

3. Apports Nutritionnels et Energie

De l'alimentation aux nutriments...

Alimentation: il s'agit de l'ensemble des denrées incluses dans le régime diététique ou, la manière de s'alimenter.

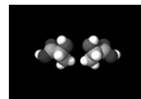


La **diététique** est la science de l'alimentation équilibrée. Si la nutrition se définit comme la science qui analyse les rapports entre la nourriture et la santé, la diététique y intègre une dimension culturelle liée aux pratiques alimentaires.

Nutriments

Les nutriments, ou éléments nutritifs, sont constitués par l'ensemble des composés organiques et minéraux nécessaires à l'organisme vivant pour assurer et entretenir la vie.

Le processus d'assimilation des nutriments est la nutrition



2 « Alanine »
en miroir



Les nutriments

Il existe deux grandes familles de nutriments

1- Les nutriments énergétiques: G, L, P

- Nutriments majeurs ou énergétiques.
- = Macronutriments
- Certains nutriments énergétiques peuvent être stockés (glucides: glycogène, lipides: TG, pas pour les protéines).

2- Les micronutriments: minéraux et vitamines

A- Les minéraux :

☞ substances inorganiques indispensables à la vie

☞ si quantité importante dans l'organisme (30 à 1300 g): **macro-éléments**

• Sodium (Na), potassium (K), chlore (Cl): électrolytes

• calcium (Ca), phosphore (P), magnésium (Mg), soufre (S)

☞ quantité + faible dans l'organisme (1 à 10 g): **micro-éléments**

• Iode (I), fluor (F), zinc (Zn), fer (Fe), brome (Br)

☞ les minéraux en quantité < 0.1 g : **oligo-éléments**

• cuivre (Cu), manganèse (Mn), sélénium (Se), étain (Sn), chrome (Cr), molybdène (Mo), cobalt (Co), silicium (Si), vanadium (V); nickel (Ni), bore (B), arsenic (As).

B- Les vitamines:



☞ substances organiques (carbone), indispensables à la vie

☞ impossibilité de synthèse endogène

☞ rôle: croissance, fonctionnement de l'organisme
les vitamines interviennent comme cofacteur de nombreuses enzymes dans divers cycles métaboliques

☞ au nombre de 13, présentes en infime quantité (micro ou mg)

☞ deux catégories:

vitamines hydrosolubles (Bx, PP, C) ou liposolubles (A, E, D, K)



Nutriments énergétiques

> Glucides > Lipides > Protéines

Nutriments non énergétiques

> Les minéraux

> Macro-éléments
Na, K, Cl, Ca, P, Mg

> Micro-éléments
I, F, Fe, Br, Zn

> Oligo-éléments
Cu, Mn, Co, Si, Cr, Sn, As, V, Mo, Ni, Se, B

> Les Vitamines

Vitamines hydrosolubles:
B1, B2, B5, B6, B8, B9, B12, PP, C

Vitamines liposolubles: A, E, D, K

Glucides

Les glucides

Macromolécule constituée de chaîne de carbones:
C, H, O₂, des tissus animaux et végétaux

+ éventuellement azote, phosphore, soufre

Alimentation

Saccharose, Fructose, Glucose (chocolat, fruits),
Amidon (pain, patates), Lactose (lait)...



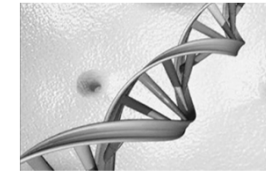
Les glucides (2)

Corps humain

Ex: Glucose, D-ribose (ARN), 2-désoxyribose (ADN)

Végétaux

Amidon (patates)



Industrie

Cellulose (papetières), Nitrocellulose (explosifs)

A retenir...

Amidon: c'est un glucide de réserve élaboré grâce à la photosynthèse et accumulé dans la cellule végétale sous forme de grains de morphologie et de taille variables selon les espèces. C'est la source de glucose alimentaire la plus répandue (céréales, légumineux, tubercules, fruits).

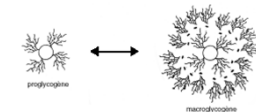
Glycogène: c'est un glucide de réserve spécifique de la cellule animale stocké dans le cytosol sous forme de grains. Chez l'homme, le stockage a essentiellement lieu dans le foie et les muscles.

Les apports alimentaires en amidon (règne végétal) et en glycogène (règne animal) seront en partie transformés en glycogène hépatique ou musculaire chez l'homme!

Les glucides (3)

FONCTIONS ET RÔLES

- › **Source d'énergie** « court terme »
Glucose, Fructose, Saccharose (sucres)
- › **Mise en réserve d'énergie**
Amidon
Glycogène (chez l'Homme!)
- › **Structure**
Cellulose



Les glucides (4)

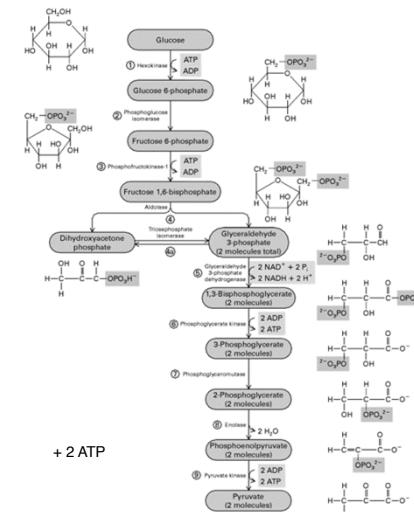
Transformation du glucose en glycogène
⇒ GLYCOGENESE

Dégradation du glycogène en acide pyruvique
⇒ GLYCOGENOLYSE

Synthèse du glucose à partir d'autres nutriments
⇒ NEOGLUCOGENESE

Lipides

Glycolyse



Les lipides

Macromolécules constituées d'acides gras (C, H, O), composés hydrophobes, non solubles dans l'eau mais solubles dans l'alcool et l'éther

On peut dissocier :

lipides simples: composés ternaires formés de C, H, O

lipides complexes : composés formés de C, H, O, N, P et éventuellement de S.

Acide gras

chaîne de carbone et d'hydrogène avec une fonction acide
⇒ COOH (Oxygène)

Trois types d'acides gras

- 1. les acides gras saturés
- **$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_n-\text{COOH}$**
- 2. Les acides gras monoinsaturés
- **$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_n-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_n-\text{COOH}$**
- **1 double liaison**
- 3. Les acides gras polyinsaturés (dont W3 et W6)
- **Plusieurs doubles liaisons**

Les lipides (2)

Végétaux

- huiles (maïs, olive, soja, tournesol)
- huiles essentielles



Tissus animaux

- Graisses (viandes)



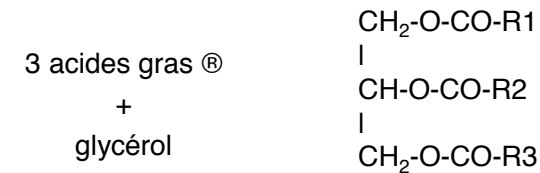
Les lipides (4)

FONCTIONS ET RÔLES

- Constituants des membranes des cellules
- Matériaux de protection (isolants)
- Transporteurs et fournisseurs d'énergie: long terme
- Substances utilisées comme réserve énergétique
- Rôle hormonal...

Les lipides (4)

TRIGLYCERIDES



95% des lipides de l'organisme

Les protéines (3)

FONCTIONS ET RÔLES

1. Rôle structural (tissus ou cellules exemple: collagène et actine)
2. Protéines de transport: albumine, lipoprotéines ou hémoglobine -transport de gaz surtout O_2
3. Catalyseur enzymatique
4. Récepteurs membranaires
5. Rôle dans coagulation
6. Mouvement grâce aux protéines contractiles
7. Défense immunitaire (anticorps)
8. Régulations métaboliques (insuline...)

- Le rôle des protides dans la fourniture d'énergie à l'exercice est limitée (rôle secondaire / à leur fonction première)



- Les protides n'interviennent au maximum que pour 5 à 8% de l'apport en énergie à l'exercice, le reste étant apporté par les glucides et les lipides

Energie des aliments

Energie brute, énergie métabolisable et énergie nette.

Énergie brute d'un aliment = quantité de chaleur produite par la combustion (réaction chimique exothermique d'oxydation) d'un gramme de cet aliment dans un calorimètre (bombe de Berthelot ou bombe calorimétrique) en présence d' O_2 (kJ ou kcal). On transforme le produit en $CO_2 + H_2O$.

Pour mémoire

1 kcal = quantité de chaleur nécessaire pour élever de 1 degré la température d'1g d'eau de 14.5 à 15.5°C

1 kcal = 1 Cal = 1000 cal = 4.1865 kJ = 0.207 L O_2

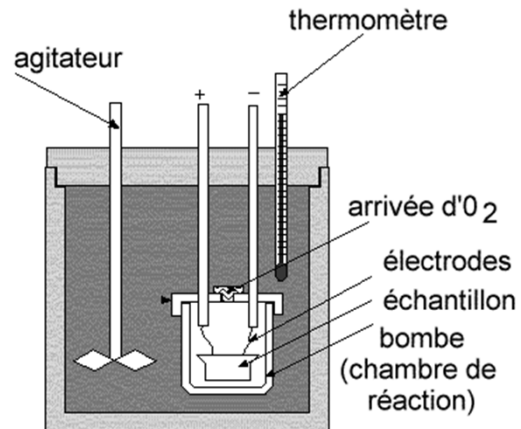
1 kJ = 0.239 kcal; 1 MJ = 1000 kJ = 239 kcal

1 L O_2 = 20.17 kJ = 4.825 kcal



(Berthelot)

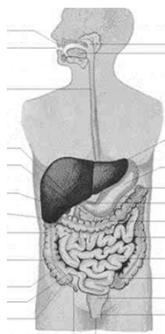
Bombe calorimétrique



Energie brute: divers coefficients métaboliques pour les trois types de macronutriments (G, L, P)

	Glucides	Lipides	Protéines
Valeur énergétique (kcal/g)	4.1	9.3	4.3*
Equivalent énergétique (kcal/L O ₂)	5.0	4.7	4.5
Litres O ₂ utilisé par g (L O ₂ /g)	0.75	2.03	0.97
Litres CO ₂ rejeté par g (L CO ₂ /g)	0.75	1.43	0.78
Quotient respiratoire (CO ₂ /O ₂)	1.00	0.70	0.80

*Pour les protéines, la combustion est arrêtée au stade de l'urée (on obtient 5.6 si la combustion est totale)
- Quotient respiratoire (QR) d'un régime mixte = 0.85; à jeun = 0.82



Energie métabolisable:
= ce qui est réellement assimilé
(énergie brute - les pertes fécales et urinaires)

Teneur en énergie métabolisable des aliments
(Atwater et Benedict, 1899)

1 g de glucides = 4 kcal (16.7 kJ.g⁻¹)
1 g de protéines = 4 kcal (16.7 kJ.g⁻¹)
1 g de lipides = 9 kcal (37.6 kJ.g⁻¹)
(1g d'alcool = 7 kcal)

Energie nette:

Energie métabolisable - production de chaleur liée au métabolisme des nutriments (= valeur énergétique réelle)

Valeur énergétique des Macronutriments ingérés

	(kcal/g)	(kJ/g)
Lipides	9	37,6
Alcool	7	29,2
Protéines	4	16,7
Glucides	4	16,7

Les dépenses énergétiques

Les différentes dépenses énergétiques journalières

Métabolisme de base

- Énergie dépensée par un individu au repos, à jeun depuis au moins 12 h et placé dans une enceinte à neutralité thermique (20 à 25°C).

- Exprimé en kcal par 24h (ou $\text{kcal.h}^{-1}.\text{kg}^{-1}$ ou $\text{kcal.h}^{-1}.\text{m}^{-2}$) ; effectué en chambre calorimétrique, en pratique réalisé sur 30 min, allongé sur un lit recouvert d'une couverture légère.

Le Métabolisme de base est de:

Chez la femme : $0.95 \text{ kcal.h}^{-1}.\text{kg}^{-1}$ ou $34 \text{ kcal.h}^{-1}.\text{m}^{-2}$ (simplifié: $\pm 1300 \text{ kcal/jour}$)

Chez l'homme : $1 \text{ kcal.h}^{-1}.\text{kg}^{-1}$ ou $39 \text{ kcal.h}^{-1}.\text{m}^{-2}$ (simplifié: $\pm 1600 \text{ kcal/jour}$)

Le calcul des m^2 est donné par la formule:

Surface en $\text{m}^2 = 0.202 \cdot P (\text{kg})^{0.425} \cdot T (\text{m})^{0.725}$

Formules permettant de déterminer précisément le métabolisme de base en fonction de l'âge et du sexe:

Equations de Harris et Benedict 1919, en MJ.Jour^{-1} :

Femmes: $\text{MB} = 2.741 + 0.0402 P + 0.711 T - 0.0197 A$
Hommes: $\text{MB} = 0.276 + 0.0573 P + 2.073 T - 0.0285 A$

Equations de Black et coll. 1996, MJ.Jour^{-1} :

Femmes: $\text{MB} = 0.963 \cdot P^{0.48} \cdot T^{0.50} \cdot A^{-0.13}$
Hommes: $\text{MB} = 1.083 \cdot P^{0.48} \cdot T^{0.50} \cdot A^{-0.13}$

MB en MJ.Jour^{-1} (1MJ = 1 Méga Joule = 239 kcal), T en mètres, P en kilos, A en années.

Exemple: femme de 60kg, 1.70m , 25 ans

**$\text{MB} = 2.741 + 0.0402 \times 60 + 0.711 \times 1.7 - 0.0197 \times 25 = 5.8692 \text{ MJ}$
soit $5.8692 \times 239 = 1403 \text{ kcal}$**

Formules chez l'enfant (10-18 ans) d'après FAO /OMS/ UNU 1986, en kJ.Jour^{-1} :

Garçons: $\text{MB} = 69.4 \cdot P + 322 \cdot T + 2392$
Filles: $\text{MB} = 30.9 \cdot P + 2016.6 \cdot T + 907$

MB en kJ.Jour^{-1} (x par 0.239 en kcal); T en mètres, P en kilos.



Facteurs de variation du métabolisme de base

- 1- **Age** (↘ au fil des ans)
- 2- **Sexe** (H > F)
- 3- **États physiologiques** (↗ puberté, grossesse, allaitement...)
- 4- **Taille de l'individu** (↗ taille)
- 5- **Corpulence du sujet** (↗ avec surpoids ou obésité)
- 6- **États pathologiques ou anxiété** (↗ avec hyperthyroïdie, catécholamines...)
- 7- **Conditions climatiques** (MB > natifs pays froids)

Le métabolisme de repos

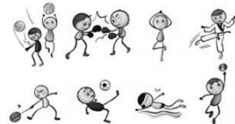


Il s'agit du métabolisme de base (MB) + dépense énergétique liée au réveil et à l'effet thermique des aliments (énergie liée à la digestion)

- Métabolisme de repos = $\pm 75 - 90\%$ du métabolisme énergétique total
- le MET (équivalent métabolique) = unité métabolique qui correspond à une dépense énergétique de 3.5 ml d'O₂ par kg de poids corporel et par minute (± 0.26 L/min)

Les autres dépenses énergétiques

1. **La thermorégulation** (ex: à 40°C le métabolisme est ↗ de 33%, frisson + + +...)
2. **La digestion et l'utilisation des aliments** (ADS; sous forme de chaleur)
3. **L'apport de certaines substances:** caféine, théophylline ↗ le métabolisme
4. **L'activité physique** (et pas intellectuelle!!)



Répartition des dépenses (moyennes très générales)

Homme

Métabolisme de base	1 500 Kcal
Thermogénèse digestion	150 Kcal
Thermorégulation	250 Kcal
Travail musculaire	600 Kcal

Total : 2 500 Kcal

Femme = +- 2100 Kcal

Dépense énergétique journalière d'hommes et de femmes vivant aux Etats-Unis

	Age (ans)	Masse (kg)	Taille (cm)	kJ	kcal
Hommes	15-18	61	175	12 558	3 000
	19-22	69	175	12 558	3 000
	23-50	70	175	11 302	2 700
	51 +	70	175	10 046	2 400
Femmes	15-18	54	165	8 790	2 100
	19-22	58	165	8 790	2 100
	23-50	58	165	8 372	2 000
	51 +	58	165	7 505	1 800

TEMPS CONSACRE RESPECTIF

Activité	Temps, heures
1. Couché	8
2. Assis	6
3. Debout	6
4. Marche	2
5. Récréation	2

Estimation de différentes dépenses

Activité	Kcal/h
Sommeil	60
Assis	100
Debout	140
Ménage	150-250
Jardinage	300-450
Marche	300-350
Vélo	300-800
Golf	300
Tennis (simple)	480
Ski alpin	500-600
Jogging	600-750

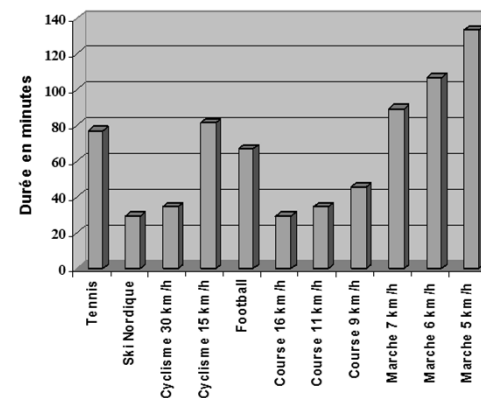
Dépenses énergétiques chez l'homme

Activité physique modérée :
3 000 à 3 500 Kcal par jour

Activité physique intense :
3 500 à 7 000 Kcal par jour



Durée des exercices favorisant une dépense de 500 kcal



Calcul de l'énergie dépensée à partir des macronutriments



Principe de thermodynamique:
Énergie liée à la dégradation des aliments
à l'intérieur de l'organisme = celle qui
serait libérée à l'extérieur de l'organisme.

	Glucides	Lipides	Protéines
Valeur Énergétique brute (kcal/g)	4.1	9.3	4.3
Equivalent énergétique (kcal/L O ₂)	5.0	4.7	4.5

Moyenne = 4.825,
ce coefficient change à l'exercice

D'où la formule en condition de régime mixte au repos:
Dépense énergétique (kcal) = VO_2 (L.min⁻¹) x temps (min) x 4.825

L'apport énergétique et la notion de balance énergétique

L'apport énergétique



Répartition

55-60 % Glucides
30-35 % Lipides*
12-15 % Protéines

* : Recommandation Mars 2010, AFSSA

Distribution

25 % Petit-déjeuner
30 % Déjeuner, Dîner
15 % Goûter et Grignotage

Les 5 groupes d'aliments

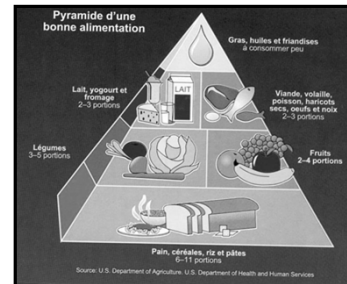
Les fruits et légumes

Les produits laitiers

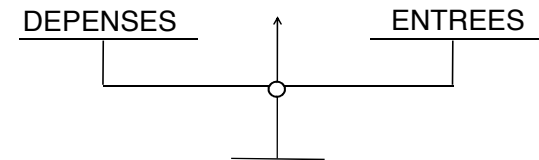
Les céréales et féculents

Les viandes, poissons et œufs

Les matières grasses



Notion de Balance Energétique



- Activité physique

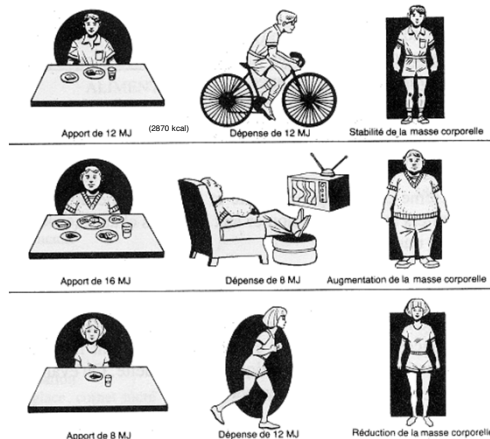
- 20% de la Dépense totale (jusqu'à 70%)
- Métabolisme de base: 70%
- Thermogenèse Post Prandiale : 10%

- Alimentation

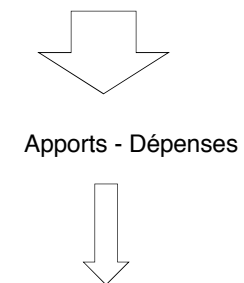
Equilibrer les besoins énergétiques (variables selon âge, sexe, activité)
Maintenir cst le niveau des réserves

Équilibre ⇒ poids stable

Equation de l'équilibre énergétique



L'écart calorique (aussi appelé Energy Gap)



Fluctuation du poids et de la composition corporelle