

Conception d'une Base de Connaissances pour une Application de Gestion Sportive Personnalisée et Non-Assistée par IA pour l'Athlète Vétérain Multisports

I. Principes Fondamentaux pour l'Athlète Vétérain Multisports

La pratique sportive chez l'athlète vétérain, engagé dans des disciplines aussi diverses et exigeantes que le football, le triathlon, le trail, la musculation à domicile et l'assouplissement, requiert une approche sophistiquée. Cette approche doit privilégier la longévité, une récupération optimisée et une planification intelligente de l'entraînement, plutôt qu'une simple accumulation de volume ou d'intensité. La base de connaissances pour une application de gestion sportive personnalisée doit donc reposer sur des principes solides, adaptés aux spécificités de cette population.

A. Stratégies de Périodisation Avancées

La périodisation est une méthode systématique de variation de la charge et de l'orientation de l'entraînement au fil du temps, visant à optimiser la performance et à prévenir le surentraînement. Pour un athlète vétérain multisports, la périodisation ne se limite pas à atteindre un pic de forme pour un événement unique, mais à gérer une condition physique durable face à des sollicitations variées.

Cycles de Périodisation :

La planification de l'entraînement s'articule classiquement autour de trois niveaux de cycles emboîtés :

Macrocycles (Plan Annuel) : Ils définissent les objectifs généraux de l'année, comme une saison de football ou un triathlon majeur. Un plan annuel est souvent subdivisé en plusieurs macrocycles, mésocycles et microcycles. Pour un athlète multisports, il est pertinent d'envisager des macrocycles multiples, potentiellement chevauchants, chacun avec un accent sportif principal (par exemple, "Préparation Saison Football", "Construction Triathlon"). La base de données de l'application devra permettre la définition de ces macrocycles distincts.

Mésocycles (Blocs de quelques semaines à quelques mois) : Chaque mésocycle est axé sur le développement de qualités physiques spécifiques, telles que l'endurance aérobie, la force spécifique à un sport ou la vitesse. La littérature scientifique décrit des mésocycles visant à développer des qualités particulières. Chaque mésocycle doit avoir un objectif d'adaptation prioritaire (par exemple, "Triathlon : Base Aérobie", "Football : Force/Puissance"). Le système devra permettre d'associer des types d'entraînement spécifiques à ces objectifs.

Microcycles (Plan Hebdomadaire) : Ils représentent le programme d'entraînement effectif d'une semaine et constituent l'unité de planification la plus courante. La génération automatisée des microcycles sera une fonction centrale de l'application, guidée par les objectifs du mésocycle, l'état de récupération et les événements à venir.

Modèles de Périodisation :

Plusieurs modèles de périodisation peuvent être envisagés :

Périodisation Linéaire (ou Traditionnelle) : Caractérisée par une augmentation progressive de l'intensité et une diminution du volume au fil du temps. Ce modèle est souvent utilisé pour construire une base fondatrice solide.

Périodisation Ondulatoire (Non-Linéaire) : Implique des variations plus fréquentes de l'intensité et du volume au sein d'un microcycle ou d'un mésocycle. Ce modèle peut s'avérer particulièrement utile pour les athlètes multisports afin de gérer la fatigue issue de différents types de sollicitations.

Périodisation par Blocs : Consiste en des blocs d'entraînement concentrés sur des capacités spécifiques. Peut être utilisée sur de courtes périodes pour cibler une faiblesse ou se préparer à une exigence particulière.

Périodisation Inversée : Priorise l'intensité avant le volume, parfois utilisée par les athlètes d'endurance ayant une base solide. Ce modèle peut être moins adapté à un athlète vétérans multisports en raison du risque de blessure plus élevé lié à une haute intensité précoce, à moins d'une gestion très prudente.

Considérations Saisonnières :

La périodisation saisonnière aligne l'orientation de l'entraînement avec les saisons (par exemple, force/puissance en hiver, endurance en été). Cette approche peut servir de cadre de haut niveau pour le macrocycle. La base de données pourrait utiliser les saisons comme modèle pour structurer les macrocycles, influençant ainsi le type de mésocycles planifiés.

Intégration Multisports et Hiérarchisation :

Le défi majeur réside dans l'intégration des exigences concurrentes et des besoins de récupération du football (intermittent, impacts élevés), du triathlon (endurance volumineuse), du trail (endurance spécifique, charge excentrique) et de la musculation. Une approche de périodisation hiérarchique s'impose. Cela signifie qu'à un moment donné, un sport ou une qualité physique est priorisé dans le mésocycle, tandis que les autres sont maintenus ou développés à une intensité/volume plus faible. Tenter de progresser intensément dans toutes les disciplines simultanément est une voie directe vers le surentraînement et la blessure, surtout pour un athlète vétérans. La notion de "maintien" est cruciale pour les sports non prioritaires durant un mésocycle donné. Le système devra donc permettre à l'utilisateur de définir un "Sport/Qualité Prioritaire" pour chaque mésocycle. Les règles d'entraînement pour les autres sports basculeront alors par défaut vers des protocoles de "Maintien" ou de "Développement à Faible Volume".

B. Optimisation de la Gestion de la Charge et de la Récupération pour la Longévité

Une gestion rigoureuse de la charge d'entraînement et une récupération adéquate sont fondamentales pour assurer la progression à long terme et minimiser les risques de blessures chez l'athlète vétérans.

Quantification de la Charge d'Entraînement :

Charge Interne : La méthode la plus simple et efficace est le RPE (Rate of Perceived Exertion, ou perception de l'effort) multiplié par la durée de la séance (sRPE). Chaque séance enregistrée devra comporter une valeur RPE, permettant au système de calculer la charge de la séance.

Charge Externe : Paramètres objectifs tels que la distance, la vitesse, la puissance (vélo), le poids soulevé (musculature). L'application devra permettre l'enregistrement des paramètres clés de charge externe pertinents pour chaque sport.

Ratio de Charge Aiguë/Chronique (ACWR) :

L'ACWR, rapport entre la charge aiguë (par exemple, des 7 derniers jours) et la charge chronique (par exemple, des 28 derniers jours), est un indicateur clé pour la gestion du risque de blessure. Des valeurs comprises entre 0.8 et 1.3 sont généralement considérées comme optimales. Un ratio inférieur à 0.8 peut indiquer un sous-entraînement, tandis qu'un ratio supérieur à 1.5 suggère un risque accru de surentraînement ou de blessure.

Ce ratio constitue une règle puissante et non basée sur l'IA pour une programmation adaptative. Si l'ACWR dépasse un seuil défini (par exemple, 1.3), le système devrait automatiquement suggérer une réduction de la charge planifiée pour le microcycle suivant ou signaler les séances à haut risque. Cette approche répond directement au besoin de gestion automatique basée sur des connaissances établies. Le système calculera la charge aiguë hebdomadaire et la charge chronique glissante sur quatre semaines, puis l'ACWR. Si l'ACWR dépasse le seuil défini par l'utilisateur (par exemple, 1.3), la charge totale planifiée pour la semaine suivante sera plafonnée ou réduite d'un pourcentage X, ou les séances à haute intensité seront signalées pour révision.

Indicateurs de Récupération :

Variabilité de la Fréquence Cardiaque (VFC) : Mesure de l'équilibre du système nerveux autonome, indiquant l'état de récupération.

L'application permettra une saisie quotidienne de la VFC. Si la VFC est significativement inférieure à la ligne de base (définie par l'utilisateur ou calculée sur une moyenne glissante), la journée sera signalée pour une modification potentielle de l'entraînement (par exemple, réduction de l'intensité, suggestion de récupération active).

Bien-être Subjectif : Utilisation d'indices comme le Hooper (sommeil, fatigue, stress, courbatures). Une saisie quotidienne des scores subjectifs sera possible. Si le score total dépasse un seuil (par exemple, un score supérieur à 16 sur l'échelle de Hooper indique une dégradation de l'état de forme), une modification de l'entraînement sera signalée.

Semaines de Décharge/Récupération : Essentielles pour l'adaptation et la prévention du surentraînement, typiquement toutes les 3-4 semaines. Il est suggéré de diviser le volume par deux lors de ces semaines. Après 2-3 microcycles de "charge", le système programmera automatiquement un microcycle de "décharge" avec une charge d'entraînement totale réduite de 40-50% (principalement via la réduction du volume).

Sommeil : Facteur critique de récupération, particulièrement pour les athlètes masters. Un objectif de 7-9 heures de sommeil de qualité est recommandé. L'application permettra d'enregistrer la durée et la qualité du sommeil. Un sommeil constamment médiocre sera signalé comme ayant un impact négatif potentiel sur la récupération et l'adaptation.

Principe de Continuité vs. Variété :

L'entraînement nécessite de la constance pour l'adaptation, mais aussi de la variété pour éviter les plateaux et l'épuisement mental. Pour l'athlète vétérane multisports, la "variété" devrait principalement provenir de la rotation de l'objectif du mésocycle (Sport/Qualité prioritaire) et des différences inhérentes entre les sports pratiqués. Une variation excessive au sein d'un mésocycle sportif spécifique, si une adaptation particulière est ciblée, peut entrer en conflit avec la "continuité" nécessaire pour des gains physiologiques spécifiques, surtout lorsque le temps est réparti entre de nombreuses activités. Le système doit donc s'assurer que si, par exemple, le "Développement de la PMA en Cyclisme" est l'objectif du mésocycle, les entraînements cyclistes maintiennent une orientation cohérente sur les zones d'intensité et la progression pertinentes, plutôt que de changer aléatoirement les types de séances chaque semaine au sein de ce bloc. La variété provient alors des entraînements de football ou d'une sortie trail qui fournissent un type de stimulus différent au cours de la même semaine. Les règles de sélection d'exercices du mésocycle devront donc prioriser les exercices conformes à l'objectif d'adaptation déclaré. La variation pourra être introduite au début de nouveaux mésocycles ou sous forme de séances secondaires moins intenses.

C. Efficacité de l'Entraînement Croisé : Synergies et Conflits dans un Régime Multisports

L'entraînement croisé (cross-training) offre de nombreux avantages, notamment un développement musculaire équilibré, une réduction du risque de blessures de surutilisation liées à une seule discipline, une amélioration de la condition physique générale et une fraîcheur mentale accrue. Pour cet utilisateur, les sports sont déjà définis ; les règles doivent donc gérer leurs interactions.

Conflits Potentiels et Gestion :

Des conflits peuvent survenir, tels que :

Un match de football à fort impact à proximité de longues sorties d'endurance (course/vélo).

Un entraînement de musculation lourd affectant la performance dans les séances techniques ou d'endurance.

Une fatigue cumulative due à plusieurs séances de haute intensité dans différents sports au cours d'une même semaine.

Il est à noter que certains athlètes professionnels évitent les sports à haut risque de blessure comme le football pendant leur saison de compétition principale, ce qui souligne la nécessité de règles contextuelles.

Le "moteur de règles" de l'application doit disposer d'un mécanisme de résolution des conflits ou de signalement basé sur le type et le moment de la séance. Par exemple, une séance de football à "forte

charge neuromusculaire" devrait créer une "fenêtre de récupération" pendant laquelle un entraînement de course à haute intensité ou de musculation lourde du bas du corps serait déconseillé ou régulé à la baisse. Cela relève du défi principal de l'entraînement multisports. Catégoriser les types de séances en fonction de leur stress physiologique principal (par exemple, neuromusculaire, cardiovasculaire périphérique, métabolique, impact) peut aider à établir ces règles. Par exemple : "SI Match de Football (Stress SNC élevé, Impact élevé) le Jour X, ALORS Jour X+1 ne peut pas comporter de séance à Stress SNC/Impact élevé d'un autre sport." Ou "SI Musculation lourde du bas du corps le Jour Y, ALORS intensité de la séance de course du Jour Y+1 plafonnée à la Zone 2."

D. Adaptations Physiologiques et d'Entraînement Spécifiques à l'Athlète Vétéran

Les athlètes vétérans présentent des caractéristiques physiologiques qui nécessitent des ajustements spécifiques dans la programmation de l'entraînement.

Récupération Plus Lente : Les athlètes masters nécessitent généralement plus de temps de récupération entre les séances intenses. Par défaut, les périodes de récupération entre les séances de haute intensité devraient être plus longues (par exemple, 72 heures au lieu de 48 pour certains types), avec des options de dérogation par l'utilisateur basées sur ses retours subjectifs.
Importance de la Musculation : Cruciale pour maintenir la masse musculaire, la densité osseuse et la puissance, qui diminuent avec l'âge. Un travail à plus haute intensité et moindre volume peut être bénéfique. La musculation devrait être une composante constante (2-3 séances/semaine), même pendant les mésocycles axés sur l'endurance (charge de maintien).

Prévention des Blessures : Susceptibilité accrue aux blessures de surutilisation. Les augmentations de charge doivent être plus conservatrices (par exemple, <8-10% par semaine). La règle de l'ACWR est ici critique. Des décharges plus fréquentes pourraient être envisagées.

Mobilité et Souplesse : Diminuent souvent avec l'âge ; essentielles pour la prévention des blessures et le maintien de l'amplitude des mouvements. Des séances dédiées de mobilité/souplesse ou leur intégration dans les échauffements/retours au calme seront programmées.

Échauffement et Retour au Calme : Des échauffements et retours au calme plus longs et plus approfondis sont bénéfiques. Tous les entraînements générés devront inclure une phase d'échauffement et de retour au calme, avec une durée minimale recommandée mais ajustable.

Gestion de l'Intensité : Pour les athlètes vétérans, la gestion de l'"intensité" pourrait davantage reposer sur la fréquence et la durée des efforts intenses plutôt que sur l'intensité de pointe absolue, surtout dans les sports d'endurance, afin d'équilibrer stimulus et récupération. Bien qu'un travail à haute intensité puisse être bénéfique, maintenir des intensités de pointe très élevées de manière constante dans plusieurs sports peut être difficile pour la récupération des athlètes plus âgés. Se concentrer

sur des séances intenses de "qualité", peut-être moins nombreuses par semaine mais bien exécutées, et soutenues par un volume aérobique adéquat, pourrait être plus durable. Le système devrait plafonner le nombre de séances "Haute Intensité" par semaine pour l'ensemble des sports (par exemple, maximum 2-3), ce plafond étant plus conservateur pour les profils vétérans.

Le tableau suivant synthétise les paramètres de charge et de récupération pour guider les adaptations automatiques du programme pour un athlète vétéran multisports.

Tableau 1 : Paramètres de Charge et de Récupération pour l'Athlète Vétéran Multisports et Actions Suggérées

Paramètre	Zone Verte (Optimal)	Zone Jaune (Prudence – Surveiller/Modif. Légère)	Zone Rouge (Alerte – Repos/Modif. Significative)	Source Principale
ACWR (Ratio Charge Aiguë/Chronique)		0.8 – 1.3	1.31 – 1.49	
	> 1.5 ou < 0.8 (si prolongé)			
Variation VFC (vs. Ligne de Base)		+/- 5%	-6% à -10% ou +6% à +10%	
	< -10% ou > +10% (surtout si baisse soudaine)			
Score Bien-être Subjectif (Hooper)		< 12	12 – 16	> 16
Qualité/Durée Sommeil (vs. Objectif)		Atteint Légèrement	<	
Objectif (1-2 nuits)	Nettement < Objectif		>2 nuits consécutives)	
Temps depuis Dernière Séance H.I.		> 48-72h (selon type)		
24-48h (selon type et VFC/Bien-être)		< 24h (si VFC/Bien-être bas)		
Facteur Âge (Modificateur Général)		N/A		Appliquer prudence
accrue aux seuils		Appliquer prudence		accrue aux seuils

Logique d'action pour le tableau :

Zone Verte : Poursuivre le plan comme prévu, progression possible si autres indicateurs positifs.

Zone Jaune : Le système signale une prudence. Suggérer de surveiller attentivement les sensations. Peut proposer une légère réduction de l'intensité ou du volume de la prochaine séance clé, ou un accent sur la récupération active.

Zone Rouge : Le système signale une alerte. Suggérer fortement le repos ou une séance de récupération active très légère à la place de la séance intense planifiée. Réduire significativement la charge du microcycle. Si plusieurs paramètres sont en zone rouge, recommander un jour de repos complet.

II. Connaissances Spécifiques par Sport pour la Programmation Automatisée

Cette section détaille les connaissances nécessaires pour que la base de données génère des séances d'entraînement spécifiques à chaque sport, dans le cadre de la périodisation établie.

A. Football Vétéran

Exigences Physiologiques Clés et Risques de Blessures :

Exigences : Efforts intermittents de haute intensité (sprints, accélérations/décélérations), agilité, changements de direction,

force pour les contacts et duels, et une base aérobie pour la récupération entre les sprints et pour tenir la durée du match. Chez les vétérans, il s'agit de maintenir ces qualités avec une puissance explosive potentiellement réduite et une récupération plus lente.

Risques de Blessures : Lésions des ischio-jambiers, blessures du LCA/genou, entorses de la cheville, contusions musculaires, commotions cérébrales, blessures de surutilisation comme la tendinopathie rotulienne ou les douleurs lombaires dues à des actions répétitives ou à un déconditionnement. Les vétérans peuvent avoir des conditions préexistantes.

Structure d'Entraînement Hebdomadaire (Équilibre Technique/Tactique et Préparation Physique) :

La plupart des équipes vétérans s'entraînent 1 à 2 fois par semaine, plus un match. La préparation physique doit donc être efficace.

Le modèle de Périodisation Tactique est très pertinent. Il structure la semaine en fonction du jour de match (JM) :

JM+1/JM+2 : Récupération (active ou passive). La "Dominante Récupération Active" est suggérée à JM+2.

JM-4/JM-3 : Charge physique plus élevée (par exemple, Force/Endurance). JM-4 est décrit comme "Dominante Puissance Aérobie", JM-3 comme "Dominante Force".

JM-2 : Vitesse/Explosivité. JM-2 est décrit comme "Dominante Vitesse".

JM-1 : Activation/Faible Charge/Tactique. Décrit comme "Préparation à la Compétition".

La base de données devrait utiliser un modèle de périodisation tactique pour les semaines de football. Les types de séances (force, endurance, vitesse) sont attribués en fonction des jours par rapport au match.

Règles de Périodisation (par exemple, intersaison, pré-saison, focus en saison) :

Intersaison : Mettre l'accent sur la condition physique générale, corriger les faiblesses, PPG (Préparation Physique Générale). Charge spécifique au football réduite, plus d'entraînement croisé. Les mésocycles d'intersaison en football prioriseront la "Préparation Physique Générale" (PPG) et la "Base de Force", avec un minimum de football tactique/technique.

Pré-saison (4-6 semaines) : Augmenter progressivement l'intensité et le volume spécifiques au football. Développer la puissance aérobie, la vitesse, l'agilité et l'endurance spécifique au jeu. Introduire des matchs amicaux. Un plan de pré-saison sur 4 semaines est structuré en Introduction, Développement, Maintien/Affûtage. Les mésocycles de pré-saison progresseront de "Capacité Aérobie & Force Générale" à "Puissance Aérobie & Force/Puissance Spécifique" puis à "Vitesse & Simulation de Match".

En saison : Maintenir la condition physique, se concentrer sur la récupération, préparation tactique pour les matchs. Charge physique gérée avec soin autour des matchs. Les mésocycles en saison prioriseront la "Performance en Match" et la "Récupération".

L'entraînement physique suivra les microcycles de périodisation tactique.

Logique de Microcycle Type (basée sur la Périodisation Tactique) :

Jour de Match (JM) : Enregistrer les détails du match (durée, RPE, résultat).

JM+1 (par exemple, Dimanche si match le Samedi) : Repos ou récupération active très légère (par exemple, marche, vélo léger).

Règle : Pas d'entraînement à haute intensité.

JM+2 (par exemple, Lundi) : Récupération Active. Faible intensité, travail tactique de faible complexité, ou entraînement croisé aérobie léger. Règle : Focus sur la qualité du mouvement, RPE bas.

JM+3 (par exemple, Mardi – 1er entraînement collectif) : Focus Force. Exercices intenses et discontinus, petits espaces, accélérations, changements de direction. Règle : Haute intensité, courte durée, focus sur la production de force. (Cela pourrait être une séance en salle ou de la force sur le terrain).

JM+4 (par exemple, Mercredi) : Focus Endurance/Puissance Aérobie (si pas de match en milieu de semaine). Grands espaces, durée plus longue, plus proche de l'intensité du match. Règle : Volume plus élevé, intensité soutenue. (Ou ce jour pourrait être une journée d'endurance axée triathlon/trail).

JM-2 (par exemple, Jeudi – 2ème entraînement collectif) : Focus Vitesse/Explosivité. Grande vitesse de prise de décision/exécution, exercices courts et intenses, récupération réduite. Règle : Vitesse maximale, faible volume, récupération plus longue entre les répétitions.

JM-1 (par exemple, Vendredi) : Activation/Pré-match. Faible intensité, faible complexité, focus sur les automatismes, coups de pied arrêtés. Règle : Charge très faible, focus sur la préparation mentale et la vivacité.

Pour un athlète vétérans pratiquant également le triathlon et le trail, le jour "Dominante Puissance Aérobie" (JM-4 ou JM+3 selon le calendrier) du microcycle de football pourrait être stratégiquement remplacé par une séance d'endurance clé de son plan de triathlon/trail. Alternativement, la séance de football elle-même devrait être soigneusement calibrée si une séance d'endurance est également prévue ce jour-là ou le lendemain. Le système nécessite des règles pour gérer cette surcharge potentielle. Une séance complète de "puissance aérobie" en football, suivie de près par une longue sortie à vélo en triathlon, pourrait être excessive pour un vétérans. Le jour "Force" (JM+3) pourrait être mieux adapté à une séance de musculation en salle bénéficiant à tous les sports.

Règle : SI Microcycle Football ET JM-4 (ou JM+3) est "Puissance Aérobie" ET une séance "Endurance Clé" pour Triathlon/Trail est programmée à +/- 1 jour, ALORS signaler pour révision par l'utilisateur OU suggérer de réduire l'intensité/volume d'une séance OU prioriser la séance alignée avec l'objectif du mésocycle actuel.

B. Triathlon (Natation, Vélo, Course à Pied)

Phases de Périodisation (Base, Construction, Pic, Affûtage) :

Objectifs et Règles pour chacune :

Base (6-20+ semaines) : Développer la fondation aérobie, la technique et la force spécifique au sport. Intensité faible à modérée, augmentation progressive du volume. Règle : La phase de

base priorise le volume en Z2 (aérobie) dans les trois disciplines. Les exercices techniques sont importants en natation. La musculation se concentre sur la force générale.

Construction/Pré-compétition (4-10 semaines) : Augmenter l'intensité, les entraînements spécifiques à la course, le tempo, le seuil. Le volume peut se stabiliser ou diminuer légèrement. Règle : La phase de construction introduit des intervalles en Z3/Z4. Les longues sorties vélo/course se rapprochent des éléments de distance de course. Les séances enchaînées (brick) deviennent plus fréquentes et spécifiques.

Pic (2-3 semaines) : Intensité la plus élevée, efforts au rythme de course. Volume considérablement réduit. Focus sur l'affûtage. Règle : La phase de pic comprend des intervalles courts à haute intensité (Z5) et des simulations de course à l'allure cible. Volume global faible.

Affûtage (Tapering) (1-3 semaines) : Maintenir l'intensité, réduire considérablement le volume et la fréquence. Règle : La phase d'affûtage réduit la durée et la fréquence des entraînements, conserve quelques courtes séquences d'intensité. Affûtages plus longs pour les courses plus longues.

Transition/Intersaison : Récupération active, entraînement croisé, focus sur le repos et la régénération. Règle : Activités à faible intensité, non structurées, axées sur le plaisir et la récupération.

Règles des Paramètres d'Entraînement pour la Natation :

Technique : Éducatifs pour la position du corps, la respiration, l'efficacité. Règle : Inclure 1-2 séances de natation axées sur la technique par semaine, surtout en phase de Base.

Endurance : Augmenter progressivement la distance/durée. Règle : Progression de la nage longue basée sur le mésocycle, par exemple, +10% de distance par semaine en Construction, plafonnée à distance de course +10-20%.

Compétences en Eau Libre : Repérage, drafting. Règle : Si la course est en eau libre, programmer des séances de simulation en eau libre en Construction/Pic.

Intensité : Intervalles (par exemple, allure CSS, efforts V02max). Règle : Intensité basée sur le mésocycle (par exemple, Base : Z2 ; Construction : intervalles Z3/4 ; Pic : intervalles courts Z5).

Règles des Paramètres d'Entraînement pour le Cyclisme :

Endurance : Longues sorties, augmentation progressive de la durée. Règle : Progression de la sortie longue, par exemple, +15-30 min par semaine en Construction, jusqu'à 70-80% de la durée de course pour un Ironman.

Force (sur vélo) : Répétitions en côte, travail en force (gros braquet). Règle : Inclure des séances de vélo axées sur la force (côtes/résistance) 1x/semaine en Base/Construction.

Intensité : Intervalles de tempo, seuil, V02max. Règle : Structure des intervalles (durée, répétitions, repos) basée sur le mésocycle et la distance de course cible.

Règles des Paramètres d'Entraînement pour la Course à Pied :

Endurance : Longues courses, distance progressive. Règle :

Progression de la course longue, par exemple, +1-2km par semaine en Construction, jusqu'à 70-80% du temps de course pour un Ironman.

Intensité : Intervalles (piste, côtes), courses tempo. Règle : Similaire au cyclisme, structure des intervalles basée sur la phase et la distance de course.

Prévention des Blessures : Surfaces plus souples si possible, focus sur la technique. Règle : Signaler les jours de course à pied difficiles consécutifs excessifs, surtout pour les vétérans.

Règles d'Intégration des Séances Enchaînées (Brick) : Séances vélo-course.

Les séances enchaînées sont très importantes et leur fréquence augmente à l'approche de la course.

Règle : Programmer 1 séance enchaînée/semaine en phase de Construction, augmentant à 1-2 en phase de Pic. La durée de la course après le vélo commence courte (10-15 min) et peut augmenter pour les courses de plus longue distance.

C. Trail Running

Exigences Uniques (Terrain, Dénivelé, Durée) : Surfaces irrégulières, dénivelés importants (montées et descentes), durées souvent plus longues que les courses sur route. Nécessite une force, une stabilité et une habileté technique spécifiques.

Ajustements de Périodisation pour la Spécificité du Trail :

Base : Similaire à la route, construire la base aérobie. Introduire quelques sentiers faciles.

Construction : Augmenter le volume spécifique au trail, le gain d'altitude. Inclure des entraînements imitant le terrain et l'intensité de la course. Un mésocycle "Le spécifique" vise à reproduire les conditions de course.

Pic : Longues courses spécifiques à la course sur terrain similaire. Affûtage.

Règle : Les mésocycles de trail doivent inclure un objectif de dénivelé hebdomadaire. La sélection des exercices doit comprendre la pratique de la course en montée et en descente.

Règles pour Incorporer le Travail en Côte, le Terrain Technique et les Longues Courses :

Travail en Côte : Répétitions en côte (courtes et intenses pour la puissance ; plus longues pour la force/endurance). Règle : 1-2 séances en côte/semaine en phases de Construction/Pic pour un focus trail.

Terrain Technique : S'entraîner à courir sur des sentiers irréguliers, rocheux, avec des racines pour améliorer l'agilité et la proprioception. Règle : Au moins une course par semaine sur terrain technique si préparation pour une course de trail technique.

Longues Courses : Essentielles pour l'endurance. Souvent à un rythme plus lent que sur route en raison du terrain/dénivelé. Règle : Les longues courses de trail devraient être basées sur le temps plutôt que sur la distance pour les parcours très vallonnés/techniques. La progression doit tenir compte du gain d'altitude ainsi que de la durée/distance.

Course en Descente : Une pratique spécifique est nécessaire pour

développer la force excentrique et réduire le risque de blessure.

Règle : Incorporer des segments ou des exercices spécifiques de course en descente.

La course en trail, en particulier avec des composantes de descente importantes, impose une charge excentrique élevée, ce qui peut causer plus de dommages musculaires et nécessiter une récupération plus longue que la course sur terrain plat ou le cyclisme. Cela doit être pris en compte dans la planification hebdomadaire, en particulier pour un athlète vétérane, dont les processus de réparation peuvent être plus lents.

Règle : SI une course de trail comprend >X mètres de descente technique/raide OU dure >Y heures avec un dénivelé important, ALORS les 1-2 jours suivants devraient être programmés comme faible intensité ou repos, sans autres activités à fort impact ou à forte charge excentrique (par exemple, plyométrie, musculation lourde des jambes).

D. Musculation à Domicile

Phases de Périodisation et Règles de Progression :

Endurance de Stabilisation : Focus sur le gainage, la posture, la qualité du mouvement. Poids légers/poids du corps, répétitions plus élevées (par exemple, 12-20), tempo contrôlé. Règle : Phase initiale pour tout nouveau bloc de force, ou pour la récupération active.

Endurance de Force : Développer la capacité à maintenir la force. Super-séries courantes (par exemple, mouvement de force + mouvement d'endurance). Poids modéré, répétitions modérées (par exemple, 8-12). Règle : Bon pour la base de condition physique générale des athlètes d'endurance.

Hypertrophie/Développement Musculaire : Augmenter la taille des muscles. Poids modéré, 8-12 répétitions, focus sur le volume.

Règle : Peut être un focus en intersaison ou en début de base pour construire de la masse musculaire si nécessaire.

Force Maximale : Augmenter le 1RM. Poids lourd, faibles répétitions (par exemple, 1-6). Règle : Utiliser avec parcimonie pour l'athlète vétérane multisports, peut-être dans des blocs spécifiques, avec une excellente technique comme prérequis.

Puissance : Force x Vitesse. Poids modéré, mouvements explosifs, faibles répétitions (par exemple, 1-5). Règle : Important pour l'explosivité en football, et peut bénéficier à l'économie de course/cyclisme. Introduire après une base de force.

Un exemple de progression linéaire est : Semaines 1-4 : Base (12-15 répétitions légères), Semaines 5-8 : Force (8-10 répétitions modérées), Semaines 9-12 : Puissance (4-6 répétitions lourdes).

Règle : Le système devrait permettre la sélection d'une phase de force, qui dicte alors les paramètres par défaut de répétitions/séries/intensité pour les exercices. La progression peut être linéaire (augmenter le poids/les répétitions chaque semaine) ou ondulatoire (varier les objectifs de répétitions/intensité au sein de la semaine).

Logique de Sélection d'Exercices pour un Équipement Minimal (poids du corps, bandes, haltères légers) :

Mouvements Fonctionnels : Squat, Charnière (Hinge), Fente, Poussée

(Horizontale/Verticale), Tirage (Horizontal/Vertical), Porter, Gainage (Anti-extension, Anti-rotation, Anti-flexion latérale).
Exemples au Poids du Corps : Squats, fentes, pompes, planches, ponts fessiers, burpees, tractions (si barre disponible).
Exemples avec Bandes : Tirages élastique (pull-aparts), rows, marche en X, ponts fessiers, tractions assistées.
Exemples avec Haltères : Goblet squats, RDLs (Romanian Deadlifts), fentes, rows, développés, step-ups.
Le programme d'Athletic Training Performance propose des routines pour la proprioception, le gainage, les groupes musculaires spécifiques (ischios, quadriceps, mollets), la neuro-stimulation (puissance/coordination), et le postural, avec un équipement minimal (élastique, haltère/pack d'eau), ce qui est très pertinent.
Règle : La base de données d'exercices devrait être filtrable par : type de mouvement, équipement disponible, groupe musculaire cible, niveau de difficulté.
Règles pour les Séries, Répétitions, Repos et Progression de l'Intensité :

Séries/Répétitions : Déterminées par la phase d'entraînement (par exemple, Endurance : 2-3 séries de 15-20 répétitions ; Force : 3-5 séries de 4-8 répétitions).
Repos : Plus court pour l'endurance/hypertrophie (30-90s), plus long pour la force/puissance (2-5 min).
Intensité : RPE ou %1RM (si connu). Pour les entraînements à domicile, les "répétitions en réserve" (RIR) ou l'approche de l'échec peuvent être utilisées. Des techniques d'intensité pour équipement limité incluent des répétitions lentes, des répétitions partielles, des maintiens isométriques.
Progression : Augmenter les répétitions, les séries, le poids/la résistance (bande plus difficile, objet domestique plus lourd), diminuer le repos, augmenter la difficulté de l'exercice (pompes classiques à pompes déclinées).
Règle : Pour chaque exercice, définir des voies de progression. Par exemple : "SI 3x12 répétitions complétées à RPE 7 pendant 2 séances consécutives, ALORS augmenter le poids/la résistance OU progresser à 3x15 répétitions OU passer à une variation plus difficile."
E. Souplesse et Mobilité
Types d'Étirements et Leurs Règles d'Application :

Étirements Statiques : Maintenir un étirement pendant 15-60 secondes. Idéal après l'entraînement ou en séances séparées. Utilisés pour la récupération et regagner en souplesse. Règle : Inclure des étirements statiques pour les principaux groupes musculaires utilisés pendant l'entraînement lors du retour au calme. Maintenir 20-30s, 2-3 répétitions.
Étirements Dynamiques : Mouvements actifs sur toute l'amplitude du mouvement. Idéal avant l'entraînement dans le cadre de l'échauffement. Règle : Les échauffements devraient inclure 5-10 minutes d'étirements dynamiques ciblant les muscles qui seront utilisés lors de la séance à venir.
PNF (Facilitation Neuromusculaire Proprioceptive) : Techniques de contracté-relâché. Peut augmenter efficacement l'amplitude de mouvement. Nécessite souvent un partenaire ou une configuration

spécifique. Règle : Proposer le PNF comme option avancée pour des objectifs de souplesse spécifiques, avec des instructions claires. Étirements Actifs : Utiliser la contraction du muscle antagoniste pour étirer l'agoniste. Règle : Peut être incorporé dans les échauffements dynamiques ou les routines de mobilité spécifiques. Règles pour Intégrer la Souplesse dans le Programme Hebdomadaire :

Avant l'entraînement : Étirements dynamiques (5-10 min).

Après l'entraînement : Étirements statiques (5-15 min).

Séances Dédiées : Séances plus longues (20-30 min) 1-3 fois/semaine pour un travail ciblé de mobilité/souplesse, surtout les jours de repos ou faciles.

Règle : Le plan hebdomadaire devrait programmer au moins 2-3 créneaux dédiés à la souplesse/mobilité, en particulier si l'utilisateur signale une raideur ou a des antécédents de certaines blessures.

Le tableau suivant fournit un point de départ basé sur des règles pour que l'application remplisse les programmes hebdomadaires en fonction de l'orientation sportive et de la phase de périodisation sélectionnées.

Tableau 2 : Paramètres d'Entraînement Spécifiques par Sport et par Phase (Exemples de Défauts)

Sport	Phase de Périodisation	Paramètres Clés / Règles de Programmation	Sources Principales
Football	Pré-saison	Sem 1-2: Capacité aérobie, force générale. Sem 3-4: Puissance aérobie, force spécifique, vitesse. 2-3 séances/sem.	
En Saison	Périodisation	Tactique: JM+2 Récup Active; JM+3 Force; JM-4 Puiss. Aérobie; JM-2 Vitesse; JM-1 Activation. 1-2 entraînements + match. Charge physique adaptée.	
Natation	Base	2-3x/sem. Priorité technique (éducatifs). Volume Z2 principal. Longue distance +10% / 2 sem.	
Construction	3-4x/sem.	Intervalles Z3/Z4 (ex: 4x400m CSS). Longue distance +10% / sem. Séance OWS si applicable.	
Pic	2-3x/sem.	Intervalles Z5 courts (ex: 8x50m max). Volume réduit.	
Affûtage	1-2x/sem.	Volume très réduit, maintien de quelques intensités courtes.	
Vélo	Base	2-3x/sem. Sortie longue Z2 (+15-30min / 2sem). 1x séance force (côtes ou résistance).	
Construction	3-4x/sem.	Sortie longue Z2 (+15-30min / sem). 1-2x Intervalles Z3/Z4 (ex: 3x10min seuil).	
Pic	2-3x/sem.	Intervalles Z5 (ex: 5x3min V02max). Volume réduit. Simulation parcours.	
Affûtage	1-2x/sem.	Volume très réduit, maintien de quelques intensités courtes.	
Course	Base	2-3x/sem. Sortie longue Z2 (+1km / 2sem). Technique de course.	
Construction	3-4x/sem.	Sortie longue Z2 (+1-2km / sem). 1-2x Intervalles Z3/Z4 (ex: 6x800m seuil).	
Pic	2-3x/sem.	Intervalles Z5 (ex: 4x400m VMA). Volume réduit.	

Affûtage 1-2x/sem. Volume très réduit, maintien de quelques intensités courtes.

Trail Base Similaire à Course Base, introduire sentiers faciles. Objectif dénivelé faible.

Construction Augmenter volume trail, dénivelé hebdo cible. 1-2x séances côtes/terrain technique. Longue sortie trail (temps > distance).

Pic Sortie longue spécifique course. Affûtage similaire à course.

Muscu. Stab./End. 2-3x/sem. Poids corps/léger, 2-3 séries x 12-20 reps. Tempo contrôlé.

Force/Hyper. 2-3x/sem. Poids modéré/lourd, 3-5 séries x 4-12 reps (selon focus).

Puissance 1-2x/sem. Poids modéré, mouvements explosifs, 3-5 séries x 1-5 reps.

III. Base de Connaissances Nutritionnelles pour la Gestion de l'Alimentation

Cette section fournit les règles et données pour le module de gestion de l'alimentation de l'application, en se concentrant sur les besoins d'un athlète vétérinaire multisports.

A. Besoins en Macronutriments et Micronutriments

Ratios Macronutritionnels Journaliers Généraux :

Glucides : 45-65% de l'Apport Énergétique Total (AET). Pour les sports cardio, un ratio de 60% est suggéré, et 55% pour un profil mixte.

Protéines : 15-25% de l'AET. Pour les sports cardio, 20% est suggéré, et 25% pour un profil mixte.

Lipides : 20-35% de l'AET. Pour les sports cardio et mixtes, 20% est suggéré.

Règle : L'application calculera l'AET basé sur le Métabolisme de Base (MB) de l'utilisateur (Harris-Benedict ou Mifflin-St Jeor) et son niveau d'activité (METs des entraînements enregistrés). Elle appliquera ensuite ces fourchettes de pourcentages pour suggérer des cibles de macronutriments.

Apports Spécifiques en Grammes par Kilogramme (g/kg) de Poids Corporel :

Glucides :

Général : 3-5 g/kg (léger), 5-7 g/kg (modéré), 6-10 g/kg (élevé), 8-12 g/kg (intensité/durée très élevée).

Spécifique endurance : 5-10 g/kg.

Sports d'équipe : 5-7 g/kg.

Règle : La cible de glucides en g/kg devrait être ajustée dynamiquement en fonction de la charge d'entraînement planifiée pour la journée/semaine. Une charge plus élevée = une valeur plus élevée dans la fourchette.

Protéines :

Athlètes généraux : 1.2-2.0 g/kg.

Endurance : 1.2-1.8 g/kg ; Ultra-endurance : 1.6-2.4 g/kg.

Force/Sports d'équipe : 1.2-1.7 g/kg ou 1.6-1.8 g/kg pour la

construction musculaire. Pour les sprinters, un apport de 1.5–1.8 g/kg est suggéré.

Athlètes vétérans : Peuvent nécessiter des apports légèrement plus élevés pour le maintien/la réparation musculaire. Des apports de 1.2–1.6 g/kg sont mentionnés , avec un objectif de ~20–40g par repas.

Règle : Fixer les protéines par défaut à 1.6–1.8 g/kg pour ce profil utilisateur, ajustable. Répartir sur 3–4 repas/collations.

Lipides :

Généralement 1–1.5 g/kg , ou 20–35% de l'AET.

Focus sur les graisses insaturées, Oméga-3.

Règle : L'apport en lipides est calculé comme les calories restantes après les glucides et les protéines, en s'assurant qu'il se situe entre 20–35% de l'AET. Mettre l'accent sur les sources de qualité.

Micronutriments :

Importance d'une alimentation variée : légumes, fruits, grains entiers, viandes maigres, produits laitiers.

Micronutriments clés pour les athlètes : Fer, Calcium, Vitamine D, Vitamines B, Zinc, Magnésium, antioxydants.

Spécifique vétéran : Vitamine D, Calcium, Oméga-3, Créatine potentiellement bénéfique.

Règle : Bien que ne suivant pas tous les micronutriments, l'application devrait encourager la variété et la consommation de groupes d'aliments riches en micronutriments clés. Pourrait inclure une liste de contrôle pour "5 fruits et légumes par jour".

Pour un athlète vétéran multisports, les besoins en micronutriments liés à la gestion de l'inflammation (Oméga-3, antioxydants des fruits et légumes colorés) et à la santé osseuse (Calcium, Vitamine D) sont particulièrement critiques et devraient être soulignés dans les conseils diététiques. Le vieillissement est associé à une inflammation systémique accrue et à un risque plus élevé de perte de densité osseuse. De multiples activités à fort impact et d'endurance peuvent exacerber cela.

Règle : La base de données alimentaires de l'application ou la logique de suggestion de repas devrait mettre en évidence les aliments riches en Oméga-3, Calcium et Vitamine D, et promouvoir la consommation de fruits et légumes variés.

B. Logique de Synchronisation des Nutriments (Nutrient Timing)

Règles de Structure des Repas Quotidiens :

3 repas principaux + 1–3 collations.

Répartition de l'AET : Petit Déjeuner (20–25%), Déjeuner (35–40%), Collation (5–10%), Dîner (30–35%). Pas plus de 4–5 heures entre les repas.

Règle : L'application devrait permettre la planification de 3 repas et 2–3 collations. La distribution calorique peut suivre ces pourcentages à titre indicatif.

Règles d'Alimentation Avant Entraînement/Compétition :

3–4 heures avant (repas copieux) : Principalement des glucides complexes, protéines modérées, faibles en lipides/fibres. Exemple : 50% Glucides, 25% Protéines, 25% Fruits/Légumes. Apport de 3–4g

Glucides/kg.

1-2 heures avant (repas/collation plus léger) : Glucides faciles à digérer, quelques protéines. Apport de 1g Glucides/kg si 1 heure avant.

<1 heure avant (collation) : Glucides simples (30-60g), forme liquide si très proche du début.

À éviter : Riches en lipides, riches en fibres, lactose excessif, aliments inconnus.

Règle : En fonction du temps avant l'entraînement/l'événement, suggérer la taille et la composition du repas/de la collation en utilisant ces principes. Par exemple : SI temps_avant_evenement = 3h ALORS suggérer repas avec Xg Glucides, Yg Protéines, faibles lipides. SI temps_avant_evenement = 45min ALORS suggérer 30-50g de collation de glucides simples.

Règles d'Alimentation Pendant l'Entraînement/Compétition :

Activités <45-60 min : L'eau suffit généralement, sauf si intensité très élevée ou conditions chaudes.

Activités >60-90 min : 30-60g de Glucides par heure. Pour les événements très longs (>2.5-3h), jusqu'à 90g/h si toléré.

Football : 30-60g de Glucides à la mi-temps et éventuellement après l'échauffement.

Triathlon/Trail : Apport constant dès le début. Gels, boissons pour sportifs, barres, aliments réels (bananes, dattes).

Règle : Pour les activités enregistrées >60min, demander l'apport en Glucides en fonction de la durée (par exemple, activité de 1.5h = suggérer 45-90g de Glucides au total, consommés par intervalles de 15-20min).

Règles de Nutrition de Récupération Après Entraînement/Compétition :

Immédiatement (dans les 30-60 minutes) : "Fenêtre de récupération".

Glucides : 1.0-1.5 g/kg pour reconstituer le glycogène. Un apport de 0.6-1.0 g/kg dans les 30 minutes est aussi mentionné.

Protéines : 15-25g ou 0.3-0.4 g/kg pour la réparation et la synthèse musculaire.

La combinaison est clé : Glucides + Protéines améliore la récupération.

Repas ultérieurs : Continuer avec des repas équilibrés.

Règle : Après avoir enregistré un entraînement, demander l'apport nutritionnel de récupération avec des cibles de g Glucides et g Protéines basées sur le poids corporel et la durée/intensité de l'entraînement. Suggérer des combinaisons d'aliments.

Les "règles" nutritionnelles doivent tenir compte du type de séance d'entraînement. L'alimentation pour une sortie à vélo de 4 heures diffère considérablement de celle pour un entraînement de football de haute intensité d'une heure ou une séance de musculation. Le statut de vétéran implique également de privilégier des aliments faciles à digérer et potentiellement des repas plus petits et plus fréquents si des problèmes gastro-intestinaux sont une préoccupation. Les règles de synchronisation des nutriments devraient donc être conditionnées par le Type_Entraînement (par exemple, Endurance_Longue, Endurance_Intervalle, Force_Lourde, Sport_Collectif_Entraînement, Match/Course) et la

Duree_Entrainement. L'application devrait également permettre aux utilisateurs de signaler un "estomac sensible" pour orienter vers des options plus faciles à digérer.

C. Stratégies et Règles d'Hydratation : **

Quotidiennement : 2-3 litres + besoins de l'entraînement. Surveiller la couleur de l'urine (jaune pâle).

Avant l'exercice : 5-7 ml/kg ~4 heures avant ; 3-5 ml/kg ~2 heures avant si besoin. Un apport de 400-600ml 2-3h avant est aussi suggéré.

Pendant l'exercice : Boire à la soif ou des quantités planifiées pour prévenir une perte de poids corporel >2% par déshydratation. Inclure des électrolytes pour les séances >60-90 min ou par temps chaud.

Après l'exercice : Remplacer 125-150% du déficit hydrique (1-1.5L par kg de poids corporel perdu). Inclure du sodium pour aider à la réhydratation.

Règle : Fournir un objectif d'hydratation quotidien. Demander une pré-hydratation en fonction du moment de l'entraînement. Pendant l'enregistrement de l'entraînement, permettre la saisie de l'apport hydrique. Après l'entraînement, estimer la perte hydrique (si le poids avant/après est enregistré) et recommander un volume de réhydratation.

D. Logique Exemple des Composants de Repas

Concept : Au lieu de plans de repas complets, l'application peut suggérer des composants de repas en fonction du moment et des cibles de macronutriments.

Exemple de Règle : SI Type_Repas =

"Avant_Entrainement_Endurance_Longue (3h avant)" ET

Poids_Utilisateur = 70kg ALORS Cible_Glucides = 210-280g (3-4g/kg),

Cible_Proteines = 20-30g, Lipides = "Faibles", Fibres = "Faibles".

ALORS suggérer : "Principal : Grande portion Pâtes/Riz/Pommes de terre (environ X grammes cuits pour Y Glucides). Protéines : Poulet/Poisson maigre (environ Z grammes). Accompagnement : Légumes cuits faibles en fibres."

Exemple de Règle : SI Type_Repas = "Collation_Post-Entrainement (dans les 30min)" ET Poids_Utilisateur = 70kg ALORS Cible_Glucides = 70-105g (1-1.5g/kg), Cible_Proteines = 20-25g.

ALORS suggérer : "Option 1 : Smoothie aux fruits avec poudre de protéines et banane. Option 2 : Yaourt grec avec fruits et miel.

Option 3 : Lait chocolaté + un fruit."

Le tableau suivant résume les informations complexes sur la synchronisation des nutriments dans un format pratique et adapté aux règles, pouvant informer directement la logique des conseils diététiques de l'application.

Tableau 3 : Guide Rapide de Synchronisation des Nutriments

Moment par rapport à l'Exercice	Focus Nutriments Primaires (G, P, L, Fibres, Fluides)	Recommandations g/kg ou g total	Exemples Types d'Aliments	Sources Principales
3-4h avant	G (complexes), P (modéré), L (faible), Fibres (faible)	G: 3-4g/kg; P: ~0.3-0.4g/kg	Pâtes/riz complet + poulet/poisson maigre, légumes cuits faibles en fibres	

1-2h avant G (facile à digérer), P (léger) G: 1-2g/kg Pain
 blanc + confiture, banane, barre énergétique légère, yaourt
 <1h avant G (simples) 30-60g Boisson sportive, gel
 énergétique, fruit (banane), compote
 Pendant (<60min) Fluides (eau) Selon soif Eau
 Pendant (>60min) G (simples/multiples sources), Électrolytes,
 Fluides G: 30-60g/h (jusqu'à 90g/h si long/toléré) Boissons
 sportives, gels, barres énergétiques, fruits secs, bananes
 0-30min après G (rapides), P (haute qualité) G: 1-1.5g/kg; P:
 20-25g (ou 0.3-0.4g/kg) Lait chocolaté, smoothie protéiné aux
 fruits, yaourt grec + fruits + miel, poulet et riz
 1-2h après Repas équilibré G, P, L Selon AET journalier
 Repas complet : viande/poisson/alternative végé + féculents +
 légumes

IV. Logique de Gestion des Blessures et d'Adaptation de l'Entraînement

Cette section détaille comment l'application gèrera l'enregistrement
 des blessures et fournira des règles non basées sur l'IA pour la
 modification de l'entraînement.

A. Blessures Courantes dans le Profil Sportif de l'Utilisateur
 Football : Lésions des ischio-jambiers, des quadriceps, lésions
 ligamentaires du genou (LCA), déchirures méniscales, entorses de la
 cheville, blessures à l'épaule (coiffe des rotateurs, articulation
 acromio-claviculaire), commotions cérébrales, douleurs lombaires,
 tendinopathie rotulienne.

Triathlon : Épaule du nageur (tendinopathie/conflit de la coiffe des
 rotateurs), douleur au genou du cycliste (syndrome fémoro-
 patellaire, syndrome de la bandelette ilio-tibiale), douleurs
 lombaires du cycliste, genou du coureur, périostites tibiales,
 tendinopathie d'Achille, fasciite plantaire.

Trail Running : Entorses de la cheville, fasciite plantaire, genou
 du coureur, tendinopathie d'Achille, syndrome de la bandelette ilio-
 tibiale, fractures de stress (pied, tibia, hanche), ampoules.

Musculation : Claquages musculaires (par exemple, dos, épaule,
 pectoraux), tendinopathies (par exemple, biceps, rotulienne, coiffe
 des rotateurs), entorses articulaires, douleurs lombaires dues à une
 mauvaise technique.

Règle : Le module d'enregistrement des blessures de l'application
 devrait avoir une liste prédéfinie de ces blessures courantes,
 classées par partie du corps, pour faciliter une sélection aisée.

B. Champs de Données Essentiels pour l'Enregistrement des Blessures dans l'Application

Un enregistrement détaillé est crucial pour une adaptation
 pertinente de l'entraînement. Les champs suivants sont recommandés :

ID_Blessure (Clé Primaire)

ID_Utilisateur (Clé Étrangère)

Date_Apparition

Partie_Corps_Affectee (liste déroulante : Genou, Cheville, Épaule,
 Ischio-jambier, etc.)

Cote_Affecte (Gauche, Droit, Bilatéral)

Type_Blessure (liste déroulante basée sur les blessures courantes :

Claquage, Entorse, Tendinopathie, etc. ou défini par l'utilisateur)

Activite_Cause_Suspectee (par exemple, Course, Match de Football, Squat)

Mecanisme_Blessure (texte : "Atterrissage maladroit", "Sprint soudain")

Score_Severite_Initiale (échelle 1-10)

Score_Douleur_Actuel (échelle 1-10, mis à jour régulièrement)

Description_Symptomes (texte : type de douleur, gonflement, ecchymose, limitation d'amplitude)

Facteurs_Aggravants (texte ou mots-clés sélectionnables : "Escaliers", "Assise prolongée", "Exercice spécifique")

Facteurs_Soulageants (texte ou mots-clés : "Repos", "Glace", "Étirement spécifique")

Diagnostic_Professionnel_Vu (Oui/Non, texte pour le diagnostic)

Traitement_Entrepris (texte ou mots-clés : "Physio", "Repos", "Glace", "Médicament", "Exercices de rééducation spécifiques")

Niveau_Modification_Activite_Actuel (par exemple, Repos Complet, Sans Impact, Charge Modifiée, Activité Complète)

Date_Retour_Prevue (si connue)

Notes (texte libre)

Les fonctionnalités de l'application HEADCHECK soulignent l'importance des rapports d'incident, du suivi de l'éligibilité et des formulaires d'autorisation médicale, fournissant des champs de données informatifs.

Règle : Le journal des blessures doit capturer ces champs pour fournir un contexte suffisant à toute logique d'adaptation de l'entraînement basée sur des règles.

C. Cadre de Modification de l'Entraînement Basé sur des Règles (Non-IA)

Principes Généraux :

Surveillance de la Douleur : "Si vous ressentez de la douleur, vous avez trop étiré". La douleur pendant l'effort ne doit pas dépasser 3/10 ; aucune douleur 30 minutes après ou le lendemain. Ignorer les signaux de douleur aggrave la blessure.

Écouter son Corps : Arrêter si la douleur survient.

Progression Graduelle au Retour : Commencer lentement, augmenter progressivement l'intensité/durée/fréquence. La "règle des 10%" pour l'augmentation de la charge est une bonne référence.

Modifier, ne Pas Nécessairement Tout Arrêter : Travailler d'autres parties du corps, ou passer à un entraînement croisé à faible impact.

Traiter la Cause : Mauvaise technique, surentraînement, manque d'échauffement/récupération.

Règle : SI Score_Douleur_Actuel pour une blessure enregistrée > 3/10 pendant un exercice spécifique OU > 0/10 après l'exercice pour cette partie du corps, ALORS déclencher les règles de modification pour les exercices sollicitant cette Partie_Corps_Affectee.

Scénarios de Blessures Spécifiques et Règles d'Adaptation (Exemples) :

Tendinopathie d'Achille :

Douleur souvent pire le matin/après repos.

Renforcement par élévations des mollets (heel raises) essentiel.

Variations : deux jambes, une jambe, genou plié (soléaire), genou tendu (gastrocnémien).

Tendinopathie d'insertion : éviter initialement les élévations de mollets debout genou plié ; faire assis ou avec talon surélevé pour éviter la compression.

Progression : commencer par des isométriques si très douloureux, puis isotoniques (concentrique/excentrique lent), puis ajouter de la charge.

Règle : SI Type_Blessure = "Tendinopathie d'Achille" ET

Partie_Corps_Affectee = "Achille" ALORS :

ÉVITER la plyométrie à fort impact (sauts, sprints à pleine vitesse) initialement.

REPLACER les exercices explosifs pour les mollets PAR des élévations de mollets contrôlées.

SI Score_Douleur > 3 pendant les élévations de mollets, ALORS réduire la charge (par exemple, deux jambes au lieu d'une) OU passer à des maintiens isométriques.

SI Sous_Type_Blessure = "Tendinopathie d'Insertion d'Achille", ALORS modifier les élévations de mollets pour éviter une dorsiflexion excessive (par exemple, pas de descente sur marche, ou faire assis). Réintroduire progressivement la charge et l'impact en fonction de la réalisation sans douleur des exercices (programme progressif).

Douleur Fémoro-Patellaire (DFP) / Genou du Coureur :

Aggravée par l'accroupissement, les escaliers, la course, les sauts, l'assise prolongée.

Souvent liée à des déficits de force de la hanche (muscles postéro-latéraux) et à des schémas de mouvement (rotation médiale fémorale, valgus du genou, pronation du pied).

Interventions : exercices combinés ciblant la hanche et le genou.

Ceux ciblant la hanche peuvent être prioritaires au début. Taping rotulien pour un soulagement à court terme de la douleur. Orthèses plantaires pour la surpronation (court terme).

Règle : SI Type_Blessure = "Douleur Fémoro-Patellaire" ET

Partie_Corps_Affectee = "Genou" ALORS :

RÉDUIRE la profondeur/charge des squats et fentes.

SUBSTITUER les exercices de flexion profonde du genou PAR des exercices dans des amplitudes moins provocatrices (par exemple, isométriques du quadriceps à 0, 45, 90 degrés de flexion comme dans la Phase 1 de).

AJOUTER des exercices de renforcement de la hanche (ponts fessiers, coquillages, abduction de hanche en décubitus latéral).

MODIFIER la course : réduire le volume/l'intensité, éviter les descentes, envisager des surfaces plus souples.

ÉVITER les activités qui reproduisent une douleur >3/10.

Claquage des Ischio-jambiers :

Courant lors de sprints (football) ou d'étirements.

Rééducation : commencer tôt, retour progressif à la course à haute vitesse, accent sur la force excentrique des fléchisseurs du genou et la force des extenseurs de la hanche à des longueurs musculaires modérées à longues. Une certaine douleur est permise pendant la

rééducation.

Éviter initialement les étirements en fin d'amplitude et la résistance isolée.

Règle : SI Type_Blessure = "Claquage Ischio-jambiers" ET

Partie_Corps_Affectee = "Ischio-jambier" ALORS :

ÉVITER initialement les sprints explosifs, les fentes profondes, les RDL avec étirement important.

INTRODUIRE tôt des contractions isométriques des ischio-jambiers (par exemple, ponts), progressant vers des exercices d'amplitude de mouvement doux (par exemple, "supine bent knee bridge walkouts").

PROGRESSER vers des exercices excentriques (par exemple, Nordics assistés, sliders, RDL avec excentrique contrôlé) et d'extension de hanche (par exemple, ponts fessiers, hip thrusts) selon la tolérance à la douleur.

Retour progressif à la course, en commençant par une faible vitesse, en augmentant progressivement la vitesse et le volume, en surveillant la douleur.

Conflit Sous-Acromial / Épaule du Nageur :

Souvent dû à la surutilisation, à une mauvaise technique (par exemple, croisement de la ligne médiane en crawl), à des déséquilibres/faiblesses musculaires (coiffe des rotateurs, stabilisateurs de l'omoplate).

Modifications : éducatif du poing fermé (fist drill), augmenter le roulis du corps, éviter de croiser la ligne médiane, éviter de tirer trop large. Réduire la distance/fréquence, varier les nages, éviter les plaquettes.

Renforcer la coiffe des rotateurs et les stabilisateurs de l'omoplate. Étirer les pectoraux, les dorsaux.

Règle : SI Type_Blessure = "Conflit Sous-Acromial" ET

Partie_Corps_Affectee = "Épaule" ALORS :

MODIFIER la technique de nage : suggérer des éducatifs comme le "fist drill", se concentrer sur le roulis du corps, vérifier le croisement de la ligne médiane.

RÉDUIRE le volume/l'intensité de la natation. ÉVITER les plaquettes.

RENFORCER la coiffe des rotateurs (rotation externe/interne avec bandes) et les muscles scapulaires (rows, YTWL).

ÉTIRER les pectoraux et le grand dorsal.

En musculation, ÉVITER les développés au-dessus de la tête ou les modifier pour une amplitude sans douleur. Être prudent avec le développé couché, les tirages verticaux si douloureux.

Douleur Lombaire :

Causes : Mauvaise technique de levage, faiblesse du gainage, surutilisation, mauvaise posture.

Gestion : Stabilisation du tronc (verrouillage abdominal, activation du multifide), renforcement des hanches/fessiers, souplesse (ischio-jambiers, fléchisseurs de hanche), mécanique de levage appropriée.

Aérobic à faible impact.

Éviter les mouvements aggravants (par exemple, flexion/extension/rotation excessives si douloureuses).

Règle : SI Type_Blessure = "Douleur Lombaire" ET

Partie_Corps_Affectee = "Bas du Dos" ALORS :

ÉVITER les squats/soulevés de terre lourds ou les exercices

provoquant une flexion/extension de la colonne vertébrale sous charge si douloureux.

SUBSTITUER par des exercices de stabilité du tronc (planches, planches latérales, bird-dog, dead bugs).

SE CONCENTRER sur une forme correcte pour tous les exercices, engager le tronc.

ÉTIRER les fléchisseurs de hanche, les ischio-jambiers.

CONSIDÉRER de réduire l'impact de la course ou la durée du cyclisme si ceux-ci aggravent la situation.

La logique d'adaptation non-IA nécessite un "modificateur de sévérité" et un mécanisme de "progression/régression". Une blessure signalée comme "sévère" (par exemple, douleur 7-10/10) devrait déclencher des modifications plus drastiques (par exemple, repos complet pour cette partie du corps, suggestion de consulter un professionnel) qu'une blessure "légère" (par exemple, douleur 1-3/10, qui pourrait seulement justifier une légère réduction de charge ou une vérification de la technique). La progression vers un entraînement complet devrait être basée sur des scores de douleur constamment bas pendant et après les activités modifiées. Toutes les blessures ou niveaux de douleur ne sont pas égaux. Une simple règle "SI douleur ALORS modifier" est trop basique. Des approches de rééducation progressives sont décrites dans la littérature, impliquant différentes interventions à différents stades de guérison/sévérité. Le système doit refléter cette réponse graduée. Règle : Définir les niveaux de sévérité des blessures (par exemple, Légère : 1-3, Modérée : 4-6, Sévère : 7-10 de douleur).

* SI Severite = Sévère, ALORS recommander le repos pour la partie affectée pendant X jours ET suggérer de consulter un professionnel. Retirer automatiquement les exercices sollicitant cette partie.

* SI Severite = Modérée, ALORS appliquer une modification significative (par exemple, réduire la charge de 50%, passer à des isométriques ou à une amplitude de mouvement très limitée, retirer les exercices aggravants).

* SI Severite = Légère, ALORS appliquer une modification mineure (par exemple, réduire la charge de 20%, se concentrer sur la technique, surveiller attentivement).

Règle de Progression : SI l'exercice modifié est complété avec Score_Douleur \leq 2/10 pendant Y séances consécutives, ALORS suggérer de progresser vers la version de l'exercice d'avant la blessure (par exemple, augmenter légèrement la charge/l'amplitude, réduire l'assistance).

D. Logique de Protocole de Retour au Sport Progressif (Principes Généraux)

Un retour au sport structuré est essentiel pour minimiser le risque de récurrence.

Phase 1 : Contrôle de la Douleur et de l'Inflammation : Repos, glace, compression, élévation (RICE) si nécessaire. Amplitude de mouvement douce, isométriques. Règle : Si nouvelle blessure aiguë, suggérer RICE et repos des activités aggravantes pendant 24-72h. Introduire des isométriques et une amplitude de mouvement sans douleur.

Phase 2 : Restauration de l'Amplitude de Mouvement et Renforcement

Précoce : Augmentation progressive de l'amplitude, exercices isotoniques légers, focus sur la forme. Règle : Une fois la douleur aiguë diminuée, introduire des exercices de résistance légère, en se concentrant sur une amplitude complète si la douleur le permet.

Phase 3 : Renforcement Progressif et Mouvement Fonctionnel : Augmenter la charge, introduire des schémas de mouvement spécifiques au sport à faible intensité. Règle : Augmenter progressivement la résistance/le volume. Introduire des exercices spécifiques au sport de bas niveau (par exemple, jogging léger, natation/vélo facile).

Phase 4 : Retour à l'Entraînement Spécifique au Sport : Augmenter progressivement l'intensité et la complexité des exercices spécifiques au sport. Règle : Commencer à réintégrer un entraînement d'équipe/sportif modifié. Surveiller la douleur/le gonflement.

Phase 5 : Retour Complet au Jeu : Aucune douleur, force complète, confiance totale. Règle : Uniquement lorsque tous les critères (sans douleur, amplitude complète, force comparable au côté non blessé, réalisation réussie d'exercices spécifiques au sport à intensité croissante) sont remplis.

Critères de Progression : Amplitude complète, douleur <2-3/10, objectifs de force atteints (par exemple, <10% de déficit par rapport à l'autre côté), capacité à effectuer des mouvements avec une bonne forme. Règle : Chaque phase a des critères de sortie. Les entrées de l'utilisateur (scores de douleur, capacité à compléter les exercices) déterminent la progression vers la phase suivante. Le tableau suivant fournit un ensemble structuré de règles pour que l'application suggère des modifications d'entraînement basées sur le type et la sévérité de la blessure saisie par l'utilisateur.

Tableau 4 : Matrice de Règles d'Adaptation aux Blessures (Exemples)

Type de Blessure Courante	Sévérité (Douleur/10)	Modification
Générale d'Activité	Exercices de Substitution Suggérés	
Focus Rééducation	Signaux d'Alerte Additionnels	Sources
Principales		
Douleur Fémoro-Patellaire	Légère (1-3)	Réduire volume course 20%, éviter descentes raides. Squats amplitude limitée, ponts fessiers, renforcement abducteurs hanche. Force abducteurs/rotateurs externes hanche, contrôle neuromusculaire. Douleur persistante >3 jours.
Modérée (4-6)	Pas de course. Vélo/Natation si indolore. Éviter flexions genou >60°.	Isométriques quadriceps (différents angles), clamshells, extensions hanche. Idem Légère + étirements doux quadriceps/ischios. Gonflement, instabilité.
Sévère (7-10)	Repos relatif genou, activités sans douleur. Consulter médecin/kiné. Exercices sans charge pour hanche/tronc.	Gestion douleur/inflammation. Maintenir mobilité sans douleur. Douleur nocturne, incapacité à charger.
Tendinopathie d'Achille	Légère (1-3)	Réduire impact/vitesse course. Éviter sauts. Élévations mollets bilatérales (lent), isométriques mollets. Charge excentrique progressive mollets, force mollets. Raideur matinale persistante.
Modérée (4-6)	Pas de course/sauts. Vélo si indolore. Élévations mollets unilatérales (si toléré, sans douleur >3), excentriques lents surélevés.	Idem Légère + progression charge.

Douleur à la palpation >5.

Sévère (7-10) Repos relatif tendon. Consulter médecin/kiné.

Isométriques mollets (différentes positions cheville), mobilité cheville sans douleur. Gestion douleur/inflammation. Gonflement important, difficulté à marcher.

Claquage Ischio (Grade 1) Légère (1-3) Pas de sprint/accélérations brusques. Course Z1-Z2 si indolore. Ponts fessiers, "Nordic curls" assistés légers, RDL légers amplitude limitée. Renforcement excentrique progressif ischios, gainage. Apparition d'ecchymose.

Modérée (4-6) Pas de course. Marche/vélo léger si indolore.

Isométriques ischios (différents angles), extensions hanche au sol.

Contrôle moteur, force progressive sans étirement excessif.

Douleur à l'étirement passif.

Douleur Lombaire (non spéc.) Légère (1-3) Éviter charges lourdes sur colonne. Modifier squats/soulevés de terre. Planches (frontale, latérale), bird-dog, étirements doux (genou-poitrine).

Stabilité lombo-pelvienne, conscience posturale.

Douleur irradiant dans la jambe.

Modérée (4-6) Éviter exercices stressant le dos. Activités aquatiques. Dead bugs, gainage modifié, étirements fléchisseurs hanche/piriforme. Idem Légère + endurance musculaire gainage.

Faiblesse/engourdissement membres inférieurs.

V. Structuration des Connaissances pour une Base de Données d'Application Non-IA

Cette section décrit les structures de données et les principes logiques nécessaires pour mettre en œuvre la génération automatisée de programmes d'entraînement basée sur des règles.

A. Entités Clés de la Base de Données et Champs Essentiels

Les entités suivantes sont fondamentales pour stocker les informations nécessaires à l'application :

Profil_Utilisateur : IDUtilisateur, DateNaissance, Sexe, Taille, HistoriquePoids (date, poids), HistoriqueFCRepos (date, FCR), HistoriqueVFC (date, scoreVFC), FCMax (si connue), HistoriquePMA_Cyclisme (date, PMA), HistoriqueAllureSeuil_Course (date, allure), NiveauxExperienceSport (football, natation, vélo, course, trail, musculation), LienResumeHistoriqueBlessures (vers Journal_Blessures).

Pertinence : Stocke les données de base de l'utilisateur pour les calculs et la personnalisation.

Type_Activite_Sportive : IDTypeActivite, Nom (Match_Football, Entrainement_Football, Natation, Velo_Route, Velo_Interieur, Course_Route, Course_Trail, Musculation_Maison, Souplesse, etc.).

Pertinence : Catégorise les activités pour des règles spécifiques.

Plan_Entrainement : IDPlan, IDUtilisateur, DateDebut, DateFin, ObjectifPrincipal (par exemple, "Finir Ironman", "Pic Saison Football").

Pertinence : Conteneur global pour l'entraînement périodisé.

Mesocycle : IDMesocycle, IDPlan, DateDebut, DateFin, Nom_Phase (Base, Construction, Pic, Affûtage, Intersaison, Pré-saison, En-saison), Focus_Sport_Principal (par exemple, Triathlon, Football),

Objectif_Adaptation_Principal (par exemple, Endurance_Aerobie, Force_Max, Vitesse).

Pertinence : Définit des blocs avec un focus spécifique, pilote la génération des microcycles.

Modele_Microcycle : IDModele, Ref_Nom_Phase_Mesocycle, Ref_Focus_Sport, Theme_Jour1, Theme_Jour2... Theme_Jour7 (par exemple, Endurance_Longue, Intensite_Seuil, Force_CorpsComple, Recuperation_Active, Preparation_Match_Football).

Pertinence : Stocke les structures hebdomadaires basées sur la phase et le focus.

Seance_Entrainement_Planifiee : IDSeancePlanifiee, IDUtilisateur, IDMesocycle, Date, IDTypeActivite_Planifiee, Duree_Planifiee, Intensite_Planifiee (Zone, RPE), Description_Planifiee, Charge_Planifiee (par exemple, sRPE), Statut (Planifiée, Complétée, Sautée, Modifiée).

Pertinence : Les entrées réelles du calendrier.

Seance_Entrainement_Enregistree : IDSeanceEnregistree, Ref_IDSeancePlanifiee (optionnel), IDUtilisateur, IDTypeActivite_Reel, Date, Duree_Reelle, Distance (si applicable), FC_Moyenne, FC_Pic, RPE_Reel, Charge_Seance_Reelle, Metriques_Charge_Externe (par exemple, puissance_moy_cyclisme, allure_course, poids_total_souleve), Notes, Sommeil_Nuit_Precedente (heures, qualité), Score_Sensation_Subjective (par exemple, Hooper).

Pertinence : Données d'entraînement réelles complétées par l'utilisateur, cruciales pour l'ACWR et la logique d'adaptation.

Exercice : IDExercice, Nom, Description, Partie_Corps_Ciblee_Principale, Partie_Corps_Ciblee_Secondaire, Equipement_Requis (PoidsCorps, Bandes, Halteres_Legers, etc.), Type_Mouvement (Squat, Charnière, etc.), Lien_Video (optionnel), Niveau_Difficulte.

Pertinence : Bibliothèque d'exercices pour les entraînements de force/souplesse.

Detail_Exercice_Entrainement : IDDetail, Ref_IDSeanceEnregistree (ou Ref_IDSeancePlanifiee pour planifié), Ref_IDExercice, Numero_Serie, Reps_Prescrites, Reps_Reelles, Poids_Prescrit, Poids_Reel, Periode_Repos_Prescrite, Periode_Repos_Reelle, RIR_Reel (Répétitions En Réserve).

Pertinence : Spécificités pour chaque exercice au sein d'une séance de musculation.

Journal_Nutrition : IDJournalNutrition, IDUtilisateur, DateHeure, Type_Repas (PetitDéjeuner, Déjeuner, Dîner, Collation, AvantEntrainement, PendantEntrainement, ApresEntrainement), Nom_Aliment, Quantite, Calories, Glucides_g, Proteines_g, Lipides_g, Notes.

Pertinence : Suit les apports alimentaires pour analyse par rapport aux cibles.

Journal_Blessures : (Comme détaillé en IV.B – IDBlessure, IDUtilisateur, Date_Apparition, Partie_Corps_Affectee, Type_Blessure, etc.).

Pertinence : Suit les blessures pour la logique d'entraînement adaptatif.

Ensemble_Regles : IDRegle, Categorie_Regle (Periodisation, Gestion_Charge, Adaptation_Blessure, Synchronisation_Nutrition), Logique_Condition (par exemple, "SI ACWR > 1.5 ET

Indicateur_Blessure_Genou = faux"), Logique_Action (par exemple, "Reduire_Charge_Microcycle_Suivant_De_15%"), Priorite.
Pertinence : C'est ici que les "connaissances" sont encodées pour le système non-IA.

Le modèle de données de Dittofi fournit une bonne base pour les entités de suivi d'entraînement. La base de données des blessures de SportsWareOnline offre des champs détaillés pour Journal_Blessures.

B. Principes de Conception d'une Logique Basée sur des Règles pour la Génération de Programmes

Structures SI-ALORS-SINON : Le cœur de la logique.

Exemple : SI Phase_Mesocycle = "Base" ET Focus_Sport_Principal = "Triathlon" ALORS Modele_Microcycle = "Tri_Base_Semaine_A"

Exemple : SI Derniere_Course_Enregistree_RPE > 7 ET VFC_Aujourd'hui < LigneBase_VFC - 1_EcartType ALORS Prochaine_Course_Intensite = "Zone 2 Recuperation" OU Suggere_Repos = vrai.

Tables de Consultation (Lookup Tables) : Pour la sélection d'exercices basée sur la phase, le sport, l'équipement, le type de mouvement.

Exemple : Une table mappant Phase_Force ("Stabilisation") + Equipement ("Bandes") + Type_Mouvement ("Tirage_Horizontal") VERS une liste d'exercices appropriés (Tirages_Bandes, Face_Pulls_Bandes).

Variables d'État : Le système doit maintenir l'état de l'utilisateur (phase actuelle, charge chronique, statut des blessures, marqueurs de fatigue).

Système de Priorité pour les Règles : Si plusieurs règles sont déclenchées, un système de priorité décide quelle action prévaut (par exemple, une règle de modification due à une blessure l'emporte sur une règle de progression de charge).

Déroptions de l'Utilisateur : Permettre à l'utilisateur d'accepter, de rejeter ou de modifier les suggestions du système. Le système est un guide, pas un dictateur.

Logique de Surcharge Progressive : Règles pour augmenter la charge (volume, intensité, densité) basées sur la réussite des entraînements précédents et des marqueurs de récupération positifs.

Exemple : SI

3_Dernieres_Seances_Force_pour_Exercice_X_completees_avec_toutes_reps_a_RPE_cible ALORS Augmenter_Poids_pour_Exercice_X_de_Y%.

Logique de Gestion de la Fatigue : Règles basées sur l'ACWR, les scores subjectifs, la VFC pour déclencher des décharges ou des modifications de séance.

Spécificité et Individualisation : Les règles doivent s'adapter au profil de l'utilisateur (statut de vétéran, expérience), à ses objectifs et au temps disponible. Les éléments d'une requête pour générer un plan (Profil Utilisateur, Objectifs, Contraintes,

Structure du Plan) sont exactement ce dont un système non-IA basé sur des règles a besoin comme entrées pour sa logique.

Les "règles" pour la génération de programmes devraient être modulaires et stratifiées. Un modèle hebdomadaire de base est sélectionné en fonction des objectifs du mésocycle. Ensuite, les séances quotidiennes sont peuplées. Puis, les règles de gestion de la charge examinent et modifient potentiellement ces séances. Enfin, les règles d'adaptation aux blessures apportent d'autres ajustements si nécessaire. Cette approche stratifiée décompose une tâche complexe en étapes logiques gérables, permettant un contrôle plus granulaire et un débogage plus facile de l'ensemble des règles.

Règle : Le processus de génération suivra une séquence : 1. Sélectionner Modele_Microcycle. 2. Peupler les séances quotidiennes avec des exercices/durées/intensités spécifiques basés sur les thèmes du modèle et les tables de consultation d'exercices. 3. Appliquer les règles de Progression_Charge. 4. Appliquer les règles d'Ajustement_Gestion_Fatigue. 5. Appliquer les règles de Modification_Adaptation_Blessure.

C. Exemple de Flux Logique pour la Génération d'un Plan Hebdomadaire
Entrée : Phase_Mesocycle actuelle de l'utilisateur, Focus_Sport_Principal, Objectif_Adaptation_Principal, données récentes de Seance_Entrainement_Enregistree (pour ACWR, fatigue), statut du Journal_Blessures, Profil_Utilisateur (statut de vétéran).

Étape 1 : Sélectionner le Modèle de Microcycle.

REGLE : SI Phase_Mesocycle = "Football_EnSaison" ALORS sélectionner "Modele_Periodisation_Tactique_Football"

REGLE : SI Phase_Mesocycle = "Triathlon_Base" ALORS sélectionner "Modele_Base_Volume_Triathlon"

Étape 2 : Peupler les Séances Quotidiennes à partir des Thèmes du Modèle.

Pour chaque jour du modèle (par exemple, "Force_CorpsComplet") :

REGLE : SI Theme_Jour = "Force_CorpsComplet" ET Equipement_Disponible = "Halteres, Bandes" ET Phase_Force = "Endurance_Force" ALORS sélectionner 2 exercices par type de mouvement (Poussee, Tirage, Squat, Charniere, Gainage) depuis Table_Consultation_Exercices correspondant aux criteres. Definir reps = 12-15, series = 2-3, repos = 60s.

Étape 3 : Appliquer les Règles de Progression de Charge.

REGLE : SI Exercice_X_semaine_precedente_complete_avec_succes (toutes reps, RPE cible) ALORS augmenter_poids/resistance_pour_Exercice_X_de_Y% OU augmenter_reps_de_Z.

Étape 4 : Appliquer les Règles de Gestion de la Fatigue / Récupération.

Calculer l'ACWR à partir de Seance_Entrainement_Enregistree.

REGLE : SI ACWR > 1.4 ALORS

reduire_volume_total_planifie_semaine_actuelle_de_10-20% (principalement en reduisant duree seances Z2 ou une repetition d'intervalle en moins). Signaler a l'utilisateur.

REGLE : SI Score_Fatigue_Subjective_Eleve pendant 2 jours consecutifs ALORS

changer_prochaine_Seance_Haute_Intensite_planifiee_en_Recuperation_Active_Basse_Intensite. Signaler a l'utilisateur.

Étape 5 : Appliquer les Règles d'Adaptation aux Blessures.
Vérifier Journal_Blessures pour les blessures actives.
REGLE : SI Journal_Blessures_Actif pour "Genou_Droit" avec
"Douleur_Femoro_Patellaire" ET Severite = "Moderee" ALORS POUR tous
les exercices impliquant "Squat" ou "Fente" dans le plan de la
semaine actuelle, modifier en "Squat_Amplitude_Limitee" ou
"Substituer_Pont_Fessier" ET reduire charge de 30%. Signaler a
l'utilisateur.
Sortie : Proposition de plan d'entraînement hebdomadaire pour examen
et acceptation par l'utilisateur.
Le tableau suivant aide à visualiser comment la structure de la base
de données soutient la logique basée sur les règles, en montrant
quelles données sont critiques pour les différents types de
décisions que l'application doit prendre automatiquement.

Tableau 5 : Entités de Base de Données Clés et Liens avec les
Catégories de Règles

Entité de Base de Données	Champs Clés Pertinents pour la Logique Catégories de Règles Interagissant (Exemples)
Profil_Utilisateur	DateNaissance (pour statut vétéran), HistoriqueVFC, FCMax, NiveauxExperienceSport Periodisation, Gestion_Charge, Adaptation_Blessure (modificateurs généraux liés à l'âge/expérience)
Mesocycle	Nom_Phase, Focus_Sport_Principal, Objectif_Adaptation_Principal Periodisation (sélection de Modèle_Microcycle, thèmes généraux)
Modele_Microcycle	Theme_Jour1 à Theme_Jour7 Periodisation (structure de base de la semaine)
Seance_Entrainement_Planifiee	IDTypeActivite_Planifiee, Duree_Planifiee, Intensite_Planifiee, Charge_Planifiee Gestion_Charge (ajustement de la charge planifiée), Adaptation_Blessure (modification de la séance)
Seance_Entrainement_Enregistree	RPE_Reel, Charge_Seance_Reelle, Sommeil_Nuit_Precedente, Score_Sensation_Subjective, FC_Moyenne, VFC (si mesurée via séance) Gestion_Charge (calcul ACWR, évaluation fatigue), Progression_Charge
Exercice	Equipement_Requis, Type_Mouvement, Partie_Corps_Ciblee_Principale, Niveau_Difficulte Periodisation (sélection d'exercices pour thèmes), Adaptation_Blessure (substitution d'exercices)
Journal_Blessures	Partie_Corps_Affectee, Type_Blessure, Score_Douleur_Actuel, Niveau_Modification_Activite_Actuel, Severite Adaptation_Blessure (déclenchement des modifications spécifiques)
Journal_Nutrition	DateHeure, Type_Repas, Calories, Glucides_g, Proteines_g, Lipides_g Synchronisation_Nutrition (vérification des apports par rapport aux cibles avant/pendant/après effort)
Ensemble_Regles	Logique_Condition, Logique_Action, Priorite Toutes les catégories (contient la logique de décision explicite)

Exporter vers Sheets

VI. Conclusions et Recommandations

La création d'une application de gestion sportive personnalisée, non assistée par une intelligence artificielle, pour un athlète vétérán pratiquant de multiples disciplines (football, triathlon, trail, musculation à domicile et assouplissement) repose sur l'intégration d'une base de connaissances exhaustive et structurée. Cette base de connaissances doit englober les principes de périodisation avancée, les spécificités de chaque sport, des stratégies nutritionnelles adaptées, ainsi qu'une gestion rigoureuse des blessures et de la récupération.

Principes Clés pour la Base de Connaissances :

Périodisation Hiérarchisée et Adaptative : La planification annuelle (macrocycles) doit permettre de définir des priorités sportives changeantes. Les mésocycles développeront des qualités spécifiques en fonction de ces priorités, tandis que les microcycles (semaines types) seront générés automatiquement en appliquant des règles issues de modèles éprouvés (par exemple, périodisation tactique pour le football, phases de base/construction/pic/affûtage pour le triathlon et le trail). L'adaptation pour un profil vétérán impliquera des progressions de charge plus prudentes et des périodes de récupération potentiellement plus longues.

Gestion Fine de la Charge et de la Récupération : Le suivi de la charge interne (sRPE) et externe, couplé au calcul du ratio de charge aiguë/chronique (ACWR), formera un pilier de la gestion automatisée du risque de surentraînement. La surveillance de la variabilité de la fréquence cardiaque (VFC) et des indicateurs subjectifs de bien-être (sommeil, fatigue, stress, douleurs) permettra d'ajuster dynamiquement les charges d'entraînement planifiées. Des semaines de décharge régulières seront automatiquement intégrées.

Connaissances Sport-Spécifiques Détaillées :

Football Vétérán : Intégrer les exigences intermittentes, les types d'efforts (explosifs, moyens, lents), et les risques de blessures spécifiques. La structure hebdomadaire s'inspirera de la périodisation tactique, en adaptant les jours de force, puissance aérobie et vitesse en fonction du calendrier des matchs et des autres activités sportives de l'athlète.

Triathlon et Trail : Définir des règles de progression pour le volume et l'intensité dans les trois disciplines, en tenant compte des spécificités du trail (dénivelé, technicité, charge excentrique). Les séances enchaînées (bricks) et la préparation aux conditions de course (eau libre, nutrition en course) seront encadrées par des règles.

Musculation à Domicile : Proposer des cycles de développement (stabilisation, endurance de force, hypertrophie, force maximale, puissance) avec des exercices adaptés à un équipement limité (poids du corps, bandes élastiques, haltères légers). Des règles de progression claires (augmentation des répétitions, des séries, de la résistance, ou complexification de l'exercice) seront définies.

Souplesse et Mobilité : Intégrer des routines d'étirements

dynamiques en échauffement, statiques en retour au calme, et des séances dédiées pour maintenir l'amplitude articulaire et prévenir les raideurs.

Stratégies Nutritionnelles Précises et Contextualisées :

Définir des besoins en macronutriments (glucides, protéines, lipides) en g/kg de poids corporel, ajustables selon l'intensité et le volume d'entraînement quotidien et hebdomadaire.

Mettre en place des règles de synchronisation des nutriments (timing) pour les repas et collations avant, pendant et après les entraînements et compétitions, en tenant compte du type et de la durée de l'effort.

Intégrer des recommandations d'hydratation et souligner l'importance des micronutriments clés pour la performance et la récupération de l'athlète vétérinaire (gestion de l'inflammation, santé osseuse).

Gestion Proactive et Adaptative des Blessures :

Permettre un enregistrement détaillé des blessures (localisation, type, sévérité, symptômes, facteurs aggravants/soulageants, etc.). Implémenter un système de règles non-IA pour adapter l'entraînement en fonction de la blessure :

Modification des exercices (substitution, réduction d'amplitude/charge).

Ajustement du volume et de l'intensité des séances.

Introduction d'exercices de rééducation spécifiques basés sur des protocoles établis pour des blessures courantes (tendinopathie d'Achille, syndrome fémoro-patellaire, claquage des ischio-jambiers, conflit sous-acromial, douleur lombaire).

Un système de "feux tricolores" basé sur la douleur et la sévérité pour guider les décisions de modification.

Intégrer une logique de retour progressif au sport après une blessure, basée sur des phases et des critères de progression clairs.

Recommandations pour la Conception de l'Application :

Base de Données Structurée : Les entités de la base de données (Profil_Utilisateur, Mesocycle, Seance_Entrainement_Planifiee/Enregistree, Exercice, Journal_Nutrition, Journal_Blessures, Ensemble_Regles) doivent être conçues pour stocker efficacement ces connaissances et permettre des requêtes complexes pour la logique de l'application.

Moteur de Règles Explicite : La logique de génération et d'adaptation des programmes doit être implémentée via un ensemble de règles conditionnelles (SI-ALORS-SINON) claires, s'appuyant sur les données stockées et les principes énoncés. Des tables de consultation seront utiles pour la sélection d'exercices et la définition de paramètres.

Interface Utilisateur Intuitive : L'utilisateur doit pouvoir facilement saisir ses données (entraînements, RPE, VFC, sommeil, nutrition, blessures), visualiser ses plans, et comprendre les adaptations proposées par le système. Des options de personnalisation et de dérogation manuelle des suggestions du système sont importantes.

Modularité : Concevoir les modules (planification, nutrition,

blessures) de manière modulaire facilitera le développement et la maintenance.

En résumé, la construction d'une telle application sans IA exige une formalisation rigoureuse de l'expertise en sciences du sport sous forme de règles et de données. Le succès de l'outil dépendra de la complétude et de la finesse de cette base de connaissances, ainsi que de la capacité du système à appliquer ces règles de manière cohérente et adaptative au profil et aux retours de l'athlète vétérane. L'objectif final est de fournir un compagnon d'entraînement intelligent, basé sur des preuves scientifiques, qui aide l'utilisateur à optimiser ses performances, à gérer sa récupération et à minimiser les risques de blessures dans sa pratique multisports exigeante.