnement et aux utilisateurs
- Les opportunités de différenciation Design et Fonctionnelle pour assurer la performance
- La remontée des contraintes et opportunités lié à la commercialisation, la production et les enjeux internes de l'entreprise (Prix de revient et investissement / Production …)

PHASE DE TRAVAIL

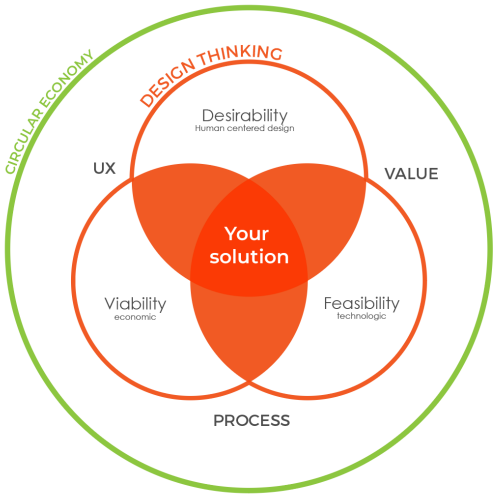


Phase 1 : Expérience utilisateur et fonctionnalité

Méthode

Nous utilisons une technique axée sur le Design Thinking pour structurer les réflexions et les résultats. Cette première démarche permet de consolider les contraintes et opportunités sur la désirabilité, la faisabilité et la viabilité du produit.

Cette structuration sera consolidée par une réflexion globale axé sur l'économie circulaire. Nous nous baserons sur les 10R de la circularité pour mettre en lumière les opportunités tangibles d'un point de vue du produit.



Co-création avec SOLE et délivrables

Un ensemble d'outils créatifs, d'analyse et de validation sont mis en place, dans la suite des études déjà menés par SOLE.

Au fur et à mesure de l'approfondissement de cette compréhension, des séances créatives en phase divergence / convergence seront mené **avec l'entreprise**, pour établir :

- La meilleure stratégie orientée sur le produit, comprenant notamment, les possibilités en matière d'expérience utilisateur et de circularité,
- Un produit compétitif et différenciant par rapport à la concurrence,
- Les contraintes et opportunités technologiques, traduit en architecture technique.

Le tout sera consigné dans **le cahier des charges de conception** qui nous accompagnera tout au long des phases de développement Design, Technique et industriel.

Outils déployés

Orienté Expérience utilisateur

- Persona utilisateur
- La recherche des marchés possibles et abordable par SOLE et son positionnement sur la chaine de valeur
- Scenarios d'usage du produit
- Une analyse compétitive pour détecter les produits concurrents
- Sur les enjeux stratégiques entraînant des répercussions sur le produit :
    - Prix sortie usine
    - L'évolution des quantités annuelles et répartition
    - Mode de transport, et d'emballage
    - Fabrication / maintenance
    - …

Orienté Architecture technique

- La définition de son environnement d'exploitation : recherche sur les paramètres techniques des sports couvert par la solution SOLE ; leurs différences et points commun ; notamment en termes d'effort exercé sur la semelle.
- Les points optimisables dans l'architecture actuelle par zone d'action et l'identification des points inflexibles pour assurer les fonctions et la performance de SOLE.
- L'identification des technologies disponibles pour assurer les fonctions et les interconnexions.
- Décrire les protocoles de tests pour valider la performance.

Orienté Conception

- La construction de l'architecture système en lien avec les scénarios d'usage et l'ergonomie, selon une matrice de priorité (Must Have / Nice Have) – MDP (Minimum Desirable Product).
- Son évaluation en termes de coût et de l'effort de développement jusqu'à l'industrialisation (stratégie projet) réintégré dans la Roadmap de développement.

A titre indicatif : Description succincte des phases de développement et d'industrialisation basé sur la Product Roadmap

Phase 2 : Développement Produit

Design

Une approche **itérative** dans cette étape créative pour définir, sélectionner et valider la forme du produit, avec une attention particulière sur les matériaux employés, l'usage.

Ingénierie

Le développement de la solution et leurs assemblages en produit fonctionnel et performant.

Phase 3 : Solution à finalité industrielle

Une étape cruciale pour passer du démonstrateur à la reproduction industrielle recherchée, et préparer le cahier des charges de fabrication (3D / Plan / Nomenclature).

Cette étape est réalisée en étroite collaboration avec le consortium d'industriel choisi par l'entreprise.

Phase 4 : Stratégie d'industrialisation et accompagnement à la production

Stratégie d'industrialisation

La mise en œuvre du Plan Industriel et Commercial pour s'assurer que la vélocité commerciale rencontre les capacités de production.

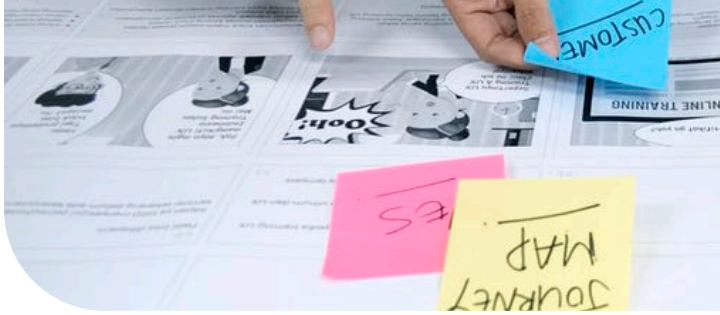
Accompagnement à la production

Mettre en place l'ensemble des outils de gestion et opérationnelle (Stock, Logistique, Qualité…) pour permettre à SOLE d'être autonome.

Autres supports à la commercialisation

En fonction de vos besoins, de la criticité ou simplement pour faciliter les échanges avec un interlocuteur unique ; nous pouvons, à votre demande, vous accompagner sur :

- La conception de votre Branding : parce que votre Produit est votre Premier support Marketing.
- La conception du Packaging : L'Expérience Utilisateur commence à l'ouverture du packaging.



RELATION COMMERCIALE

Pour la présente offre, son estimation budgétaire a été réalisé par analogie et sur base de notre expérience pour ce type d'activité, rapporté aux enjeux spécifiques du projet.

Budget & planning de la phase 1 : Expérience utilisateur et fonctionnalité

Description		Jours/ Homme	Cout HTVA (en €)	Intervention RW 75%	Quote-part (HTVA)	TVA 21%
1	Orienté Expérience utilisateur	7	5.250,00 €	3.937,50 €	1.312,50 €	1.102,50 €
2	Orienté Architecture technique	6	4.500,00 €	3.375,00 €	1.125,00 €	945,00 €
3	Orienté Conception	2	1.500,00 €	1.125,00 €	375,00 €	315,00 €
Total		**15**	**11.250,00 €**	**8.437,50 €**	**2.812,50 €**	**2.362,50 €**

L'ensemble des tâches décrites et la planification des équipes ont été évalué pour une réalisation de la tâche **en 7 semaines**.

Le planning précis sera établi lors du KO meeting sur le logiciel ClickUP, en prenant en considération les enjeux, contraintes et disponibilité des collaborateurs de SOLE.

Confirmation de commande

DE L'OFFRE SOLE « Analyse Design et technique » DU 06/05/2024

Société, Nom et fonction du/des signataires :

Date et Signature précédé de la notion « Lu et approuvé »



ORGANI-SATION

Nous comprenons l'importance cruciale de chaque décision dans le développement de votre produit, et c'est pourquoi nous vous offrons non seulement notre expertise mais également un accompagnement solide.

En choisissant notre agence, vous ne faites pas simplement appel à un sous-traitant, mais **vous complétez votre équipe** avec des compétences éprouvées et une connaissance approfondie du domaine de la Gestion de l'innovation, du Design, de l'Ingénierie et de manière générale sur la mise en œuvre de produits industriels.

En tant qu'experts, nous vous présentons l'ensemble des possibilités avec leurs avantages et inconvénients. Toutefois, la décision finale repose entièrement sur vous, en fonction de vos enjeux, de vos volontés et de vos valeurs. Notre rôle est de guider, d'informer et de mettre en lumière les meilleures options, mais toujours dans le respect de votre vision unique.

Ensemble, nous façonnons l'avenir de votre projet avec un équilibre délibéré entre pragmatisme et créativité. Transformer vos idées en réalité, avec assurance et bienveillance.

Gestion de projet

Pour la gestion du projet, Tony Rey Paulino - Project manager, est en charge de la communication entre SOLE et les équipes de développement. Il est le garant :

- Du respect de la vision de produit exprimée lors du kick-off meeting ;
- Du respect du planning et de l'allocation des ressources ;
- Des réunions de suivi avec les équipes de développement et l'entreprise à des fins de validation, consolidation et de contrôle qualité ;

- Des ajustements éventuels devant s'opérer en cours de développement pour cause de précision sur la vision produit et/ou sur les contraintes / opportunités relevées par les équipes de développement et/ou l'entreprise.

Outils déployés

Afin de conserver un tracking entre nous sur les tâches et les avancées, 1POINT61 mettra en place un espace de travail commun sur le logiciel de Project Management ClickUp (www.clickup.com).

L'objectif est de centraliser sur une même plateforme :

- Un Gantt chart dynamique lié à l'objectif
- Les tâches de travail
- Les discussions par message instantané
- Les fichiers et documentations
- Les rôles et autorisations des personnes invitées selon leur niveau d'implication.

Des outils opérationnels et acquis par 1POINT61 seront également utilisés afin de remplir chaque objectifs / délivrables attendues ; allant des logiciels métiers (2D/3D), aux machines de prototypage.



Relation contractuelle

Conditions générales

- Toute modification de commande en cours d'exécution, ainsi que tout changement des objectifs partiels ou total, peuvent entraîner une révision du prix et du planning initialement convenu et à discuter entre les parties prenantes. Cette activité est gérée par le Project manager via le « suivi de modification de contrat ».
- Les réunions « interne » pourront être conduites en téléconférence ou vidéoconférence. 1point61 préconise que les réunions de lancement de phase fassent l'objet d'une rencontre formelle.
- En cas de déplacement HORS BELGIQUE, le tarif Région Wallonne est d'application : 0,4259€/KM en cas de déplacement en voiture. En cas de déplacement par tous autres moyens (avion / train / …) le coût net du transport et sans majoration sera facturé.
- **Le prix des matières premières, de la sous-traitance et des outillages machine qui pourrait être sollicités pour la réalisation des prototypes physiques sont facturés séparément.**
- Les frais liés à la réalisation d'outillage de production et à la fabrication industrielle sont pris en charges par le client.

Modalité de règlements

Les factures sont payables par virement, à quinze jours date d'émission de factures. Les règlements sont à adresser à :

1point61 SRL
Avenue Reine Astrid, 16 - 5000 Namur - Belgique
TVA: BE 0740.703.876
Banque CBC:
BIC: CREGBEBB
IBAN : BE97 7320 5297 1549

Jalon	Pourcentage
KO Meeting	30%
50% de l'objectif	30%
Fin du projet	40%

Dans le cas des Chèque-Entreprises, les modalités sont imposées par la Région.

Subside Région Wallonne

En tant qu'Expert labellisé par la Région Wallonne, nous pouvons solliciter un subside allant de 50% à 75% d'intervention, en fonction de votre situation.

Déroulement	Délais	Montants pour SOLE
Ecriture et dépôt de la demande par 1POINT61	1 semaines	
Attente pour l'accord de la Région sur le commencement.	7 jours ouvrés	
Invitation à payer la quote-part sur le montant HTVA auprès de SODEXO (Gestionnaire des Chèques)	3-4 jours	**25%**
Accord effectif de début de mission		
Déroulement de la mission	*Selon le planning définitif établi lors du KO meeting*	
Remise du Rapport final réalisé par 1POINT61, des Timesheets et de la facture pour le paiement de la TVA		**21% de TVA**
Validation du résultat par la Région	60 jours	
Paiement du prestataire par la Région		

Nous vous accompagnons sur l'ensemble du processus administratif avec la Région Wallonne.

Validité de la proposition

La présente offre est valable 2 mois à compter de sa date d'édition.

Clause de confidentialité

L'ensemble des informations reçues qui a permis la constitution de la présente offre, sont et reste la propriété intellectuelle de SOLE.

Clauses commerciales

L'ensemble des produits/services développés dans le cadre de cette mission et les résultats de la prestation de service, sont la propriété exclusive de SOLE, dès réception du paiement intégral du prix de la présente offre et de ces accessoires (frais kilométriques, prototypage, etc.).

Consulter nos Conditions générales de ventes sur 1point61.com

Annexe D

Annexes Juridiques

D.1 Convention De Collaboration

Convention de collaboration

ENTRE LES SOUSSIGNES

Madame/Monsieur, Delbrassinne Victor domicilié(e) rue de Fleurus n° 75 à 5030 Sauvenière né(e) le 20/07/2001, ayant l'adresse mail : victordelbrassinne7@gmail.com et le numéro de téléphone : 0471904912
Nom du projet : Sole

Madame Debroux Mahaut domicilié(e) rue d'Odenge n°3 à 1360 Perwez, né(e) le 06/05/2002, ayant l'adresse mail mahaut.debroux@gmail.com et le numéro de téléphone : 0477731949
Nom du projet : Sole

Et

Madame/Monsieur Verwilghen Maxime domicilié(e) Avenue Lambeau 110 à 1200 Bruxelles né(e) le 02/07/2001, ayant l'adresse mail maxime.verwilghen@gmail.com et le numéro de téléphone : 0498578401
Nom du projet : Sole

Nom commercial du projet lié à la présente convention : Sole

il est convenu ce qui suit.

PREAMBULE

Etat des lieux aujourd'hui pour chaque partie (statut, activité, situation familial, situation financière, …) – quelle est la situation de départ pour chacune des parties ?
Nous sommes tous les 3 étudiants à l'UCL et en master 1 tous les 3 avec l'option INEO, là où nous nous sommes rencontrés. Nous avons tous les 3 des situations familiales et financières stables et similaires.

Quel est le statut juridique (indépendant, SPRL, SCS, SCRL, Etudiant entrepreneur, …) de chacun aujourd'hui et comment va-t-il évoluer au cours de la présente convention (si déjà décidé) ?
Nous sommes pour l'instant simplement étudiants bénéficiant du statut PEPS-entrepreneur. Nous comptons passer en société dès que ce sera un avantage pour le projet.

Aurez-vous des activités propres qui ne seront pas comprises dans l'activité commune ? Si oui, quelles sont-elles ?
Nous sommes tous les 3 étudiants avec des activités extra scolaires tels que des jobs étudiants ou des activités en Kots-à-Projet, mais nous mettons le projet : "Sole" en priorité. Cependant, après nos études, Maxime aimerait être saisonnier pendant un an voire plus sans pour autant lâcher le projet s'il prend. Victor hésite entre refaire un master supplémentaire d'un an ou alors de travailler dans une start-up à temps partiel ou plein, en fonction des avancées des Sole, tout en s'occupant du

projet à côté. Mahaut aimerait travailler soit à temps plein soit à temps partiel en fonction de Sole pour engranger de l'expérience et de l'argent pour un potentiel voyage d'un an, 2 ans après la fin des études.

Y a-t-il une concurrence possible avec les activités liées à la présente convention ?
Non, pour l'instant nous sommes d'accord sur le fait que le projet à la priorité et en fonction de nos avancées nous aurons des discussions à la fin des études pour tous se mettre d'accord sur nos priorités à ce moment-la. Nous sommes tous les 3 d'accord sur le fait que la communication sera très importante

Raison d'être/mission/pourquoi du projet
Quel est votre raison d'être ?
Innover, Diminuer la surconsommation de chaussures (marché du textile) tout en rendant la pratique de divers sports plus accessible. Avenir plus vert, grâce à l'utilisation de matériaux recyclés et recyclables ou biosourcés.

A quel besoin répondez-vous ?
Sociaux : car nous voulons rendre le sport plus accessible à tous les enfants qui souhaitent découvrir de nouvelles disciplines, même ceux-qui n'en n'ont pas forcément les moyens
Ecologique : Diminuer la surconsommation en proposant une paire qui répond au besoin de 3. Nous souhaitons également produire les chaussures avec des matières recyclées et recyclables ou bio-sourcées. Enfin nous souhaitons instaurer un concept de seconde main avec les semelles encore en bon état.
Pratique : Diminuer le désordre dans les placards des familles, changement de semelles pratique et ludique.

Pourquoi votre entreprise/projet existe-t-il ?
Cela est parti de notre travail de fin d'étude INEO(ex-CPME) que nous avons débuté en septembre 2023. Grâce au sport, qui est une passion qui nous lie tous les 3, nous avons une motivation commune à accomplir ce projet. Nous avons également su intégrer des valeurs communes à ce projet qui nous tient beaucoup à coeur.

Vision :
Que voulez-vous réaliser ensemble ? Quel sera l'impact de votre travail ?
Nous souhaitons créer une marque de chaussures de sport pour enfant qui deviendrait la référence en Belgique et puis même en Europe ou mondialement, qui entrainerait une réflexion et un mouvement sur la réduction du textile sur le marché. Nous voulons impacter positivement l'environnement.

A quoi s'engage chaque membre de réaliser ensemble ?
On s'engage à pousser le projet le plus loin possible tout en respectant nos valeurs et en collaborant. On se permet de pivoter, de communiquer et d'accepter les remarques constructives.

Comment vous voyez-vous et votre entreprise dans 5ans, dans 10 ans ?
Dans 5 ans, nous espérons avoir conquis le public Belge voir même le Benelux. Nous nous voyons avec une équipe d'une dizaine voire une quinzaine de personnes qui partagent nos valeurs. Nous souhaitons promouvoir une culture d'entreprises positive et participative. Dans 10 ans, nous espérons être présent partout en Europe avec une cinquantaine de personnes dans notre équipe toujours dans la même ambiance.

Quels sont vos critères de réussite ?

Des clients satisfaits, rester dans notre ligne de valeurs tout au long du projet, notre première vente, Bonne vision du public, Notre premier salaire, retour positif, impact sur le marché, impact sur la diminution de la consommation de chaussures (but ultimo)

Valeur :

Quelles sont les valeurs qui vous guident ? Quelles sont les valeurs négociables et non-négociables ?

Transparence, respect, communication, enthousiasme, jusqu'auboutisme, positivisme, constructivité, esprit d'équipe, honnêteté, envie d'apprendre, partage

Article 1 - Objectif

L'objectif de la présente convention est de s'accorder sur notre mission, notre vision et nos valeurs, de se projeter avec plus de sérénité et de cohésion.

Article 2 – Indicateurs

Quand pourrez-vous dire que l'objectif est atteint ?

Pour ce qui est de nos valeurs, missions, visions, notre objectif est atteint car nous sommes accordé sur ces thématiques. Ensuite, il sera encore plus atteint dans le futur lorsque le projet aura réellement avancé et qu'on aura chacun trouvé notre place et rôle plus précis qui fit à notre profil et nos valeurs. Notre objectif concernant le projet est d'atteindre nos objectifs fixé à 5 et 10 ans. Cependant, nous serons déjà satisfaits lors de nos premiers retours positifs des utilisateurs et lorsque nous attendrons une potentielle rentabilité.

Comment seront définis les indicateurs ? Comment mesurerez-vous votre réussite ?

Il y'a l'indicateur de performance concernant nos ventes, notre chiffre d'affaires et notre santé financière. Il y'a aussi l'indicateur de satisfaction des clients. L'indicateur écologique car nous avons une mission écologique importante. L'indicateur social qui mesure la satisfaction et la bonne condition des employés, il peut aussi se refléter dans notre mission de rendre le sport plus accessible à tous. Nous aurons une bonne mesure de notre réussite lorsque nous aurons réussi à avoir les 4 indicateurs à un niveau très satisfaisant. Notre réussite ultime sera lorsque nous pourrons vivre de ce projet.

Comment mesurer que le projet se déroule bien?

Premièrement, si nous sommes toujours tous les 3 autant impliqués et alignés autour des mêmes valeurs. Si nous continuons à évoluer/apprendre/essayer et que le projet en bénéficie. Nos indicateurs doivent montrer des améliorations même si parfois ils descendent, c'est là que nous devrons pivoter, ou trouver des solutions et que nous sortirons plus fort de ces expériences.

Article 3 - Durée du contrat

La présente collaboration est établie à compter du 28/02/2024 et sera revue à la date du 28/02/2025

Si concluant, que ferez-vous?

On en redresse un nouveau avec feedback sur le déroulement de l'année précédente et des améliorations éventuelles.

Article 4 - Description du processus

Quelles sont les activités que vous allez faire durant cette convention?
Recherches et développement, lancement de production, obtention de brevet, obtention de subsides, participation à des forums, concours, etc., études des fonds nécessaires et moyens pour les obtenir, recherche fournisseurs & partenaires, Design, Business plan, états financiers.

Quels sont les documents qui supporteront les activités?
BMC, VPC, VCC, Empathy map, études de marché, mémoire, etc.

Article 5 – Rôles et responsabilité

Quel sera le rôle de chacun ? De quelles fonctions serez-vous responsables ? Allez-vous faire une tournante dans les rôles ? Fonction de leadership ou de membership ?

Pour l'instant, nous avons décidé de tous les 3 toucher à tous les secteurs afin d'apprendre au maximum et de prôner l'entraide. Cependant, nous nous sommes quand même fixé des rôles afin de garder une certaine structure et se spécialiser dans un domaine qui nous plait:

- Maxime s'occupe de la partie recherche et développement, design et modélisation, contact laboratoires chaussures "Schoenenkwartier".
- Victor se concentre sur les chiffres et la finance du projet. Il gère également nos inscriptions aux concours d'entrepreneuriat. Il est également très motivé à contacter les fournisseurs potentiels que nous avons trouvés au Portugal.
- Mahaut gère la partie communication et marketing. Elle est souvent en contact avec l'université ou l'yncubator.

Nous sommes tous les 3 ENFP et avons le même tempérament, et depuis le début nous fonctionnons avec une structure horizontale qui se déroule à merveille. Nous ne souhaitons pas élire un leader mais plutôt de garder un leadership à 3. Nous sommes tous les 3 actifs en communication que ce soit avec des partenaires, des fournisseurs ou notre école, tout en étant clairs sur qui fait quoi pour pas se marcher dessus.

Article 6 – Procédures opérationnelles

Règles de fonctionnement clarifiant comment les membres de l'équipe vont interagir, communiquer, s'entraider et échanger du feedback.
Communication positive, participative, feedbacks constructifs, transparence, etc.

Définir le cadre : Pour le moment, on partage pour réunir beaucoup de feedbacks et d'engouement autour du concept. Cependant, lorsque nous aurons notre technique de fixation unique et définitive nous serons plus discrets sur nos technologies jusqu'à l'obtention d'un potentiel brevet.

Comportements attendus ?
Communication positive, participative, feedbacks constructifs, transparence, détermination, respect de l'engagement et du planning.

Article 6.1 – Réunion

Quelle sera la fréquence de vos réunions d'équipe ? 1 fois par semaine minimum
Quel sera l'objectif ? De se fixer des deadlines et des objectifs à court et long termes, personnels ou collectifs. Se tenir au courant des avancées de chacun. On est tous d'accord qu'il est important de savoir sortir du cadre et pas juste faire le strict minimum mais quand cela est possible évidemment.

Dans quel lieu ? Yncubator, appel, Réaumur (locaux INEO), café,
Horaire ? 2h en moyenne à voir les sujets à aborder
Rôle de chacun lors des réunions (facilitateur, secrétaire – convocations, ordre du jour, PV avec les décisions-, gardien du temps, gardien de cœur) ?
Nous allons faire un système de PV chaque semaine avec l'ordre du jour et l'avancée de chaque objectifs. Maxime se chargera du premier étant président d'un kap, et nous alternerons chaque semaine avec la personne qui a fait le PV qui anime la réunion. PV doit être prêt la veille afin que chaque membre puisse relire avant la réunion. Gardien du temps, responsable du PV. On va essayer une réunion avec un écrivain et sans et on verra comment on préfère faire. A chaque réunion, on doit avoir programmé la prochaine.
Comment allez-vous gérez la prise de parole? Pour le moment nous privilégions la prise de parole spontanée et réviserons cela si cela crée de la frustration chez un des membres. Comme on est tous les 3 extravertis et spontanés et donc aucun des membres à peur de donner son avis. Mais si quelqu'un de plus timide rejoint l'équipe on devra aussi réviser ce système.

Article 6.2 – Communication

Comment comptez-vous communiquer? Et vous tenir informés ?
Nous avons un groupe Messenger à nous 3 afin de communiquer spontanément sur tous les sujets. Nous avons également un groupe whatsapp avec notre Coach Hughues Dethienne pour tout échanges avec lui. Nous envisageons d'utiliser "Slack" afin d'avoir plusieurs conversations sur différents canaux qui ont chacune un thème bien précis. Ce sera plus facile de répartir les informations de chaque objectif, branche du projet.

Quels sont vos besoins en termes de partage d'info, de rapidité de mise à jour, de timing de contact?
Réponse rapide demandée, si urgent, appel téléphonique. Au maximum 24h de délai de réponse sauf si problème prévenu. Sans pour autant avoir trop de pression. Toujours prévenir si besoin de temps pour soi. Si on n'a pas la réponse à la question, on prévient et on cherche.

Quels outils allez-vous utiliser pour communiquer, conserver l'information?
Messenger, Whatsapp, Slack, un drive partagé avec des dossiers organisés en fonction des années, des sujets, etc. Afin d'avoir un endroit ou toutes nos informations sont rangées et accessibles à tous à tout moment

Quel moyen de communication allez-vous utiliser? Quel moyen de communication choisi dans quel cas (urgence, suivi quotidien, partage d'info, prise de décision,…)
Urgence : tél
Suivi : messenger
Partage info : slack
Prise de décision : PV

Quel moyen pour partager tous les documents ? Plateforme commune ?
Drive commun

Article 6.3 – Répartition du temps de travail

Quel temps allez-vous consacrer à l'activité?
5-10h par semaine en fonction des objectifs à atteindre et des plannings universitaires de chacun (session d'examen, vacances, etc). Min 5h réunions comprises;

Comment allez-vous comptabiliser ce temps de travail de chacun ?

On ne veut pas contrôler ou punir, on veut proner l'honneteté et la confiance, mettre ses heures sur une conversation slack simplement à titre informatif afin de prévenir les autres. Si quota pas atteint, pas de pression, on communique. Le voir comme une motivation et pas un controle entre nous.

Souhaitez-vous avoir une idée du temps consacré à chaque chose? Si oui, comment et pour quel objectif? Parler de ça pendant la réunion pour voir l'ordre d'importance et le temps à consacrer aux objectifs plus urgents.

Avez-vous une vision claire de l'impact sur vos vies respectives? En avez-vous parlé avec votre entourage proche? Avez-vous trouvé modus vivendi qui vous convient à tous?
Premièrement, on le statut PEPS-entrepreneur qui nous permet d'aménager notre horaire. Cela permet déjà de mieux s'organiser. On en a chacun parlé à notre entourage qui voit ce projet comme une belle opportunité plutot qu'un fardeau. Tout le monde nous soutient et cela nous permet de ne pas ressentir de pression ni de culpabilité et de travailler dans notre projet en gardant une vie privée épanouissante.

Article 6.4 – Evaluation

Comment et quand allez-vous évaluer la performance de votre équipe ? A quelle fréquence ?
Lors de notre réunion hebdomadaire, nous évaluons le travail de chacun et les points d'attention, de plus il y'aura également le suivi continu de notre coach Hugues Dethienne toutes les 3 semaines.

Article 6.5 – Prise de décision

Comment sont prises les décisions? (consentement ? consensus ? Vote ?)
Nous débatons et ensuite votons à la majorité. Nous demandons également des conseils à nos assistants, professeurs et coach.

Dans quelles réunions seront prises quelles décisions?
Les grosses décisions sont prises lors de nos réunions, si il y'a l'unanimité, le simple échange par message est ok.

Comment documentez-vous vos décisions? Vos points d'action?
Nous avons un Drive partagé avec plusieurs dossiers sur les différents sujets et points d'attention de Sole.

Quelles décisions devront être prises ensemble ? Quel est la marge de liberté de chacune des parties ? Et dans quel cas ?
Il y'a un certain de degré de liberté pour des décisions qui ne sont pas menaçantes pour le projet comme contacter certaines personnes pour aider. Pour les décisions plus importantes et cruciales nous partageons nos avis pour trouver la meilleure solution.

Article 6.6 – Conflit

Quel est le top 5 des problèmes qui pourraient se produire dans l'activité?

1. Cassure dans l'entente de groupe
2. Divergence des attentes et opinions
3. Non-désirabilité du produit
4. Implication des membres
5. Attache non-performante

Quel est le top 5 des problèmes que vous avez traversé dans vos collaborations personnelles du passé?

1. Cassure dans l'entente de groupe
2. Divergence des attentes et opinions
3. Manque d'implication des membres
4. Manque de communication
5. Manque de cohérence

Avez-vous une idée des situations que vous voulez absolument éviter?
Les disputes qui mènent à une cassure du dialogue et que la priorité ne soit plus le projet Sole.

Si un problème survient, quelles sont vos bonnes pratiques pour résoudre un problème? Quelle est celle ou quelles sont celles qui vous plaisent le mieux à l'équipe?
Communiquer, faire une réunion ou chacun s'exprime pour que tout le monde se sentent bien, faire des compromis.

Souhaitez-vous choisir un médiateur pour ce que vous n'arriveriez pas à résoudre?
On essayera de régler premièrement le problème en interne, et si cela ne fonctionne pas nous demanderons de l'aide à notre coach.

Article 7 – Aspects financiers/ apports

Article 7.1 -Investissements :

Quel(s) réinvestissement(s) devrez-vous faire?
On devra peut -être à un moment devoir mettre de l'argent de notre poche ou du moins l'avancer. Comme on a déjà du le faire dans le passé.

Quels sont les apports de chacune des parties ? (en cash, en nature, en temps,…) ?
On investit au mieux le besoin en temps de notre projet en temps pour être le plus équitable possible. En argent également, on divise exactement en 3.

Comment se passent les éventuels remboursements?
Nous avons un tricount partagés afin que les dépenses soient justes et équilibrées et qu'il n'y ai aucune frustrations. "Les bons comptes font les bons amis".

Article 7.2 - Budget :

Quels sont les frais qui seront encourus avant et après le lancement de l'activité ?
- Moules
- Design
- Frais de fabrication en usine
- Couts de transports
- Marketing
- Communication

Comment est suivi le budget? Avec quel outil ? Par qui ?

Créer un Excel afin de suivre toutes les dépenses et revenus de Sole, on pourrait envisager d'utiliser Odoo dans un second temps lorsque Sole aura grandi. Nous avons un trésorier attribué qui est Victor, qui gèrera la plupart du budget avec l'avis des autres.

Comment le bénéfice sera-t-il calculé ?
Les revenus diminués des coûts et des salaires.

Avez-vous un compte bancaire pour le projet ? Qui en sont les signataires ?
Nous ferons un compte Revolut bientôt ou Victor sera le signataire

Article 7.3 – Rétributions:

Quels frais seront remboursés ? Y aura-t-il un plafond ?
Actuellement, tous nos frais pour le projets sont remboursés (MaakLab; Prototype, etc)

Quel salaire ?
Ils démarreront après nos premières ventes, si possible , 1500 euros par personnes la première année, ensuite des la première année 2000 euros par personnes. C'est viable si nos estmations sont bonnes.
Quelle répartition du bénéfice/des prix gagnés? Sous quelle forme ?
Tout est réinjecté dans le projet. Pour la R&D principalement.

Article 8 – Propriété intellectuelle/ dépôt de marque

Faut-il déposer l'idée?
Oui une fois que notre concept est prêt et parfaitement conçu nous déposerons le brevet pour notre idée afin d'avoir un brevet qui protège notre innovation.

Pensez-vous à un i-dépôt ?
"*L'i-DEPOT est un premier pas en vue de la protection d'un produit, d'un service, d'un concept, d'un processus ou d'une entreprise encore en phase de développement. Il s'agit d'un moyen de preuve légal qui date l'existence d'une idée ou d'une création. L'i-DEPOT ne génère* ***aucun droit de propriété intellectuelle***."
Nous ne connaissions pas le concept, mais nous prenons en compte cette informaton très au sérieux.
Allez-vous déposer la marque ? Pour quels pays ?
Oui on commencera par les pays limitrophes en fonction du budget on aimerait s'étendre au monde entier. On doit encore s'informer.

Autres : brevet, nom de domaine, logo, ….
Un nom de domaine est important, nous avons un logo que nous devons encore un peu travailler.

Article 9 – Intervenants extérieurs/Inclusion

Quelles sont les tâches qui devraient être réalisées par des tiers ?
Production, Design, Conseils juridiques (Jurisclub)

Comptez-vous engager quelqu'un ? Pour quel rôle ? Sous quel statut ?
On aura besoin d'experts que nous payerons pour leurs prestations sans les engager à temps plein. Nous commencerons par tous lancer à trois et engagerons des personnes lorsque Sole grandira. (Vendeur, Marketing, etc)

Quel profil aura ce nouveau venu dans l'équipe ? Compétences et personnalités ? Quels seront ses 3 « Nice to have » ?

Nous rechercherons quelqu'un qui partagent nos valeurs, qui est motivé et ouvert. Interessé par notre projet et qui à les compétences nécessaires au poste requis.

Relation de co-fondateur ? Collaborateurs ? Partenaire externe ?
Nous sommes tous les 3 co-fondateurs, pour la suite nous aurons certainement des collaborateurs et des partenaires mais c'est encore très lointain et à voir en fonction des avancées du projet.

Article 10 – Fin du partenariat

Si pour une raison ou une autre (conflit, maladie, autre priorité), vous souhaitez arrêter de travailler ensemble ou si l'un de vous souhaite arrêter, comment comptez-vous faire pour traiter ce qui est en cours?
En parler et laisser le temps d'une marche de manoeuvre après la fin de partenariat afin de tous terminer dans les règles de l'art. Partage des parts équitables et rachat des parts par le groupe restant ou par un tier que le quittant doit trouver.

Quel délais vous donnez-vous pour clôturer le partenariat ?
2 mois

Qui repart avec quoi?
Chacun un tier et rachat possible.

Qui continue le projet ?
Ceux qui en ont l'envie.
Qu'en est-il au niveau d'une future concurrence possible ?
On s'engage à une clause de non-concurrentialité et de confidentialité.

Quels sont les critères d'exclusion d'un des membres de l'équipe ?
Fraude, Faute grave pour nuire à Sole, ou fautes graves pas intentionnelles répétées, non-respect, etc.

Quelle sera la procédure ?
Comme dans une société classique, en cas de fautes graves, la personne est licenciée sur le champ. Sinon on laissera le temps à la personne exclue de se retourner, de retrouver un travail.

Qu'en est-il au niveau des dépenses et rentrées d'argent déjà réalisées ou à venir ?

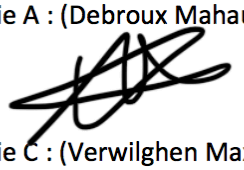
Durant la partie "projet" ou on essaye de gagner de l'argent, des concours, durant les premières levées de fonds, l'argent récolté est pour le projets et ses membres. Ensuite lorsque que la société est fondée et que l'on gagne de l'argent grâce aux ventes, quand on est propriétaire/actionnaire de la boite, on détient 1/3 d'entre-elle.

Fait à Ottignies-Louvain-la-Neuve, le 08/04/2024

En deux exemplaires originaux, dont un pour chacune des Parties

Lu et approuvé

Partie A : (Debroux Mahaut)



Partie B : (Delbrassinne Victor) :



Partie C : (Verwilghen Maxime)



D.2 NDA

CONFIDENTIALITY AGREEMENT

BETWEEN THE UNDERSIGNED:

Victor Delbrassinne, with its resident at 75 rue de Fleurus, 5030 Sauvenière BELGIUM

and Mahaut Debroux, with its resident at 3 rue d'Odenge bte 3, 1360 Orbais BELGIUM

and Maxime Verwilghen, with its resident at 110 avenue Lambeau, 1200 Bruxelles BELGIUM

Hereinafter called **"Sole",** Represented by Mr. Victor Delbrassinne

Party of the first part,

AND

Yours Custom Shoes, having its registered office at R. Prof. Dr. António Joaquim Ferreira da Silva 1727 PORTUGAL

Represented by Mr./Ms. .....

Party of the second part,

RECITAL

The Information (as hereinafter defined) shall be disclosed on the terms defined below.

PREAMBLE

This Agreement is concerning the disclosure of confidential information and data for "**Sole**": "a sports shoe for children with interchangeable external soles, allowing the user to practice multiple sports with only one upper."

ARTICLE 1 - DEFINITIONS

1.1 - "Disclosing Party" means the party disclosing confidential Information.

1.2 - "Receiving Party" means the party receiving such confidential Information.

1.3 - For the purpose hereof, "Information" will include product designs, trade secrets, financial and business information, methods, documents, data, samples, know-how, information of whatever nature and designs. Notwithstanding the foregoing, information which is orally or visually disclosed to the Receiving Party by the

Disclosing Party, or is disclosed in writing without an appropriate letter,

proprietary stamp or legend, shall constitute Information, provided that the confidential nature of such Information would be apparent to a reasonable person, familiar with the Disclosing Party's business and industry in which it operates.

ARTICLE 2 - CONFIDENTIALITY

2.1 - The Disclosing Party declares and warrants that the Information supplied to the Receiving Party hereunder is secret and confidential and that the Disclosing Party has the full right to disclose it to the Receiving Party. The Receiving Party agrees to keep the Information disclosed to it by the Disclosing Party and that of which it may become aware on the occasion of the performance hereof strictly confidential, and to not disclose or communicate it to any other party other than its Representatives by any means, without the Disclosing Party's prior written consent.

2.2 - The Receiving Party shall take all commercially reasonable steps required to protect the confidentiality of the Information. Such steps will not be less than those taken by it to protect its own confidential information.

2.3 - The Receiving Party agrees to only disclose the said Information to its and/or its affiliated companies' employees and consultants (hereinafter collectively "Representatives") who have a need to know it for the purpose of the Evaluation and have been advised by the Receiving Party of the confidential nature of the Information and are bound by obligations at least as stringent as the obligations established on the Receiving Party hereunder.

2.4 - The Receiving Party agrees to take all commercially reasonable steps to make sure that all its Representatives, and/or other parties to whom the Receiving Party has been authorized by the Disclosing Party to disclose the Information according to article 2.1 above, who handle the Information for the purpose of the Evaluation do so in accordance with the confidentiality and usage provisions of this Agreement.

ARTICLE 3 - USAGE OF THE INFORMATION

3.1 - The Information obtained by the Receiving Party may only be used for the purpose of the Evaluation. Any other usage shall be subject to prior written permission from the Disclosing Party.

3.2 - The Information shall remain the exclusive property of the Disclosing Party. Disclosure may not in any event be considered or interpreted to grant any property right or operating license nor this Agreement may be considered as a commitment to enter into any other contract whatsoever.

As a result, the Receiving Party may not file any application for a patent relating to the product(s), or claim any right in any respect to the product(s), described in the Preamble of this Agreement and contained in the Information disclosed.

ARTICLE 4 - EXCEPTIONS

The provisions hereof shall not however apply to the information where the Receiving Party can prove:

that it was in the possession of the Receiving Party and/or its affiliated companies before disclosure by the Disclosing Party, or

that the information was in the public domain before disclosure by the Disclosing Party or that it came into the public domain subsequently without that being imputable to a fault of the Receiving Party, or

that the information is disclosed to the Receiving Party by a third party who to the best of Receiving Party's knowledge has no direct or indirect secrecy obligation to the Disclosing Party with respect to the Information, or

that the information is independently developed by the Receiving Party without reference to or reliance upon the Disclosing Party's Information and/or its affiliated companies.

is required to be disclosed by the Receiving Party to comply with applicable laws or governmental regulations ; provided that, to the extent permitted by applicable law, the Receiving Party provides prompt written notice of such disclosure to the Disclosing Party and takes reasonable and lawful actions to avoid and/or minimize the extent of such disclosure or seek confidential handling of such information, all at the cost and expense of Disclosing Party.

ARTICLE 5 - TERM

5.1 - This Agreement shall come into force on 18th of June and remain in force up for a period of three years.

5.2 - The confidentiality and restricted use obligations set forth herein shall last for five (5) years from the Effective Date.

ARTICLE 6 - RETURN

The Receiving Party shall, upon the written request and at the expense of the Disclosing Party, promptly return to the Disclosing Party or destroy (as directed by the Disclosing Party) all drawings, documents and other tangible manifestations of Information of the Disclosing Party in its possession or control and no Information shall thereafter be retained in any form by the Receiving Party. The Receiving Party shall be fully responsible for the return or destruction of all Information disclosed to its Representatives. The Recipient may retain one copy of any Information in a secure location for the purpose of determining its obligations hereunder and for record-keeping purposes.

ARTICLE 7 - APPLICABLE LAW

This Agreement shall be governed by the laws of Belgium.

ARTICLE 8 - DISPUTES

In the event of any disputes relating to the interpretation or performance hereof, the parties shall endeavor to solve them amicably.

Any persistent disagreement shall be submitted to the court of Brussels, Belgium.

ARTICLE 9 - MISCELLANEOUS

9.1 This Agreement supersedes all prior agreements, written or oral, between the Disclosing Party and the Receiving Party relating to the subject matter of this Agreement. This Agreement may not be modified, changed or discharged, in whole or in part, except by an agreement in writing signed by the Disclosing Party and the Receiving Party.

9.2 This Agreement will be binding upon and inure to the benefit of the parties hereto and their respective heirs, successors and assigns.

9.3 The provisions of this Agreement are necessary for the protection of the business and goodwill of the parties and are considered by the parties to be reasonable for such purpose. The Receiving Party agrees that any breach of this Agreement will cause the Disclosing Party substantial and irreparable damages and, therefore, in the event of any such breach, in addition to other remedies which may be available, the Disclosing Party shall have the right to seek specific performance and other injunctive and equitable relief. No failure or delay by a Party in exercising any right, power or privilege hereunder shall operate as a waiver thereof, nor shall any single or partial exercise thereof preclude any other or further exercise thereof or the exercise of any right, power or privilege .

Executed in two (2) original counterparts, one (1) for each party.

For: "Sole"
In: LLN, Belgium
Date: 18 June 2024
Signature:

For: "Yours Custom Shoes"
In:
Date:
Signature:

D.3 NDA du Jurisclub

14/10/2024

LLN JURIS CLUB
AIDE ET CONSEILS JURIDIQUES

Accord de confidentialité

Chaussures de sport pour enfant à semelles interchangeables

SOLE

LLN JURIS CLUB
AIDE ET CONSEILS JURIDIQUES

Sommaire

1. Accord de confidentialité entre parties **2**
Préambule 2
Article 1. Objet 2
Article 2. Définitions 3
Article 3. Obligations de confidentialité 3
Article 4. Limites aux engagements de confidentialité 5
Article 5. Propriété intellectuelle 5
Article 6. Clause indemnitaire 6
Article 7. Restitution et destruction des Informations Confidentielles 6
Article 8. Durée et entrée en vigueur 6
Article 9. Dispositions générales 7
Article 10. Droit applicable et litiges 7
Article 11. Titres 7
Article 12. Clause salvatrice 8
Article 13. Force majeure 8

1. Accord de confidentialité entre parties

ENTRE LES SOUSSIGNÉS

Mahaut DEBROUX, née le 06/05/2002 à Uccle et demeurant à Rue d'Odenge 3, 1360 Orbais, ,
Victor DELBRASSINNE, né le 20/07/2001 à Bruxelles et demeurant à 75 rue de fleurus , 5030 Sauvenière, et
Maxime VERWILGHEN, né le 02/07/2001 à Cocody et demeurant à 110 avenue Lambeau, 1200 Bruxelles,
agissant conjointement,

ET

La société (SAS) Décathlon , dont le siège est à Lille, et ici valablement représentée par :
{ }

Ensemble dénommés les « **Parties** », et individuellement la « **Partie** ».

IL EST CONVENU CE QUI SUIT :

Préambule

Les Parties au présent accord de confidentialité (ci-après l'« Accord ») ont pour objectif de coopérer dans le cadre d'un projet entrepreneurial dénommé «Sole» visant à concevoir une chaussure de sport pour enfant à semelles interchangeables afin de pratiquer plusieurs disciplines sportives avec une seule paire. Dans le cadre de ce Projet, les Parties sont amenées à s'échanger un savoir-faire, des informations et des documents.

Le présent Accord vise à garantir la confidentialité desdits échanges.

Les termes contenus dans la Convention doivent être entendus en leur sens épicène, de sorte qu'ils englobent toutes les identités de genre.

Article 1. Objet

Le présent Accord a pour objet de définir les différentes modalités de communication d'informations entre les Parties et de fixer les règles relatives à la protection et à l'utilisation des informations confidentielles que les Parties s'échangeront dans le cadre du Projet, et de formaliser l'engagement du Récepteur à maintenir la confidentialité des Informations Confidentielles fournies par le Divulgateur.

Article 2. Définitions

Au sens du présent Accord, les termes et expressions suivants, utilisés au singulier comme au pluriel, auront la signification suivante :

- « **Accord** » : le présent accord de confidentialité dont l'objet est déterminé à l'article 1 ;
- « **Divulgateur** » : Partie propriétaire d'une (d')Information(s) Confidentielle(s) qu'elle transmet à l'autre Partie ;
- « **Récepteur** » : Partie(s) qui reçoi(ven)t l'(les) Information(s) Confidentielle(s) du Divulgateur ;
- « **Projet** » : Sole créé 15/9/2023 ;
- « **Informations Confidentielles** » : désigne, l'ensemble des informations, communications et données échangées dans le cadre du Projet ou de sa mise en oeuvre, y inclus celles qui s'y rapportent qu'indirectement, de toute nature (notamment technique, scientifique, économique, financière, commerciale, comptable, ainsi que tout plan, étude, prototype, matériel, audit, données expérimentales et de tests, dessins, représentation graphiques, spécification, savoir-faire, expérience, logiciels et programmes). Ces informations peuvent être communiquées par tous moyens et sous toutes formes (orales, écrites ou fixées sur tout support), sans limitation.
- « **Collaborateur** » : désigne l'ensemble des personnes ayant une implication au sein du Projet ou de sa mise en œuvre, et qui, pour atteindre ce but, ont connaissance, utilisent ou stockent des Informations Confidentielles, conformément au présent Accord.

Article 3. Obligations de confidentialité

1. Le Récepteur s'engage à observer et faire observer la plus stricte confidentialité à l'égard des Informations Confidentielles et à prendre toutes les mesures nécessaires pour en préserver la confidentialité, à l'égard de toute autre personne physique ou morale. Les Parties conviennent que la présente clause constitue un élément substantiel de l'Accord.

2. À cet effet, le Récepteur s'engage à :

    - ce que les Informations Confidentielles soient protégées et gardées confidentielles, notamment en sécurisant les supports électroniques et autres sur lesquels sont conservées ces informations ;

    - ce que les Informations Confidentielles reçues soient traitées avec le même degré de précaution et de protection que celui accordé à ses propres Informations Confidentielles ;

- ne pas utiliser les Informations Confidentielles dans un but autre que la mise en place et/ou l'exécution du Projet ;

- ne révéler les Informations Confidentielles qu'aux Collaborateurs après avoir sollicité l'accord écrit, exprès et préalable du Divulgateur ;

- prendre toutes les mesures nécessaires pour que tous les Collaborateurs qui auront accès aux Informations Confidentielles, s'engagent à traiter ces dernières avec le même degré de confidentialité que celui résultant de l'Accord ;

- signaler le caractère confidentiel des Informations Confidentielles à tous les Collaborateurs dès la communication de ces Informations Confidentielles ;

- rappeler le caractère confidentiel des Informations Confidentielles préalablement à toute réunion au cours de laquelle des Informations Confidentielles seront communiquées ;

- maintenir les formules de droit d'auteur, de confidentialité, d'interdiction de copie sauf si cela est strictement nécessaire au Projet, ou toutes autres mentions de propriété ou de confidentialité, figurant sur les différents éléments communiqués, qu'il s'agisse des originaux ou des copies. Toute copie sera la propriété exclusive du Divulgateur ;

- obtenir un engagement formel de confidentialité de la part de tous les Collaborateurs avant toute communication d'Informations Confidentielles. Dans ce sens, le Récepteur est responsable de toute divulgation d'Informations Confidentielles faite par ces derniers.

3. En outre, le Récepteur s'interdit :

    - toute divulgation quelle qu'elle soit, à quelque tiers que ce soit des Informations Confidentielles ;

    - d'utiliser et/ou d'exploiter en tout ou en partie les Informations Confidentielles à d'autres fins que la mise en place et/ou l'exécution du Projet, notamment pour son propre compte, sauf autorisation écrite du Divulgateur ;

    - d'effectuer des copies, reproductions ou duplications de tout ou partie des Informations Confidentielles, sauf accord écrit exprès et préalable du Divulgateur.

4. Tout autre document parvenant au Récepteur après l'entrée en vigueur du présent contrat doit automatiquement être considéré comme confidentiel, à l'exception de ceux relevant de l'article 4 de l'Accord.

5. Le Récepteur s'engage à obtenir l'accord écrit exprès et préalable du Divulgateur avant toutes transmissions d'Informations Confidentielles à ses Collaborateurs.

Article 4. Limites aux engagements de confidentialité

Il est expressément convenu que les informations suivantes ne constituent pas des Informations Confidentielles :

- les informations expressément désignées de manière écrite et préalable comme étant non-confidentielles par le Divulgateur ;

- les informations dont le Récepteur a pu en avoir légitimement connaissance avant leur communication par le Divulgateur, à condition que celui-ci en rapporte la preuve ;

- les informations qui appartiennent au domaine public avant leur date de communication par le Divulgateur ou qui deviendraient publiques par la suite, sans faute de la part du Récepteur, et sans qu'il n'y ait eu violation d'une obligation de confidentialité ;

- les informations reçues ou divulguées licitement par un Collaborateur, sans qu'il n'y ait eu violation d'une obligation de confidentialité;

- les informations développées par ou pour le Récepteur de manière indépendante, sans accès aux Informations Confidentielles ;

En outre, le Récepteur est en droit de divulguer les Informations Confidentielles si cette divulgation est requise par une obligation légale, par une décision de justice ou administrative, ou encore pour défendre ses droits dans le cadre d'une procédure judiciaire. Cette exception est d'interprétation stricte.

En cas d'obligation légale par une décision de justice ou administrative, en cas de défense de ses droits dans le cadre d'une procédure judiciaire, le Récepteur devra notifier ladite obligation préalablement au Divulgateur afin que ce dernier puisse prendre toutes les mesures pour limiter le dommage découlant de la divulgation des Informations Confidentielles.

Dans l'éventualité où une partie et/ou un élément seulement d'une Information Confidentielle viendrait à se trouver dans une des exceptions mentionnées ci-dessus, la partie non concernée de l'Information Confidentielle continuera de bénéficier de la protection du présent Accord.

Article 5. Propriété intellectuelle

1. La transmission des Informations Confidentielles par le Divulgateur au Récepteur n'implique en rien une cession des droits intellectuels à celui-ci, sauf accord exprès, écrit et préalable du Divulgateur autorisant la cession de ces droits intellectuels.

2. Les droits d'auteur relatifs aux données, études, documents et plans établis par le Récepteur au cours des contacts préliminaires et missions confiées par le Divulgateur, sont automatiquement transmis à ce dernier. Cette cession a pour but de protéger les droits intellectuels du Divulgateur à l'égard de ses Informations Confidentielles.

Article 6. Clause indemnitaire

Toute violation ou inexécution partielle ou totale par l'une ou l'autre des Parties d'une des obligations découlant du présent Accord entraîne l'obligation pour celle des Parties dont il est fait la preuve qu'elle a commis ladite violation ou inexécution de payer à sa cocontractante une somme de 50.000€ par violation constatée et ce sans préjudice de toute action en indemnisation des préjudices afférents intentée par la Partie qui s'estime lésée.

Article 7. Restitution et destruction des Informations Confidentielles

1. En cas de renonciation du Récepteur au Projet, celui-ci s'engage à restituer spontanément, dans un délai de quatre (4) jours après la notification de la renonciation par le Récepteur, l'ensemble des Informations Confidentielles qui lui ont été transmises sur support physique ou dématérialisé, sans qu'il en soit conservé une quelconque copie.

2. En cas d'abandon du Projet par les deux Parties, les Informations Confidentielles seront spontanément détruites ou restituées dans un délai de quatre (4) jours après le constat de l'abandon du Projet par les deux Parties , sans qu'il n'en soit conservé de copie, que ce soit sur support papier ou support dématérialisé.

3. Le Récepteur s'engage à restituer ou détruire toute Information Confidentielle, ou partie de celle-ci, sous quelque forme que ce soit, dès le moment où le Divulgateur en fait la demande.

Article 8. Durée et entrée en vigueur

1. L'Accord entrera en vigueur le jour de sa signature par toutes les Parties.

2. L'Accord s'impose aux Parties pour toute la durée du Projet et jusqu'à dix (10) ans après qu'il ait pris fin.

3. l'Accord s'impose aux Parties jusqu'à dix (10) ans après qu'il ait pris fin, en cas de non-labellisation du Projet, de renonciation au Projet par l'une des Parties, ou d'abandon du Projet par toutes les Parties, pour quelle cause que ce soit. Si l'une des Parties décide

de ne pas être ou continuer à être impliquée dans le Projet avec l'autre Partie, elle en avisera immédiatement l'autre Partie par écrit.

Article 9. Dispositions générales

1. Chaque Partie est indépendante et agit en son nom propre et sous sa seule responsabilité. Sauf mandat exprès, chaque Partie s'interdit donc de prendre un engagement au nom et pour le compte de l'autre et demeure en outre intégralement responsable de son fait personnel, de ses prestations, de ses produits et services.

2. L'Accord a été conclu par chaque Partie en considération de la personne de l'autre Partie et ne pourra en aucun cas faire l'objet d'une cession, totale ou partielle, à titre onéreux ou gratuit, par l'une des Parties sans l'accord écrit et préalable de l'autre Partie.

3. Les Parties sont convenues d'exécuter leurs obligations de bonne foi.

4. Les Parties conviennent réciproquement que le fait pour l'une d'entre elles de tolérer une violation ou une inexécution partielle ou totale d'une des obligations du présent Accord n'a pas pour effet d'accorder à l'autre Partie des droits acquis. Une telle tolérance ne peut être interprétée comme une renonciation à faire valoir les droits en cause. La renonciation n'est effective que si elle est donnée par écrit par la Partie renonçant à ses droits.

5. Le Récepteur s'assure, dans un délai de 14 jours après la réception de l'Accord, qu'il comprend parfaitement le caractère confidentiel des Informations Confidentielles reçues. En cas de doute, le Récepteur s'engage à s'informer auprès du Divulgateur quant à l'exactitude ou l'exhaustivité des Informations Confidentielles et à poser toutes les questions pertinentes pour sa bonne compréhension du Projet.

Article 10. Droit applicable et litiges

L'Accord est régi, tant pour les règles de fond que de forme, par le droit belge. Tout litige relatif à l'Accord relèvera de la compétence exclusive des tribunaux belges relevant de l'arrondissement judiciaire de Bruxelles.

En cas de différend lié à l'exécution, l'interprétation, ou tout autre différend relatif à l'Accord, les Parties s'efforceront, avant toute saisine d'une juridiction judiciaire, d'entamer des discussions de bonne foi en vue de résoudre le différend à l'amiable. En cas d'échec constaté par les Parties au terme d'un délai de soixante (60) jours à partir de la première réclamation, elles s'en remettront aux tribunaux belges.

Article 11. Titres

Les titres ou expressions explicatives qui figurent en en-tête des différents articles sont uniquement insérés pour faciliter la lecture. Ils ne font pas partie intégrante de l'Accord et ne définissent, limitent ou décrivent nullement la portée ou le contenu des articles auxquels ils se rapportent.

Dès lors, en cas de difficultés d'interprétation entre un titre et le contenu d'une clause, les titres seront considérés comme inexistants.

Article 12. Clause salvatrice

Si un article, un paragraphe ou une stipulation du présent Accord s'avère être nul, non valable ou non exécutable, cette nullité n'affecte en rien les autres articles, paragraphes ou stipulations de l'Accord. En outre, les Parties se concertent mutuellement afin d'arrêter une stipulation de substitution la plus proche possible en termes de contenu et de portée de la stipulation jugée nulle, non valable ou non exécutable, en tenant compte de l'intention des Parties au présent Accord.

Article 13. Force majeure

En cas de force majeure ou de cas fortuit rendant l'exécution du contrat par une des Parties impossible, aucune des Parties ne pourra être tenue pour responsable de la non-exécution totale ou partielle de ses obligations ; les obligations des Parties seront en outre suspendues jusqu'à la notification de la fin de l'événement.

La Partie ayant été frappée par de tels événements devra informer au plus vite l'autre Partie de la survenance de ces événements. Les Parties s'engagent à tout mettre en œuvre afin de réduire l'obstacle empêchant la bonne exécution du contrat.

Si ces circonstances se prolongent au-delà de 3 à 6 mois, chacune des Parties se verra attribuer le droit de se dégager de l'Accord par simple notification écrite, sans devoir demander sa résolution à un tribunal. Cette action ne pourra donner lieu à des dommages et intérêts.

Le présent Accord intègre l'ensemble des dispositions dont ont convenu les Parties, et se substitue à toute précédente communication, démarche ou disposition, orale ou écrite, entre les Parties, concernant l'objet des présentes obligations.

Fait à Bruxelles,

Le 14/10/2024,

En 2 exemplaires originaux dont 1 exemplaire est remis à chaque Partie, reconnaissant l'avoir reçu.

Précéder la signature des mentions « Lu et approuvé ».

Signé par DEBROUX Mahaut en sa qualité de Co-fondatrice

Lu et approuvé,



Signé par DELBRASSINNE Victor] en sa qualité de Co-fondateur

Lu et approuvé,



Signé par VERWILGHEN Maxime en sa qualité de Co-fondateur.

Lu et approuvé,



Signé par [ ] en sa qualité de [ ]

Une partie des reformulations textuelles et de la vérification linguistique a été réalisée à l'aide de l'outil ChatGPT développé par OpenAI, utilisé comme support d'assistance rédactionnelle et non comme source de contenu ou de données OpenAI, *2024.*