



  Université Claude Bernard Lyon 1

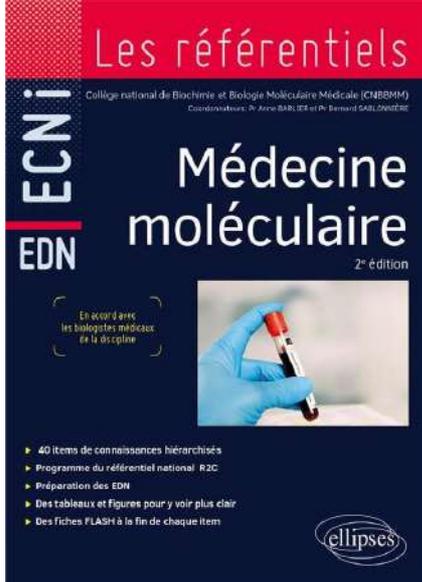
**Item 267 : Troubles de l'équilibre acido-basique**  
(et désordres hydroélectrolytiques)

Pr J. Lopez  
Sémio Bio - FGSM2

 Faculté de Médecine Lyon-Est

1





Collège national de Biochimie et Biologie Moléculaire Médicale

 Faculté de Médecine Lyon-Est

2

## Pour poser des questions pendant le cours



1 Allez sur [wooclap.com](https://wooclap.com)

2 Entrez le code d'événement dans le bandeau supérieur

Code d'événement  
**HMKNAK**



1 Envoyez **@HMKNAK** au **06 44 60 96 62**

2 Vous pouvez participer

Désactiver les réponses par SMS



3

## Objectifs d'enseignements (rangs A et B)

- Connaître les indications de la **gazométrie**
- Définir un **trouble acido-basique**, son caractère **métabolique ou ventilatoire**
- Connaître les **anomalies cliniques graves** à rechercher
- Établir le **diagnostic d'une acidose métabolique** liée à une insuffisance rénale, une diarrhée, une acidose lactique, ou une acidocétose
- Connaître les principales causes d'une **acidose respiratoire**

- Connaître les mécanismes de régulation de l'équilibre acide-base
- Savoir rechercher les causes toxiques et les acidoses tubulaires
- Savoir corriger une acidose métabolique chronique
- Connaître la prise en charge des troubles acido-basiques aigus sévères



4

## C'est quoi le pH ?

Logarithme inverse de la concentration en ions  $H^+$

$$pH = - \log_{10}[H^+]$$

Donc quand  $[H^+]$  augmente le pH diminue

Chez le sujet sain, le **pH normal** est de **7,40** (7,38-7,42)



5

## Comment le pH est aussi finement régulé ?

### 1/ Les systèmes tampons de l'organisme

→ Intracellulaires : **protéines et ions phosphates**, hémoglobine

→ Extracellulaires : couple bicarbonates  **$HCO_3^-/CO_2$**

### 2/ La ventilation alvéolaire, déterminant la $PaCO_2$

Action de l'**anhydrase carbonique** (globules rouges)



6

## Comment le pH est aussi finement régulé ?

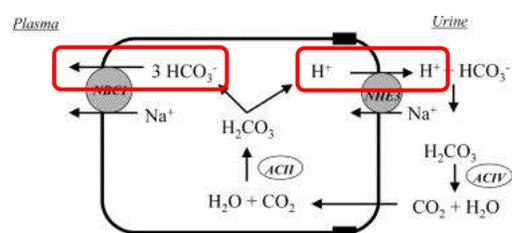
### 3/ Le rôle central du rein

#### → Excrétion rénale de $H^+$ , sous 3 formes

- Libre (pH urinaire)
- +++ Liée à l'ammoniac ( $NH_3$ ) s/f d'ammonium ( $NH_4^+$ ) +++
- Lié s/f de phosphate mono/disodique ( $Na^+HPO_4^- / Na_2^+HPO_4^{2-}$ )

#### → Réabsorption des $HCO_3^-$ ,

au niveau du tube contourné proximal via l'anhydrase carbonique



7

## pH, $CO_2$ et bicarbonates définissent le pH sanguin

### Équation d'Henderson-Hasselbach

$$pH = 6,1 + \log_{10} \left( \frac{[HCO_3^-]}{(0,03 * PaCO_2)} \right)$$

Avec  $[HCO_3^-]$  en mmol/L et  $PaCO_2$  en mmHg

Gazométrie  
« Gaz du Sang »



Prélèvement artériel



8

## Comment caractériser une anomalie de l'équilibre acido-basique ?

$$\text{pH} = f([\text{HCO}_3^-] / \text{PaCO}_2)$$

IMPORTANT : l'anomalie initiale va toujours dans le sens de la variation du pH

	pH	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	PaCO <sub>2</sub>
<b>ACIDOSE</b>			
Métabolique	Diminué	< 22 mmol/L	< 36 mmHg
Respiratoire	Diminué	> 26 mmol/L	> 44 mmHg
<b>ALCALOSE</b>			
Métabolique	Augmenté	> 26 mmol/L	> 44 mmHg
Respiratoire	Augmenté	< 22 mmol/L	< 36 mmHg

Anomalie initiale / mécanisme compensatoire

9

## Acidoses métaboliques

$$\text{pH} = f([\text{HCO}_3^-] / \text{PaCO}_2)$$

	pH	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	PaCO <sub>2</sub>
<b>ACIDOSE</b>			
Métabolique	Diminué	< 22 mmol/L	< 36 mmHg

- Baisse du pH artériel associé à une baisse des bicarbonates
- **Polypnée** (« de Kussmaul »), ample, profonde, sans pathologie pulmonaire associée
- Réduction de la PaCO<sub>2</sub> dans le sang (compensation)

**Éléments de gravité** : détresse respiratoire, hyperkaliémie

Si acidose profonde (pH < 7,25) → Hospitalisation en **USIC**

10

## Acidoses métaboliques : démarche étiologique

Électroneutralité → les charges anioniques (-) doivent être neutralisées par des charges cationiques (+)

$$\text{Trou anionique} = ([\text{Na}^+] + [\text{K}^+]) - ([\text{HCO}_3^-] + [\text{Cl}^-])$$

$$= 16 \text{ mmol/L si protidémie normale}$$

→ Acidoses métaboliques à **TA normal** (TA<16) vs à **TA augmenté** (TA>16)

↕  
**Fuite des HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>**  
(rein ou digestif)

↕  
**Excès d'acide organique**  
(qui consomme les HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>)

11

## Acidoses métaboliques à TA augmenté (TA>16)

- **Apport exogène** d'acide organique : intoxications  
aspirine (acide acétylsalicylique), méthanol, éthylène glycol, acide nalidixique (ATB)
- **Défaut d'élimination** des acides : accumulation de phosphates, sulfates, acides organiques...  
**insuffisances rénales** aiguës ou chroniques
- **+++ Production endogène d'acides organiques +++**

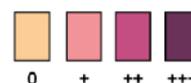
- **Acidocétoses** (accumulation de béta-hydroxybutyrate et acétoacétate)

- Diabète de type 1
- Jeûne
- Intoxication alcoolique aiguë

- **Acidoses lactiques** (accumulation de lactates)

- Hypoxie tissulaire (états de choc, ischémies aiguës)
- Intoxications par les biguanides

**CÉTONURIE**  
Croix (+)



12

## Acidoses métaboliques à TA normal (TA<16)

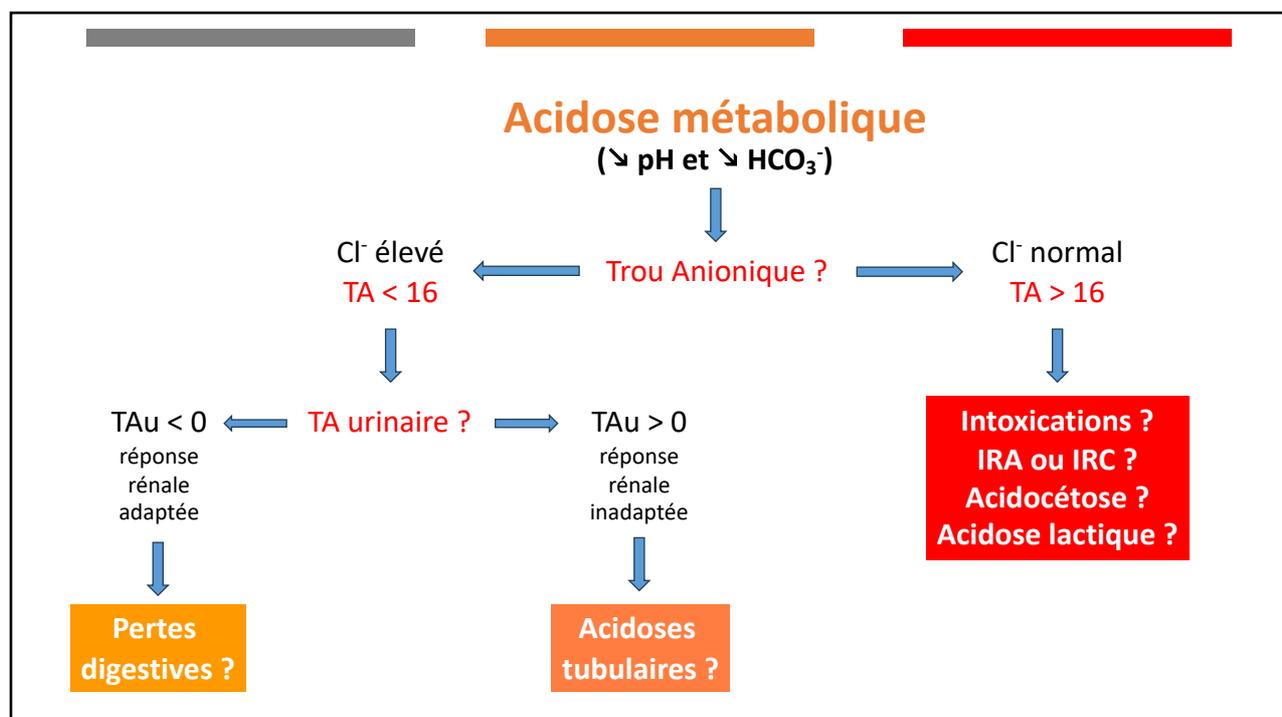
### Acidoses hyperchlorémiques

(augmentation de  $\text{Cl}^-$  pour compenser la fuite d' $\text{HCO}_3^-$ )

→ Évaluation **TA urinaire (TAu) =  $U_{\text{Na}} + U_{\text{K}} - U_{\text{Cl}}$**   
(normalement légèrement positif, reflet de  $[\text{NH}_4^+]$ )

- **Acidoses à TAu < 0**
  - élimination de  $\text{NH}_4^+$  est importante : réponse rénale adaptée à l'acidose
  - **cause extra-rénale : diarrhées+++ (perte digestive de  $\text{HCO}_3^-$ )**
- **Acidoses à TAu > 0**
  - élimination de  $\text{NH}_4^+$  faible : réponse rénale inadaptée à l'acidose
  - **causes rénales : acidoses tubulaires**
    - De type I et IV : défaut de sécrétion de  $\text{H}^+$
    - De type II : défaut de réabsorption de  $\text{HCO}_3^-$

13



14

## Acidoses métaboliques : conduite du traitement

- **Traitement étiologique** lorsqu'il est possible (insulinothérapie, etc)
- **Acidose métabolique aigue**
  - **pH<7,10 ou HCO<sub>3</sub><sup>-</sup><8 mmol/L = urgence vitale**
  - Ventilation mécanique pour assurer la clairance du CO<sub>2</sub>
  - Alcalinisation par le bicarbonate de sodium isotonique si associée à une hyperkaliémie
  - Épuration extrarénale en cas de surcharge volémique
- **Acidose métabolique chronique d'origine rénale (acidoses tubulaires)**
  - Alcalinisation par voie rénale (eau de Vichy, gélules de bicarbonate...)

15

## Acidoses respiratoires

$$\text{pH} = f([\text{HCO}_3^-] / \text{PaCO}_2)$$

	pH	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	PaCO <sub>2</sub>
<b>ACIDOSE</b>			
Respiratoire	Diminué	> 26 mmol/L	> 44 mmHg

**Hypercapnie** (augmentation de la PaCO<sub>2</sub>) secondaire à une **hypoventilation** alvéolaire → **hypoxémie** (baisse de la PaO<sub>2</sub>)

→ Compensation (en situation chronique) :  
**augmentation de la réabsorption des bicarbonates par le rein**

16

## Acidoses respiratoires : sémiologie, étiologies, PEC

**Hypercapnie** : agitation, troubles de vigilance, hypertension, sueur, vasodilatation avec érythème)

**Hypoxémie** : polypnée, cyanose, détresse respiratoire

→ Causes neuromusculaires : atteintes du SNC (vasculaire, infectieuse, traumatique), **morphiniques** ou autres hypnotiques

→ Causes thoracopulmonaires : insuffisance respiratoire aiguë, décompensation d'une pneumopathie chronique

Prise en charge : **traitement de l'hypoventilation alvéolaire** et étiologique

17

## Alcaloses métaboliques

$$\text{pH} = f([\text{HCO}_3^-] / \text{PaCO}_2)$$

	pH	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	PaCO <sub>2</sub>
<b>ALCALOSE</b>			
Métabolique	Augmenté	> 26 mmol/L	> 44 mmHg

Augmentation des bicarbonates et compensation par une hypoventilation alvéolaire (→ hypercapnie)  
Souvent associée à une hypokaliémie et une DEC

- Perte d'acides d'origine urinaire ou digestive
- Apport de bicarbonates ou autres alcalins (lait, soda)
- **Vomissements** (perte de fluides riches en Cl<sup>-</sup>/pauvre en HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>)

18

## Alcaloses métaboliques : sémiologie, étiologies

**Signes cliniques non spécifiques et rares** : troubles de la vigilance, faiblesse musculaire, signes respiratoires (hypoventilation), troubles du rythme cardiaque (hypokaliémie)

→ Alcalose de **contraction du volume extra-cellulaire**

- **Perte rénale de NaCl** : diurétiques, tubulopathies congénitales, hypercalcémie ou hypomagnésémie
- Perte digestives hautes de Cl<sup>-</sup> : **vomissements**

→ Alcalose métabolique **avec expansion volémique** :  
**hyperminéralocorticisme primaire, hyperaldostéronisme secondaire**

→ Alcalose post-hypercapnique : sous ventilation assistée, élimination plus lente des bicarbonates accumulés

→ Excès d'apport en alcalins

19

## Alcaloses respiratoires

$$\text{pH} = f([\text{HCO}_3^-] / \text{PaCO}_2)$$

	pH	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	PaCO <sub>2</sub>
<b>ALCALOSE</b>			
Respiratoire	Augmenté	< 22 mmol/L	< 36 mmHg

Hypocapnie liée à une **hyperventilation**

Compensation métabolique généralement retardée

Mêmes signes peu spécifiques que pour l'alcalose métabolique

→ Insuffisance respiratoire aiguë avec hyperventilation : infections bactériennes, œdème aigu du poumon, embolie pulmonaire...

→ Pathologies centrales : encéphalites infectieuses, tumeurs, traumatismes, intoxication aux salicylés, encéphalopathies hépatiques...

20

## Fiche Flash

- Le pH sanguin normal varie entre **7,38 et 7,42**
- $\text{pH} = f([\text{HCO}_3^-] / \text{PaCO}_2)$
- **Acidoses métaboliques** : ↘ pH et ↘  $\text{HCO}_3^-$  (<22 mmol/L)
- **Acidoses métaboliques : calcul du trou anionique**
  - TA augmenté (>16)
    - Augmentation de la production endogène (corps cétoniques ou lactates)
    - Excès d'apport par intoxication
    - Défaut d'élimination rénale
  - TA normal (<16)
    - Pertes digestives basses
    - Acidoses tubulaires
- **Acidoses respiratoires** : **hypoventilation alvéolaire** d'origine neuromusculaire ou thoraciques
- **Alcaloses métaboliques** dépendent de mécanisme d'entretien (toxique, déshydratation extra-cellulaire, hypokaliémie, hypercalcémie...)

21

## Pour poser des questions pendant le cours



- 1 Allez sur [wooclap.com](https://wooclap.com)
  - 2 Entrez le code d'événement dans le bandeau supérieur
- Code d'événement  
**HMKNAK**
- 1 Envoyez @HMKNAK au 06 44 60 96 62
  - 2 Vous pouvez participer
- Désactiver les réponses par SMS

22

## Dans la vraie vie...



- 1 Allez sur [wooclap.com](https://wooclap.com)
- 2 Entrez le code d'événement dans le bandeau supérieur

Code d'événement  
**HMKNAK**



- 1 Envoyez **@HMKNAK** au **06 44 60 96 62**
- 2 Vous pouvez participer

Désactiver les réponses par SMS



23



Université Claude Bernard  Lyon 1

## Item 280 : Ascite (et autres liquides de ponction)

Pr J. Lopez  
Sémio Bio - FGSM2 – 18/09/23



24

## Objectifs d'enseignements (rangs A et B)

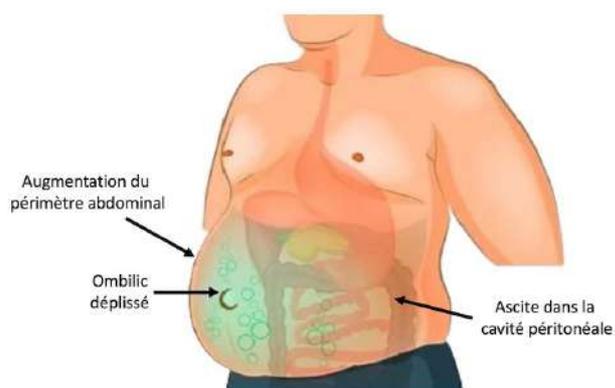
- Connaître la **définition de l'ascite**
- Connaître les **deux causes les plus fréquentes** d'ascite en France
- Connaître les examens d'imagerie de 1<sup>ère</sup> intention devant une ascite
- Connaître les caractéristiques du liquide d'ascite
- Connaître les étapes de la démarche diagnostique et paraclinique



25

## Liquides de ponction

→ Péritonéal = (une) ascite



Drain péritonéal



26

## Liquides de ponction

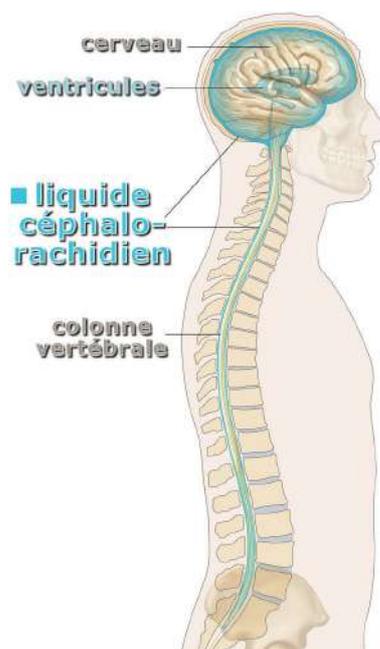
- Péritonéal = (une) ascite
- Pleural
- Péricardique



27

## Liquides de ponction

- Péritonéal = (une) ascite
- Pleural
- Péricardique
- Liquide céphalo-rachidien (LCR)
- Articulaire (liquide synovial)



28

## Liquides de ponction : ce qu'on recherche

### Paramètres biochimiques

- Protéines
- Glucose
- ...

### Composition cellulaire

- Leucocytes
- Globules rouges
- Cellules tumorales
- ...

### Agents infectieux

- Bactéries
- ...



29

## Mécanismes et étiologies des ascites

### MÉCANISMES

- **Hypertension portale** associée à une insuffisance hépatocellulaire lors d'une cirrhose
- Pathologie péritonéale inflammatoire, infectieuse, néoplasique
- Hypoalbuminémie ou rupture du conduit liquidien, biliaire ou urinaire

### ETIOLOGIES

- **Cirrhose (75%)**
- **Atteintes malignes** primitives ou secondaires du péritoine (12%)
- Insuffisance cardiaque congestive (5%)
- Tuberculose péritonéale (2%)



30

## Exploration biologique d'une ascite

→ Calcul du **gradient d'albumine**  
entre le sérum et l'ascite (GASA), en g/L

$$\text{GASA} = \text{Albumine}_{(\text{Sérum})} - \text{Albumine}_{(\text{Ascite})}$$

Seuil décisionnel = 11 g/L

GASA ≥ 11g/L

Présence d'une  
**HYPERTENSION  
PORTALE**

GASA < 11g/L

Pas d'hypertension  
portale



31

## Exploration biologique d'une ascite

**Systématiquement** sur chaque ponction

### → Sur l'ascite

- **Albumine** ⇔ GASA
- **Protéines totales** ⇔ exsudatif (≥ 25 g/L) vs transsudatif (< 25 g/L)
- Compte des **hématies, polynucléaires et lymphocytes**
- **Bactériologie** (flacons d'hémoculture)

### → Sur le sérum

- **Albumine** ⇔ GASA



32

## Exploration biologique d'une ascite

### En fonction du contexte clinique et du GASA

#### → Sur l'ascite

- **Glucose**  $\Leftrightarrow \simeq$  glycémie si ascite cirrhotique vs  $\searrow \searrow$  si **péritonite** (conso par les globules blancs)
- **LDH**  $\Leftrightarrow <$   $LDH_{(plasma)}/2$  si ascite cirrhotique non compliquée vs  $\nearrow \nearrow$  si **péritonite bactérienne**
- Amylase  $\Leftrightarrow \nearrow \nearrow$  si pancréatite ou perforation intestinale
- Triglycérides (si aspect lactescent  $\Leftrightarrow > 2$  g/L si ascite chyleuse)
- Bilirubine (si aspect brunâtre)  $\Leftrightarrow > 60$  mg/L si ascite biliaire

#### → Sur le sérum

- BNP  $\Leftrightarrow \nearrow \nearrow$  si insuffisance cardiaque



33

## Approche diagnostique pratique d'une ascite

Albumine, protéines totales, Cytologie, Bactériologie

**GASA  $\geq 11$  g/L**  
(Ascite à gradient élevé)

**GASA  $< 11$  g/L**  
(Ascite à faible gradient)

**Protéines  $\geq 25$  g/L**  
(exsudative)

**Protéines  $< 25$  g/L**  
(transsudative)

**Protéines  $\geq 25$  g/L**  
(exsudative)

**Protéines  $< 25$  g/L**  
(transsudative)

**Insuffisance cardiaque congestive**  
Thrombose de la veine sus-hépatique  
Péricardite constrictive  
Métastases hépatiques comprimant la veine sus-hépatique  
...

**Cirrhose**  
Hépatite alcoolique aiguë  
Thrombose de la veine porte  
Hypertension portale

**Carcinose péritonéale**  
Mésothéliome  
Carcinome hépatocellulaire  
**Tuberculose péritonéale**  
Péritonite à Chlamydia  
Pancréatite  
Maladie dysimmunitaire

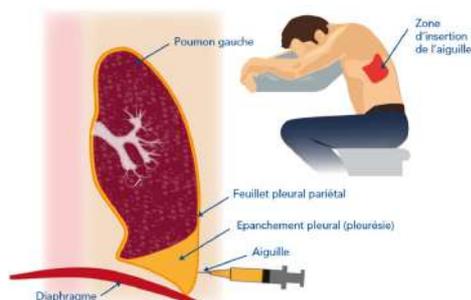
Hypoalbuminémie  
Syndrome néphrotique  
Entéropathie



34

## Autres liquides de ponction : Pleural

	Transsudat	Exsudat*
Ratio Prot. <sub>(pleural)</sub> / Prot. <sub>(plasma)</sub>	<0,5	>0,5
Ratio LDH <sub>(pleural)</sub> / LDH <sub>(plasma)</sub>	<0,6	>0,6
LDH <sub>(pleural)</sub>	<200 UI/L	>200 UI/L



### Insuffisance cardiaque

Cirrhose  
Sd néphrotique  
Embolie pulmonaire  
Péricardite constrictive  
...

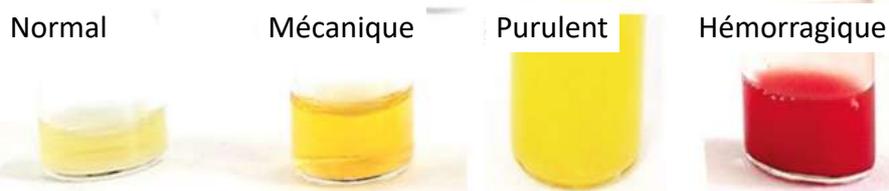
### Cancers Infections

Patho gastro-intestinales  
Médicaments  
Chylothorax  
Hémothorax  
...

\*Un seul critère suffit pour que le diagnostic d'exsudat soit retenu

35

## Autres liquides de ponction : Articulaire



	Normal	Mécanique	Inflammatoire	Purulent	Hémorragique
Couleur	Jaune pâle	Jaune	Citrin, trouble	Purulent	Rosé à rouge
Viscosité	Très visqueux	Visqueux	Peu visqueux		Incoagulable
Éléments nucléés/mm <sup>3</sup>	<200	200-1 000	2 000-100 000	20 000-200 000	>10 000 hématies
dont PNN		<25%	>50% non altérés	>75% altérés	<25%
Glucose	Normal	Normal	< Sang	< Sang	Normal
Protéines (g/L)	10-20	10-30	30-50	30-50	40-60

36

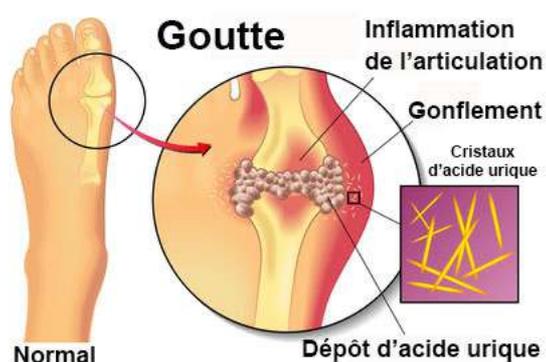
## Autres liquides de ponction : Articulaire

Mécanique	Inflammatoire	Purulent	Hémorragique
Poussée d'arthrose	Infectieuse : arthrite septique	Infectieuse : arthrite septique bactérienne	Lésions ligamentaires et/ou ostéo-articulaires
Lésions méniscales	<b>Goutte</b>	<b>Goutte</b>	Hémophilie
Lésions chondrales, ostéochondrite	Rhumatisme à pyrophosphate de Ca	Chondrocalcinose	Autres troubles de la coagulation
Ostéonécrose aseptique	Polyarthrite rhumatoïde	Arthrite réactionnelle	
Algodystrophie	Spondylarthrite		



37

## Autres liquides de ponction : Articulaire



Lumière polarisée



Lumière blanche



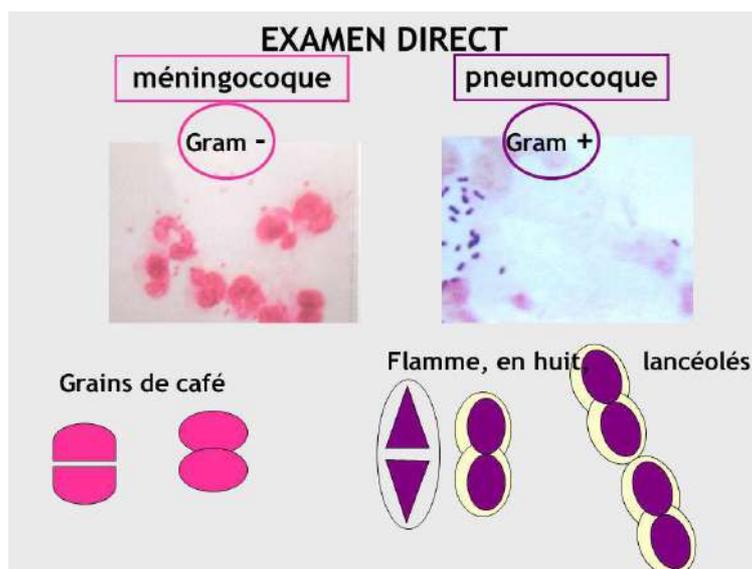
38

## Autres liquides de ponction : LCR

	Normal	Purulent	Lymphocytaire		Hémorragique
Aspect	Eau de roche	Trouble	Clair/trouble		Rosé à rouge
Éléments nucléés/mm <sup>3</sup>	< 5 (10-30 chez nouveau-né)	> 200	100-500	> 100	Sang
Formule	Majorité de lymphocytes	Majorité de granulocytes	Majorité de lymphocytes		Sang
Protéïnorachie	0,15-0,45 g/L	Augmentée	Augmentée	Normale	0,01 g/L pour 1000 hématies
Glycorachie / glycémie	2/3	Bas	Bas	Normal	Augmenté
Orientation étiologique		Méningite bactérienne purulente	Méningite tuberculeuse	Méningite virale	Ponction traumatique ou hémorragie méningée

39

## Autres liquides de ponction : LCR



40

## Pour poser des questions pendant le cours



- 1 Allez sur [wooclap.com](https://wooclap.com)
- 2 Entrez le code d'événement dans le bandeau supérieur

Code d'événement  
**HMKNAK**



- 1 Envoyez **@HMKNAK** au **06 44 60 96 62**
- 2 Vous pouvez participer

Désactiver les réponses par SMS

