

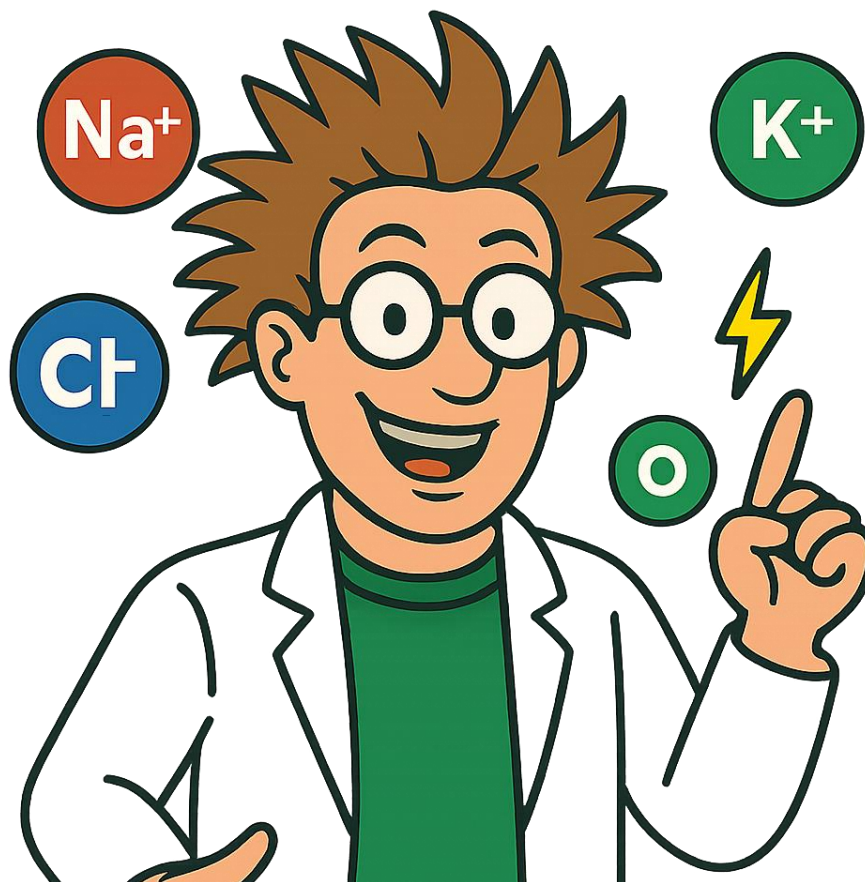


JFBM

8^e JOURNÉES FRANCOPHONES
DE BIOLOGIE MÉDICALE



COMPRENDRE LE IONO SANS S'ELECTROCUTER



JFBM

8^e JOURNÉES FRANCOPHONES
DE BIOLOGIE MÉDICALE

**Session
Pour les Nuls**

Brunel Valéry
CHU de Rouen
09/10/2025

OBJECTIFS

- **Les grands mécanismes**
 - Équilibre
 - Régulation
- **Comprendre la démarche diagnostique**
- **Les erreurs/pièges « classiques »**
- **Quelques exemples**

Iono, VOUS AVEZ DIT IONO?

● Larousse Médical

- Liste des **ions** dans un **liquide** (sang, urine) et de leur concentration respective en **millimoles** par litre. Un **ionogramme** comprend le dosage des ions positifs et négatifs contenus dans le prélèvement étudié.

● Définition de la NABM

- Urine : Na + K
- Sang :
 - Na + K + éventuellement Cl
 - Complet : Na + K + Cl + HCO_3^- + Protides

IONOGRAMME AU LABORATOIRE

● Très automatisé

- Svt potentiométrie indirecte



● Biologie délocalisée

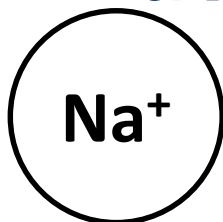
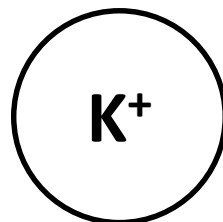
- Possiblement potentiométrie directe



● Ionogramme (Na, K)

- Une des analyses les plus prescrites....souvent anormale

Na⁺ / K⁺ SI DIFFÉRENTS ?

Na⁺K⁺

Cations

Quantité importante
50 - 60 mmol/kg

Répartition cellulaire :

Extracellulaire

Intracellulaire

Valeurs usuelles étroites finement régulées

135-145 mmol/L

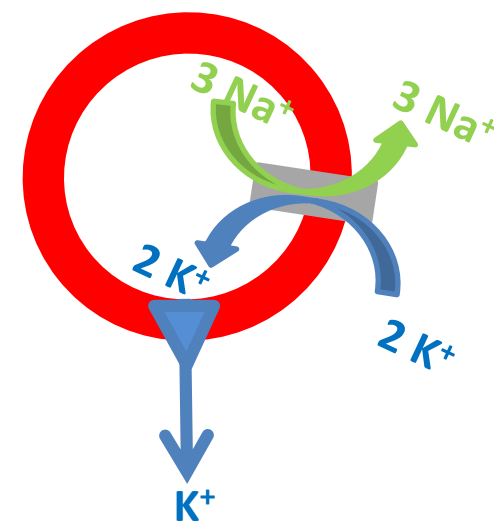
3,5-4,5 mmol/L

Rôle majeur du rein

Symptomatologie possiblement importante
pouvant engager le **pronostic vital**

Nécessité de **faire vite**

Vigilance préanalytique



Biologie d'urgence :
les recommandations 2018 de la SFBC
Critical care testing: SFBC recommendations in 2018

Brunel Valéry
CHU de Rouen
09/10/2025

IONOGRAMME – PRINCIPE DE BASE

● Ionogramme complet



- Na⁺ mmol/L [135 - 145]
- K⁺ mmol/L [3,5 - 4,5]
- Cl⁻ mmol/L [95 - 105]
- HCO₃⁻ mmol/L [22 - 29]
- Trou anionique [12 - 20]
- Prot. g/L [60 - 80]



Électro-neutralité
Charge + = Charge -

Le plus fréquemment les variations Na⁺ et Cl⁻ sont simultanées et de même ordre
dans ce cas

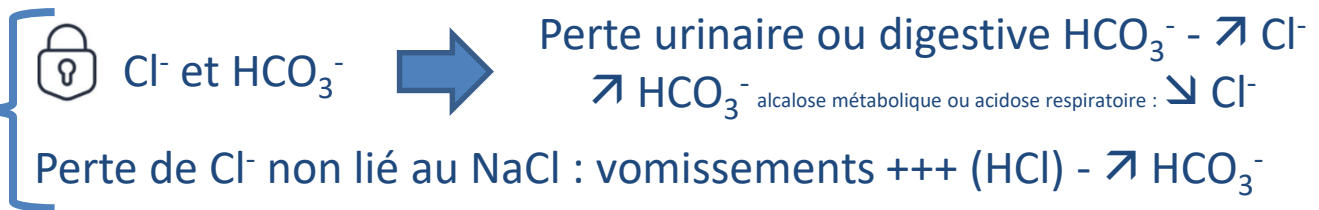
on se concentrera alors sur le Na⁺

IONOGRAMME – PRINCIPE DE BASE

● Ionogramme complet

	● Na ⁺ mmol/L	[135 - 145]
	● K ⁺ mmol/L	[3,5 - 4,5]
	● Cl ⁻ mmol/L	[95 - 105]
	● HCO ₃ ⁻ mmol/L	[22 - 29]
	● Trou anionique	[12 - 20]
	● Prot. g/L	[60 - 80]

Électro-neutralité
Charge + = Charge -



S'il y a un « déverrouillage » NaCl : penser acide - base

HYPERNATRÉMIE RISQUE D'ERREUR...PREANALYTIQUE



Na⁺ Cl⁻ et pas de problème acido-basique....pourtant ↗ trou anionique

Fausse hypernatrémie – Apport exogène de sel sodique – Qualité du prélèvement

- Qualité du prélèvement / Préleveur
 - Citrate (Citra-Lock – solution verrou cathéter)
 - Sel de sodium médicamenteux (ATB prélèvement sur matériel)
- Tube (Citrate/Borate/Héparinate)

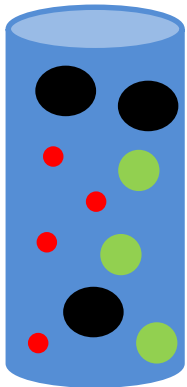


IONOGRAMME – EQUILIBRE HYDRO ÉLECTROLYTIQUE

● Ionogramme complet

- Na⁺ mmol/L [135 - 145]
- K⁺ mmol/L [3,5 - 4,5]
- Cl⁻ mmol/L [95 - 105]
- HCO₃⁻ mmol/L [22 – 29]
- Prot. mmol/L [60 - 80]

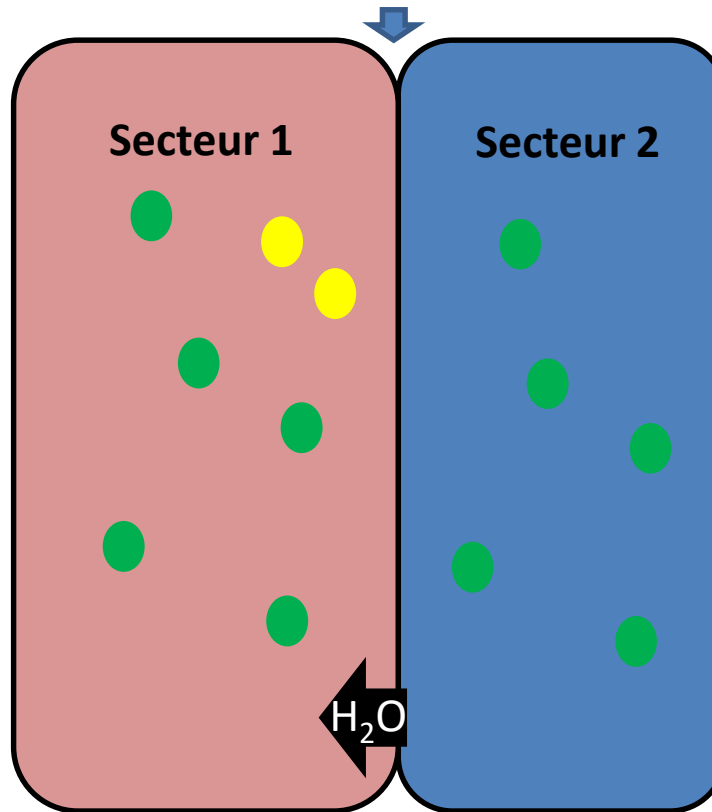
● Osmolalité



Mesure du nombre de **molécules dissoutes** dans une solution
Nombre d'osmoles de soluté **par kilo d'H₂O**

CONCEPT DE L'OSMOLALITÉ

membrane



● Élément diffusible
= Osmole

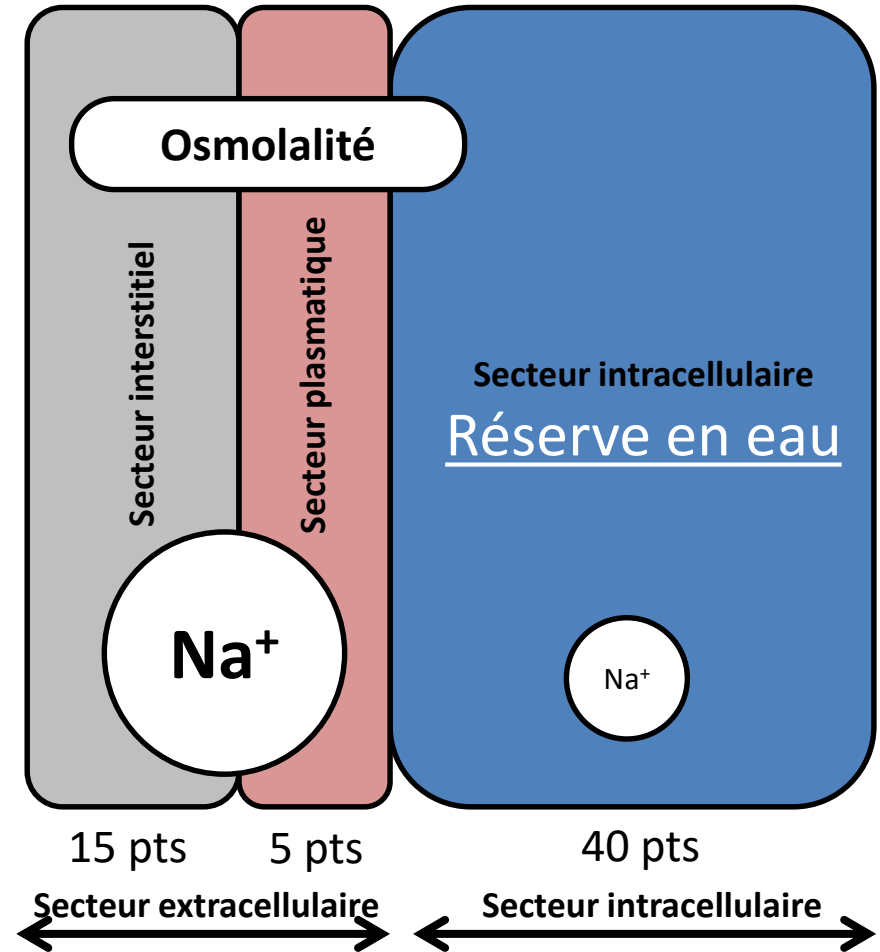
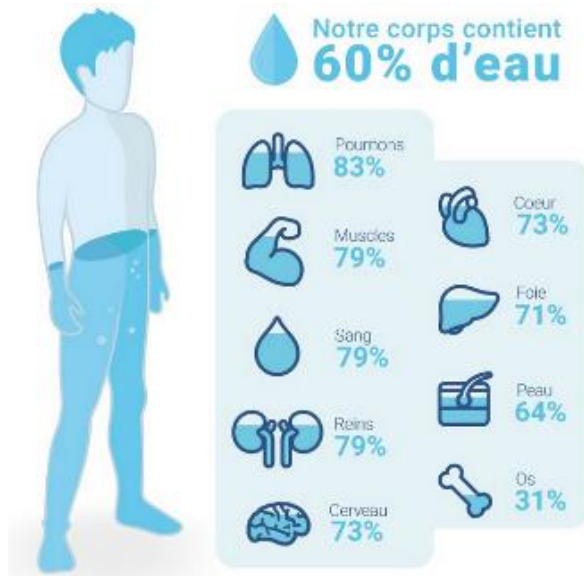
● Él. non diffusible
= Osmole active

Équilibre osmotique
« eau suit l'osmole active »

$$7 \text{ Osm}/V1 = 5 \text{ Osm}/V2$$

COMPARTIMENTS LIQUIDIENS

MECANISMES D'EQUILIBRES



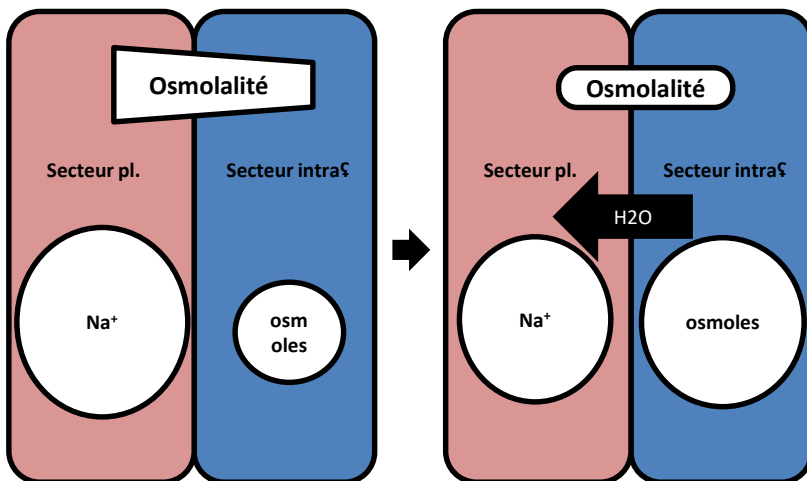
COMPARTIMENTS LIQUIDIENS

MECANISMES D'EQUILIBRES

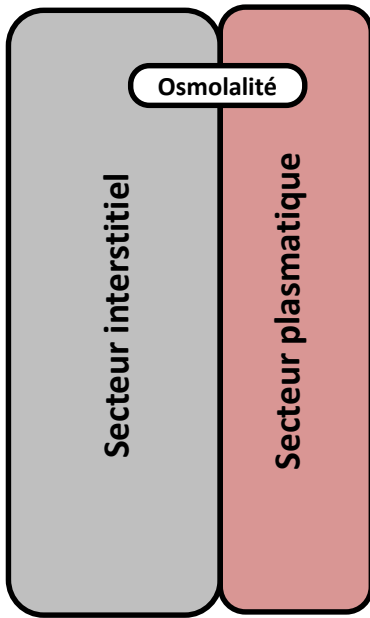
[Na⁺] est le reflet de l'hydratation intracellulaire

Hypernatrémie = Déshydratation intracellulaire

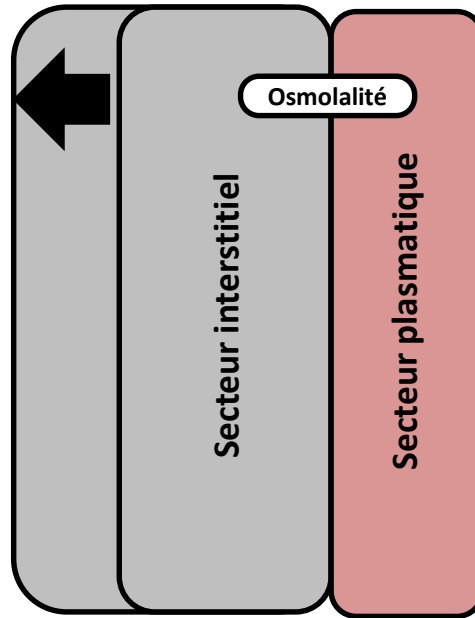
Hyponatrémie = Hyperhydratation intracellulaire



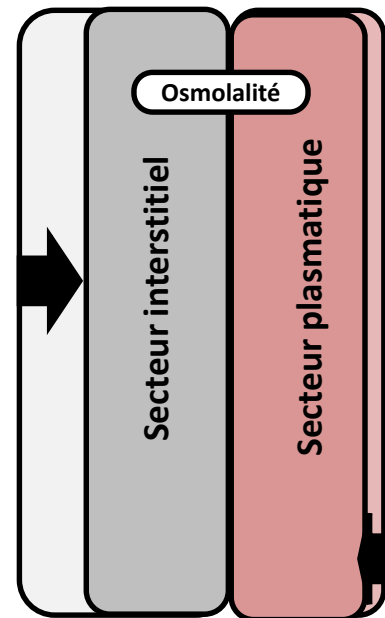
L'HYDRATATION EXTRACELLULAIRE – REFLET CAPITAL SODÉ



NORMAL
CAPITAL SODÉ



HYPERHYDRATATION
↗ CAP. SODÉ
ŒDÈMES



DÉSHYDRATATION
↘ CAP. SODÉ
PLI CUTANÉ

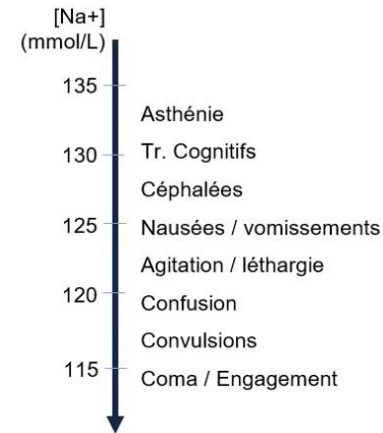
Brunel Valéry
CHU de Rouen
09/10/2025

CLINIQUE HYPER /HYPO NATRÉMIE : IMPACT CÉRÉBRAL

Hyponatrémie



Hyperhydratation
intracellulaire



Clinique reflet de la vitesse d'installation

Hypernatrémie



Déshydratation
intracellulaire

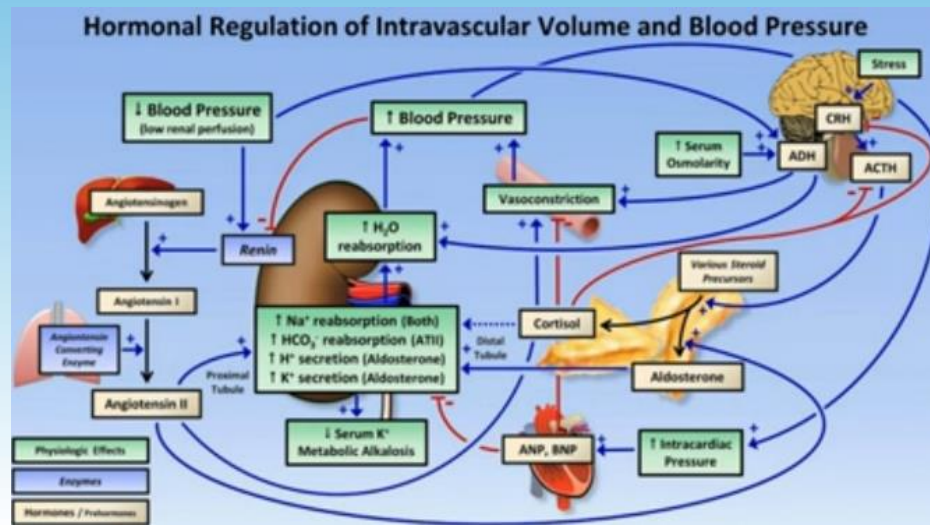
Somnolence, confusion, agitation, coma
Hématomes sous-duraux, thrombose veineuse profonde

Brunel Valéry
CHU de Rouen
09/10/2025



SODIUM

Régulations



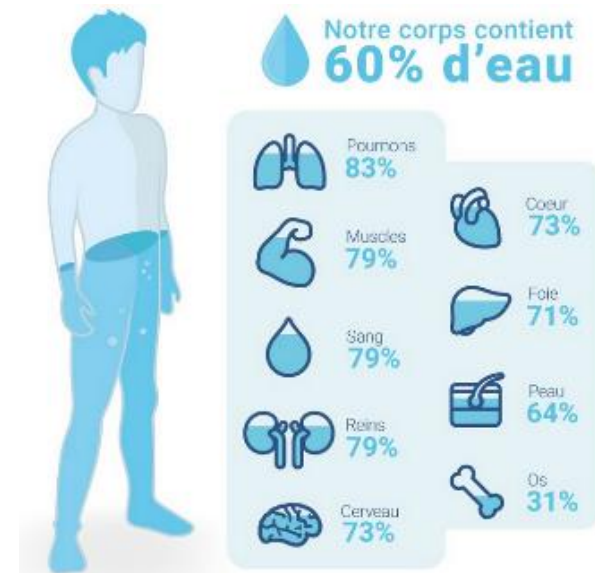
SIMPLIFICATION

● « Qualité de l'eau »

- Osmolalité
- ADH (AVP/Vasopressine)
- Non perte en eau libre

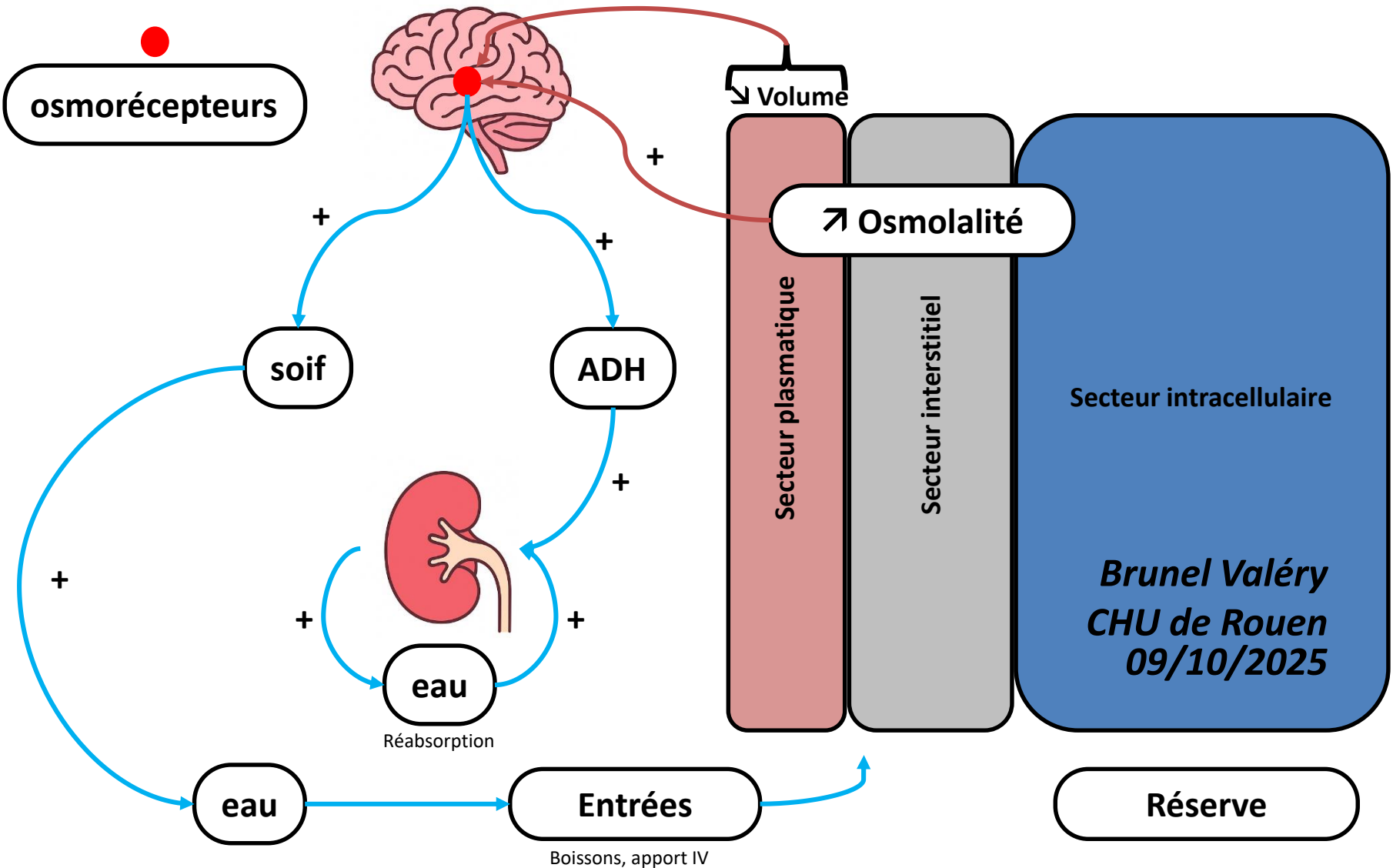
● « Qualité de l'irrigation »

- **Volume** – Pression
- SRAA
 - Réabsorption Na^+ donc de l'eau
- Peptide Natriurétique
 - Elimination du sodium donc de l'eau

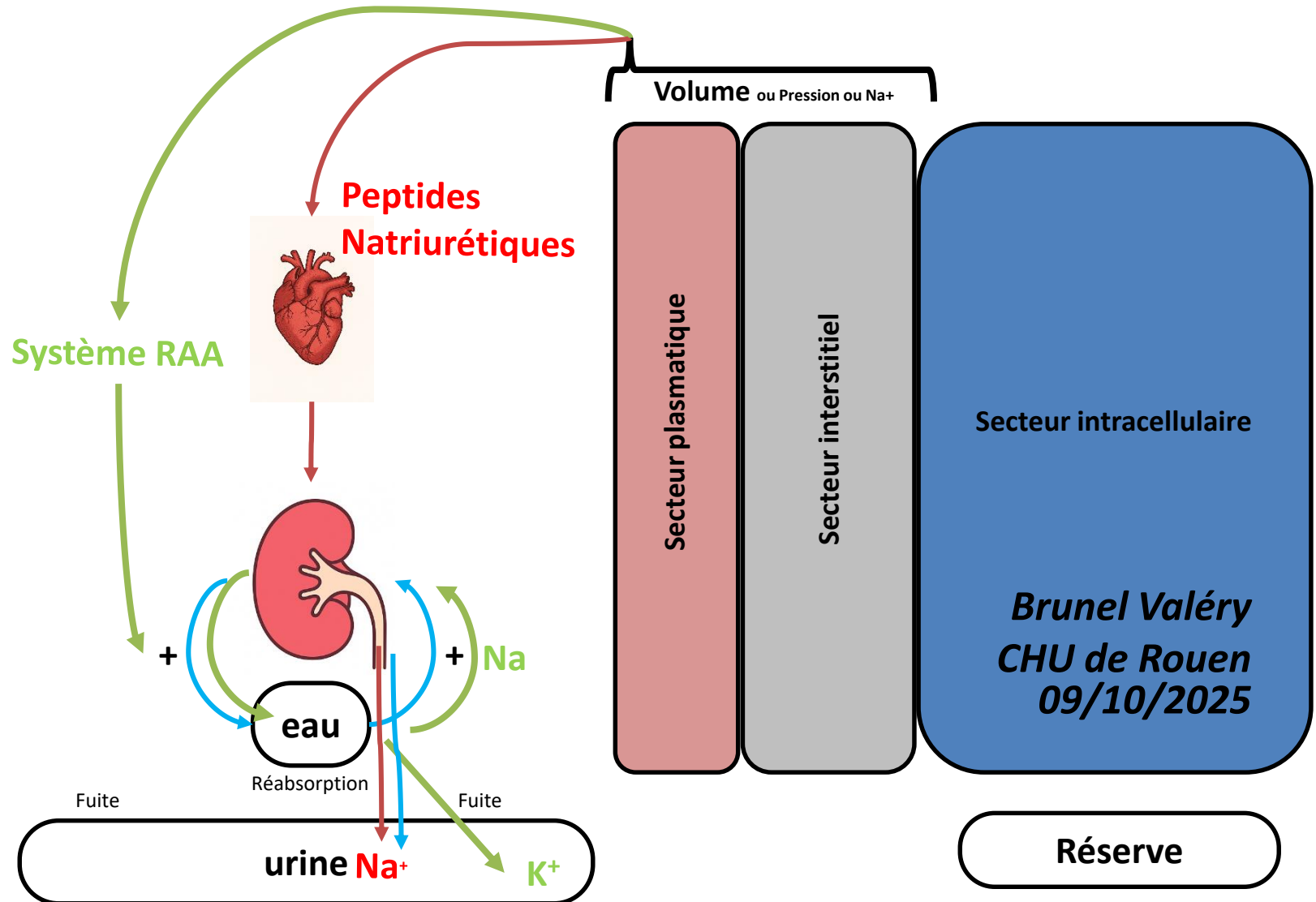


● Effet sur le rein

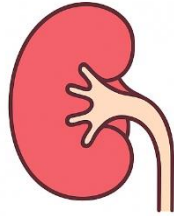
SODIUM : HISTOIRE DE QUALITÉ DE L'EAU – OSMOLALITE



SODIUM : HISTOIRE DE VOLUME D'EAU



INTÉRÊT DE L'ANALYSE DE L'URINE



● Intérêt

- Que si une anomalie (dysNa ou de volémie) – sinon reflet des apports

● Euvolémique : moteur osmolalité : ADH (son effet) - Capacité de concentration/dilution des urines

- Osmolalité urinaire mesurée
- Osmolalité Urinaire : $U_{osm} = (Na^+_u + K^+_u) \times 2 + Urée_u + Glucose_u$

● Non Euvolémique

- Peptides natriurétiques – SRAA
- Réabsorption/élimination sodée
- Natriurie (cut off 20 mmol/L) – l'eau suit le sel



● SRAA - Ratio NaU/KU

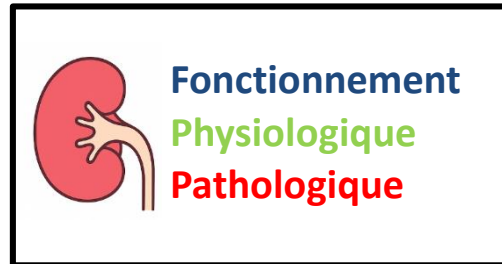
- Normal 1-3
- <1 : stimulation du SRAA (hyperaldostéronisme I^{aire} ou II^{aire}).
- >3 : hypoaldostéronisme ou altération rénale avec perte de sel.

RÉFLEXION CLINICO- BIOLOGIQUE

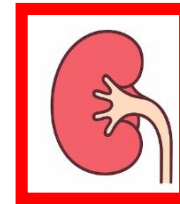
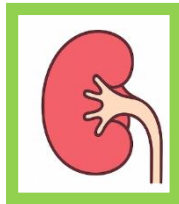
Natrémie : état hydratation intracellulaire

Clinique : évaluation hydratation extracellulaire

Brunel Valéry
CHU de Rouen
09/10/2025



? ADH - SRAA



Le rein fonctionne de façon adaptée :

- Apports, pertes non régulées
- dépasse ses capacités

ne fonctionne pas de façon adaptée :

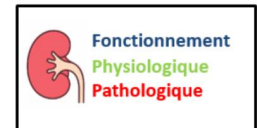
- Défaut organique
- Altération directe/indirecte du système de régulation

TROUBLES DE L'HYDRATATION SIMPLE – EUVOLÉMIQUE – OSMOLALITÉ

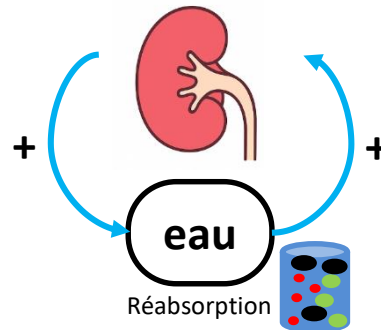
● Piliers de la réflexion

● ADH ou l'effet de l'ADH : $U_{osm} = (Na^+_u + K^+_u) \times 2 + Urée_u + Glucose_u$

● Hyponatrémie – Hyperosmolaire - DIC : déficit en eau



$U_{osm} < 600 \text{ mmol/L}$
Diabète insipide
DIN /DIC

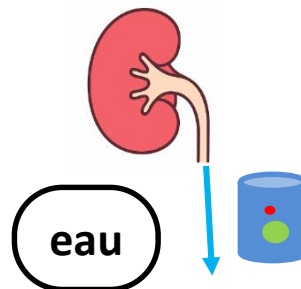


$U_{osm} > 600 \text{ mmol/L}$
Pertes insensibles
Cutanées Respiratoires



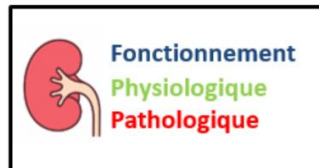
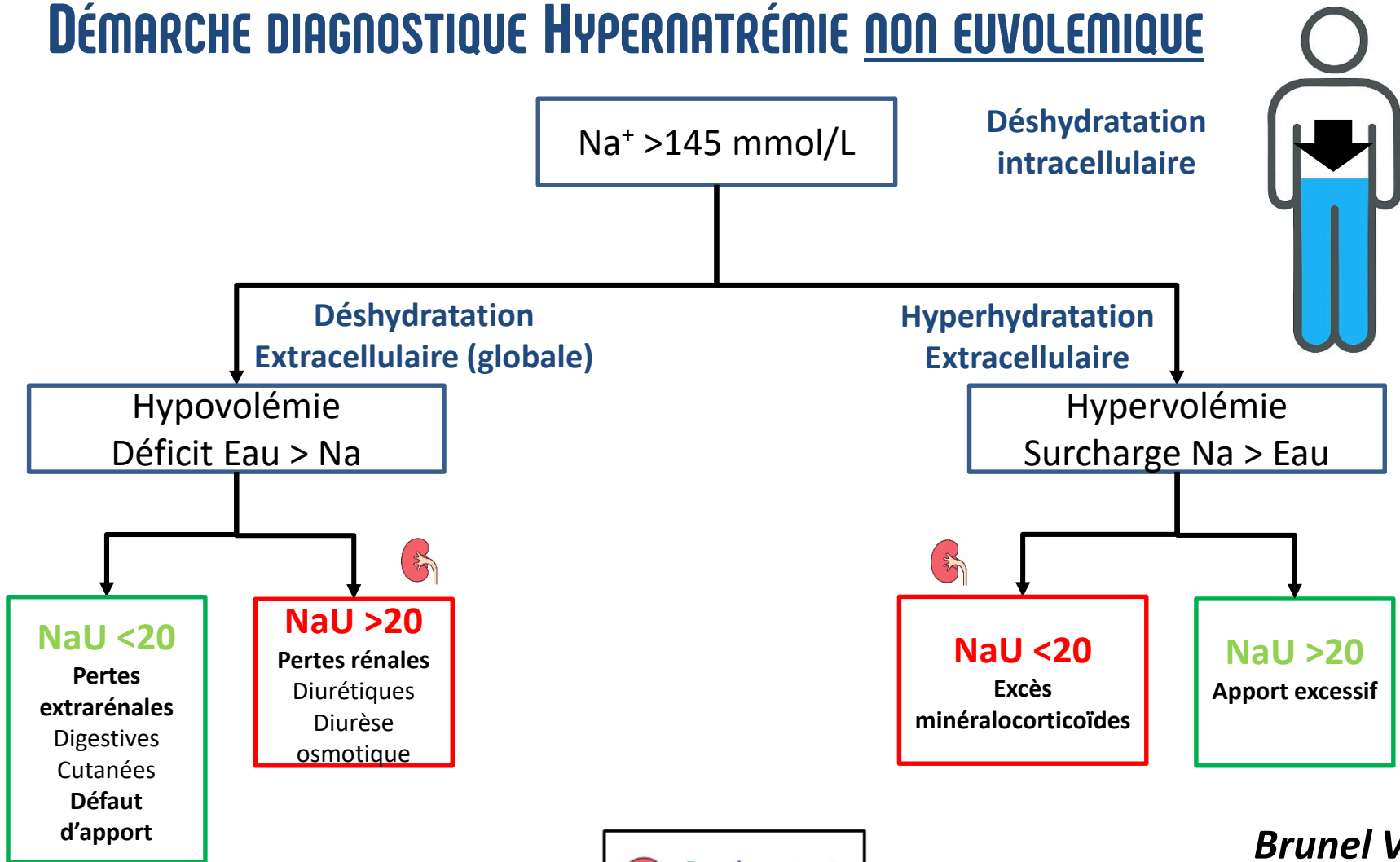
● Hyponatrémie – Hypoosmolaire - HIC : excès en eau

$U_{osm} < 100 \text{ mmol/L}$
Polydipsie



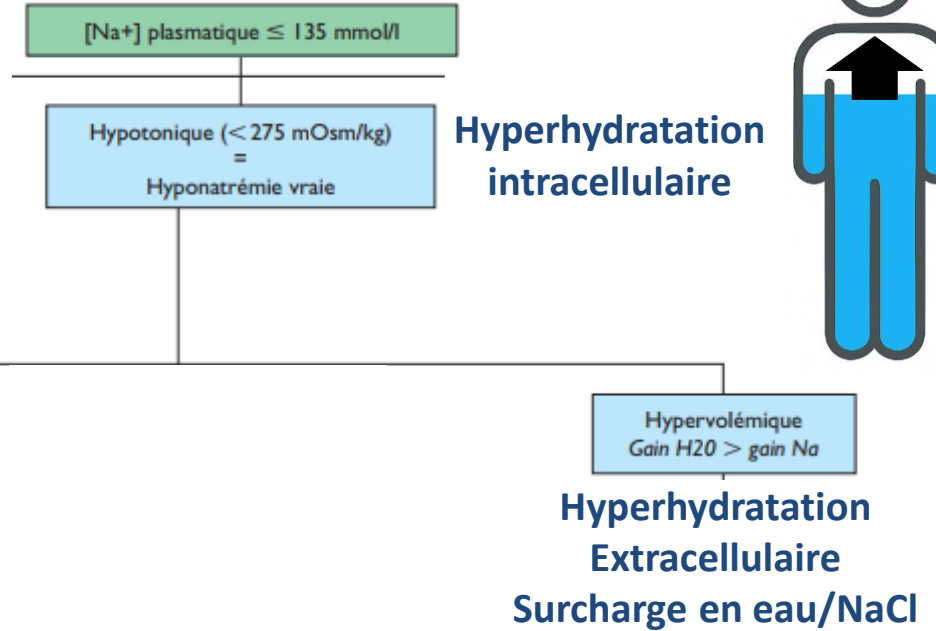
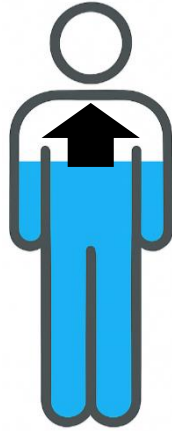
$U_{osm} > 100 \text{ mmol/L}$
SIADH

DÉMARCHE DIAGNOSTIQUE HYPERNATRÉMIE NON EUVOLEMIQUE




Brunel Valéry
CHU de Rouen
09/10/2025

DÉMARCHE DIAGNOSTIQUE HYPONATRÉMIE NON EUVOLEMIQUE




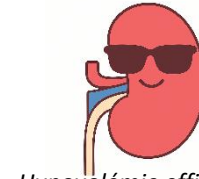
Brunel Valéry
CHU de Rouen
09/10/2025



Fonctionnement
Physiologique
Pathologique

Na_u
< 20 mmol/L
Pertes extra rénales
(digestives)

>20 mmol/L 
Diurétiques
Néphropathies
Insuf. surrénaliennes



Hypovolémie efficace

Na_u
< 20 mmol/L
Insuf. Card
Insuf. Hépatique
Synd. Nephrotique

Normal mais insuffisant

>20 mmol/L
Insuffisance rénale

PRISE EN CHARGE

● Laboratoire appel

- Ex : Mayo Clinic / ABC 2012 (120 - 160mmol/L)

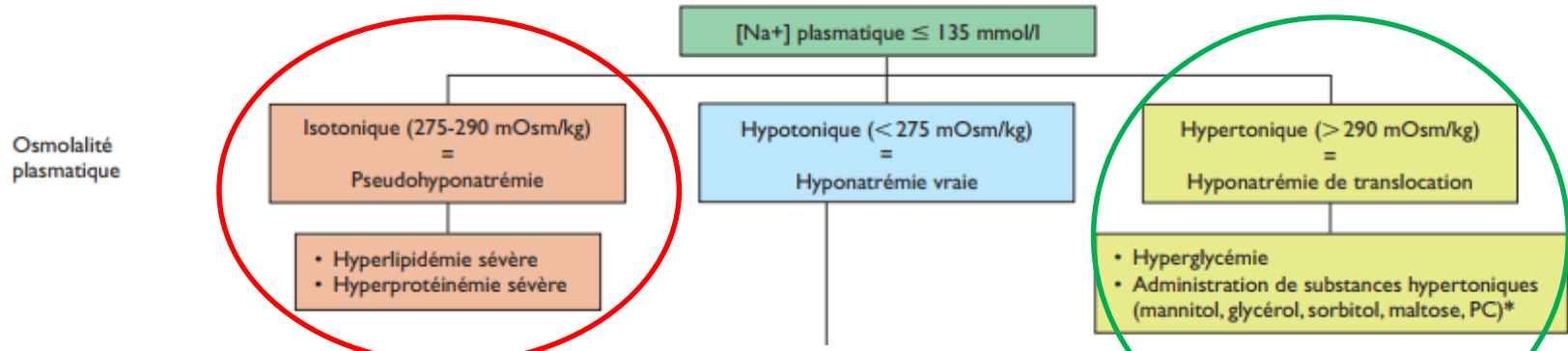
● Hyponatrémie -Hypernatrémie

- TROP eau
 - Restriction hydrique
 - Diurétique de l'anse
- Manque de sel
 - NaCl
- Manque d'eau
 - Sérum glucosé

● Correction monitoring rapproché.

- Sauf exception
 - **Maximum 8 à 10 mmol/L par 24h.**
 - Risque de myélinolyse centropontine : graves séquelles neurologiques.

DÉMARCHE DIAGNOSTIQUE



Erreur analytique



Alerter sur le risque de pseudohyponatrémie
Utiliser une technique idem de cette interférence



Brunel Valéry
CHU de Rouen
09/10/2025

Perturbation osmotique

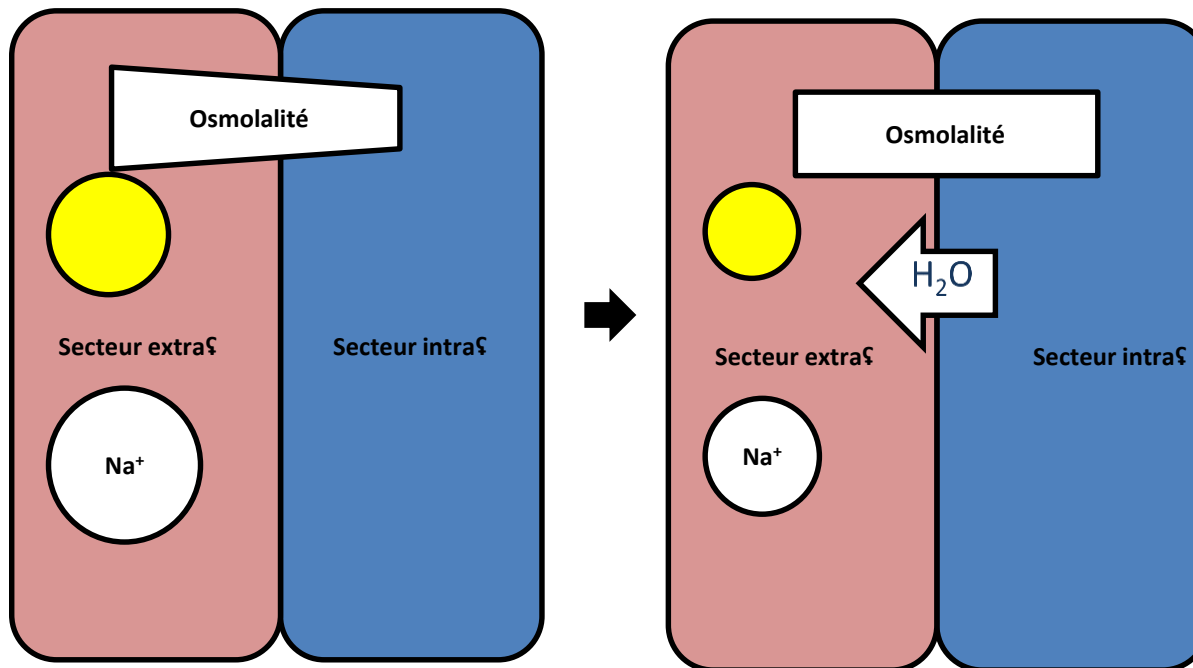
Le plus fréquent
Hyperglycémie

Le glucose devient
une osmole active

HYPONATRÉMIE REDISTRIBUTION/TRANSLOCATION

● Hyponatrémie par redistribution de l'eau

- Mannitol/Glycérol/Sorbitol/Maltose
- Glucose



Hyponatrémie Redistribution

Brunel Valéry
CHU de Rouen
09/10/2025

CAS CLINIQUE 1

Patient Homme de 73 ans, douleur thoracique, troubles neurocognitifs débutants

SODIUM	✘	127	✉
POTASSIUM	✘	4.6	✉
CHLORE	✘	89	✉
✓ ✉ R -			
RESERVES ALC	⚡	20	✉
<i>TRQU</i>	✘	23	✉
UREE	⚡	20.80	✉
CREAT ENZYMA	✘	246	✉
PROTIDES	✘	72	✉

Hyperhydratation intracellulaire probable
(manque le glucose)



➔ Œdèmes prenant le godet
Hyperhydratation extracellulaire

CAS CLINIQUE 1

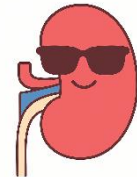
Patient Homme de 73 ans, douleur thoracique, troubles neurocognitifs débutants

SODIUM	✘	127	✉
POTASSIUM	✘	4.6	✉
CHLORE	✘	89	✉
<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>			
RESERVES ALC	⚡	20	✉
TRQU	⚡	23	✉
UREE	⚡	20.80	✉
CREAT ENZYMA	✘	246	✉
PROTIDES	✘	72	✉

Hyperhydratation intracellulaire probable
(manque le glucose)



Œdèmes prenant le godet
Hyperhydratation extracellulaire



POTASSIUM U	⊖	59	✉
SODIUM U	⊖	<14.0	✉
UREE U	⚡	123	✉

Na_u	
< 20 mmol/L	
Hypovolémie efficace	Insuf. Card
	Insuf. Hépatique
	Synd. Néphrotique

NTProBNP	1	34567	✉
----------	---	-------	---

Décompensation insuffisance cardiaque

CAS CLINIQUE 2

Patient Homme de 75 ans, AEG, arrêt alimentation et hydratation, perte de poids

SODIUM	●	156	✉
POTASSIUM	●	HEMO	✉
CHLORE	●	113	✉
RESERVES ALC	●	26	✉
TRQU	●	/SUP	✉
GLYC mmol	●	6.3	✉
GLYC.g/L	●	1.13	✉
UREE	●	5.99	✉
CREAT ENZYMA	●	34	✉
PROTIDES	●	68	✉

Déshydratation intracellulaire



œdèmes des membres inférieurs – Hyperhydratation extracellulaire ?

Hb	●	16.7	✉
Hte	●	0.54	✉

Déshydratation globale – défaut d'apport

CAS CLINIQUE 3

Patient de 78 ans

b	SODIUM	133	
	POTASSIUM	4.1	
	CHLORE	100	
<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> R <input type="checkbox"/> -			
b =	RESERVES ALC	19	
	TROU	18	
h =	UREE	11.40	
h =	CREAT ENZYMA	106	
=	PROTIDES	70	

Hyponatrémie

Probable

Déshydratation intracellulaire

Pas de notion de volémie

POTASSIUM U	96	
SODIUM U	<12.2	
UREE U	223	

Urine Osm >> 150

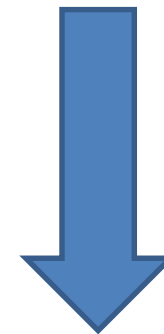
NaU < 20

Na/K < 1

Pas d'évaluation extracellulaire

Na_u
< 20 mmol/L
Pertes extra rénales

Na_u
< 20 mmol/L
Insuf. Card
Insuf. Hépatique
Synd. Néphrotique



Perte digestive

Hypovolémie

Brunel Valéry
CHU de Rouen
09/10/2025

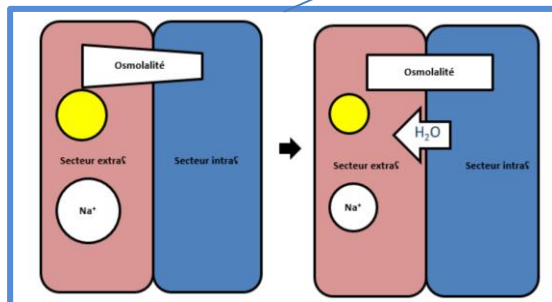
CAS CLINIQUE 4

Patient diabétique 51 ans, passé aux urgences car capteur affiche high

Antérieur (<24h)

$\delta \uparrow$ SODIUM	137	29/09/25 125
$b \delta \downarrow$ POTASSIUM	3.3	29/09/25 4.6
$b =$ CHLORE	94	29/09/25 84
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> ✓ ✉ R - </div>		
= RESERVES ALC	27	29/09/25 25
TRQLI	19	29/09/25 21

Brunel Valéry
CHU de Rouen
09/10/2025



GLY F mmol/L	63.3
GLY F g/L	11.39

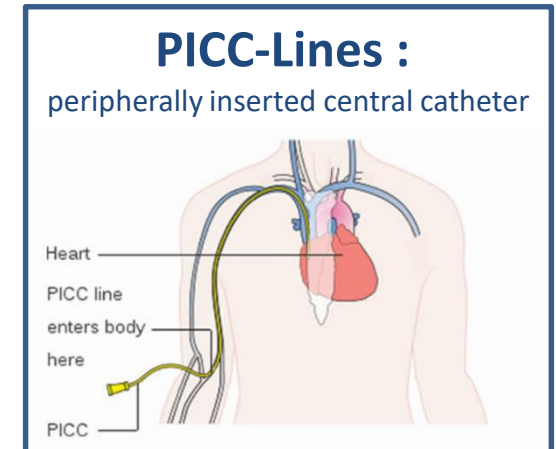
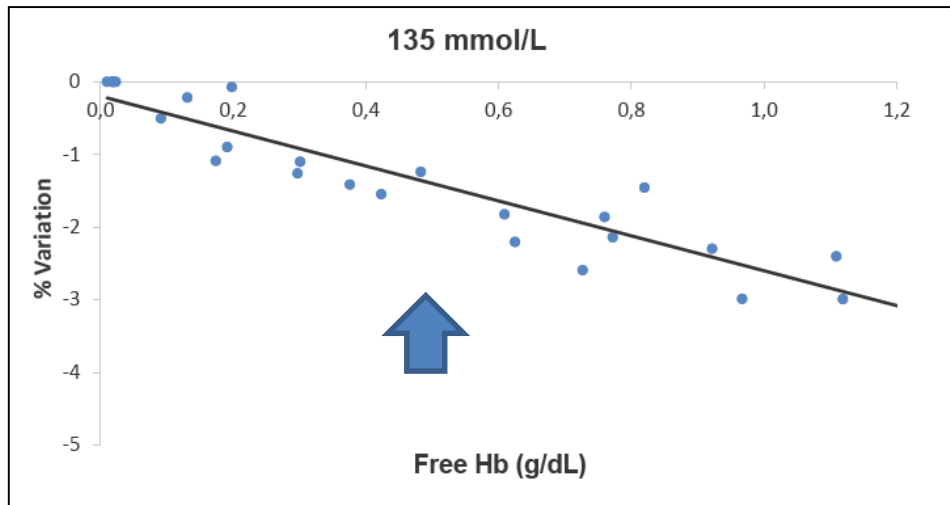
osmolarité 315 mmol/L

Hyponatrémie de translocation traitée

FAUSSE HYPONATRÉMIE

● Qualité du prélèvement

- Perfusion (ex : glucose)
- Matériel (ex : volume mort hépariné)
- Hémolyse



Brunel Valéry
CHU de Rouen
09/10/2025

POTASSIUM : ENTRÉE - SORTIE

● Ion

- Intracellulaire (98%)
- Réserve : muscle striés squelettique
- Rôle essentiel fonctionnement cellulaire et l'activité électrique

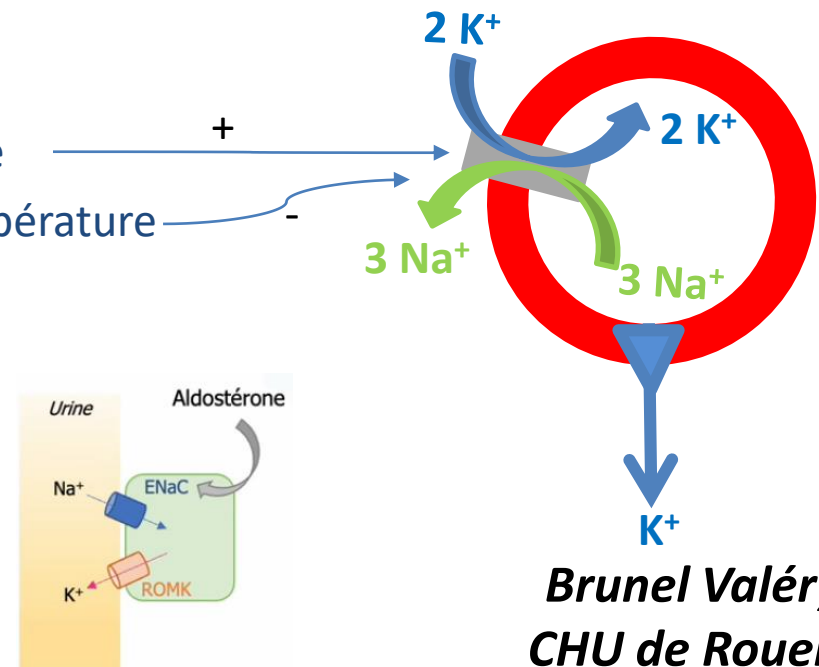
● Régulations

● Interne ou transcellulaire

- Catécholamines / Insuline / Alcalose +
- Acidose / carence insulinique / température -

● Externe

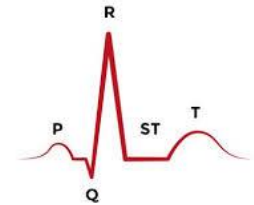
- Absorption digestive
- 95 % réabsorption rénale
 - Aldostérone (kaliuriant) - SRAA



CLINIQUE HYPER /HYPO KALIÉMIE : VIGILANCE A L'IMPACT CARDIAQUE



Hyperkaliémie : paresthésie, faiblesse musculaire, aréflexie, paralysie
signes cardiaques : troubles de la conduction, bradycardie

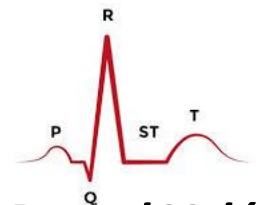


Fonction de la valeur et de la vitesse d'installation



Urgence vitale
Fonction de la valeur
et/ou
des troubles à l'ECG

Hypokaliémie : faiblesse musculaire, myalgie, sensation de fatigue, constipation
signes cardiaques : troubles de la conduction, tachycardie



Brunel Valéry
CHU de Rouen
09/10/2025

DYSKALIÉMIES

● Valeurs usuelles

- Mais variable 3,5-4,5 vs 4-5 vs 3,5-5 mmol/L



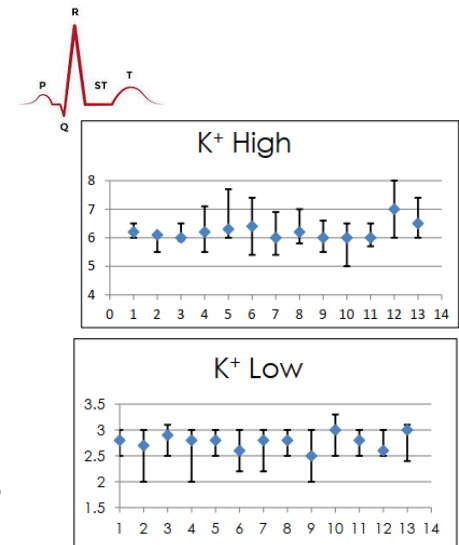
- Valeur critique à définir – dyskaliémies menaçantes

- > 5,5 à 6,5 mmol/L (notion de dialyse)

- < 2,5 mmol/L – 2,8 mmol/L

● Diagnostic clinique

- Aspécifique diagnostic est principalement biologique

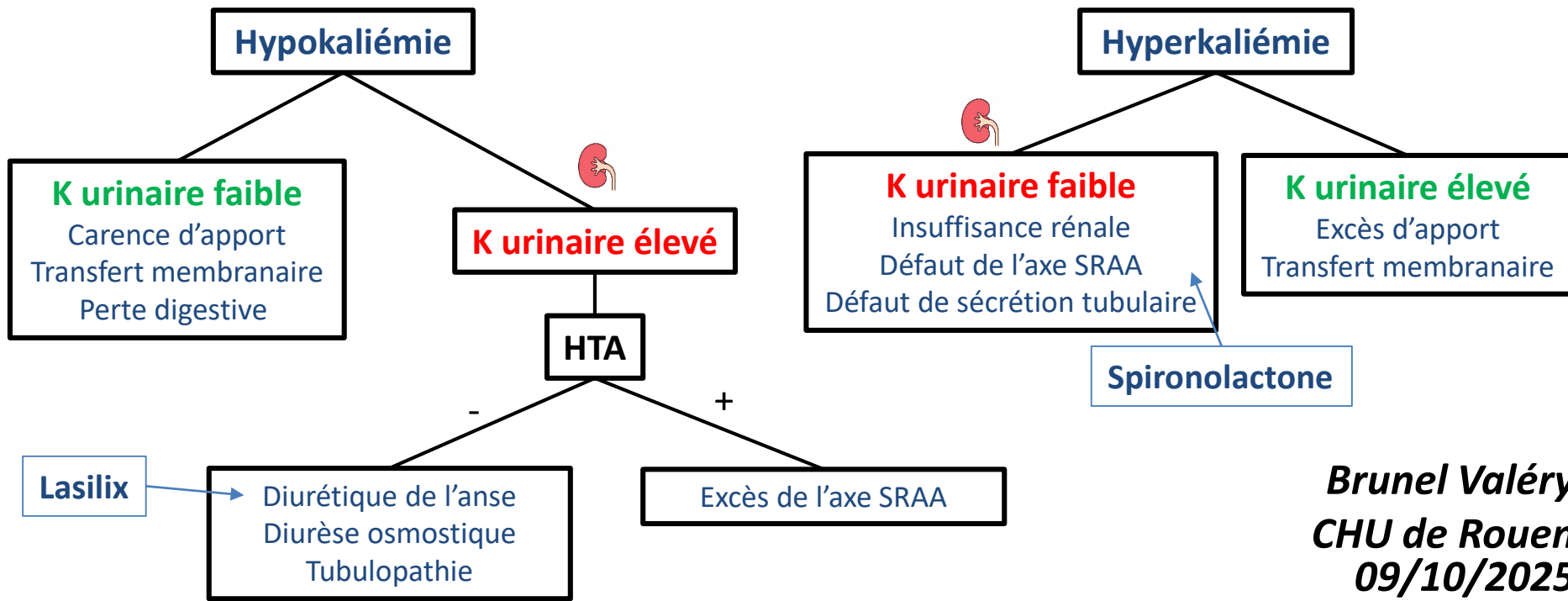


ÉTIOLOGIES – UTILITÉ DE POTASSIUM URINAIRE

● Anamnèse – bilan biologique

● Entrée – Sortie - Transfert

● K urinaire : fonctionnement rénal est adapté (30 mmol/L)



PRISE EN CHARGE HYPOKALIÉMIE

● Traitement de la cause

- Médicaments, pertes digestives, alcalose

● Surveillance

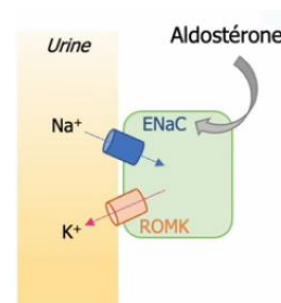
- ECG si anormal urgence vitale
- Si $<2,5$ mmol/L urgence vitale

● Recharge

- IV lente si urgence
- Si non urgent per os

● Si hypokaliémie profonde

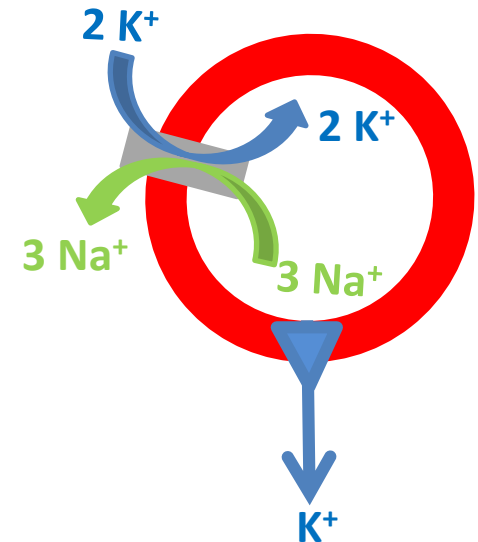
- Apport de magnésium.



Brunel Valéry
CHU de Rouen
09/10/2025

PRISE EN CHARGE HYPERKALIÉMIE

- ECG
- Arrêt
 - Apports
 - Médicaments hyperkaliémifiants
- Traitement de l'insuffisance rénale
- Traitement des signes ECG
- Transfert intra-cellulaire
 - Insuline + Glucose +/- Salbutamol
- Monitoring de la kaliémie



CAS CLINIQUE

Patiente âgée (diffuK) AEG + chute sur faiblesse musculaire + station au sol prolongée

b	SODIUM	★	130	✉
H	POTASSIUM	★	6.3	✉
b	CHLORE	★	93	✉
<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> R <input type="checkbox"/> -				
B	RESERVES ALC	⚡	11	✉
	TRQU	☀	32	✉
h	GLYC mmol	⚡	7.5	✉
h	GLYC g/L	☀	1.35	✉
H	UREE	⚡	48.90	✉
H	CREAT ENZYMA	⚡	262	✉

4h

B =	SODIUM	✖	126	✉
h =	POTASSIUM	✖	5.5	✉
b =	CHLORE	✖	89	✉
<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> R <input type="checkbox"/> -				
B =	RESERVES ALC	📄	13	✉
	TRQU	✖	30	✉
H δ↑	GLYC mmol	✖	35.8	✉
h	GLYC g/L	✖	6.44	✉
H =	UREE	📄	48.20	✉
H =	CREAT ENZYMA	✖	257	✉

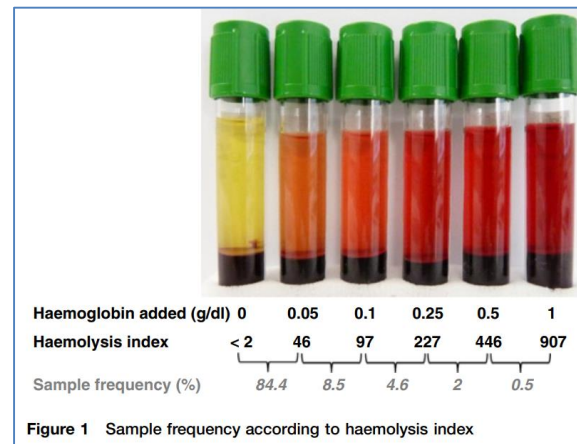
Hyperkaliémie sur IR
Appel du laboratoire



PSEUDO-HYPERKALIÉMIE / PSEUDO-NORMOKALIÉMIE

● Cytolyse

- Hémolyse (GR): env 0,26 mmol/L pour 100mg/L d'hémoglobine plasmatique



Qing H, Crit Rev Clin Lab Sci, 2014

Poupon C et al., ABC, 2015

Brunel V, ACB, 2012

Hawkins R, Clin Chem, 2003

Brunel V, ACB, 2025

Brunel Valéry

CHU de Rouen

09/10/2025

PSEUDO-HYPERKALIÉMIE

● Préanalytique

- Contamination – Mauvaise pratique



- EDTAK₂ ou K₃ : Penser hyperkaliémie mais également Ca/Phosphatase alcaline _ Règle d'ajout à viser contrôle

- Perfusion (KCl : hypo devient hyper)



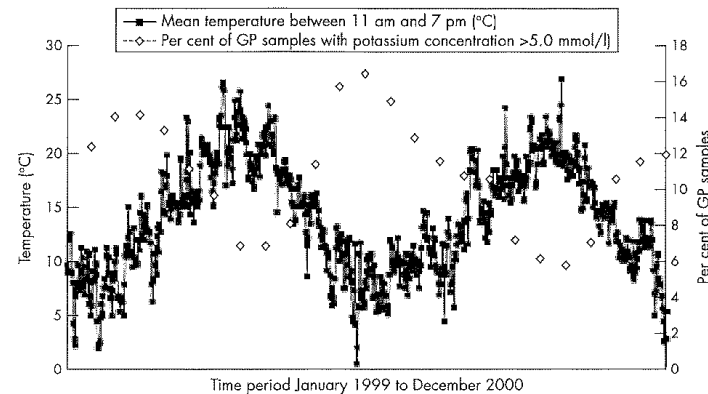
● Conditions logistiques

- Idéal température ambiante \nearrow 4°C (20°C) \searrow 37°C

- « pseudo-hyperkaliémie saisonnière »

- Durée

- Attention GHT

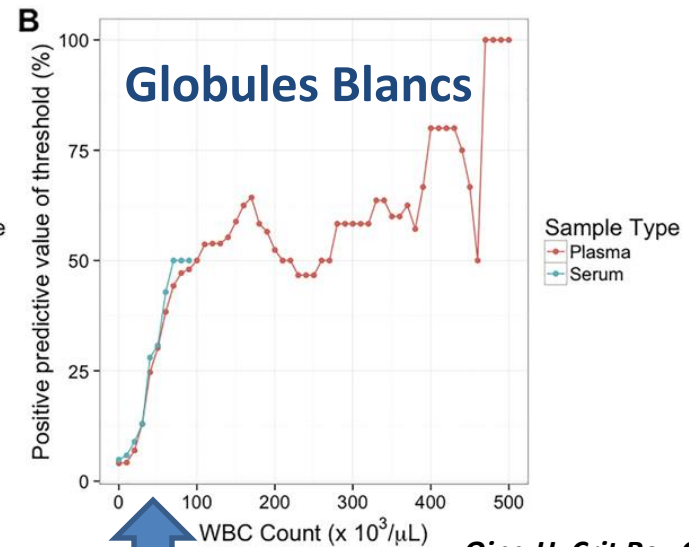
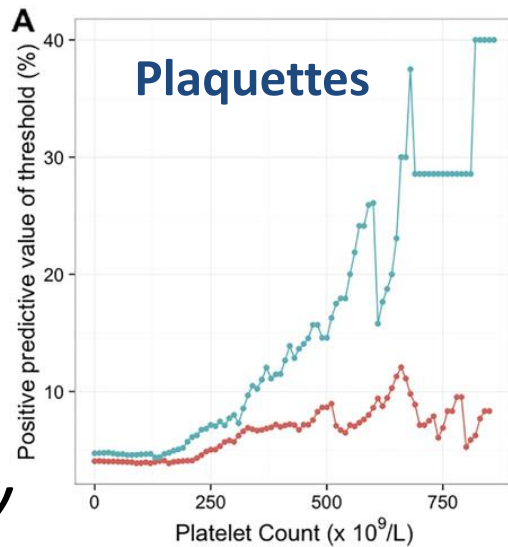


HYPERKALIÉMIE RISQUE D'ERREUR...PREANALYTIQUE

● Type de tube

- Différence de tube SERUM/PLASMA : 0,36+/-0,18 mmol/L
- Formation du caillot

● Contenu cellulaire



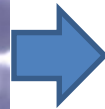
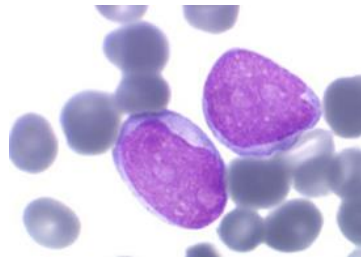
Brunel Valéry
CHU de Rouen
09/10/2025



Qing H, Crit Rev Clin Lab Sci, 2014
Nijsten, N Engl J Med, 1991
Ranjitkar, Clin Bioch, 2017

PSEUDO-HYPERKALIÉMIE / RAREMENT INVERSÉE

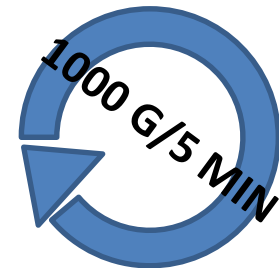
● Hémopathies malignes



K intracellulaire / Pas Hb



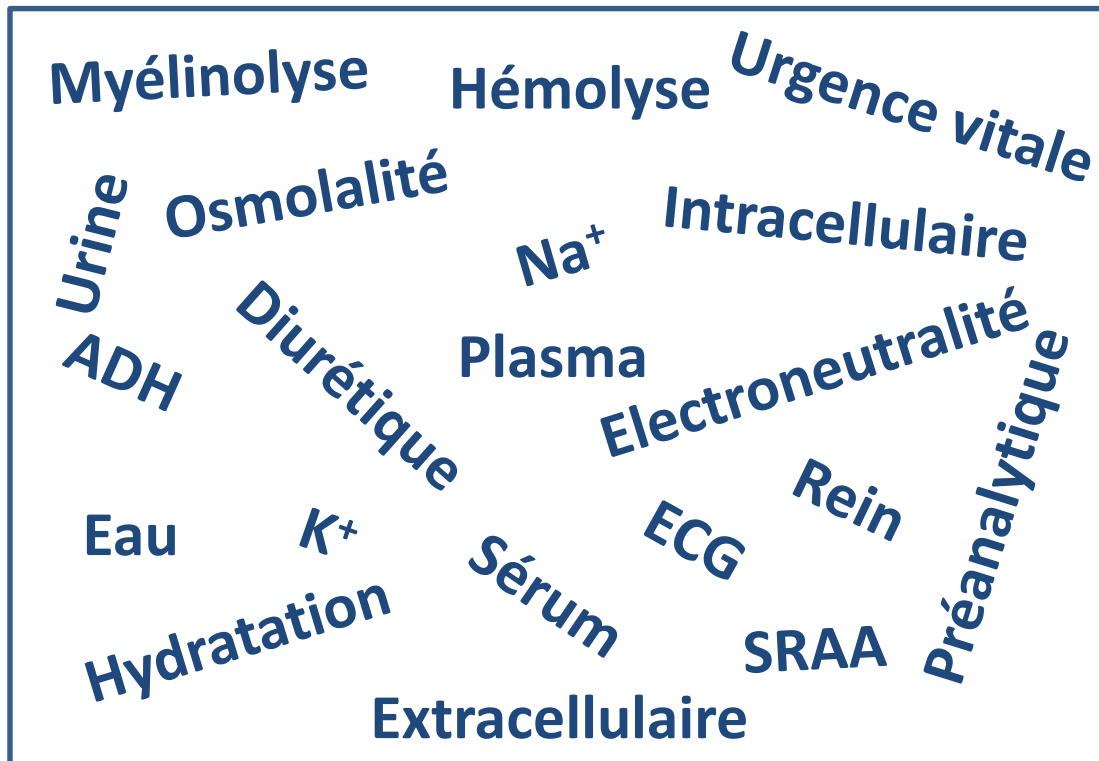
Pseudo-hyperkaliémie



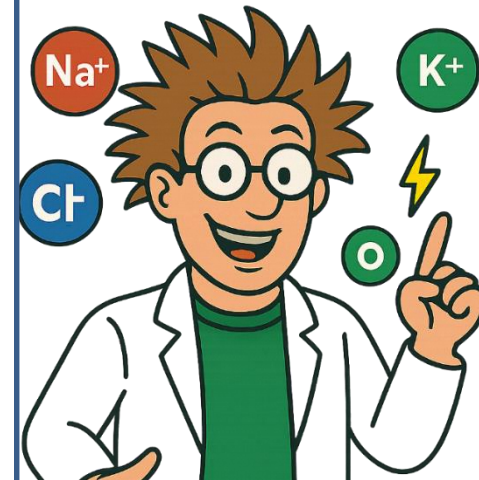
IONOGRAMME EXAMEN DE ROUTINE

VOUS AVEZ DIT ROUTINE !!!

Habitude mécanique, irréfléchie, et qui résulte d'une succession d'actions répétées sans cesse



**COMPRENDRE LE IONO
SANS S'ELECTROCUTER**



Brunel Valéry
CHU de Rouen
09/10/2025