

Besoins en azote des micro-organismes oenologiques



Patricia TAILLANDIER



Besoins en azote des micro-organismes oenologiques

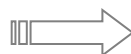
- Rappels
- Fermentation alcoolique
 - Données de la bibliographie
 - Essais de complémentation
- Fermentation malo-lactique
- Conclusions

Rappels (I)

L'azote dans les mouts de raisin

□ Nature chimique

- Azote ammoniacal : NH_4^+
3 à 10% du total
- Acides Aminés:
25 à 30% du total
- Peptides
25 à 50% du total
- Protéines
3 à 10% du total



Teneurs très variables d'un mout à l'autre (facteur 10)

Rappels (II)

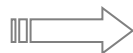
L'azote assimilable en Oenologie

□ Par les levures

- Azote ammoniacal : NH_4^+
- Acides Aminés

□ Par les bactéries lactiques

- Acides Aminés
- Peptides
- Protéines partiellement



Besoins très différents

Rappels (III)

L'azote assimilable en Oenologie

□ Nature chimique

- Azote ammoniacal : NH_4^+
(19 à 240 mg N/L dans les mouts)
- Acides aminés (sauf la proline en absence d' O_2) :
(28 à 340 mg N/L dans les mouts)

□ Dosage

Formoltitration = (Acides aminés – proline + NH_4^+)

⇒ *mg N/L*

Rappels (IV)

A quoi sert l'azote?

- ❑ **En phase de croissance : construction de la cellule**
 - teneur en azote = 5 à 10% de la masse cellulaire totale
 - Protéines de structure et intermédiaires métabolites :
 - ⇒ 10 à 30% de tous les composés azotés
 - Protéines fonctionnelles : enzymes

- ❑ **En phase stationnaire : renouvellement des enzymes**
 - durée de vie de quelques heures
 - 10% des besoins en croissance

Rappels (V)

- **Les conséquences d'un déficit en azote**
 - Fermentation languissante ou arrêtée
 - Production d'H₂S

- **Les conséquences d'un excès en azote**
 - +/- d'alcools supérieurs, plus de certains esters
 - Plus de carbamate d'éthyle (urée)
 - Instabilité microbiologique (azote résiduel)
 - Production d'H₂S si carence en acide panthoténique

Besoins en azote des micro-organismes oenologiques

- Rappels
- Fermentation alcoolique
 - Données de la bibliographie
 - Essais de complémentation
- Fermentation malo-lactique
- Conclusions

Fermentation alcoolique - Données bibliographie (I)

Quantification des besoins des levures

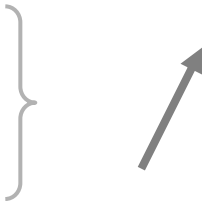
□ Valeurs proposées :

- 130 mg N/L, 140 à 196 mg N/L, 200 mg N/L,
- 300 à 450 mg N/L (étude en excès de N)

□ Variabilité selon les souches :

- Au minimum 60 mg N/L, au maximum 270 mg N/L
- Varient d'un facteur 2,5 pour le maintien d'une vitesse de fermentation constante

□ Variabilité selon le contexte oenologique :

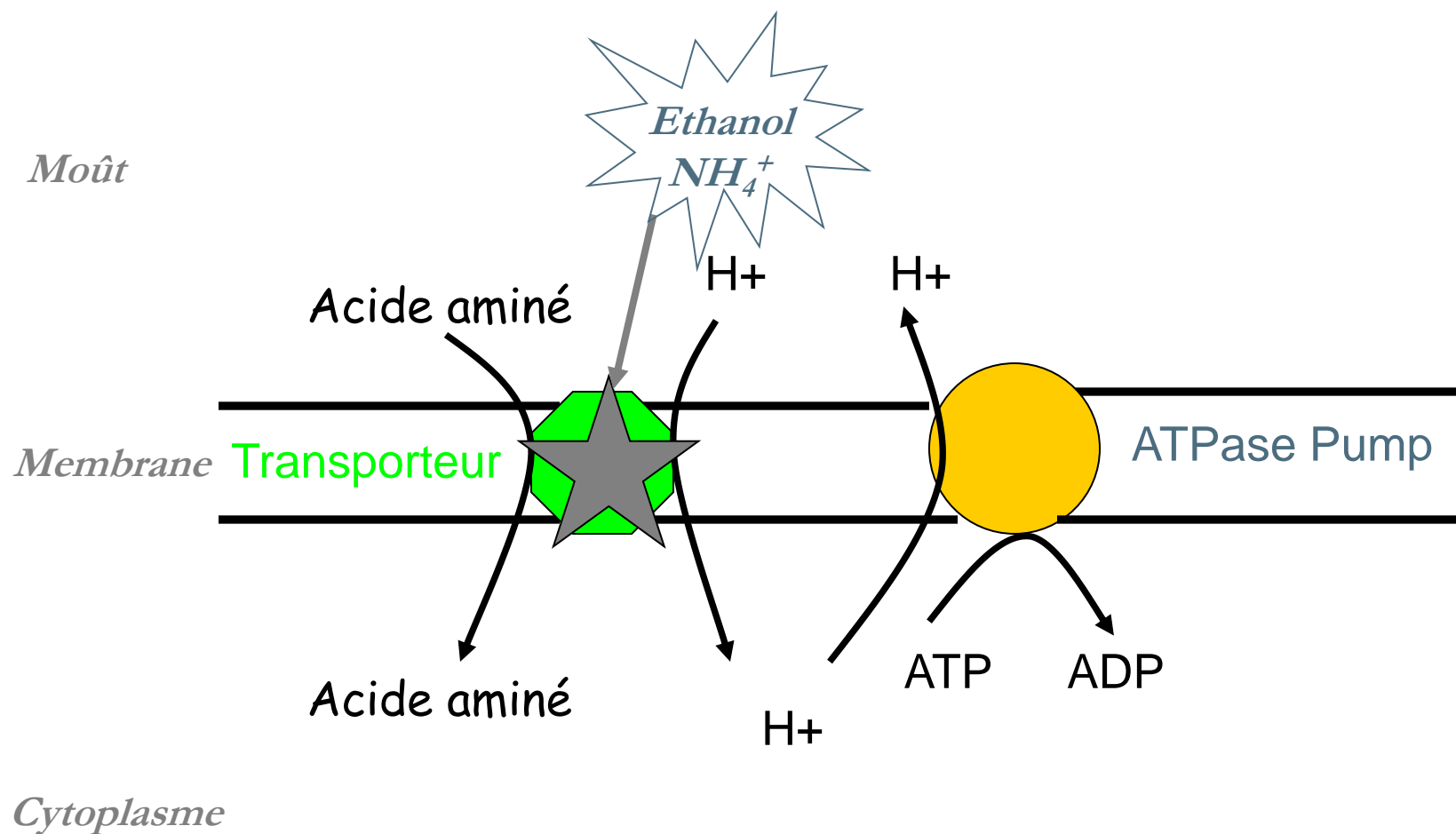
- Sucres : de 200 à 250 g/L besoin de 60 mg/L supplémentaire
 - Acidité
 - Température
 - O₂
- 

Fermentation alcoolique - Données bibliographie (II)

- **Effet sur la croissance**
 - proportionnelle à la teneur en azote
 - seulement pour les moûts carencés
 - pas en phase stationnaire
 - croissance relancée en phase stationnaire
- **Effet sur la vitesse de consommation des sucres**
 - plus fort que sur la croissance
 - moins fort que sur la croissance
 - linéaire
 - exponentiel
- **Moment de l'apport**
 - en début de fermentation ou pendant la phase de croissance
 - en phase stationnaire avec aération

Fermentation alcoolique- Données bibliographie (III)

Transport des acides aminés et NH_4^+



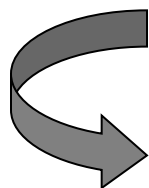
Besoins en azote des micro-organismes oenologiques

- Rappels
- Fermentation alcoolique
 - Données de la bibliographie
 - Essais de complémentation
- Fermentation malo-lactique
- Conclusions

Fermentation alcoolique-Essais complémentation

Objectif

Réaliser des compléments nutritionnels azotés raisonnés
pour une fermentation optimisée



Quantité minimale à apporter pour la fermentation
la plus complète et la plus rapide

Fermentation alcoolique-Essais complémentation

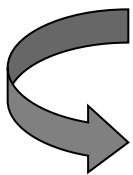
Besoin des levures : niveau d'azote nécessaire ?

■ Cadre de l'étude

- Test de 11 souches
- Milieu synthétique à 240 g/L de sucre
- Azote assimilable : 120, 190 et 290 mg N/L

■ Réponses mesurées

- Croissance levurienne
- Cinétiques de fermentation
- Sucres résiduels quand vitesse de consommation = 0



**Critère retenu : sucres résiduels minimum et
vitesse fermentation maximale**

Fermentation alcoolique-Essais complémentation

Résultats

- **Pas de réponse identique pour toutes les levures**
 - Stimulation par l'azote dans la gamme testée : 5 souches
 - Concentration optimale en azote : 4 souches
 - Pas ou peu d'influence de l'azote : 2 souches

- **Consommation du sucre**
 - Pour les souches sensibles l'azote affecte plus les sucres résiduels que la vitesse de consommation

- **Besoins en azote (azote consommé)**
 - Variable selon les souches : 0,6 à 1,1 mg de N/g de sucres

Fermentation alcoolique-Essais complémentation

Résultats

- **Consommation de l'azote**
 - Toujours pendant la phase de croissance
 - Proportionnelle à la teneur initiale
 - Azote résiduel d'autant plus élevé que teneur initiale forte

- **Production d'acidité volatile**
 - Proportionnelle à la teneur initiale en azote

- **Besoins en azote**
 - Il est parfois « néfaste » d'aller au-delà de la teneur optimale

Besoins en azote des micro-organismes oenologiques

- Rappels
- Fermentation alcoolique
 - Données de la bibliographie
 - Essais de complémentation
- Fermentation malo-lactique
- Conclusions

Fermentation malolactique - Données bibliographie

Quantification des besoins des bactéries lactiques

- **Acides aminés essentiels**
 - 9 à 13 selon les souches
 - Mais de très petites quantités suffisent (1 mg/L)

- **Aptitude à hydrolyser les peptides pour récupérer les acides aminés**
 - En général couvre les besoins en azote

Fermentation malolactique - Données bibliographie

Co-inoculation versus FML post fermentation alcoolique

- **Eléments >0 post FA**
 - Relargage de peptides et de certaines vitamines

- **Eléments <0 post FA**
 - Carence en certains nutriments
 - Présence d'inhibiteurs : éthanol (75% de l'inhibition), acides gras, SO₂, métabolites levuriens...

Besoins en azote des micro-organismes oenologiques

Conclusions

- **Pour la fermentation alcoolique :**
 - Variabilité des souches mais 150 mg/L d'azote assimilable suffisent dans la plupart des cas
 - Attention aux excès d'azote

- **Pour la fermentation malolactique :**
 - Besoins et comportement mal connus