

Chapitre III : Electrolytes

1. Définition et rôle des électrolytes (Na^+ , K^+ , Cl^- , Ca^{2+} , Mg^{2+} , P).

Les électrolytes sont des substances dissociées en ions lorsqu'elles sont dissoutes dans l'eau. Chez l'animal, ils constituent la base du fonctionnement cellulaire, de la transmission nerveuse, du maintien du pH et de l'équilibre hydrique.

Les principaux électrolytes impliqués dans la physiologie animale sont : le Sodium (Na^+), le Potassium (K^+), le Chlore (Cl^-), le Calcium (Ca^{2+}), le Magnésium (Mg^{2+}), le Phosphore (P, principalement sous forme de phosphate PO_4^{3-}).

1.1 Définition des électrolytes

Les électrolytes sont des ions minéraux présents dans les liquides intra- et extracellulaires, assurant la :

- Conduction électrique,
- Régulation osmotique et acido-basique,
- Transmission nerveuse,
- Contraction musculaire,
- stabilisation enzymatique.

Le tableau indique la répartition générale des principaux électrolytes

Tableau: répartition générale des principaux électrolytes.

Ion	Compartiment principal	Concentration relative	Fonction dominante
Na ⁺	Extracellulaire	Élevée	Régulation osmotique, potentiel membranaire
K ⁺	Intracellulaire	Élevée	Activité enzymatique, excitabilité cellulaire
Cl ⁻	Extracellulaire	Élevée	Équilibre acido-basique
Ca ²⁺	Extra et intracellulaire (faible libre)	Modérée	Contraction musculaire, coagulation
Mg ²⁺	Intracellulaire	Modérée	Cofacteur enzymatique
P (PO ₄ ³⁻)	Intracellulaire et os	Élevée dans les tissus	Énergie (ATP), structure osseuse

1.2. Rôle physiologique des électrolytes

-Sodium (Na⁺)

Principal cation extracellulaire.

Présent dans le plasma, le liquide interstitiel et les sécrétions digestives.

Fonctions :

-Maintenance de l'équilibre hydrique : contrôle de la pression osmotique et du volume extracellulaire.

-Transmission nerveuse et contraction musculaire via la pompe Na⁺/K⁺-ATPase.

-Transport actif des nutriments (glucose, acides aminés).

-Régulation acido-basique en lien avec le chlore et le bicarbonate (HCO₃⁻).

Besoins et sources :

-Apports par sel (NaCl), végétaux, eau.

-Carence → baisse d'appétit, léthargie, pica (léchage du sol).

-Excès → hypertension, déséquilibre hydrique.

- Potassium (K^+)

Localisation :

-Principal **cation intracellulaire** (~98 % du K^+ total).

Fonctions :

-**Régulation du potentiel membranaire** et de l'excitabilité neuromusculaire.

-**Activation de nombreuses enzymes** (glycolyse, synthèse des protéines).

-**Régulation acido-basique** (échange K^+/H^+).

-**Maintien de l'équilibre hydrique intracellulaire.**

Carence :

-Faiblesse musculaire, perte d'appétit, troubles cardiaques.

-Souvent liée à **rations sèches, carence énergétique ou stress thermique.**

Excès :

-Rare mais dangereux → **arythmies cardiaques**, surtout si déficit en Na^+ .

Sources : Fourrages verts, mélasse, levures, compléments minéraux.

-Chlore (Cl^-)

Localisation :

Principal **anion extracellulaire.**

Associé à Na^+ et K^+ pour maintenir la **neutralité électrique.**

Fonctions :

-**Équilibre acido-basique** (participe au système tampon bicarbonate).

-**Formation de l'acide chlorhydrique (HCl)** gastrique → digestion protéique.

-**Régulation de la pression osmotique.**

Carence :

Rare, mais provoque **alcalose métabolique**, perte d'appétit et baisse de croissance.

Sources : Sel ($NaCl$), minéraux du sol.

- Calcium (Ca^{2+})

Localisation :

-99 % dans les **os et dents**, 1 % dans les **liquides corporels.**

-Régulé par les hormones : **PTH, calcitonine, vitamine D₃.**

Fonctions :

- Constitution osseuse et dentaire.**
- Transmission nerveuse et contraction musculaire.**
- Coagulation sanguine.**
- Activation enzymatique** (lipase, amylase, kinases).
- Sécrétion hormonale** (exocytose dépendante du Ca^{2+}).

Carence :

- Rachitisme** (jeunes), **ostéomalacie** (adultes).
- Chez les vaches : **fièvre vitulaire (hypocalcémie post-partum).**

Excès :

- Interfère avec l'absorption du zinc et du phosphore.

Sources : Luzerne, os, carbonate de calcium, phosphate dicalcique.

- Magnésium (Mg^{2+})**

Localisation :

Majoritairement intracellulaire (dans muscles et os).

Fonctions :

- Cofacteur enzymatique** (> 300 réactions).
- Stabilisation de l'ATP** et des membranes cellulaires.
- Transmission nerveuse et relaxation musculaire.**
- Régulation du métabolisme énergétique.**

Carence :

- Tétanie d'herbage** chez les ruminants (spasmes, convulsions).
- Apparaît avec les jeunes pâturages riches en K^+ mais pauvres en Mg^{2+} .

Sources :

- Farines de luzerne, sels de magnésium, concentrés minéraux.
- **Phosphore (P, PO_4^{3-})**

Localisation :

- 80 % dans les **os et dents**, 20 % dans les **tissus mous et liquides.**

Fonctions :

- Constitution osseuse (hydroxyapatite : $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$).**

-Composant des acides nucléiques, phospholipides, et ATP.

-Rôle tampon intracellulaire (pH cellulaire).

-Activation enzymatique (phosphorylation).

-Régulation énergétique et métabolique.

Carence :

Retard de croissance, appétit dépravé, boiteries, troubles de reproduction.

Excès :

Perturbe l'équilibre Ca/P, entraîne une **déminéralisation osseuse**.

Sources :

Phosphate dicalcique, son de blé, tourteaux, grains de légumineuses.

Conséquences des déséquilibres électrolytiques

Dans le tableau sont présentés les principaux conséquences déséquilibres en minéraux.

Déséquilibre	Cause principale	Symptômes observés
Hyponatrémie	Pertes hydriques, transpiration, diarrhée	Léthargie, baisse d'appétit
Hypokaliémie	Stress, diarrhée	Paralysie, faiblesse musculaire
Hypocalcémie	Lactation, carence en Vit D	Tétanie, fièvre vitulaire
Hypomagnésémie	Pâturage jeune riche en K ⁺	Tremblements, convulsions
Hypophosphorémie	Carence alimentaire	Retard de croissance, ostéomalacie

Interaction entre les électrolytes

Les minéraux sont interdépendants :

$\text{Ca}^{2+} \leftrightarrow \text{P}$: équilibre osseux.

$\text{Na}^+ \leftrightarrow \text{K}^+$: équilibre osmotique cellulaire.

$\text{Mg}^{2+} \leftrightarrow \text{Ca}^{2+}$: régulation nerveuse et musculaire.

$\text{Cl}^- \leftrightarrow \text{HCO}_3^-$: équilibre acido-basique.

Un excès d'un ion peut inhiber l'absorption d'un autre, d'où l'importance de formulations équilibrées.

2. Importance dans l'équilibre hydrique, nerveux et musculaire.

Les électrolytes sont des ions dissous dans les fluides corporels qui jouent un rôle essentiel dans la régulation de l'équilibre hydrique, acido-basique, nerveux et musculaire.

Les principaux électrolytes chez les animaux sont : le sodium (Na^+), le potassium (K^+), le chlore (Cl^-), le calcium (Ca^{2+}), le magnésium (Mg^{2+}), et le phosphore (P) (sous forme de phosphate HPO_4^{2-} ou H_2PO_4^-).

Ces ions sont distribués de manière asymétrique entre le compartiment intracellulaire (CIC) et le compartiment extracellulaire (CEC), permettant le maintien des gradients électrochimiques indispensables à la vie cellulaire.

A. Rôle des électrolytes dans l'équilibre hydrique

A.1. Régulation osmotique

Le sodium (Na^+) est le principal cation extracellulaire, tandis que le potassium (K^+) domine à l'intérieur des cellules. Ces gradients osmotiques déterminent la répartition de l'eau entre les compartiments intra- et extracellulaires.

Une variation de la concentration en Na^+ dans le plasma modifie la pression osmotique, entraînant un déplacement d'eau pour rétablir l'équilibre.

A.2. Mécanismes hormonaux de régulation

Plusieurs hormones interviennent dans la régulation hydrominérale :

- L'**Aldostérone** : augmente la réabsorption rénale de Na^+ et l'excrétion de K^+ .
- L'**Hormone antidiurétique (ADH)** : favorise la rétention d'eau au niveau du rein.
- Le **Peptide natriurétique auriculaire (ANP)** : favorise l'élimination du Na^+ et de l'eau.

A.3. Conséquences physiologiques

- Une **hyponatrémie** entraîne une déshydratation intracellulaire.
- Une **hypernatrémie** provoque une rétention d'eau et une hypervolémie.

Chez les ruminants, la perte d'électrolytes due à une diarrhée ou une sudation excessive perturbe gravement la **balance hydrique**.

b. Propagation du potentiel d'action

-Une stimulation entraîne l'ouverture séquentielle de **canaux Na^+** (dépolariation) puis **canaux K^+** (repolarisation).

-Les ions Ca^{2+} jouent un rôle crucial dans la **libération des neurotransmetteurs** aux synapses.

c. Troubles de conduction

Hypokaliémie → hyperpolarisation, faiblesse nerveuse et musculaire.

Hyperkaliémie → dépolariation excessive, risque d'arrêt cardiaque.

Hypocalcémie → excitabilité neuromusculaire accrue (tremblements, tétanie).

B. Rôle des électrolytes dans la fonction nerveuse

Les cellules nerveuses maintiennent un **potentiel de repos** grâce à la **pompe Na^+/K^+ -ATPase**, qui expulse 3 Na^+ hors de la cellule et fait entrer 2 K^+ .

C. Rôle des électrolytes dans la fonction musculaire

C.1. Contraction musculaire

-Le **calcium (Ca^{2+})** libéré par le **réticulum sarcoplasmique** se fixe sur la **troponine**, déclenchant l'interaction **actine-myosine**.

-Le **magnésium (Mg^{2+})** est un **cofacteur enzymatique** indispensable à l'ATPase qui fournit l'énergie à la contraction.

-Le **potassium (K^+)** et le **sodium (Na^+)** maintiennent la polarisation de la membrane musculaire.

C.2. Rôle dans le muscle cardiaque

-Le Ca^{2+} contrôle la **force de contraction cardiaque**.

Un déséquilibre ionique (hypocalcémie, hyperkaliémie) peut entraîner des **arythmies** ou une **asystolie**.

C.3. Cas cliniques fréquents

Dans le tableau sont présentés les cas cliniques les plus fréquents lors de carences.

Tableau : Cas de carences en certains minéraux.

Trouble	Ion concerné	Conséquences physiologiques
Hypocalcémie	Ca^{2+} ↓	Tétanie, fièvre de lait (vache laitière)
Hypokaliémie	K^+ ↓	Faiblesse musculaire, baisse d'appétit
Hypomagnésémie	Mg^{2+} ↓	Tétanie d'herbage (ruminants au printemps)

D. Interactions entre électrolytes

-Le **rapport Na^+/K^+** influence la transmission nerveuse et la tension artérielle.

-Le **couple $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$** module la contraction musculaire (Mg inhibe l'entrée excessive de Ca^{2+}).

-Le **couple Na^+/Cl^-** régule l'équilibre acido-basique via les échanges rénaux.

Chez les ruminants, ces interactions sont encore plus complexes à cause des **échanges rumen-sang** et de la **sécrétion salivaire abondante** en Na^+ et HCO_3^- .

3. Besoin en électrolyte par espèce

Les besoins en électrolytes varient selon l'espèce animale.

A. Bovins laitiers et bovins de boucherie

Les besoins varient fortement selon la production laitière, l'ingestion de la matière sèche (MS) et le stade physiologique (lactation ou non). Les électrolytes majeurs affectent la consommation, la production laitière et le risque de troubles métaboliques (ex. hypocalcémie post-partum).

- Certaines valeurs usuelles (exemples et repères)

- Sodium (Na)** : $\approx 0,15-0,23$ % de la MS (plus élevé en lactation/ stress thermique.)
- Chlore (Cl)** : $\approx 0,25-0,29$ % MS (suit souvent Na comme NaCl).
- Potassium (K)** : dépend des fourrages (souvent élevé dans les fourrages verts);
typiquement 1.0-2.5 % MS selon la ration.
- Calcium (Ca)** : besoins absorbés variables ; exemple : vache laitière très productive $\approx 20-25$ g Ca absorbé/j (voir calculs NASEM/NRC selon DMI).
- Phosphore (P)** : typiquement 0,3-0,4 % MS en ration de lactation (à affiner selon production).
- Magnésium (Mg)** : 0,2-0,4 % MS ; prévention de l'hypomagnésémie surtout au pâturage jeune.

B. Ovins et Caprins

Besoins proches des bovins mais magnitudes plus faibles ; influence forte de la qualité des fourrages et de la lactation.

B. Valeurs usuelles (repères)

- Na/Cl** : sel (NaCl) ajouté en bloc ou libre ; exigences basses mais addition recommandée, surtout en lactation.
- K** : fourrages riches en K — carence rare (0,5-1.2 % MS cités pour chèvre dans revues pratiques).
- Ca** : dépend croissance/lactation ; la carence provoque rachitisme, baisse de lactation.
Mg $\approx 0.12-0.22$ % MS pour chèvres (repère).

C. Volaille (poulets de chair, pondeuses)

La Volaille a des exigences précises en **Ca** et **P** (squelette, coquille d'œuf). Les électrolytes **Na**, **K**, et **Cl** influencent le pH urinaire, la consommation d'eau et la qualité de la litière (surtout en élevage intensif).

5. Absorption et métabolisme des électrolytes

Les **électrolytes** sont des ions minéraux essentiels à la vie. Leur **absorption**, leur **transport dans le sang** et leur **métabolisme cellulaire** sont régulés de façon précise par :

- la **perméabilité membranaire sélective**,
- les **pompes ioniques** ($\text{Na}^+ / \text{K}^+ \text{-ATPase}$),
- les **hormones** (aldostérone, ADH, parathormone, calcitonine, vitamine D_3).

L'absorption se déroule principalement au **niveau intestinal**, avec quelques particularités selon les ions et les espèces.

1. Sodium (Na^+) : absorbé au niveau de l'intestin grêle (jéjunum, iléon) et côlon.

-Mécanismes :

-**Cotransport $\text{Na}^+ / \text{glucose}$** (symport SGLT1) → absorption active couplée au glucose ou acides aminés.

-**Échange Na^+ / H^+** (antiport NHE3) → régulation du pH luminal.

-Régulation hormonale :

-**Aldostérone** augmente la réabsorption de Na^+ dans le rein et l'intestin distal.

-**ADH** (vasopressine) module la rétention d'eau liée au sodium.

Chez les ruminants, une partie du Na^+ est recyclée par la **salive ruminale**, favorisant la régulation du pH du rumen.

2. Potassium (K^+) : **absorbé** principalement dans l'intestin grêle par **diffusion passive**. Les **fourrages sont riches en K^+** , assurant souvent un apport élevé. Une partie du K^+ peut être sécrétée dans le rumen pour équilibrer la charge électrique.

Régulation :

-L'**aldostérone** stimule l'excrétion rénale de K^+ .

-Le **gradient Na^+ / K^+** entretenu par la **$\text{Na}^+ / \text{K}^+ \text{-ATPase}$** est essentiel à la fonction cellulaire.

3. Chlore (Cl^-) : son **absorption et couplée** au Na^+ ($\text{Na}^+ / \text{Cl}^-$ symport) ou en échange avec HCO_3^- (antiport $\text{Cl}^- / \text{HCO}_3^-$). Il participe au maintien de l'équilibre **acido-basique** (via l'effet tampon avec les bicarbonates) et à la neutralisation des charges positives de Na^+ et K^+ dans les fluides extracellulaires. Son **excrétion est principalement urinaire**, régulée par l'aldostérone.

4. Calcium (Ca^{2+}) : Absorption intestinale. Elle est à la fois :

- **Active** (transport trans-cellulaire via canaux Ca^{2+} TRPV6, calbindine, et Ca^{2+} -ATPase) – stimulée par la **vitamine D₃ (calcitriol)**.

- **Passive** (diffusion paracellulaire).

Le site d'absorption est le duodénum (chez monogastriques) et intestin grêle chez les ruminants.

Régulation hormonale :

- **Parathormone (PTH)** : augmente la résorption osseuse et la réabsorption rénale.

- **Calcitriol (1,25-dihydroxyvitamine D)** : stimule l'absorption intestinale.

- **Calcitonine** : diminue la calcémie.

99 % du Ca est stocké dans les os (forme de phosphate de calcium), 1 % est extracellulaire et ionisé.

5. Magnésium (Mg^{2+}) : l'absorption chez les ruminants se fait principalement dans le rumen par transport passif et actif (canaux TRPM6 et TRPM7). **Chez les monogastriques elle a lieu dans l'intestin grêle distal.**

L'excès de K^{+} ou de NH_4^{+} dans le rumen provoque une inhibition de l'absorption. La carence entraîne la **tétanie d'herbage** (printemps).

La régulation est dépendante du pH et des interactions avec le Ca^{2+} et le K^{+} .

6. Phosphore (P) : la formes absorbées est le phosphate inorganique ($\text{H}_2\text{PO}_4^{-}$, HPO_4^{2-}).

Elle se fait dans le duodénum et le jéjunum par **diffusion passive** selon le gradient de concentration. Un transport **actif** dépendant du sodium (Na^{+} /Pi cotransporteur) existe.

Régulation hormonale :

- **PTH** : stimule l'excrétion rénale de P.

Vitamine D3 : augmente l'absorption intestinale.

Chez les ruminants, une partie du P salivaire est recyclée dans le rumen pour la croissance microbienne.

6. Équilibre acido-basique et électrolytes

L'équilibre acido-basique (EAB) et l'équilibre électrolytique sont des éléments fondamentaux de l'homéostasie de l'organisme animal. Ils garantissent le maintien du pH sanguin, de la fonction enzymatique optimale, de la contractilité musculaire et du fonctionnement nerveux.

L'organisme animal doit maintenir le pH sanguin dans des limites très étroites (en général entre 7,35 et 7,45) pour éviter les altérations métaboliques ou physiologiques.

6.1. Notions fondamentales

L'équilibre acido-basique correspond à la stabilité du pH des liquides biologiques, résultant du rapport entre la concentration des acides et des bases dans l'organisme. Toute variation de la concentration en ions H^+ perturbe les fonctions cellulaires, notamment enzymatiques.

D'un point de vu physiologique, l'équilibre Acido-Basique est d'une importance capitale pour :

- Le maintien de la structure protéique et enzymatique.
- La régulation de la respiration cellulaire et du métabolisme énergétique.
- Le maintien de la perméabilité membranaire et de la fonction neuromusculaire.
- L'équilibre entre anion et cation nécessaire à la stabilité osmotique et électrique.

6.2. Principaux systèmes tampons (buffers)

Les systèmes tampons limitent les variations du pH en captant ou libérant des ions H^+ selon les besoins. Ils interviennent immédiatement (régulation rapide).

*** Le système bicarbonate / acide carbonique (HCO_3^- / H_2CO_3)**

C'est le système le plus important dans le sang et les liquides extracellulaires. Il est régulé par le poumon (CO_2) et le rein (HCO_3^-).

*** Le système phosphate ($H_2PO_4^-$ / HPO_4^{2-})**

Ce système agit surtout dans le compartiment intracellulaire et l'urine. Il capte les H^+ libérés dans les cellules.

*** Le Système protéique**

Les protéines plasmatiques (albumine, hémoglobine) possèdent des groupements acides et basiques. L'hémoglobine joue un rôle majeur dans la régulation du pH sanguin via le transport du CO₂.

6.3. Rôle des organes régulateurs

6.3.1. Le poumon (régulation respiratoire)

Les poumons contrôlent la concentration de CO₂. Dans le cas d'une hyperventilation, les poumons éliminent massivement le CO₂ ce qui augmente le pH conduisant à une alcalose respiratoire. À l'inverse, une hypoventilation conduit à une rétention du CO₂ donnant une diminution du pH (acidose respiratoire).

6.3.2. Le rein (régulation métabolique)

Les reins agissent soit par Réabsorption ou excrétion des ions H⁺ et HCO₃⁻. ils agissent également par excrétion d'acides fixes (sulfates, phosphates), et Production d'ammonium (NH₄⁺) qui élimination de l'excès d'H⁺.

6.3.3. Le sang

Le sang transporte les tampons (bicarbonates, protéines, phosphate). Il sert de milieu d'échange entre les tissus, les poumons et les reins.

6.4. Interactions entre électrolytes et équilibre acido-basique

Les ions Na⁺, K⁺, Cl⁻, Ca²⁺, Mg²⁺ et P jouent un rôle déterminant dans le maintien du pH et de la neutralité électrique.

Ion	Rôle dans l'EAB	Particularités physiologiques
-----	-----------------	-------------------------------

Na ⁺	-Principal cation extracellulaire, associé à HCO ₃ ⁻ pour la neutralité électrique.	-Variations influencent la pression osmotique et le volume extracellulaire.
K ⁺	-Cation intracellulaire majeur, échange avec H ⁺ .	-En acidose, K ⁺ sort des cellules → hyperkaliémie.
Cl ⁻	-Anion extracellulaire, compense HCO ₃ ⁻ .	-Le déplacement Cl ⁻ /HCO ₃ ⁻ régule le pH.
Ca ²⁺	-Stabilise les membranes et influence la contraction musculaire.	-Sa fraction ionisée varie avec le pH (plus de Ca ²⁺ libre en acidose).
Mg ²⁺	-Cofacteur enzymatique des ATPases et stabilisateur cellulaire.	-Intervient dans le transport de Na ⁺ et K ⁺ .
P (phosphate)	-Tampon intracellulaire important.	-Participe à l'excrétion des H ⁺ dans l'urine.

7. Déséquilibres des électrolytes et troubles associées

Les électrolytes sont des ions minéraux dissous dans les fluides corporels (sang, lymph, liquide intracellulaire et extracellulaire). Ils sont indispensables au maintien de l'équilibre hydrique, à la transmission nerveuse, à la contraction musculaire et à la régulation acido-basique (Houpt, 2018). Tout déséquilibre (déficit ou excès) de ces ions perturbe le fonctionnement normal de l'organisme et peut avoir des conséquences graves, voire mortelles.

7.1. Principaux types de déséquilibres électrolytiques

Les déséquilibres électrolytiques peuvent être :

- Quantitatifs : hyper- ou hypo-concentration d'un électrolyte.
- Fonctionnels : altération de la distribution intra/extracellulaire.
- Mixtes : souvent associés à des troubles métaboliques ou digestifs.

*Déséquilibres du sodium (Na⁺)

a. Hyponatrémie (Na⁺) : les principales causes peuvent être des pertes digestives (diarrhées, vomissements), une transpiration excessive (chevaux de course), ou apport insuffisant en sel.

Les Conséquences sont la déshydratation intracellulaire, l'abattement, faiblesse musculaire, anorexie, voire convulsions dans les cas sévères (Kaneko et al., 2008).

b. Hypernatrémie

Causes : Manque d'eau d'abreuvement.

Administration excessive de sel.

Pertes d'eau supérieures aux pertes en sodium.

Conséquences :

Déshydratation cellulaire, soif intense, troubles nerveux (Houpt, 2018).

6. Déséquilibres du potassium (K^+)

a. Hypokaliémie

Causes : Anorexie prolongée, pertes digestives, traitement diurétique.

Conséquences : Faiblesse musculaire, paralysie, iléus chez les bovins, arythmies cardiaques.

b. Hyperkaliémie

Causes : Nécrose tissulaire, insuffisance rénale, acidose métabolique.

Conséquences : Bradycardie, arrêt cardiaque, faiblesse neuromusculaire (Constable et al., 2017)

7. Déséquilibres du calcium (Ca^{2+})

a. Hypocalcémie

Causes : Carence en vitamine D, trouble du métabolisme phosphocalcique, parturition (fièvre de lait).

Conséquences : Tremblements musculaires, décubitus, paralysie flasque.

Chez les vaches laitières : **fièvre vitulaire (parturient paresis).**

b. Hypercalcémie

Causes : Hypervitaminose D, ingestion de plantes riches en vitamine D, tumeurs parathyroïdes.

Conséquences : Calcification des tissus mous, anorexie, léthargie (Goff, 2008).

8. Déséquilibres du magnésium (Mg^{2+})

a. Hypomagnésémie

Fréquente chez les ruminants au pâturage.

Causes : Carence alimentaire (herbe pauvre en Mg, excès de K ou NH_4^+ qui diminue l'absorption du Mg).

Conséquences : Tétanie d'herbage : hyperexcitabilité, convulsions, mort rapide.

b. Hypermagnésémie

Rare.

Cause : surdosage en suppléments ou insuffisance rénale (Underwood & Suttle, 2001)

9. Déséquilibres du chlore (Cl^-) et du bicarbonate (HCO_3^-)

a. Hypochlorémie

Souvent associée à une alcalose métabolique.

Cause : vomissements, déplacement de caillette chez les bovins.

Symptômes : faiblesse, anorexie, baisse de production laitière.

b. Hyperchlorémie

Associée à une acidose métabolique (diarrhées, déshydratation).

Symptômes : dépression, respiration rapide, déséquilibre acido-basique (Kaneko et al., 2008).

10. Conséquences physiopathologiques des déséquilibres électrolytiques

-**Troubles neuromusculaires :** paralysies, convulsions, faiblesse.

-**Troubles cardiaques :** arythmies, tachycardie, arrêt cardiaque.

-**Troubles digestifs :** atonie ruminale, anorexie, diarrhées.

-**Troubles de reproduction :** baisse de fertilité, rétention placentaire.

-**Troubles métaboliques :** acidoses, alcaloses, déséquilibres hydriques.

8. Interaction entre électrolytes

Les minéraux interagissent entre eux :

- Ca et P : excès de l'un réduit l'absorption de l'autre.
- Cu, Mo et S : le molybdène et le soufre réduisent la disponibilité du cuivre.
- Zn et Fe : compétition pour les sites d'absorption.

Un équilibre minéral global doit donc être respecté pour éviter les antagonismes nutritionnels (Underwood and Suttle, 2001).