

# **Encyclopédie des vitamines**

Du nutriment au médicament

**Volume 2**

Aspects nutritionnels



# Encyclopédie des vitamines

Du nutriment au médicament

## Volume 2

Aspects nutritionnels

**Jean-Claude Guiland**

Unité Neuromédiateurs et Vitamines

Plateau Technique de Biologie – Centre hospitalier universitaire de Dijon

**Bruno Lequeu**

Laboratoire d'Analyse Médicales

Le Point Médical – Dijon



11, rue Lavoisier  
75008 Paris



Allée de la Croix-Bossée  
94234 Cachan cedex

## Chez le même éditeur

### *Aliments fonctionnels*

collection Sciences et techniques agroalimentaires

M.B. Roberfroid, V. Coxam, N. Delzenne (coord.), 2<sup>e</sup> éd., 2008

### *L'équilibre nutritionnel*

*Concepts de base et nouveaux indicateurs : Le SAIN et le LIM*

M. Darmon, N. Darmon, 2008

### *Les polyphénols en agroalimentaire*

collection Sciences et techniques agroalimentaires

P. Sarni-Manchado, V. Cheynier, 2006

### *Radicaux libres et stress oxydant – Aspects biologiques et pathologiques*

J. Delattre, J.-L. Beaudoux, D. Rousselot-Bonnefont, coord., 2004

### *Apports nutritionnels conseillés pour les enfants et adolescents sportifs de haut niveau de performance*

M. Vidailhet, AFSSA, coord., 2004

### *Prévention nutritionnelle de l'ostéoporose*

V. Coxan, M.-N. Horcajada, 2004

### *Minéraux et produits laitiers*

F. Gaucheron, coord., 2003

### *Les vitamines dans les industries agroalimentaires*

collection Sciences et techniques agroalimentaires

C.F. Bourgeois, coord., 2003

### *Apports nutritionnels conseillés pour la population française*

A. Martin / AFSSA, coord., 3<sup>e</sup> édition, 2000

### *Le magnésium en biologie et en médecine*

J. Durlach, M. Bara, 2<sup>e</sup> édition, 2000



© LAVOISIER, 2009

ISBN : 978-2-7430-0596-2

Toute reproduction ou représentation intégrale ou partielle, par quelque procédé que ce soit, des pages publiées dans le présent ouvrage, faite sans l'autorisation de l'éditeur ou du Centre français d'exploitation du droit de copie (20, rue des-Grands-Augustins - 75006 Paris), est illicite et constitue une contrefaçon. Seules sont autorisées, d'une part, les reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective, et, d'autre part, les analyses et courtes citations justifiées par le caractère scientifique ou d'information de l'œuvre dans laquelle elles sont incorporées (Loi du 1<sup>er</sup>-juillet 1992 - art. L 122-4 et L 122-5 et Code pénal art. 425).

# Volume 2

## Table des matières

### Chapitre 5

<b>Du besoin vitaminique à l'apport recommandé</b> .....	849
1. Définitions .....	849
1.1. Utilisation physiologique du nutriment .....	849
1.2. Métabolisme du nutriment .....	849
1.3. Le critère qui permet de déterminer le besoin .....	850
2. Méthodes utilisées pour établir les besoins vitaminiques .....	852
3. Apports nutritionnels conseillés .....	854
4. Au-delà des besoins et des apports conseillés .....	857
5. Utilisation des ANC .....	860
6. Estimation du risque d'insuffisance d'apport dans une population .....	860
Références bibliographiques .....	863

### Chapitre 6

<b>Apports vitaminiques conseillés</b> .....	865
1. Apports conseillés en thiamine .....	875
2. Apports conseillés en riboflavine .....	879
3. Apports conseillés en niacine .....	883
4. Apports conseillés en acide pantothénique .....	885
5. Apports conseillés en vitamine B <sub>6</sub> .....	886
5.1. Exploration du statut vitaminique B <sub>6</sub> .....	886
5.2. Principaux facteurs affectant le besoin en vitamine B <sub>6</sub> .....	886
5.2.1. Biodisponibilité .....	886
5.2.2. Effet de l'apport en protéines .....	887
5.3. Apports nutritionnels conseillés en vitamine B <sub>6</sub> .....	887
5.3.1. Cas des adultes de sexe masculin (19-50 ans) .....	888
5.3.2. Cas des femmes adultes (19-50 ans) .....	889
5.3.3. Cas des femmes enceintes .....	891

5.3.4. Cas des femmes allaitantes . . . . .	892
5.3.5. Cas des enfants et des adolescents . . . . .	892
5.3.6. Cas des personnes âgées . . . . .	892
6. Apports conseillés en biotine . . . . .	895
7. Apports conseillés en folates (vitamine B <sub>9</sub> ) . . . . .	895
7.1. Approche méthodologique . . . . .	896
7.1.1. Études de déplétion-réplétion . . . . .	896
7.1.2. Études métaboliques . . . . .	897
7.1.3. Relation entre statut biochimique et apports en folates . . . . .	898
7.1.4. Mesure du débit urinaire des métabolites des folates . . . . .	899
7.1.5. Approche cinétique . . . . .	899
7.2. Apports conseillés aux différents âges de la vie . . . . .	901
7.3. Apports conseillés en folates en fonction de l'âge, du sexe et de l'état physiologique . . . . .	902
7.3.1. Besoin en folates du nouveau-né, de l'enfant et de l'adolescent . . . . .	902
7.3.2. Cas des adultes . . . . .	902
7.3.3. Cas des personnes âgées . . . . .	904
7.3.4. Cas de la femme enceinte : besoins en folates nécessaires à une croissance fœtale optimale . . . . .	904
7.4. Autres facteurs pouvant (devant ?) être pris en compte . . . . .	908
7.4.1. Polymorphisme génétique . . . . .	908
7.4.2. Biodisponibilité des folates . . . . .	909
8. Apports conseillés en vitamine B <sub>12</sub> . . . . .	909
9. Apports conseillés en vitamine C . . . . .	915
9.1. Cas des adultes . . . . .	915
9.2. Cas des enfants âgés de 0 à 12 mois . . . . .	921
9.3. Cas des enfants et adolescents (de 1 à 19 ans) . . . . .	921
10. Apports conseillés en vitamine A . . . . .	924
10.1. Chez les adultes . . . . .	924
10.2. Pendant la grossesse et la lactation . . . . .	926
10.3. Nouveau-nés et enfants . . . . .	927
10.4. Sujets âgés . . . . .	928
11. Apports conseillés en vitamine D . . . . .	929
11.1. Cas des nourrissons . . . . .	932
11.2. Cas des enfants âgés de 1 à 8 ans . . . . .	933
11.3. Cas des enfants âgés de 9 à 13 ans et des adolescents . . . . .	934
11.4. Cas des adultes . . . . .	934
11.5. Cas des femmes enceintes et des femmes qui allaitent . . . . .	935
11.6. Cas des personnes âgées . . . . .	936
12. Apports conseillés en vitamine E . . . . .	936
13. Apports conseillés en vitamine K . . . . .	939
Références bibliographiques . . . . .	941

## Chapitre 7

<b>De l'état de précarence à l'état de carence</b> .....	957
1. Cas de la thiamine. ....	963
1.1. Étiologie de la carence en thiamine et groupes à risque .....	967
1.1.1. Apport insuffisant de thiamine .....	967
1.1.2. Diminution de l'absorption intestinale. ....	971
1.1.3. Altération du transport. ....	971
1.1.4. Altération de la synthèse endogène du TPP. ....	972
1.1.5. Augmentation du besoin en thiamine .....	972
1.1.6. Augmentation des pertes de thiamine .....	972
1.2. Tableaux cliniques du béribéri .....	974
1.2.1. Forme infantile .....	974
1.2.2. Formes adultes .....	975
1.3. Précarence en thiamine. ....	981
2. Cas de la riboflavine. ....	981
2.1. Causes et symptomatologie de l'ariboflavine .....	981
2.2. Conséquences d'une déficience ou d'une carence en riboflavine .....	984
2.2.1. Métabolisme intermédiaire .....	984
2.2.2. Développement du fœtus .....	985
2.2.3. Statut hématologique .....	986
2.2.4. Dégénérescence neuronale et neuropathie périphérique .....	987
2.2.5. Cancer. ....	987
2.2.6. Maladies cardio-vasculaires. ....	987
2.2.7. Vision .....	988
2.2.8. Interaction avec les autres vitamines du groupe B .....	988
2.2.9. Paludisme .....	989
3. Carence en niacine ou pellagre. ....	990
3.1. Causes et tableau clinique de la carence en vitamine PP .....	990
3.1.1. Manifestations cutanées. ....	992
3.1.2. Manifestations gastro-intestinales .....	996
3.1.3. Manifestations neurologiques .....	996
3.1.4. Histopathologie .....	996
3.2. Conséquences métaboliques de la déficience et de la carence en niacine .....	999
4. Cas de l'acide pantothénique .....	1001
5. Cas de la vitamine B <sub>6</sub> .....	1003
6. Cas de la biotine .....	1009
6.1. Causes de la carence en biotine .....	1009
6.2. Manifestations caractérisant la carence en biotine .....	1011
6.3. Manifestations des déficits multiples en carboxylases curables par la biotine .....	1012
6.4. Pathogenèse. ....	1013
6.5. Autres effets de la carence en biotine. ....	1014
7. Cas des folates. ....	1014
7.1. Causes de la carence en folates. ....	1015
7.1.1. Apports insuffisants .....	1015
7.1.2. Malabsorption. ....	1015
7.1.3. Augmentation des besoins .....	1016
7.1.4. Situations pathologiques pouvant compromettre le statut en folates de façon brutale .....	1019

7.1.5. Carences médicamenteuses . . . . .	1019
7.1.6. Affections congénitales du métabolisme des folates . . . . .	1021
7.2. Signes cliniques . . . . .	1021
7.2.1. Signes cliniques généraux . . . . .	1021
7.2.2. Signes neurologiques et psychiques . . . . .	1022
7.2.3. Signes cutanéomuqueux . . . . .	1023
7.2.4. Signes cliniques particuliers . . . . .	1023
7.3. Diagnostic biologique de l'anémie mégalo-blastique . . . . .	1023
7.3.1. Caractéristiques morphologiques du sang . . . . .	1026
7.4. Données récentes sur les conséquences d'une déficience ou d'une carence en folates . . . . .	1028
7.4.1. Maladies cardio-vasculaires . . . . .	1028
7.4.2. Grossesse . . . . .	1030
7.4.3. Cancer . . . . .	1031
8. Vitamine B <sub>12</sub> . . . . .	1031
8.1. Définition . . . . .	1031
8.2. Épidémiologie des carences en vitamine B <sub>12</sub> . . . . .	1032
8.3. Étiologie et groupes à risque . . . . .	1032
8.3.1. Carences d'apport . . . . .	1033
8.3.2. Gastrectomies, maladies iléales et/ou malabsorptions . . . . .	1033
8.3.3. Non-dissociation de la vitamine B <sub>12</sub> des ses protéines porteuses ou syndrome de carence en vitamine B <sub>12</sub> avec test de Schilling normal . . . . .	1035
8.3.4. Déficits congénitaux du métabolisme de la vitamine B <sub>12</sub> . . . . .	1036
8.4. Manifestations cliniques des carences en vitamine B <sub>12</sub> . . . . .	1036
8.4.1. Signes hématologiques . . . . .	1036
8.4.2. Signes neurologiques . . . . .	1037
9. Cas de la vitamine C . . . . .	1038
9.1. Mécanismes physiopathologiques . . . . .	1039
9.2. Facteurs à l'origine du scorbut . . . . .	1039
9.3. Manifestations cliniques de la carence en vitamine C . . . . .	1040
9.4. L'hypovitaminose C . . . . .	1042
9.4.1. Vitamine C et maladies cardio-vasculaires . . . . .	1042
9.4.2. Vitamine C et cataracte . . . . .	1043
10. Cas de la vitamine A . . . . .	1043
10.1. Signification de la carence en vitamine A . . . . .	1043
10.1.1. Prévalence . . . . .	1043
10.1.2. Effets sur la morbidité et la mortalité chez les enfants . . . . .	1044
10.1.3. Cas des mères . . . . .	1046
10.2. Aspects historiques . . . . .	1046
10.3. Épidémiologie . . . . .	1048
10.3.1. Localisation . . . . .	1048
10.3.2. Facteurs de risque . . . . .	1049
10.3.3. Périodicité . . . . .	1051
10.3.4. Les causes . . . . .	1051
10.4. Fondement de l'état de carence . . . . .	1053
10.5. États pathologiques . . . . .	1053
10.5.1. Atteintes oculaires – La xérophtalmie . . . . .	1053
10.5.2. Altérations cutanées . . . . .	1056



10.5.3. Autres manifestations de la carence en vitamine A . . . . .	1056
10.5.4. Physiopathologie . . . . .	1057
10.6. Traitement . . . . .	1059
10.7. Prévention . . . . .	1060
10.7.1. Diversification alimentaire . . . . .	1061
10.7.2. Enrichissement . . . . .	1061
10.7.3. « Supplémentation » . . . . .	1062
11. Cas de la vitamine D . . . . .	1064
11.1. Causes des déficiences et des carences en vitamine D . . . . .	1065
11.1.1. Manque d'exposition solaire et carence d'apport alimentaire en vitamine D . . . . .	1065
11.1.2. Malabsorption de la vitamine D . . . . .	1073
11.1.3. Altération de l'hydroxylation en 25 de la vitamine D . . . . .	1074
11.1.4. Déficit en 1- $\alpha$ -hydroxylase rénale . . . . .	1075
11.1.5. Accélération du catabolisme de la vitamine D . . . . .	1076
11.1.6. Pertes urinaires de 25(OH) vitamine D . . . . .	1077
11.1.7. Maladies héréditaires . . . . .	1077
11.2. Conséquences de la carence et de la déficience en vitamine D . . . . .	1081
11.2.1. Rachitisme . . . . .	1081
11.2.2. Ostéomalacie . . . . .	1087
11.2.3. Ostéoporose . . . . .	1088
12. Cas de la vitamine E . . . . .	1092
13. Cas de la vitamine K . . . . .	1095
13.1. Causes . . . . .	1095
13.2. Manifestations cliniques . . . . .	1096
Références bibliographiques . . . . .	1097

## *Chapitre 8*

<b>Les sources des vitamines . . . . .</b>	<b>1141</b>
1. Biosynthèse des vitamines . . . . .	1142
1.1. Thiamine . . . . .	1142
1.2. Riboflavine . . . . .	1143
1.3. Niacine . . . . .	1144
1.4. Acide pantothénique . . . . .	1146
1.5. Vitamine B <sub>6</sub> . . . . .	1146
1.6. Biotine . . . . .	1147
1.7. Folates . . . . .	1149
1.8. Vitamine B <sub>12</sub> . . . . .	1153
1.9. Vitamine C . . . . .	1156
1.10. Vitamine A et caroténoïdes . . . . .	1157
1.11. Vitamine D . . . . .	1159
1.12. Vitamine E . . . . .	1160
1.13. Vitamine K . . . . .	1162
1.14. Production de vitamines dans les plantes transgéniques . . . . .	1164
1.14.1. Caroténoïdes . . . . .	1164
1.14.2. Vitamine E . . . . .	1168
1.14.3. Autres vitamines . . . . .	1170
1.15. Production de vitamines par biotechnologie . . . . .	1170

2. Contribution de la flore intestinale à la couverture des besoins en vitamines . . . . .	1174
2.1. Cas de la biotine . . . . .	1174
2.2. Cas de la vitamine B <sub>12</sub> . . . . .	1175
2.3. Cas des folates . . . . .	1175
2.4. Cas de la riboflavine . . . . .	1175
2.5. Cas de la vitamine K . . . . .	1175
3. Aliments courants . . . . .	1177
3.1. Contribution des différents aliments à l'apport vitaminique . . . . .	1177
3.2. Teneurs en vitamines de quelques aliments . . . . .	1180
3.3. Richesse des aliments en vitamines . . . . .	1180
3.3.1. Thiamine . . . . .	1180
3.3.2. Riboflavine . . . . .	1183
3.3.3. Niacine . . . . .	1187
3.3.4. Acide pantothénique . . . . .	1189
3.3.5. Vitamine B <sub>6</sub> . . . . .	1190
3.3.6. Biotine . . . . .	1193
3.3.7. Folates . . . . .	1195
3.3.8. Vitamine B <sub>12</sub> . . . . .	1199
3.3.9. Vitamine C . . . . .	1200
3.3.10. Caroténoïdes . . . . .	1200
3.3.11. Vitamine A . . . . .	1208
3.3.12. Vitamine D . . . . .	1211
3.3.13. Vitamine E . . . . .	1212
3.3.14. Vitamine K . . . . .	1215
Références bibliographiques . . . . .	1216

## *Chapitre 9*

<b>Couverture des besoins vitaminiques . . . . .</b>	<b>1229</b>
1. Données de consommation . . . . .	1229
1.1. Cas de la thiamine . . . . .	1238
1.2. Cas de la riboflavine . . . . .	1241
1.3. Cas de la niacine . . . . .	1245
1.4. Cas de la vitamine B <sub>6</sub> . . . . .	1248
1.5. Cas des folates . . . . .	1252
1.6. Cas de la vitamine B <sub>12</sub> . . . . .	1260
1.7. Cas de la vitamine C . . . . .	1260
1.8. Cas de la vitamine A . . . . .	1260
1.9. Cas de la vitamine D . . . . .	1263
1.10. Cas de la vitamine E . . . . .	1266
1.11. Cas de la vitamine K . . . . .	1267
1.12. Conclusions . . . . .	1269
2. Facteurs contrôlant les apports vitaminiques . . . . .	1270
Références bibliographiques . . . . .	1275

*Chapitre 10*

<b>Méthodes d'étude de l'état nutritionnel vitaminique</b> .....	1281
1. Définitions – approche conceptuelle .....	1283
2. Détermination des apports vitaminiques .....	1285
3. Tests biologiques .....	1287
4. Exploration du statut vitaminique A .....	1291
5. Exploration du statut vitaminique D .....	1295
5.1. Aspects analytiques .....	1295
5.1.1. Méthodes biologiques .....	1295
5.1.2. Méthodes physicochimiques .....	1297
5.1.3. Méthodes chromatographiques .....	1297
5.1.4. Méthodes faisant appel au principe de compétition .....	1298
5.2. Paramètres mesurés .....	1299
6. Exploration du statut vitaminique E .....	1304
7. Exploration du statut vitaminique K .....	1305
8. Exploration du statut vitaminique B <sub>1</sub> .....	1307
9. Exploration du statut vitaminique B <sub>2</sub> .....	1314
10. Exploration du statut en niacine .....	1316
11. Exploration du statut en acide pantothénique .....	1316
12. Exploration du statut vitaminique B <sub>6</sub> .....	1317
12.1. Apport de vitamine B <sub>6</sub> .....	1317
12.2. Dosage du pyridoxal 5'-phosphate dans le plasma .....	1318
13. Exploration du statut en biotine .....	1326
14. Exploration fonctionnelle du statut en folates et en vitamine B <sub>12</sub> .....	1328
14.1. Groupes à risques .....	1329
14.1.1. Cas de la vitamine B <sub>12</sub> .....	1329
14.1.2. Cas des folates .....	1329
14.2. Approche hématologique .....	1329
14.3. Diagnostic biochimique de la carence en folates et en vitamine B <sub>12</sub> .....	1331
14.3.1. Cas des folates .....	1331
14.3.2. Cas de la vitamine B <sub>12</sub> .....	1334
15. Exploration fonctionnelle du statut vitaminique C .....	1344
Références bibliographiques .....	1345

*Chapitre 11*

<b>Vitamines et attitudes alimentaires : les populations à risque</b> .....	1357
1. Végétariens .....	1357
1.1. Vitamine B <sub>12</sub> .....	1361
1.2. Vitamine D .....	1363
1.3. Vitamines antioxydantes .....	1365
1.3.1. Vitamine C .....	1365
1.3.2. Vitamine E .....	1367
1.3.3. β-carotène .....	1369
1.4. Aspects pratiques .....	1372
2. Régimes restrictifs .....	1374
Références bibliographiques .....	1378

## Chapitre 12

<b>Vitamines et situations physiologiques particulières</b> .....	1385
1. Prématuré .....	1385
1.1. Vitamines liposolubles .....	1385
1.1.1. Vitamine A .....	1386
1.1.2. Vitamine D .....	1388
1.1.3. Vitamine E .....	1389
1.1.4. Vitamine K .....	1392
1.2. Vitamines du groupe B .....	1392
1.3. Vitamine C .....	1392
1.4. Aspects pratiques .....	1393
2. Nouveau-né .....	1396
2.1. Anémies mégalo-blastiques d'origine nutritionnelle .....	1396
2.1.1. Carence en folates .....	1397
2.1.2. Carence en vitamine B <sub>12</sub> .....	1399
Références bibliographiques .....	1407
2.2. Convulsions pyridoxino-dépendantes .....	1409
2.3. Vitamine A .....	1412
2.4. Vitamine D .....	1413
2.5. Vitamine E .....	1413
2.6. Vitamine K .....	1414
3. Femme enceinte .....	1415
3.1. Thiamine .....	1415
3.2. Riboflavine .....	1416
3.3. Niacine .....	1417
3.4. Folates .....	1417
3.5. Vitamine D .....	1425
3.6. Pré-éclampsie .....	1430
3.7. Trisomie 21 .....	1435
4. Femme allaitante .....	1438
5. Sujets âgés .....	1439
5.1. Thiamine .....	1444
5.2. Riboflavine .....	1448
5.3. Niacine .....	1448
5.4. Vitamine B <sub>6</sub> .....	1448
5.5. Folates .....	1449
5.6. Vitamine B <sub>12</sub> .....	1450
5.6.1. Accumulation des métabolites (MMA et tHcy) dans la carence en vitamine B <sub>12</sub> .....	1451
5.6.2. Prévalence élevée de carence en vitamine B <sub>12</sub> dans la population âgée basée sur l'accumulation de l'acide méthylmalonique et de l'homocystéine .....	1454
5.6.3. Étiologies de la carence en vitamine B <sub>12</sub> chez les personnes âgées .....	1455
5.6.4. Bénéfices résultant du screening et du traitement de la carence en vitamine B <sub>12</sub> chez les personnes âgées .....	1458
5.7. Vitamines antioxydantes, vitamine B <sub>9</sub> , vitamine B <sub>12</sub> , homocystéine et troubles cognitifs .....	1458
5.7.1. Vitamines B <sub>9</sub> , B <sub>12</sub> et homocystéine .....	1458
5.7.2. Vitamines antioxydantes .....	1466

5.8. Vitamine C .....	1474
5.9. Vitamine A .....	1476
5.10. Vitamine D .....	1477
5.10.1. Statut en vitamine D de la population âgée .....	1477
5.10.2. Conséquences de l'hypovitaminose D .....	1478
5.11. Vitamine E .....	1492
5.12. Vitamine K .....	1493
5.13. Vitamines et immunité .....	1493
5.13.1. Études transversales ou prospectives .....	1494
5.13.2. Essais d'intervention .....	1496
5.14. La dégénérescence maculaire liée à l'âge (DMLA) et la cataracte .....	1501
5.14.1. DMLA .....	1501
5.14.2. Cataracte .....	1510
6. Sportifs .....	1524
6.1. Vitamines hydrosolubles et métabolisme énergétique .....	1526
6.1.1. Augmentation des besoins ? .....	1526
6.1.2. Effets d'une supplémentation .....	1532
6.2. Vitamines et stress oxydatif .....	1544
6.2.1. Mise en évidence du stress oxydatif .....	1546
6.2.2. Protection vis-à-vis du stress oxydatif induit par l'exercice .....	1565
6.2.3. Statut antioxydant des sportifs .....	1577
6.3. Recommandations pratiques .....	1578
Références bibliographiques .....	1580

