

**Zeitschrift:** Macolin : revue mensuelle de l'École fédérale de sport de Macolin et Jeunesse + Sport  
**Herausgeber:** École fédérale de sport de Macolin  
**Band:** 46 (1989)  
**Heft:** 12

**Artikel:** Préparation et entraînement en moyenne altitude : Font-Romeu, 1800 m  
**Autor:** Benezis, Christian  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-998700>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 17.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**



## Préparation et entraînement en moyenne altitude: Font-Romeu, 1800 m

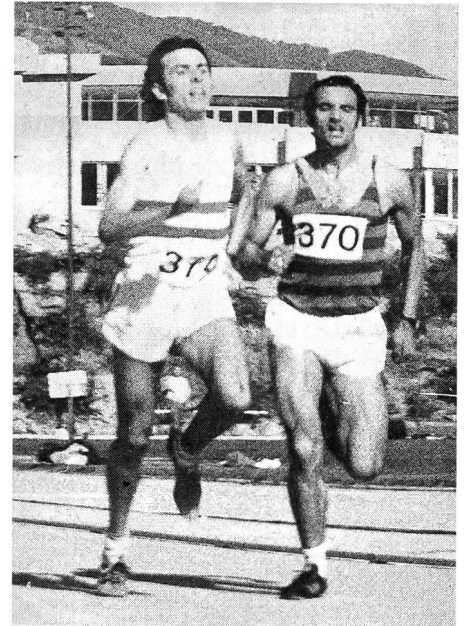
Christian Benezis, président du Collège national de médecine du sport

*Dans le précédent numéro de MACOLIN, sous rubrique «Page du lecteur», j'ai publié une prise de position du Dr Christian Benezis relative aux problèmes – tant soit-il qu'on puisse parler de problèmes – de la préparation et de l'entraînement en altitude. J'avais alors annoncé un article de sa plume, paru déjà dans la revue «Médecine et ski», et que je suis heureux de présenter, aujourd'hui, aux très nombreux lecteurs intéressés par ce sujet. «Depuis le choix de Mexico comme ville olympique, en 1988» explique-t-il, «une multitude de nations ont envisagé l'utilisation des centres d'entraînement en altitude pour préparer leurs athlètes aux grandes compétitions internationales en plaine. En effet, après de multiples expériences, les résultats des différentes recherches concernant la préparation en moyenne altitude permettent de soulever l'hypothèse selon laquelle un travail rationnel et adapté à des altitudes de 1500 m à 2000 m permet, dans certaines spécialités, l'espérance d'une amélioration du potentiel de performance lors du retour en plaine.»*

*Le Dr Christian Benezis présente, ci-après, les résultats de ses observations et le contenu de ses explications en cinq chapitres principaux:*

- Définition de l'altitude moyenne: rôle de l'hypoxie
- Réaction de l'organisme à l'hypoxie
- Conception de l'entraînement en altitude moyenne
- Hypothèse: facteur d'adaptation
- Intérêt des séjours en altitude moyenne.

*En mon nom personnel et au nom de l'EFSM, je le remercie d'avoir accepté de nous faire part des résultats de ses travaux à Font-Romeu, le St-Moritz français, à moins que la station grisonne ne soit le ... Font-Romeu suisse! (Y.J.)*



Christian Benezis, de retour d'un stage en altitude, vainqueur d'une course de demi-fond. C'était en 1974.

Nous avons la chance de posséder, en France, un centre d'entraînement en moyenne altitude à Font-Romeu (1800 à 2300 m). Hélas, dans la phase terminale des préparations aux grandes compétitions, les responsables des différents sports intéressés n'utilisent pas l'altitude comme moyen naturel d'amélioration du potentiel de performance lors du retour en plaine.

Bien sûr, un séjour d'entraînement en altitude ne se passe pas sans poser d'importants problèmes d'adaptation: dès les premiers jours, l'hypoxie entraîne, au niveau de l'organisme sportif, de sérieuses réactions; les critères d'acclimatation, aujourd'hui parfaitement codifiés après dix ans d'expérience, permettent une conception de l'entraînement bien adaptée à certains sports surtout: natation, athlétisme, sports collectifs, gymnastique, haltérophilie, aviron...

L'intérêt des séjours d'entraînement en altitude moyenne repose sur des hypothèses axées sur la facilitation des

mécanismes anaérobie et aérobie de l'organisme.

Nous avons fait une approche scientifique de ces facteurs d'adaptation, de facilitation:

- Etude des métabolites de la contraction musculaire (acide lactique, système de transport de l'oxygène);
- Etude, aussi et surtout, des résultats obtenus après deux années de stages à Font-Romeu par l'équipe de France d'athlétisme (coureurs de demi-fond et de fond).

Ce sont les résultats obtenus qui sont présentés dans l'étude qui suit.

### Définition de l'altitude moyenne

Font-Romeu présente l'avantage d'être situé à une altitude de 1800 à 2300 mètres. L'hypoxie rencontrée lors de séjours d'entraînement y est:

- Gênante à l'arrivée;

- Supportable après une période d'acclimatation;
- Profitable en fin de stage, l'athlète ayant retrouvé des possibilités d'entraînement quasi identiques à celles de la plaine.

L'hypoxie entraîne une diminution de la pression partielle d'oxygène au niveau des poumons et, dans le sang, une diminution du coefficient de saturation en oxygène de l'hémoglobine.

Le muscle réagit en favorisant la phase anaérobie de sa contraction. Il en résulte une production élevée de lactates (taux multiplié par 2 au repos, par 5 ou par 8 lors d'efforts intenses).

### Réactions de l'organisme

L'organisme réagit à cette hypoxie par une hyperventilation, une augmentation de la fréquence cardiaque de repos, un hypermétabolisme. Il en résulte, à l'effort, l'apparition d'une importante baisse d'oxygène et des modifications significatives au niveau du débit cardiaque.

Classiquement, on distingue trois différentes phases d'adaptation en altitude moyenne:

- La phase d'acclimatation aiguë (du 2e au 6e jour);
- La crise d'altitude (du 8e au 12e jour);
- La phase «efficace» (à partir du 15e jour).

Il est évident qu'il existe des variations individuelles.

### Phase d'acclimatation aiguë

Dès l'arrivée en altitude, la diminution de la pression atmosphérique et la raréfaction de l'oxygène rendent difficile le moindre effort et entraînent un *déséquilibre de l'organisme*. Celui-ci se traduit par des signes généraux, parfois très importants, d'ordre respiratoire, cardio-vasculaire et neuro-musculaire.

#### Signes généraux

Ils se caractérisent surtout par des céphalées, des épistaxis, des vertiges, des insomnies ou des hypersomnies.

Dans certains cas, le sportif ne ressent pas ces «signes généraux».

#### Signes respiratoires

La respiration de repos est accélérée et la ventilation se fait au détriment de l'expiration. Au niveau des poumons, à la raréfaction de l'oxygène s'ajoute l'excès de gaz carboniques expirés; cet essoufflement traduit la lutte contre l'hypoxie.

#### Signes cardio-vasculaires

La fréquence cardiaque de repos de 50 à 60 pulsations/mn chez un sportif entraîné augmente de façon considérable (70 à 80 pulsations/mn).

L'inadaptation à l'effort, même minime, la récupération longue et difficile confirment ce déséquilibre.

#### Signes neuro-musculaires

Nerveusement, l'athlète est très excité, surtout les premiers jours. Aux phases de surexcitation succèdent souvent des phases d'abattement.

Le muscle se fatigue vite: crampes, courbatures et «jambes lourdes».

Toutes ces modifications, en relation avec des paramètres tels que l'âge, le niveau d'entraînement et, surtout, le degré d'acclimatation antérieur, nécessitent une diminution importante du travail, réduit à des «footings d'endurance». Cette phase dure de 2 à 5 jours.

### Crise d'altitude

Inconstante, la crise d'altitude survient entre le 8e et le 15e jour, alors que l'athlète a déjà repris un cycle d'entraînement plus intensif. Elle se traduit par une baisse générale du tonus, une fatigue intense, une exagération des signes généraux du début de séjour.

L'origine de cette période difficile mais de courte durée (de 24 à 48 heures) s'explique, pour certains physiologistes, par l'effondrement des sécrétions hormonales surrénaliennes, trop sollicitées durant les premiers jours.

Pendant un ou deux jour(s), le sportif doit donc renoncer à toute activité intense, et le médecin l'aidera à surmonter cette défaillance organique en lui prescrivant des substances de recharge vitaminique et des soins appropriés (massages, sauna, relaxation).

Il est à signaler que la crise d'altitude n'est ressentie que par 60 pour cent des sportifs.

### Phase «efficace»

Elle est caractérisée par l'amélioration de toutes les constantes organiques perturbées pendant les deux premières phases:

- Le rythme respiratoire se stabilise et l'essoufflement apparaît plus tard dans l'effort;
- La fréquence cardiaque de repos redevient normale; l'effort musculaire paraît moins difficile (le muscle utilisant mieux l'oxygène qui lui est fourni);
- Un entraînement plus intense, mais toujours dosé et progressif, redevient réalisable; rapidement, l'athlète retrouve les mêmes possibilités qu'en plaine.

Les effets de l'altitude sont donc gênants pendant la période d'acclimatation, supportables, puis profitables après la crise d'altitude.

### Conception de l'entraînement en altitude

Depuis plusieurs années, nous avons pu codifier les paramètres nécessitant un respect absolu des principes d'adaptation et permettant un stage de préparation efficace en altitude.

#### Conditions préalables

Le sujet doit arriver en altitude dans la meilleure forme physique possible (les stages dits «d'oxygénation» pour sujets à «cours de condition» n'ont aucun intérêt à ce stade):

- L'athlète doit respecter les règles d'adaptation et le cycle d'entraînement sera conçu en conséquence: footings d'endurance durant la phase aiguë de déséquilibre; reprise des séances de musculation et de vitesse dès le 5e jour; repos strict ou partiel pendant la crise d'altitude; retour à l'entraînement intense mais progressif après la crise d'altitude.
- Le choix des dates d'un stage (pour être efficace, il doit durer de 3 à 6 semaines) doit être, lui aussi, judicieux.

Lors de son retour en plaine, l'athlète devra respecter une période de réadaptation de 2 à 5 jours (repos, footing léger).

La période «faste» pour l'accomplissement de meilleures performances se situe entre le 10e et le 25e jour après le retour en plaine. Il est donc essentiel de décider de l'arrivée en altitude, de la durée du séjour et du retour en plaine en fonction de la date de l'objectif fixé.

#### Principaux sports concernés

- Les sports de vitesse, de détente et de force paraissent peu concernés par l'entraînement en altitude. Par contre, les sprinters, sauteurs, boxeurs



La construction du Centre d'entraînement en altitude de Font-Romeu en voie d'achèvement: Français et étrangers allaient s'y préparer ferme avant les JO de Mexico.

et haltérophiles peuvent s'y préparer en vue de compétitions organisées elles aussi à ce niveau; ils pourront en principe améliorer leurs performances, compte tenu de la moindre résistance de l'air et de la moindre pesanteur.

- Ce sont les *sports d'endurance et de résistance* (athlétisme: demi-fond et fond, natation, sports collectifs) qui paraissent relever essentiellement des mécanismes d'adaptation en altitude en vue de l'amélioration des performances lors du retour en plaine.

## Conceptions du cycle d'entraînement

### Pendant la 1<sup>re</sup> semaine

Ne faire, de préférence, que des footings, de la marche, de la musculation légère en évitant tout effort intense et en résistance.

### Pendant la crise d'altitude

Le repos et l'arrêt de l'entraînement sont souhaitables; un support biologique peut aider les athlètes fatigués.

### Après la crise d'altitude

Continuer le travail d'endurance et de vitesse; compte tenu de la majoration à donner au temps de récupération (notion de double palier), étudier l'intensité et le degré de récupération incomplète qui marqueront la reprise d'un cycle d'entraînement en résistance.

### Hygiène

Des soins d'hygiène générale sont à conseiller à tous les athlètes s'entraînant, en altitude moyenne, dans des conditions difficiles (sommeil, relaxation, rééducation générale, apport hydrominéral abondant, surveillance médico-sportive).

## Facteurs d'adaptation et de facilitation

Depuis dix ans, de nombreux travaux ont été effectués soulignant l'importance de plusieurs facteurs propices à la phase aérobie ou anaérobie de l'exercice musculaire. Leur modification par l'entraînement en altitude permet une facilitation de l'effort sportif lors du retour en plaine.

### Facilitation de la phase aérobie

#### Le facteur respiratoire

Son rôle paraît secondaire, l'hyperventilation ne compensant pas le déficit en oxygène. Toutefois, il semblerait qu'elle compense la diminution du PH et qu'elle facilite, dans l'entraînement en endurance, l'augmentation des enzymes intra-érythrocytaires (2-3 DPG).



Comme les courses de vitesse, le saut en longueur bénéficie de l'altitude, mais sur place, en raison de la moindre résistance de l'air.

### Les facteurs sanguins

- *Hématopoïèse*: augmentation classique, après de longs séjours en altitude, du nombre des globules rouges. Il n'est pas certain que de courts séjours n'excédant pas 4 à 6 semaines permettent cette augmentation. Il est à noter, dans les premiers jours, une augmentation relative du nombre des globules rouges par spléno-contraction.

Un séjour supérieur à 3 mois permet une stimulation de l'hématopoïèse.

- *Augmentation du 2-3 DPG*: lors des séjours en altitude moyenne, le coefficient de fixation de l'oxygène sur l'hémoglobine (normalement de 97 pour cent en plaine) chute à 91 pour cent. Puis il remonte pour osciller aux alentours de 93 ou 94 pour cent à l'issue du stage.

D'autre part, par un entraînement dosé en endurance intégrale, on a pu mettre en évidence une augmentation du taux de 2-3 DPG, qui passe de 2 à 3 mmol/l en plaine à 6 à 7 mmol/l après 6 semaines en altitude.

Cet enzyme augmente le pouvoir oxyphorique du sang (permettant le «largage» ou «lâchage» de l'oxygène lors de son passage au niveau des muscles) et reste, semble-t-il, élevé pendant 15 à 20 jours après le retour en plaine. Il se pourrait que nous ayons, là, une des explications de l'amélioration du potentiel de performance des athlètes de demi-fond long après leur retour (15 à 20 jours) au niveau de la mer.

C'est un peu comme si l'organisme, revenu dans des conditions normales, fonctionnait en «surmultiplié» puisqu'il possède et utilise beaucoup plus de «carburant».

La phase aérobie de la contraction musculaire est donc privilégiée; ceci explique le choix des spécialités sportives pouvant bénéficier de l'apport d'oxygène suffisant (natation, courses de demi-fond court et long, aviron, sports collectifs...).

### Facilitation de la phase anaérobie

Après la crise d'altitude, un entraînement en «résistance-intensité» avec récupération incomplète est donc possible. Pratiqué dans des conditions difficiles d'hypoxie, il habitue l'organisme à de fortes dettes d'oxygène.

Lors du retour en plaine, et ce dès les premiers jours (4<sup>e</sup> et 6<sup>e</sup> jour), il y aurait facilitation des possibilités anaérobies, ce phénomène pouvant s'expliquer par une diminution du taux d'acide lactique et par une réabsorption supérieure des lactates.

Ce «tic métabolique» paraît induit par l'entraînement en altitude.

### Autres facteurs

Les autres facteurs reposent sur des modifications hormonales et enzymatiques apparaissant lors du retour en plaine (modifications cellulaires, augmentation de la myoglobine et de la vascularisation locale).

Il existerait, lors de séjours en altitude, une augmentation de la production de substances thymiques qui recueilleraient, chez les sportifs, le seuil de la fatigue musculaire, mais ceci n'a jamais été vérifié.

Le facteur psychologique dû à l'environnement du Centre de préparation de Font-Romeu est, lui aussi, important



dans la recherche de l'adaptation à l'altitude.

Enfin, le fait de s'entraîner dans des conditions difficiles pendant plusieurs semaines «libère» l'athlète lors de son retour en plaine.

## Intérêt des séjours en altitude moyenne

Expérience de l'équipe de France de demi-fond et de fond en 1977 et 1978.

### Objectif

Il s'agissait de préparer les athlètes de demi-fond et de fond aux matches internationaux de fin de saison 1977 et (préparation terminale) aux Championnats d'Europe 1978.

### Modalités

L'organigramme a été réalisé de façon à permettre plusieurs stages préparatoires de novembre à avril et un stage terminal en juin-juillet.

### Contenu

En 1977, 36 athlètes ont participé aux stages préparatoires.

L'aspect technique permet de mettre en évidence, d'une part, le respect des données physiologiques actuellement reconnues et, d'autre part, d'enregistrer les éventuels bienfaits lors du retour en plaine.

Il a été tenu compte des variations d'adaptation individuelle, du niveau de condition physique de chacun, de la quantité (réduite) de travail à effectuer. Le travail aérobie et le travail anaérobie ont été associés et les temps de récupération augmentés, afin d'éliminer un surentraînement possible.

Compte tenu des résultats enregistrés, on peut distinguer 4 phases lors du retour en plaine:

#### Phase 1

La première phase dure de 2 à 3 jours et elle concerne la réacclimatation, le réajustement physiologique, psychologique et technique aux conditions de la compétition en plaine.

#### Phase 2

Elle va du 3<sup>e</sup> au 5<sup>e</sup> jour et correspond au «tic métabolique» induit par l'entraînement en altitude, «tic métabolique» qui consiste en une meilleure tolérance d'un taux de lactates élevé et qui permet, donc, une amélioration des performances sur des distances sollicitant le mécanisme anaérobie de façon préférentielle.

#### Phase 3

S'étendant du 6<sup>e</sup> au 10<sup>e</sup> jour, la troisième phase correspond à une diminution de l'amplitude des réponses hormo-

nales. Cette période est peu favorable à l'accomplissement de performances.

#### Phase 4

Elle est axée sur la facilitation du mécanisme aérobie par une adaptation enzymatique et cellulaire profonde. Elle est caractérisée par une stimulation des mécanismes anaérobie et, surtout, aérobie (augmentation du 2-3 DPG?).

### Conclusion

Pour assurer la réussite d'un séjour de préparation en altitude, les points suivants doivent être respectés:

- Le choix des dates doit être fait et la durée du stage établie en fonction du but fixé;
- La forme physique des athlètes, à leur arrivée, doit être irréprochable;
- Les stagiaires doivent respecter les règles d'adaptation en altitude moyenne;
- Leur entraînement doit être dosé et progressif pendant les deux premières semaines.

Les deux années d'expériences sur lesquelles repose cette étude ont mis en évidence l'intérêt de l'entraînement en moyenne altitude pour améliorer le potentiel performance lors du retour en plaine. Elles soulignent l'utilité fondamentale de centres tels que ceux de Font-Romeu en France (insuffisamment utilisé) et de St-Moritz en Suisse, pour ne nommer que ceux-là.

Nous avons tenté de montrer, dans cet exposé, comment on peut, en associant à un entraînement dosé un moyen naturel tel que l'hypoxie d'altitude moyenne, augmenter le potentiel de performances d'athlètes de haut niveau lors de leur retour en plaine, et ceci dans le respect total de la morale sportive. ■

### Bibliographie

- Astrand PO, Astrand I.: Heart rate during muscular work in man exposed to prolonged hypoxia. *J. Appl. Physiol.*, 1958, 13, 75-77.
- Benezis C., Wagner P., Goulesque J.: Le piroxilate en médecine du sport. *Lyon Méditerranée Médical*, 1977, 13/1, 69-76.
- Buskirk, Kollias, Akers, Prokop, Picon, Reategui: Maximal performance at altitude and on return from altitude in conditioned runners. *J. Appl. Physiol.*, 1967, 23, 259-266.
- Frassinelli R., Stephan H.: Entraînement à la compétition en altitude, 1967. Section des publications de l'I.N.S. n° 00767.
- Frederick E.C.: Physiological basis of altitude training. *Modern athlete and coach*, 1976, 14/3, 2-5.
- Lacombe J.: Aspects physiologiques de l'altitude: à propos des stages de préparation de l'équipe de France de demi-fond. Thèse méd. Bordeaux, juillet 1979.
- Plas F., Chesne H., Chabrieau J., Duthoit J.: Variations des corticoïdes surrénaliens sous l'influence de l'entraînement sportif en altitude. *Médecine Education physique et Sport*, 1967, 2, 4-5.
- Richalet J.P.: L'adaptation à l'altitude. *La recherche*, 18, 1987, 1482-1492.
- Sheppard J.: Altitude training. *British Journal of sports medicine*, 1978, 15/3, 22-27.



La Suisse a son Font-Romeu à St-Moritz: les coureurs y viennent de partout pour s'y entraîner sur piste et sur son légendaire parcours de haut plateau.