

Interprétation de l'hémogramme

HÉMOGRAMME NORMAL (EN GRAS, LES VALEURS À CONNAÎTRE)			
1 G/L = 10 ⁹ /L = 1 000/MM ³			
Lignée érythrocytaire			
	Homme	Femme	Nouveau-né
Globules rouges (T/L)	4,5-6	4-5,5	3,8-6
Hémoglobine (g/dL)	13-18	12-16	14-23
Hématocrite (%)	40- 54	37- 47	35-60
VGM (fL)	82-98		100-120
CCMH (g/dL)	32-36		
TCMH (pg)	27-32		31-36
Lignée leucocytaire			
Leucocytes (G/L)	4-10		10-26
PN neutrophiles (G/L)	1,5-7		6-26
PN éosinophiles (G/L)	0,05- 0,5		
PN basophiles (G/L)	0,01- 0,05		
Monocytes (G/L)	0,1-1		0,4-3,1
Lymphocytes (G/L)	1,5-4		2-17
Lignée plaquettaire			
Plaquettes (G/L)	150-450		150-600

Tableau 1. Valeurs normales de l'hémogramme.

CCMH : concentration corpusculaire moyenne en hémoglobine ; PN : polynucléaires ; TCMH : teneur corpusculaire moyenne en hémoglobine ; VGM : volume globulaire moyen.

HÉMOGRAMME CHEZ L'ENFANT (EN GRAS, LES VALEURS À CONNAÎTRE) (1 G/L = 10 ⁹ /L = 1 000/MM ³)					
Lignée érythrocytaire					
	Nouveau-né	6 mois-2 ans	2-6 ans	6-12 ans	12-16 ans
Hémoglobine (g/dL)	14-23	11,1-12,9	11,5-12,9	11,9-13,5	12,4-14,6
VGM (fL)	100-120	73-79	75-81	77-84	80-88
Hématocrite (%)	35-60	37-47	32-40	32-45	35-50
Lignée leucocytaire					
Globules blancs (G/L)	10-26	6-12	6-15	4,5-13,5	4-10
PN neutrophiles (G/L)	6-26	1-8	1,5-9	1,5-7	
PN éosinophiles (G/L)	0,05-0,5				
PN basophiles (G/L)	0,01-0,05				
Monocytes (G/L)	0,4-3,1	0,2-1,5	0,1-1		
Lymphocytes (G/L)	2-17	2-10	1,5-9,5	1,5-7	1,5-4
Lignée plaquettaire					
Plaquettes (G/L)	175-600		150-500	150-450	

Tableau 2. Hémogramme chez l'enfant. PN : polynucléaires ; VGM : volume globulaire moyen.

Maladies décelables par des modifications d'hémogramme

Contexte clinique	Affections décelables par l'hémogramme
Polyadénopathies	Syndrome mononucléosique Leucémie lymphoïde chronique Lymphomes à propagation leucémique Leucémies aiguës
Splénomégalie	Syndrome mononucléosique Leucémie lymphoïde chronique Lymphomes à propagation leucémique Leucémies aiguës Leucémie à tricholeucocytes Syndromes myéloprolifératifs (leucémie myéloïde chronique, Vaquez, thrombocythémie essentielle, splénomégalie myéloïde) Hémolyses (sphérocytose, drépanocytose, thalassémies)
Ictère fébrile	Paludisme – Babésiose
Purpura	Maladie de Moschcowicz, thrombopénies d'autre origine
Accident gravidique	Microangiopathies de la grossesse (HELLP*, toxémie)
Insuffisance rénale aiguë	Maladie de Moschcowicz
Pâleur	Anémies (toutes variétés)
Érythème, prurit	Mycosis fongoïde (cellules de Sézary)
Maladies métaboliques héréditaires	Mucopolysaccharidoses (lymphocytes vacuolés)

* : Hemolysis Elevated Liver enzymes Low Platelets.

Les globules rouges

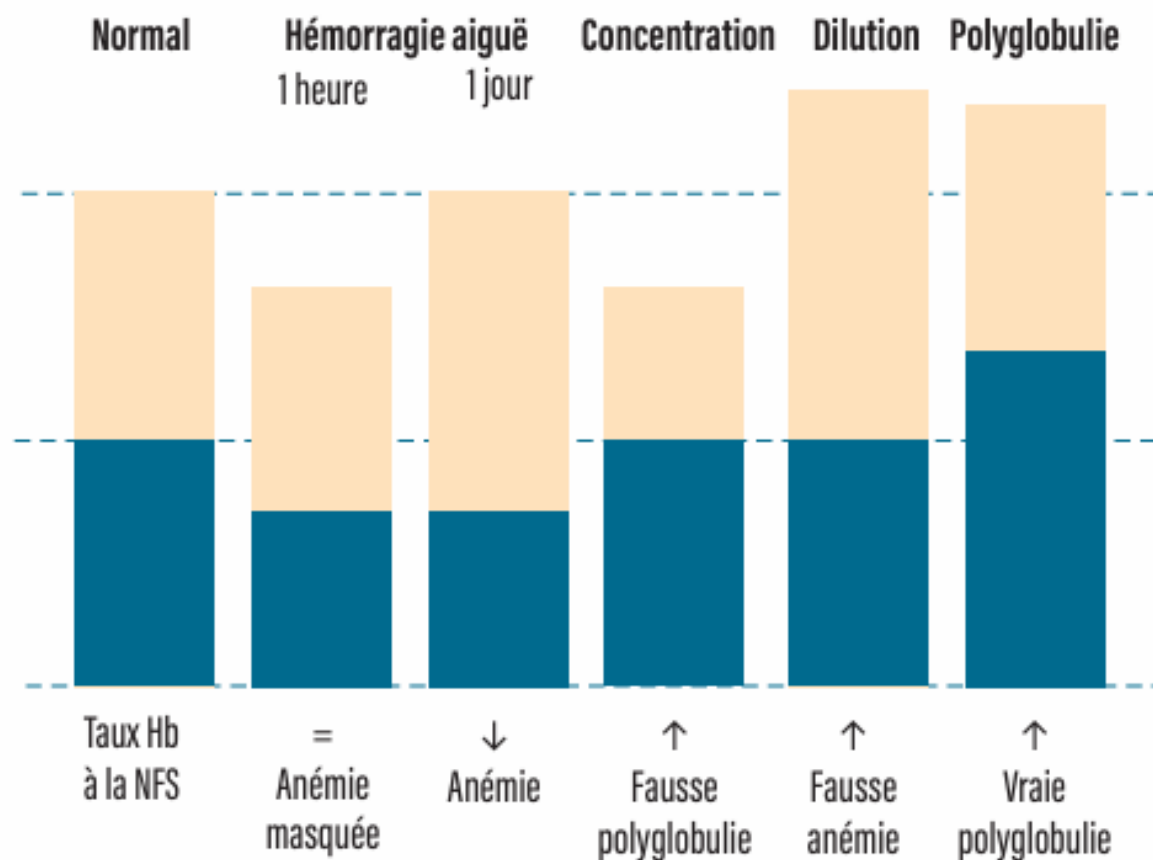


Figure. Interprétation du taux d'hémoglobine selon les variations du volume globulaire (bleu) et du volume plasmatique (jaune). Hb : hémoglobine ; NFS : numération formule sanguine.

Principales anomalies morphologiques des globules rouges

Anomalie	Description des globules rouges	Situation pathologique
Anisocytose Poikilocytose Polychromatophilie Schizocytes Drépanocytes (Micro-)sphérocytes	■ taille différente ■ forme différente ■ couleur différente (plus « bleutés ») ■ fragmentés ■ en forme de faux ■ ronds et petits, sphériques	■ érythropoïèse anormale ■ érythropoïèse anormale ■ hyperhémolyse ■ hémolyse mécanique ■ drépanocytose ■ maladie de Minkowski-Chauffard ■ autres hémolyses immunologiques ■ asplénie (réelle ou fonctionnelle)
Corps de Jolly (résidus nucléaires) Elliptocytes (ovalocytes) Acanthocytes Dacryocytes Corps de Heinz (agrégat d'hémoglobine oxydée)	■ avec inclusions basophiles ■ de forme ovale ■ avec des « épines » ■ en forme de larme ou poire	■ elliptocytose ■ cirrhose ■ myélofibrose ■ hémolyse toxique ■ hémoglobinose H ■ déficit en G6PD
Stomatocytes Hématies ponctuées	■ en forme de bouche ■ ponctuations basophiles	■ stomatocytose ■ saturnisme
Hématies en cible		■ myélodysplasie ■ hépatopathies ■ hémoglobinopathies ■ carence en fer

Anémie

Anémie : tableau clinique

- Symptômes et signes :
 - Dyspnée
 - Palpitations
 - Malaises, asthénie, lenteur d'idéation
 - Hypotension orthostatique, tachycardie
 - Pâleur
- complications :
 - Insuffisance cardiaque, dyspnée, OPH
 - Ischémie, angor, infarctus myocardique
 - Confusion, instuporation, AVC
 - Aggravation d'un état neurologique pathologique préexistant (ex. Parkinson)
 - Choc cardiovasculaire
 - Aggravation d'une artérite

Diagnostic différentiel

- *Abord dynamique*
- *Abord morphologique*

Abord dynamique

1. **Par réduction de production des globules rouges :**

- carences : fer, vitamine B12, folates
- atteinte médullaire : anémie aplasique, myélodysplasie, infiltration tumorale (anémie myélophtysique)
- toxicité médullaire : médicaments, chimiothérapie, radiothérapie
- carences hormonales : insuffisance rénale chronique ou traitement aux dérivés du platine (érythropoïétine), hypothyroïdie, hypogonadisme (androgènes)
- inflammation chronique : infections, cancer, maladies inflammatoires

2. **Par augmentation de destruction des globules rouges :**

- anémies hémolytiques

3. **Par pertes sanguines :**

- évidentes
- occultes

Abord morphologique

Via le volume corpusculaire moyen

1. Anémies normocytaires

- perte aiguë de sang
- carence martiale au stade précoce
- anémies hémolytiques
- insuffisance rénale chronique
- hypothyroïdie
- anémies inflammatoires
- anémies aplasiques, anémies myélodysplasiques, infiltrations médullaires

ANÉMIE NORMOCHROME ARÉGÉNÉRATIVE (réticulocytes $< 150\,000/\text{mm}^3$, VGM $> 80\,\mu\text{m}^3$, CCMH $\geq 32\%$)

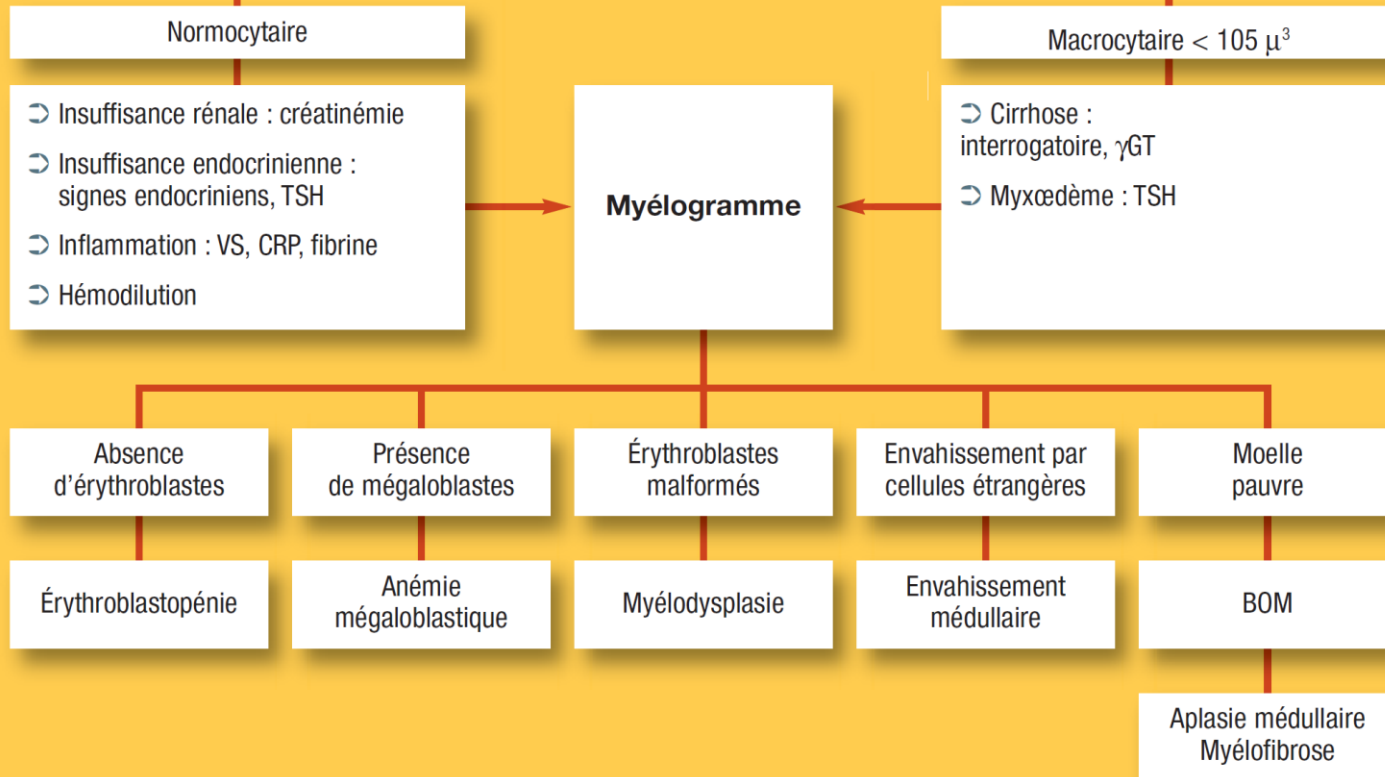
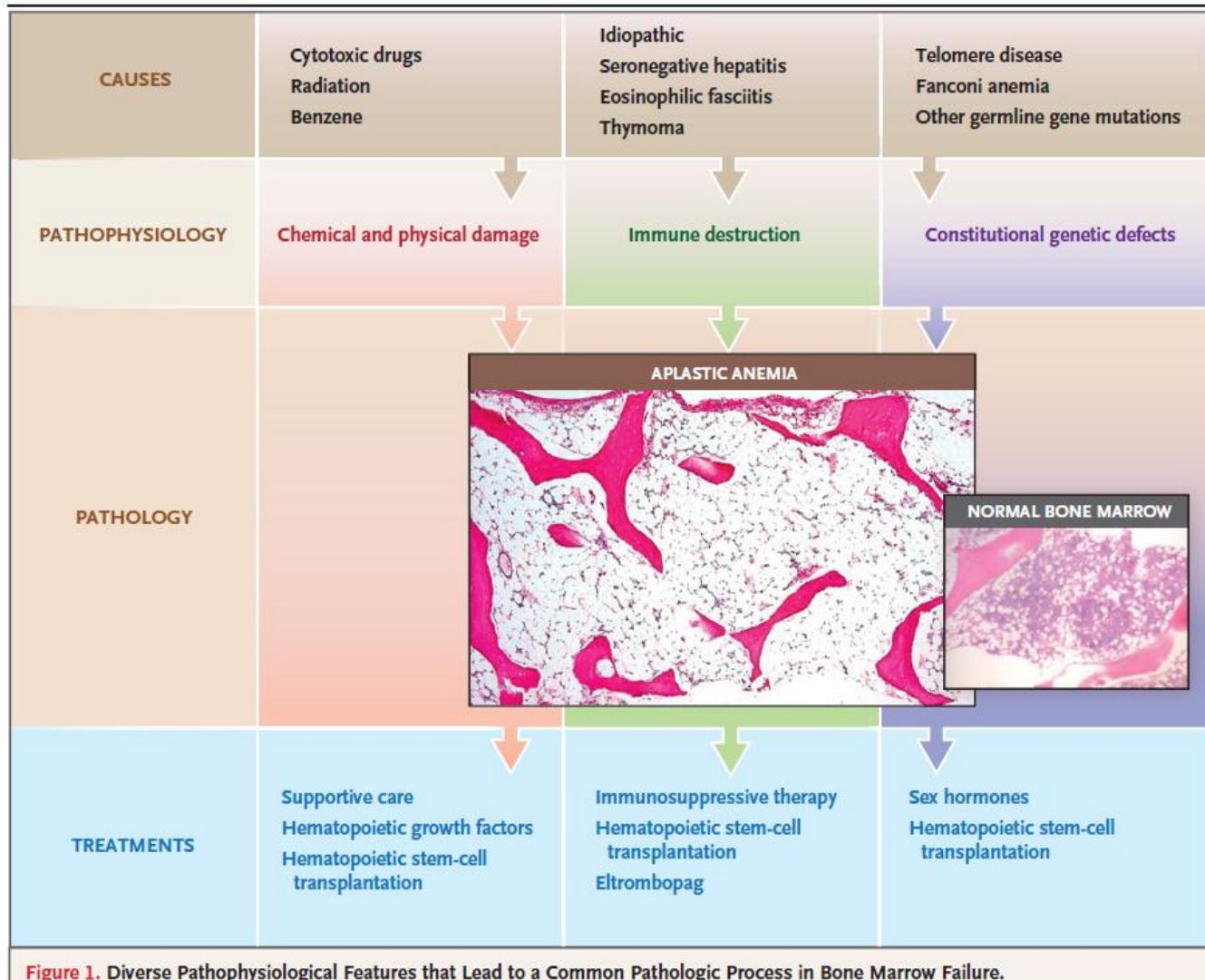
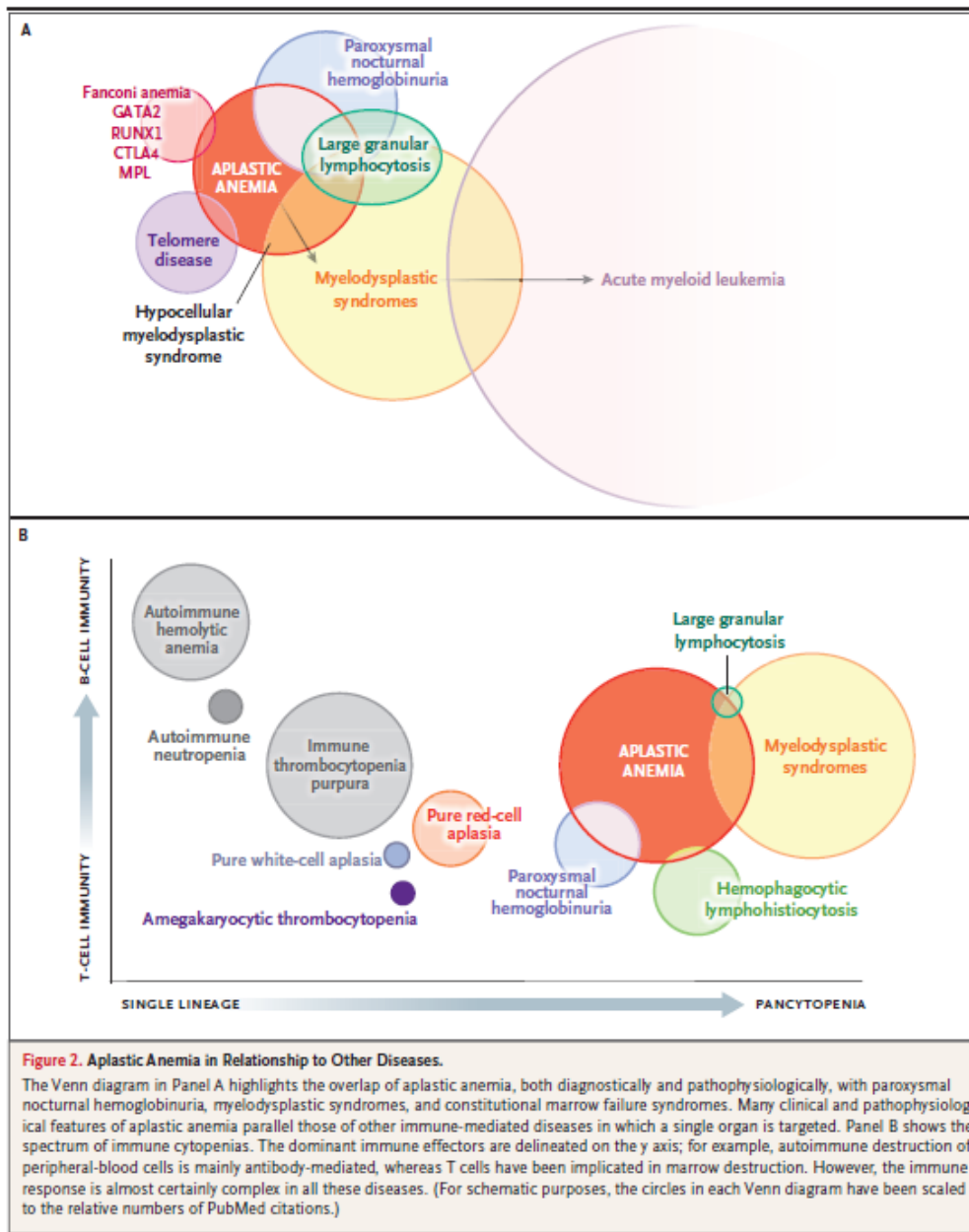
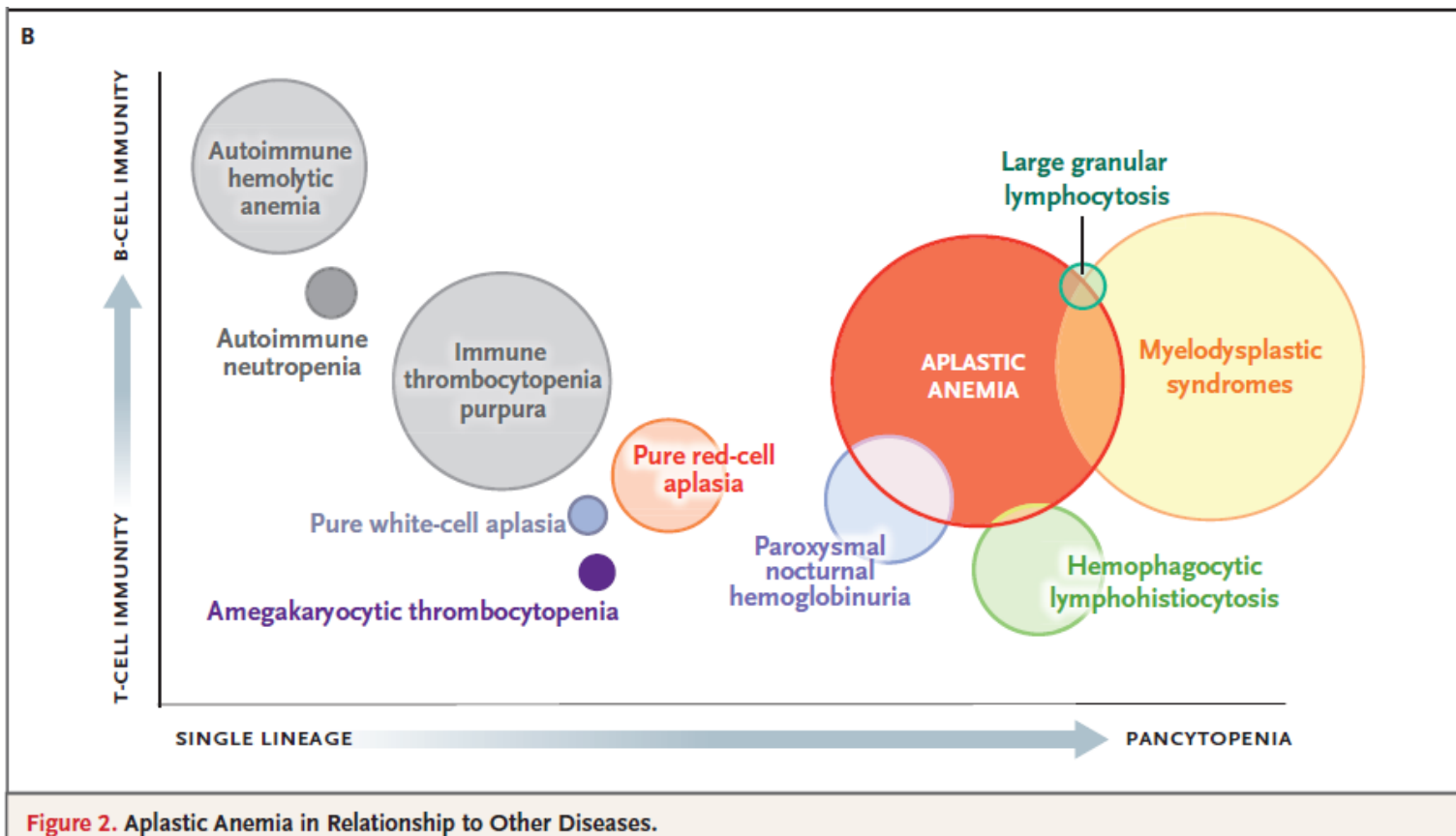


FIGURE 2 Anémie normochrome arégénérative (BOM : biopsie ostéo-médullaire).

Anémie aplasique







Anémie inflammatoire

REVIEW ARTICLE

Dan L. Longo, M.D., *Editor*

Anemia of Inflammation

Tomas Ganz, Ph.D., M.D.

From the Departments of Medicine and Pathology, David Geffen School of Medicine at UCLA, Los Angeles. Address reprint requests to Dr. Ganz at the David Geffen School of Medicine at UCLA, 43-229 CHS, Box 951690, 10833 LeConte Ave., Los Angeles, CA 90095, or at tganz@mednet.ucla.edu.

N Engl J Med 2019;381:1148-57.

DOI: 10.1056/NEJMr1804281

Copyright © 2019 Massachusetts Medical Society.

ANEMIA OF INFLAMMATION (ALSO REFERRED TO AS ANEMIA OF CHRONIC disease) has been recognized for more than 60 years as a mild to moderately severe anemia (hemoglobin level, 7 to 12 g per deciliter) that develops in the context of systemic inflammation because of decreased production of erythrocytes, accompanied by a modest reduction in erythrocyte survival.¹ The disorder, like iron-deficiency anemia, is characterized by low serum iron levels (hypoferremia), but it differs from iron-deficiency anemia in that iron stores are preserved in marrow macrophages, as well as in splenic and hepatic macrophages that recycle senescent erythrocytes. Thus, anemia of inflammation is primarily a disorder of iron distribution.¹

Table 1. Differences in Biomarkers of Iron Deficiency and Anemia of Inflammation.

Biomarker*	Iron Deficiency	Anemia of Inflammation
Mean corpuscular volume	Low	Normal
Mean corpuscular hemoglobin	Low	Normal
Reticulocyte hemoglobin content	Low	Normal
Percentage of hypochromic erythrocytes	High	Low
Serum transferrin	High	Low
Serum transferrin receptor	High	Normal
Serum ferritin	Low	High
Serum hepcidin	Low	High

* Intermediate biomarker values would be expected when both iron deficiency and anemia of inflammation are present.

Hepcidine

- « L'hepcidine agit sur la ferroportine, la seule protéine exportatrice de fer connue, en limitant sa capacité à libérer le fer intracellulaire, soit comme un « bouchon » empêchant l'exportation, soit en induisant sa dégradation. La ferroportine est principalement exprimée à la surface des macrophages érythrophagocytaires (cellules qui reconnaissent et éliminent les hématies sénescents), et à la surface baso-latérale des entérocytes du duodénum, où elle facilite le recyclage du fer des globules rouges sénescents et l'importation de fer alimentaire, respectivement »

ANÉMIE NORMOCHROME RÉGÉNÉRATIVE (réticulocytes > 150 000/ mm³, VGM > 80 μ³, CCMH ≥ 32 %)

Hémorragie aiguë

- Signe d'hémorragie aiguë
- TV, TR, sonde nasogastrique

Hyperhémolyse

- Absence d'hémorragie
- Bilirubine non conjuguée augmentée
- Haptoglobine effondrée

Réparation
d'une insuffisance
d'érythropoïèse

FIGURE 3 Anémie normochrome régénérative.

Anémies hémolytiques

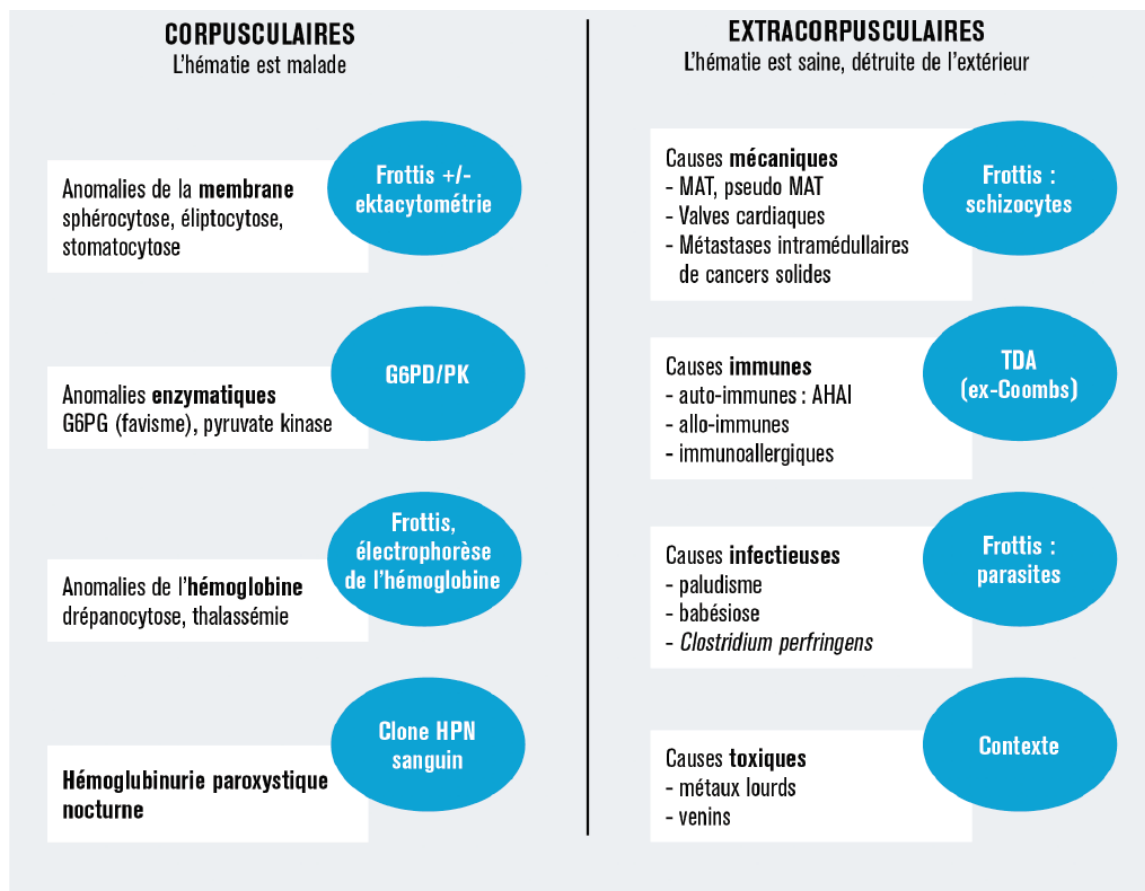


Figure 1. Causes d'hémolyse et examens utiles au diagnostic AHAI : anémie hémolytique auto-immune ; G6PD : glucose-6-phosphate déshydrogénase ; MAT : microangiopathie thrombotique ; PK : pyruvate kinase ; TDA : test direct à l'antiglobuline.

Tableau 1 Signes cliniques évocateurs d'anémie hémolytique

Syndrome anémique Pâleur cutanéomuqueuse Asthénie Dyspnée d'effort d'intensité variable Tachycardie / palpitations Hypoxie cérébrale : céphalées, acouphènes, myodésopsies...	
Hémolyse aiguë, intravasculaire Syndrome anémique bruyant Installation aiguë et brutale +/- fièvre / frissons État de choc / hypotension Hémoglobinurie* (urine rouge « porto ») Douleurs lombaires Ictère souvent retardé	Hémolyse chronique, intratissulaire Syndrome anémique d'intensité variable Installation subaiguë, progressive TRIADE : pâleur / splénomégalie / ictère Lithiase biliaire ± ulcères de jambe (AH corpusculaire constitutionnelle) Urines foncées, selles non décolorées (sauf complication biliaire intercurrente) Douleurs osseuses
* Une hémoglobinurie peut mimer une hématurie macroscopique avec laquelle elle ne doit pas être confondue (y compris sur une bandelette urinaire = intérêt de l'examen cyto bactériologique des urines)	

Tableau 2 Signes biologiques évocateurs d'anémie hémolytique

Anémie hémolytique : anémie normochrome, normocytaire, régénérative (réticulocytes $>120\ 000/\text{mm}^3$)* avec signes d'hémolyse : haptoglobine abaissée voire effondrée ($< 0,5\ \text{g/L}$), lactico-déshydrogénases élevées et bilirubine libre augmentée

Hémolyse aiguë, intravasculaire : Macrocytose (passage d'érythroblastes) ± Thrombocytose, hyperleucocytose, érythromyélocytose si régénération massive ± Insuffisance rénale aiguë ± Hémoglobulinémie, hémoglobulinurie, hémossidérinurie	Hémolyse chronique, intratissulaire : Microcytaire, si hémoglobinopathie ou dysérythropoïèse congénitale Normocytaire (drépanocytose) ± Thrombopénie modérée (hypersplénisme) Parfois hémolyse compensée : pas d'anémie ! ± hypocholestérolémie
---	---

* Les réticulocytes peuvent être $<120\ \text{G/L}$ dans d'authentiques anémies hémolytiques (voir Tableau 3)

Tableau 3 Autres causes de modifications des paramètres d'hémolyse et présentations biologiques inhabituelles, source potentielle de « pièges diagnostiques »

Autres causes de modifications des paramètres d'hémolyse

Autres causes de baisse de l'haptoglobine	Insuffisance hépatocellulaire
Bilirubine libre augmentée	Déficit congénital (~ 3 % des sujets de race noire)
Élévation des LDH	Maladie de Gilbert (déficit en glucuronyl-transférase hépatique)
Pièges diagnostiques	Lyse cellulaire (foie, muscle, poumon, tumeur...)
AH avec haptoglobine normale	Inflammation sous-jacente (intérêt du rapport haptoglobine / orosomucoïde)
AH avec réticulocytes normaux (< 120 G/L) voire réticulocytopenie (< 20 G/L)	Carence en folates secondaire à l'hémolyse chronique (macrocytose)
	Hémolyse intramédullaire par carence en vitamine B12 (macrocytose, maladie de Biermer)
	Carence martiale associée (microcytose)
	AH au tout début (avant régénération)
	Anticorps antiréticulocytes (~ 10 % des AHAI)
	Primo-infection à <i>Parvovirus</i> B19
AH régénérative microcytaire	Thalassémies
	Dysérythropoïèse congénitale
AH régénérative normocytaire	Drépanocytose

AH : anémie hémolytique ; AHAI : anémie hémolytique auto-immune ; LDH : lactico-déshydrogénases

AHAI

TYPES D'ANÉMIES HÉMOLYTIQUES AUTO-IMMUNES ET LEURS CARACTÉRISTIQUES							
Type d'AHAI	Terrain	Tableau clinique	Situations fréquemment associées	Classe d'immunoglobuline impliquée	Agglutinines froides	Optimum thermique	TDA
AHAI à anticorps chauds	Adulte > enfant	Hémolyse intratissulaire, installation subaiguë	Hémopathies, DICV Lupus Médicaments	IgG parfois IgA	Absentes ou < 1/64	37 °C	IgG +/- C3
MAF	Après 50 ans	Hémolyse intravasculaire +/- acrosyndrome au froid	Hémopathie bénigne (clone lymphocytaire ou lymphoplasmocytaire qui produit l'anticorps froid)	IgM monoclonale	> 1/500	4 °C	C3
AHAI à anticorps froids (non MAF)	Enfant, adulte jeune	Hémolyse intravasculaire Contexte infectieux	Infections (mycoplasme, EBV...)	IgM polyclonale	> 1/64	4 °C	C3
AHAI mixtes	Adulte	Mixte	Hémopathies lymphoïdes	IgG, IgM	> 1/500	4-37 °C	IgG +/- c3

Tableau 1. AHAI : anémie hémolytique auto-immune ; DICV : déficit immun commun variable ; EBV : virus d'Epstein-Barr ; Ig : immunoglobuline ; MAF : maladie des agglutinines froides ; TDA : test direct à l'antiglobuline.

AH à anticorps chauds

- Formes d'AHAI les plus fréquentes
- Mode de révélation : le plus souvent clinique (syndrome anémique, urines foncées, ictère...)
- Forme primaire (environ 50 %) : anémie hémolytique isolée
- Formes secondaires : fréquentes et à rechercher systématiquement

SITUATIONS ASSOCIÉES AUX ANÉMIES HÉMOLYTIQUES AUTO-IMMUNES À ANTICORPS CHAUDS ET BILAN À EFFECTUER SYSTÉMATIQUEMENT

Situation sous-jacente (en gras les plus fréquentes)	Bilan systématique en plus de la clinique
Hémopathies Leucémie lymphoïde chronique Lymphomes B (petites ou grandes cellules) Leucémie à grands lymphocytes à grains Lymphome T angio-immunoblastique Leucémie aiguë lymphoïde Lymphome hodgkinien Maladie de Castleman Myélodysplasies Myélofibrose	Immunophénotypage des lymphocytes circulants Électrophorèse des protéines sériques (recherche de pic, d'hypogammaglobulinémie) ± immunoélectrophorèse Tomodensitométrie thoraco-abdomino-pelvienne injectée (recherche de syndrome tumoral ganglionnaire/extraganglionnaire)
Maladies auto-immunes Lupus systémique Syndrome des antiphospholipides Polyarthrite rhumatoïde Rectocolite hémorragique Maladie de Biermer Myasthénie Hépatites auto-immunes Hépatites à cellules géantes Thyroïdite Sarcoïdose Fasciite à éosinophiles	Anticorps antinucléaires

Déficits immunitaires Déficit immunitaire commun variable Syndrome hyper-IgM Syndrome ALPS Syndrome IPEX Syndrome APECED	Électrophorèse des protéines sériques (recherche d'hypogammaglobulinémie) Dosage pondéral des IgA, IgG et IgM
Tumeurs solides Thymome Kystes dermoïdes de l'ovaire Carcinomes	Tomodensitométrie thoraco-abdomino-pelvienne injectée
Infections VIH, VHC, EBV Tuberculose, brucellose, syphilis	Sérologies VIH, VHC Sérologie VHB (préthérapeutique, éviter la réactivation VHB sous immunosuppresseurs)
Médicaments AINS Bêtalactamines Inhibiteurs de check-point (anticancéreux) Tous potentiellement	
Autres Grossesse Allogreffe de cellules souches hématopoïétiques Transplantation d'organes Maladie de Rosai-Dorfman	

Tableau 2. AINS : anti-inflammatoires non stéroïdiens ; EBV : virus d'Epstein-Barr ; Ig : immunoglobuline ; syndrome ALPS : *autoimmune lymphoproliferative syndrome* ; syndrome APECED : *autoimmune polyendocrinopathy with candidosis and ectodermal dystrophy* ; syndrome IPEX : *immune dysregulation, polyendocrinopathy, enteropathy X linked* ; VHB : virus de l'hépatite B ; VHC : virus de l'hépatite C ; VIH : virus de l'immunodéficience humaine.

AH à anticorps froids

- Signes cliniques déclenchés par le froid ou par les situations augmentant le complément (fièvre, traumatisme, chirurgie): **hémolyse intravasculaire** (urines « porto », douleurs lombaires, fièvre) et **acrosyndrome** (obstruction des microvaisseaux par des agglutinats d'hématies liées par des IgM).
- Maladies sous-jacentes de deux types :
 - anémie hémolytique auto-immune à anticorps froids **post-infectieuse** (enfant ou adulte jeune : primo-infection virale virus d'Epstein-Barr, cytomégalovirus) ou infection bactérienne (mycoplasme). Guérit spontanément en quelques semaines avec l'infection.
 - **maladie des agglutinines froides** : hémopathie B indolente (lymphome lymphoplasmocytaire le plus souvent) où un clone médullaire produit l'IgM responsable de l'anémie hémolytique.

SIMILITUDES ET DIFFÉRENCES ENTRE ANÉMIES HÉMOLYTIQUES AUTO-IMMUNES À ANTICORPS FROIDS ET CRYOGLOBULINÉMIES

	Anémies hémolytiques auto-immunes à anticorps froids	Cryoglobulinémies
Implication du froid dans la physiopathologie	Le froid provoque la fixation à la cible antigénique, qui entraîne l'hémolyse	Le froid provoque la précipitation des immunoglobulines (et non leur liaison à l'antigène), formant des dépôts intravasculaires d'immunoglobulines
Cible antigénique de l'immunoglobuline	Antigène i (à la surface des hématies)	La cible antigénique n'est pas impliquée dans la physiopathologie
Isotype de l'immunoglobuline	IgM (le plus souvent k)	IgM (souvent k) et/ou IgG
Caractère clonal de l'immunoglobuline	Monoclonal si maladie des agglutinines froides Oligoclonal si postinfectieux	Type 1 : monoclonal Type 2 : monoclonal + polyclonal* Type 3 : polyclonal
Activité facteur rhumatoïde*	NON	NON pour types 1 et 3 OUI pour type 2
Hémolyse	OUI	NON
Vascularite	NON	OUI

Tableau 3. *Un anticorps a une activité facteur rhumatoïde lorsqu'il reconnaît le fragment constant d'une immunoglobuline (Ig) de type G.

RÉCAPITULATIF DES DIFFÉRENCES ENTRE ANÉMIES HÉMOLYTIQUES AUTO-IMMUNES FROIDES ET CHAUDES		
	Anémies hémolytiques auto-immunes à anticorps froids	Anémies hémolytiques auto-immunes à anticorps chauds
Test de Coombs direct	C3 isolé (IgG -)	IgG + (C3 +/-)
Causes	< 50 ans : post-infectieux > 50 ans : maladie des agglutinines froides	50 % primitif 50 % hémopathies lymphoïdes, lupus, déficit immunitaire commun variable, médicaments
Traitements	Folates Éviction du froid Érythropoïétine Rituximab Rituximab et fludarabine Rituximab et bendamustine Inhibiteurs du complément	Folates Corticothérapie 3 à 6 mois Rituximab Splénectomie Immunosuppresseurs

Tableau 5. La corticothérapie et la splénectomie sont inefficaces dans les anémies hémolytiques auto-immunes à anticorps froids.
IgG : immunoglobulines de type G.

Le test à l'antiglobuline est le nouveau nom du test de Coombs

Anémie microangiopathique

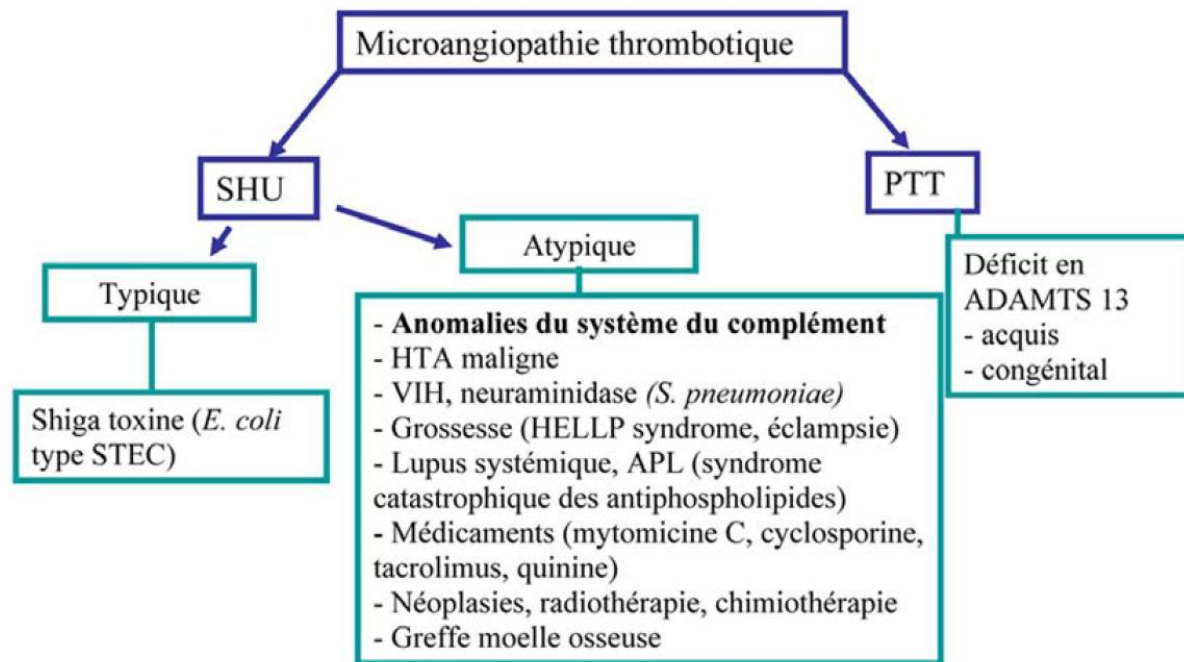


Fig. 1 Classification des microangiopathies thrombotiques. SHU = syndrome hémolytique et urémique ; PTT = purpura thrombotique thrombocytopénique ; HTA = hypertension artérielle ; VIH = virus de l'immunodéficience humaine ; STEC = *shiga toxin producing* Escherichia coli, ADAMTS 13 = *a disintegrin and metalloproteinase with a thrombospondin type 1 motif, member 13*

Physiopathologie

- Déficit protéine clivage (métalloprotéase de la famille ADAMTS synthétisée par le foie) du facteur VW
- Inhibiteur protéine clivage (protéase) du facteur VW
- Cancer et greffe de moelle : activité protéase normale («PTT-like disease »)

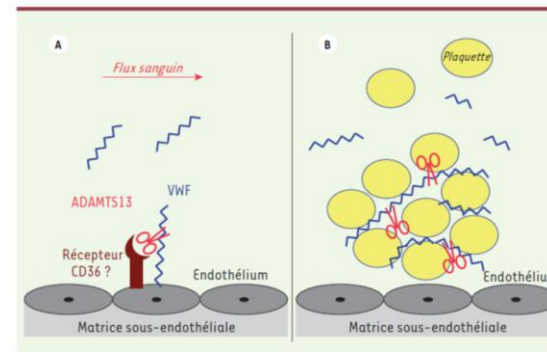
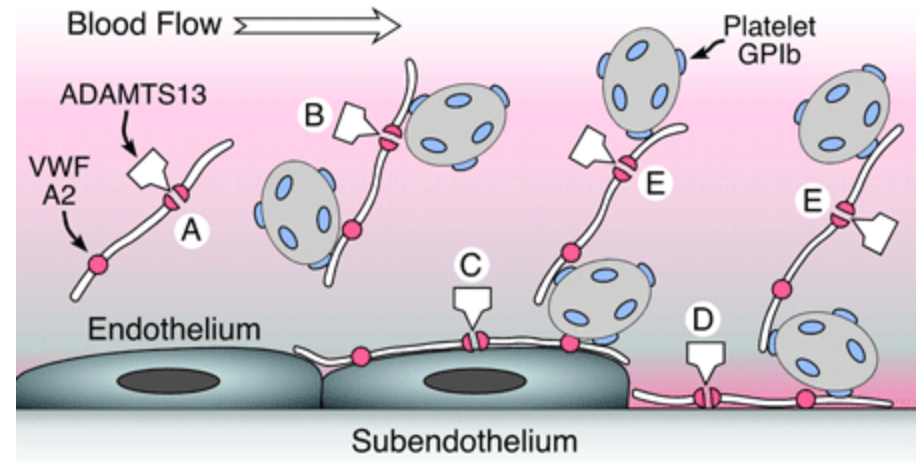


Figure 3. Clivage protéolytique du facteur Willebrand par ADAMTS13. ADAMTS13 intervient dans la régulation de la taille des multimères du facteur Willebrand (VWF) afin de limiter son pouvoir adhésif, dans deux situations distinctes. A. Premièrement, à la phase initiale de la sécrétion du VWF par les cellules endothéliales, ADAMTS13 clive les multimères de très haut poids moléculaire (THPM) du VWF (limitation immédiate de la taille des multimères du VWF avant sa mise en circulation dans le plasma). B. Deuxièmement, au sein du clou plaquettaire formé pour réparer une brèche vasculaire, ADAMTS13 clive les multimères de HPM du VWF liés aux plaquettes (résorption du clou plaquettaire une fois la brèche vasculaire réparée).

Anémie hémolytique par déficit enzymatique

Tableau 4 Caractéristiques principales des AH par déficit enzymatique			
	Déficit en G6PD [19]	Déficit en pyruvate kinase [21]	Déficit en 5' pyrimidine nucléotidase [22]
Transmission	Liée à l'X	Autosomique récessif	Autosomique récessif
Mutation	Locus <i>Xq28</i> => 150 variantes de G6PD	Locus <i>1q21</i> => 150 mutations	Locus <i>7p15-p14</i> => 14 mutations
Fréquence	Fréquent, ≥ 400 millions de personnes dans monde	Rare, non connue avec précision. Prévalence des hétérozygotes : 0,1 à 6 %	Très rare : 40 patients décrits (sous-diagnostiqué)
Répartition géographique	Ubiquitaire Prédominant dans les pays impaludés	Ubiquitaire	Ubiquitaire
S. cliniques	<i>Surtout chez l'homme, rarement symptomatique chez la femme (lyonisation ou hétérozygotes composites)</i> - Symptomatologie en fonction du type biologico-clinique - Ictère néonatal => crise hémolytique sévère après stress oxydant (classes II et III) - Anémie hémolytique chronique non sphérocytaire (classe I)	<i>Que chez les homozygotes ou hétérozygotes composites</i> - Anémie hémolytique variable - Grave si associé à une hémoglobine S : syndrome drépanocytaire majeur néonatal	Ictère néo-natal Anémie hémolytique chronique avec splénomégalie et épisodes ictériques Sensibilité aux métaux lourds (saturnisme)
Frottis	Normal en dehors des crises hémolytiques En phase hémolytique aiguë : - Corps de Heinz (non spécifiques) - <i>Blister cells</i> - Kératocyte - Hématies « mordues » ou « fantômes »	Normal +/- ecchinocytes	- Ponctuations basophiles (accumulation de pyrimidine nucléotides)
Diagnostic	À distance d'un épisode hémolytique : Dosage enzymatique par spectrophotométrie (N>8UI) +/- biologie moléculaire pour caractériser les mutations	Dosage enzymatique	Dosage enzymatique +/- biologie moléculaire (recherche)

G6PD : glucose-6-phosphate déshydrogénase

Anémie hémolytique d'origine médicamenteuse

Tableau 6 Anémies hémolytiques d'origine médicamenteuse : mécanismes de destruction évoqués et principaux médicaments impliqués [26,27]

Toxicité directe

ribavirine, disulone, fludarabine...

Mécanisme immuno-allergique « Ac anti-médicament ou anti-GR/médicament »

– Liaison forte covalente / adsorption, Ac anti-haptène
=> hémolyse extravasculaire, TDA + IgG
céphalosporines de troisième génération (ceftriaxone, cefotetan), pénicilline... [27]

– Liaison faible, complexe médicament/Ac
=> hémolyse intravasculaire, TDA + C3

AINS, quinine, oxaliplatine, pénicilline, céphalosporines de troisième génération, lévofloxacine...

Mécanisme auto-immun « Ac anti-GR »

– α -méthyldopa : >10 % des patients traités >trois mois ont un TDA+, et 0,3 à 1 % => AHAI (IgG anti-Rh) [27]

– pénicilline à fortes doses IV : 3 % des patients ont un TDA+, AHAI rarissime

– fludarabine, cyclosporine, IFN- α ...

Induction de stress oxydatif dans le cadre des déficits enzymatiques (déficit en G6PD) ou hémoglobinopathies

Sulfamides, fluoroquinolones, anthracyclines...

Induction de microangiopathie

Quinine, cyclosporine, antiagrégants (ticlopidine >> clopidogrel)...

Ac : anticorps ; AHAI : anémie hémolytique auto-immune ; AINS : anti-inflammatoires non stéroïdiens ; G6PD : glucose-6-phosphate déshydrogénase ; IFN- α : interféron-alpha ; TDA : test direct à l'antiglobuline

2. Anémies microcytaires

- anémie ferriprive
- syndrome inflammatoire
- thalassémies
- anémies sidéroblastiques

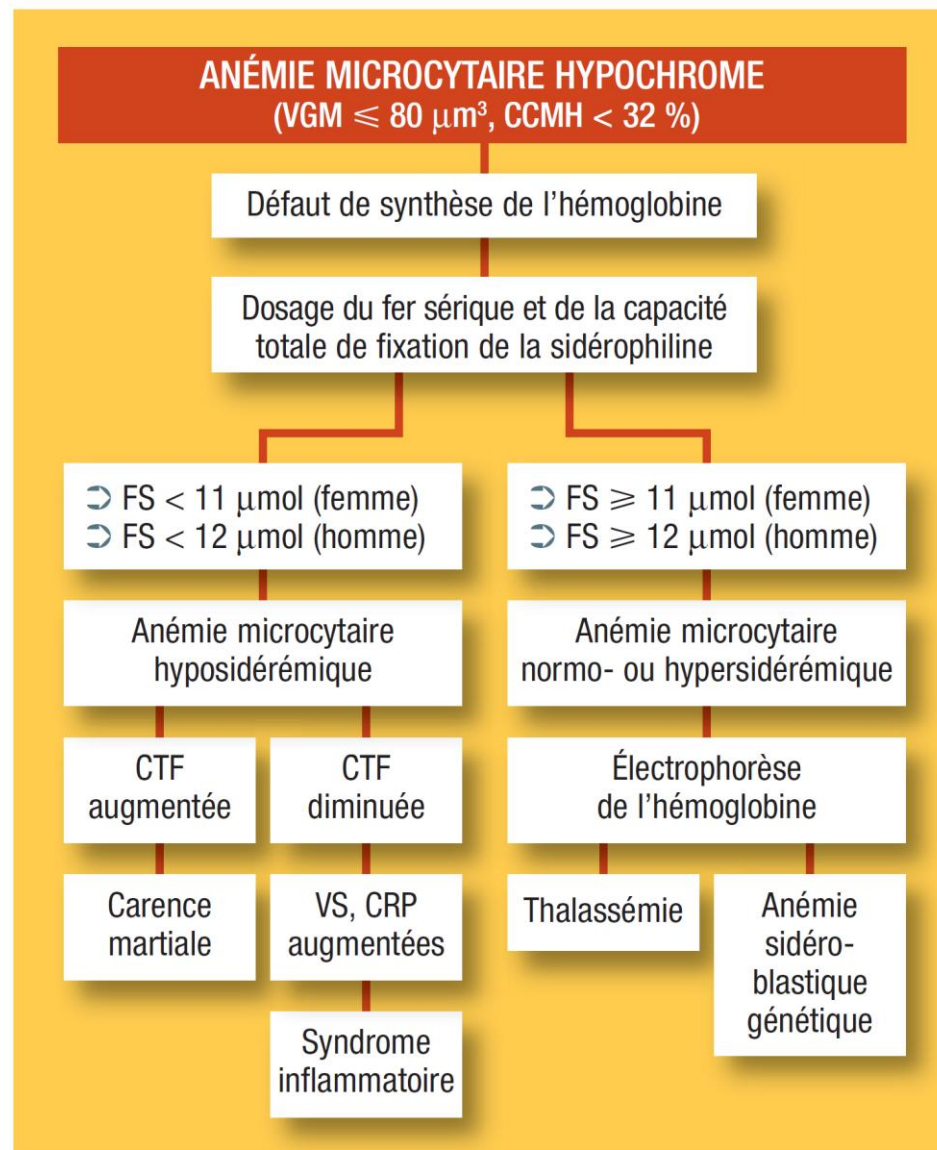


FIGURE 1 Anémie microcytaire hypochrome : orientation diagnostique.

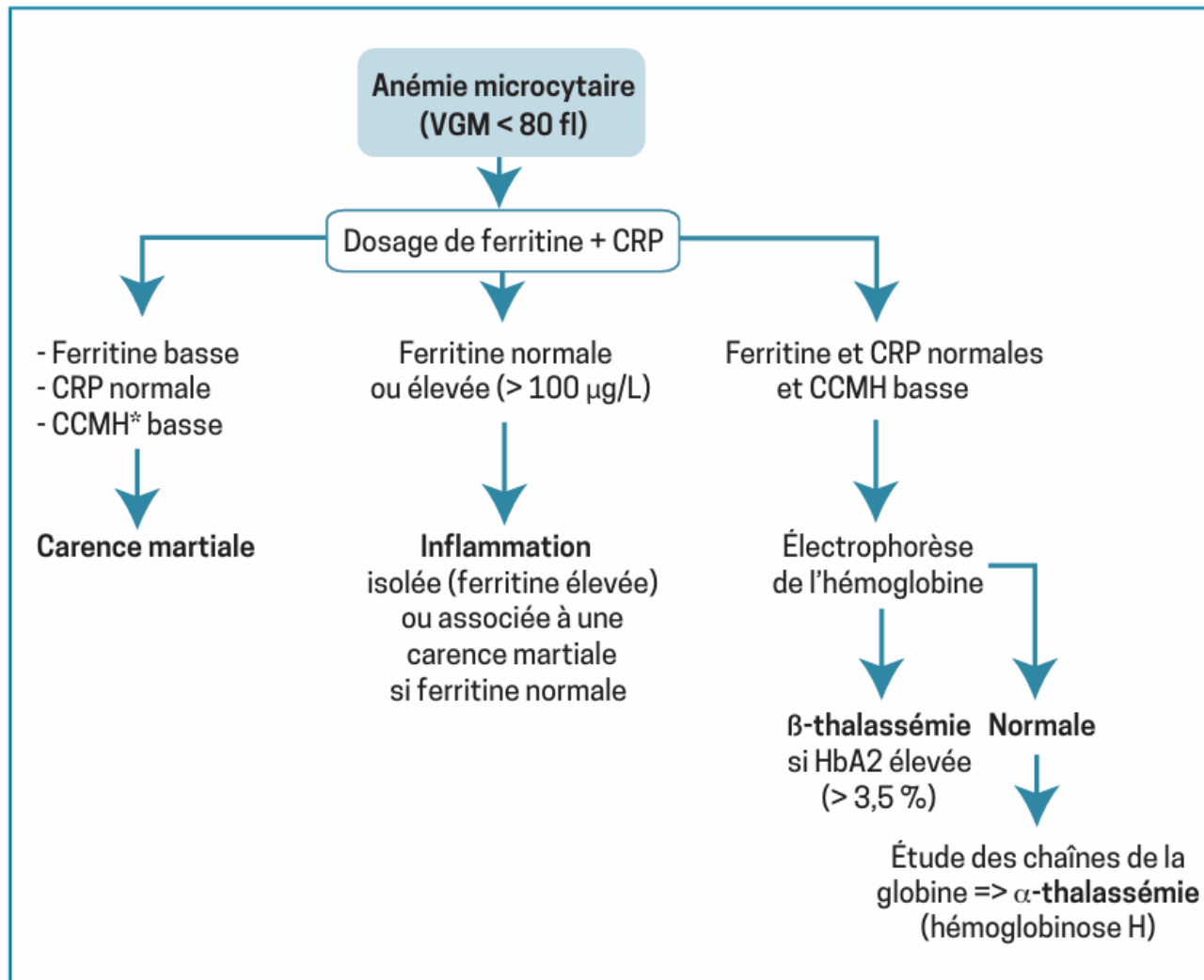


Fig. 3 Anémie microcytaire : regarder ferritine et CRP. * Concentration corpusculaire moyenne en hémoglobine, ce paramètre mesure la concentration moyenne en hémoglobine par hématie. Les valeurs normales sont situées entre 32 et 36 g/dL.

Table 1. Causes of Iron Deficiency.

Cause	Example
Physiologic	
Increased demand	Infancy, rapid growth (adolescence), menstrual blood loss, pregnancy (second and third trimesters), blood donation
Environmental	Insufficient intake, resulting from poverty, malnutrition, diet (e.g., vegetarian, vegan, iron-poor)
Pathologic	
Decreased absorption	Gastrectomy, duodenal bypass, bariatric surgery, <i>Helicobacter pylori</i> infection, celiac sprue, atrophic gastritis, inflammatory bowel diseases (e.g., ulcerative colitis, Crohn's disease)*
Chronic blood loss	Gastrointestinal tract, including esophagitis, erosive gastritis, peptic ulcer, diverticulitis, benign tumors, intestinal cancer, inflammatory bowel diseases, angiodysplasia, hemorrhoids, hookworm infestation, obscure source Genitourinary system, including heavy menses, menorrhagia, intravascular hemolysis (e.g., paroxysmal nocturnal hemoglobinuria, autoimmune hemolytic anemia with cold antibodies, march hemoglobinuria, damaged heart valves, microangiopathic hemolysis) Systemic bleeding, including hemorrhagic telangiectasia, chronic schistosomiasis, Munchausen's syndrome (e.g., self-induced hemorrhages)
Drug-related	Glucocorticoids, salicylates, NSAIDs, proton-pump inhibitors
Genetic	Iron-refractory iron-deficiency anemia
Iron-restricted erythropoietic	Treatment with erythropoiesis-stimulating agents, anemia of chronic disease, chronic kidney disease*

* Inflammatory conditions may be associated with iron deficiency. NSAIDs denotes nonsteroidal antiinflammatory drugs.

Table 2. Laboratory Tests for the Measurement of Iron Status in Adults.

Test	Iron Deficiency	Functional Iron Deficiency	Iron-Deficiency Anemia	IRIDA	Anemia of Chronic Diseases	Iron-Deficiency Anemia and Anemia of Chronic Diseases	Normal Value
Current							
Iron — $\mu\text{mol/liter}$	Low	Low-normal	Low	Low	Low	Low	10–30
Transferrin saturation — %	≥ 16	Low-normal	$< 16^*$	< 10	Low-normal	Low-normal	> 16 to < 45
Ferritin — $\mu\text{g/liter}$	$< 30^{\dagger}$	Normal	< 10	Variable	$> 100^{\ddagger}$	$< 100^{\ddagger}$	
Men							40–300
Women							20–200
Hemoglobin — g/dl	Normal	Normal	Low	Low	Low	Low	
Men							> 13
Women							> 12
Mean corpuscular volume — fl	Normal	Normal	< 80	Very low	Low-normal	Low	80–95
Mean corpuscular hemoglobin — pg	Normal	Normal	< 27	Very low	Low-normal	Low	27–34
Proposed							
sTFR — mg/liter§	High	High	High	High	Low-normal	Variable	Varies¶
sTFR/log ferritin index	NA	NA	> 2	NA	< 1	> 2	Varies¶
Hepcidin	Low	Low	Very low	Normal-high	High	Normal-high	Varies¶
Zinc protoporphyrin**	Normal	High	High	High	High	High	Varies¶
Reticulocyte hemoglobin content — pg $\dagger\dagger$	< 25	< 29	Low	Low	Low	Low	31.2 ± 1.6
Perl's staining of bone marrow for iron	Negative	Variable	Negative	Positive	Strongly positive	Positive	Positive

* The value for transferrin saturation in the diagnosis of iron-deficiency anemia is from Beutler and Waalen.⁵¹

$\dagger$ The value for ferritin in the diagnosis of iron-deficiency anemia has a sensitivity of 92% and a specificity of 83% according to Goodnough et al.⁴

$\ddagger$ The value for ferritin in the anemia of chronic disease and the combined value for the anemia of chronic disease and iron deficiency are from Weiss and Goodnough.³

§ The value for the soluble transferrin receptor (sTFR), which is shed by the erythroblast membrane in serum, may be useful in the assessment of iron-deficiency anemia, but the methods used to measure sTFR have been not standardized.³

¶ Normal values vary according to the method of measurement used.

|| The sTFR/log ferritin index has been proposed to distinguish iron-deficiency anemia in the anemia of chronic disease from the anemia of chronic disease alone.³

** The values for zinc protoporphyrin are used only in screening for or monitoring iron-deficiency anemia..⁹

$\dagger\dagger$ Reduction of reticulocyte hemoglobin content is an early sign of functional iron deficiency.⁵²

3. Anémies macrocytaires

- réticulocytoses élevées (anémies hémolytiques, réponse à la perte sanguine, correction d'une carence)
- éthylysme
- carence en acide folique
- carence en vitamine B12
- médicaments
- syndromes myélodysplasiques
- leucémies aiguës
- hypothyroïdie
- maladies hépatiques

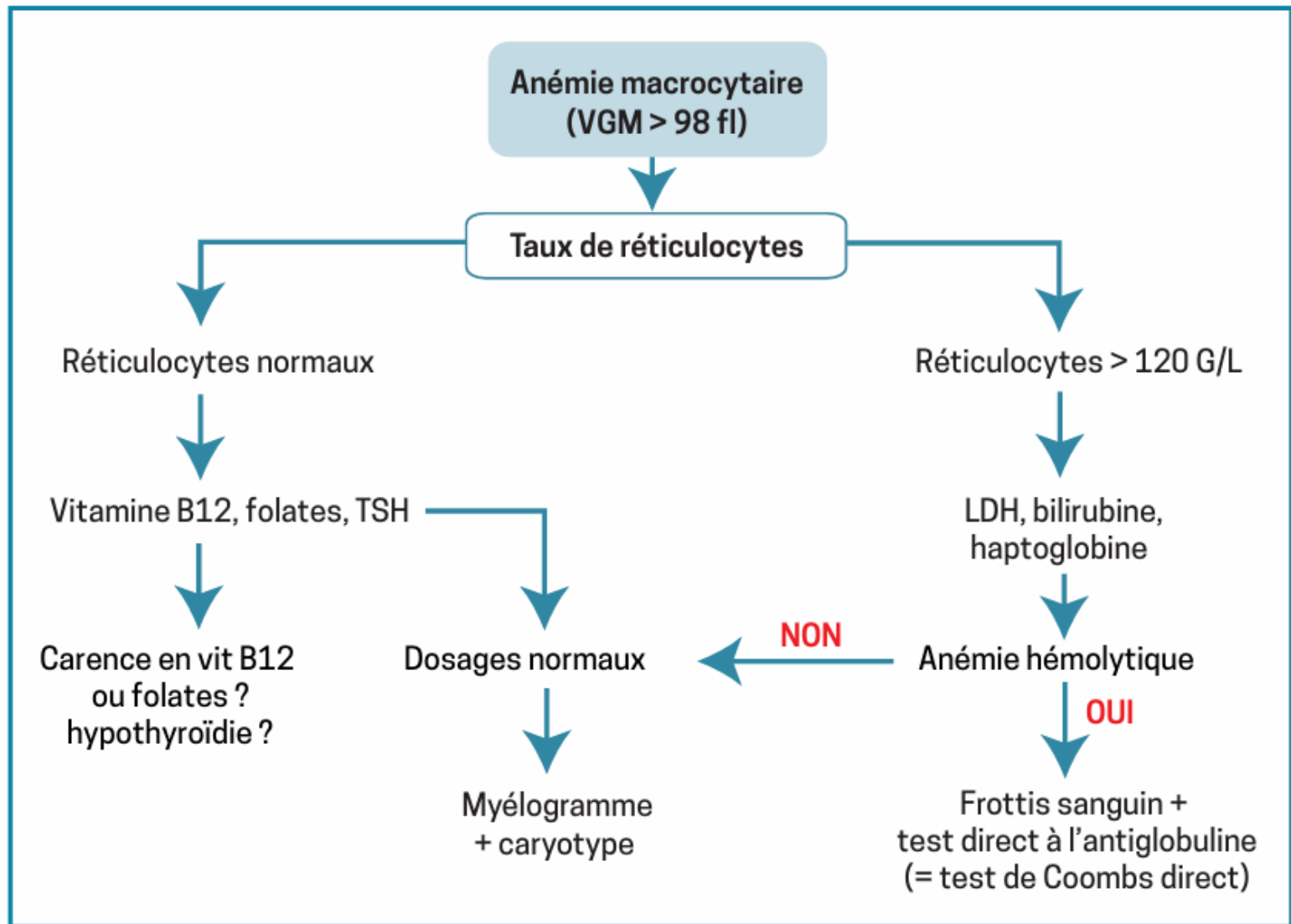


Fig. 5 Anémie macrocytaire : éliminer une carence vitaminique et une hémolyse.

Faire les prélèvements adéquats si possible avant transfusion

- EHC + réticulocytose
- urée, créatinine
- bilirubinémie, LDH, haptoglobine, Coombs, schistocytes
- tests inflammatoires (VS, CRP...)
- fer sérique, saturation transferrine, ferritine
- vitamine B12, folates
- tests thyroïdiens
- moelle osseuse

Transfusion de globules rouges concentrés

Indications

- anémie mal tolérée : ischémie myocardique, insuffisance cardiaque, collapsus, confusion mentale ou aggravation d'un état neurologique pathologique préexistant (ex. Parkinson), AVC, aggravation d'une artérite
- anémie avec symptômes gênants : dyspnée, palpitations, malaises, asthénie, lenteur d'idéation, hypotension orthostatique
- anémie majeure avec taux d'Hb < 7 g/100 ml
- anémie d'hémorragie aiguë

Quantité à transfuser

- Quantité d'hémoglobine à donner = (Objectif taux Hb - taux Hb mesuré) x 10 x (poids x 75) (en g)
- Objectif : souvent 10 à 12 g/dl
- 1 U globule rouge concentré $\approx$ 50 à 60 g Hb (correspond à $\pm$ 250 ml de sang total)
- 1 U doit s'infuser en 1 à 2 heures et doit se prescrire en isogroupe ABO et Rh

Objectif

- Corriger les symptômes du patient si gênants
- Aux soins intensifs, en dehors du syndrome coronarien aigu : maintenir le taux d'hémoglobine entre 7 et 9 g/dL

Seuil transfusionnel

- transfusion recommandée si le taux d'hémoglobine est inférieur à 7 g/dl, et non recommandée au-delà de 10 g/dl
- En l'absence de signes de mauvaise tolérance, le seuil sera dans les situations suivantes :
 - 10 g/dl : syndrome coronarien aigu
 - 9 g/dl : cardiopathie ischémique et insuffisance cardiaques stables
 - 8 g/dl : patient âgé ; période post-opératoire de chirurgie cardiaque et/ou vasculaire ; prise en charge initiale du sepsis sévère
 - 7 g/dl : tous les autres cas

TABLEAU 1 SEUILS TRANSFUSIONNELS EN CAS D'ANÉMIE AIGÜE

Absence de comorbidités et bonne tolérance de l'anémie même si cardiopathie avérée non décompensée	7 g/dL (si situation aiguë)
En périopératoire si insuffisance coronaire ou insuffisance cardiaque avérée ou traitement par bêtabloquants	8-9 g/dL
Âge < 80 ans et mauvaise tolérance ou insuffisance coronaire aiguë ou insuffisance cardiaque avérée ou sous bêtabloquants	10 g/dL
Âge > 80 ans et bonne tolérance	7 g/dL
Âge > 80 ans et insuffisance coronaire et/ou cardiaque	8 g/dL
Âge > 80 ans et mauvaise tolérance	10 g/dL

Précautions

- prélever pour le diagnostic (si nécessaire) avant la transfusion : dosage folates et vitamine B12, tests d'hémolyse...
- débit : 10 à 15 ml/min. La durée totale de perfusion d'un CGR ne doit pas excéder 2 heures (risque infectieux)
- en cas d'insuffisance cardiaque : la transfusion sera donnée très lentement (1 U toutes les 12 à 24h) sous O₂ et sans traitement diurétique et/ou nitré éventuel
- ne pas faire couler, en même temps que la transfusion, du glucosé pur (doit être en NaCl 0,45 % ou 0,9 %)

Concentrés de globules rouges particuliers

- **phénotypés** : pour autres groupes que ABO ou rhésus
- **CMV négatif** : immunodéprimés CMV-négatifs (greffés de moelle)
- **irradiés** : en cas de greffe de moelle et de chimiothérapie lourde (cf transfusions de plaquettes)

Accidents aigus 1

1. **Œdème pulmonaire hémodynamique:** par surcharge volémique
2. **Accident hémolytique par incompatibilité ABO** (ou agglutinines irrégulières)
 - douleurs lombaires, oligo-anurie, angoisse, tachycardie, malaise, urines rouges, collapsus. Ictère retardé
 - faire analyser poche de sang, groupe, Coombs direct
 - réanimation selon clinique
3. **Alloimmunisation anti-HLA**
 - frissons, fièvre
 - faire analyse poche de sang
 - corticoïdes, antihistaminiques éventuellement
 - indication de concentrés déleucocytés

Accidents aigus 2.

4. Choc septique

- malaise, nausées-vomissements, fièvre, frissons, diarrhée, choc
- faire culture poche de sang, hémoculture
- antibiothérapie et réanimation (cf sepsis)

5. Œdème pulmonaire lésionnel (TRALI)

- réaction aux leucoagglutinines
- SDRA
- Réanimation (VNI) et corticothérapie à haute dose (méthylprednisolone 1 g i.v. /12 h)

Polyglobulies

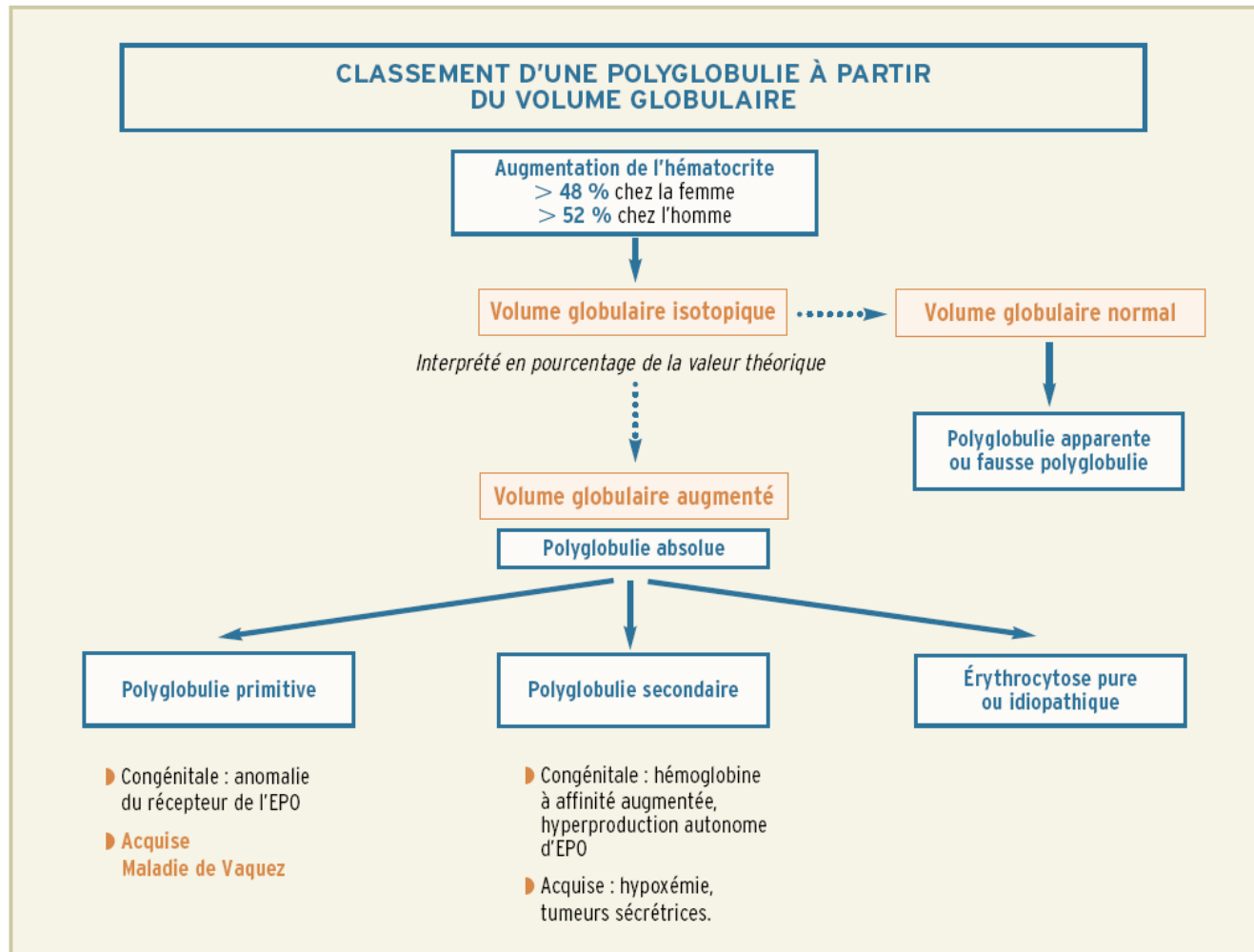


Figure Classement d'une polyglobulie à partir du volume globulaire. EPO : érythropoïétine.

Causes de polyglobulie secondaire

► Hypoxie tissulaire

- Hypoxémies artérielles
- Polyglobulie d'altitude
- Cardiopathies congénitales
- Tabagisme
- Causes rares à caractère familial
 - Hémoglobine hyperaffine
 - Déficit en 2-3 DPG
 - Méthémoglobinémie
 - Polyglobulie de Chuvash

► Polyglobulies tumorales

- Cancer du rein
- Hémangioblastome cérébelleux
- Hépatome
- Rarement d'autres tumeurs

► Polyglobulie secondaire à la transplantation rénale

► Polyglobulies iatrogéniques

- Androgènes à forte dose
- Érythropoïétine (dopage)

Critères diagnostiques internationaux de maladie de Vaquez

Critères de l'OMS, 2008

2 critères majeurs

- A1 Augmentation de l'hémoglobine
ou augmentation de l'hématocrite
ou augmentation du volume globulaire total > 25 % de la valeur théorique
- A2 Mutation V617F JAK2 ou similaire (ex. : mutation exon 12 de JAK2)

3 critères mineurs

- B1 Aspect de myéloprolifération des 3 lignées sur la biopsie médullaire
- B2 Taux sérique d'Epo bas
- B3 Pousse spontanée de colonies érythroblastiques en culture

POLYGLOBULIE VRAIE

Arguments en faveur d'une polyglobulie primitive

POLYGLOBULIE NON ISOLÉE

MALADIE DE VAQUEZ très probable

- Splénomégalie
- Hyperleucocytose à polynucléaires neutrophiles
- Thrombocytose

Recherche de la mutation JAK2 V617F

+

90 % des cas

MALADIE DE VAQUEZ

-

10 % des cas

Bilan complet spécialisé

- Dosage érythropoïétine**
- Bilan médullaire (culture des progéniteurs érythroblastiques, caryotype médullaire, biopsie médullaire)
- Carboxyhémoglobémie
- Recherche Hb hyperaffine
- Recherche mutations R-Epo, von Hippel Lindau...

Pas d'argument en faveur d'une polyglobulie primitive

POLYGLOBULIE ISOLÉE

Recherche d'une cause secondaire

- Gazométrie artérielle
- Échographie abdominale
- Syndrome cérébelleux

Cause secondaire **identifiée**

Polyglobulie secondaire à une hypoxie
Tumeur rénale ou hépatique
Tumeur cérébelleuse
(érythropoïétine normale ou élevée)

ÉRYTHROCYTOSE PURE IDIOPATHIQUE

Les leucocytes

TABLEAU II

Principales causes de modification des neutrophiles du sang

	Neutropénie	Neutrophilie
Isolée, généralement sans autre anomalie d'hémodogramme	Certaines infections bactériennes (typhoïde, brucellose, tuberculose) Infections virales (virus d'Ebstein-Barr, parvovirus B19, VIH) Neutropénies auto-immunes (lupus, Sjögren) Neutropénies congénitales Neutropénies par excès de margination Circuits de dialyse Splénomégalias (hypersplénisme : parfois associé à une thrombopénie) Médicaments neuroleptiques Agranulocytose immuno-allergique ($< 100/\mu\text{L}$)	Tabagisme – Périodes menstruelles Exercice physique – Nouveau-né Infection à pyogènes – Hépatites virales Polyarthrite rhumatoïde, maladie de Still – Goutte Syndrome de Sweet Nécroses tissulaires (infarctus) Cancers profonds Corticothérapie, sels de lithium – Facteur de croissance granulocytaire Asplénie (parfois associée à thrombocytose)
Non isolée sur l'hémodogramme	Pancytopénie plus ou moins dissociée Aplasies ou hypoplasies médullaires, myélodysplasies Leucémies aiguës, leucémie à tricholeucocytes	Myélémie associée : surtout leucémie myéloïde chronique, splénomégalie myéloïde Polyglobulie : maladie de Vaquez Thrombocytose : thrombocytémie essentielle

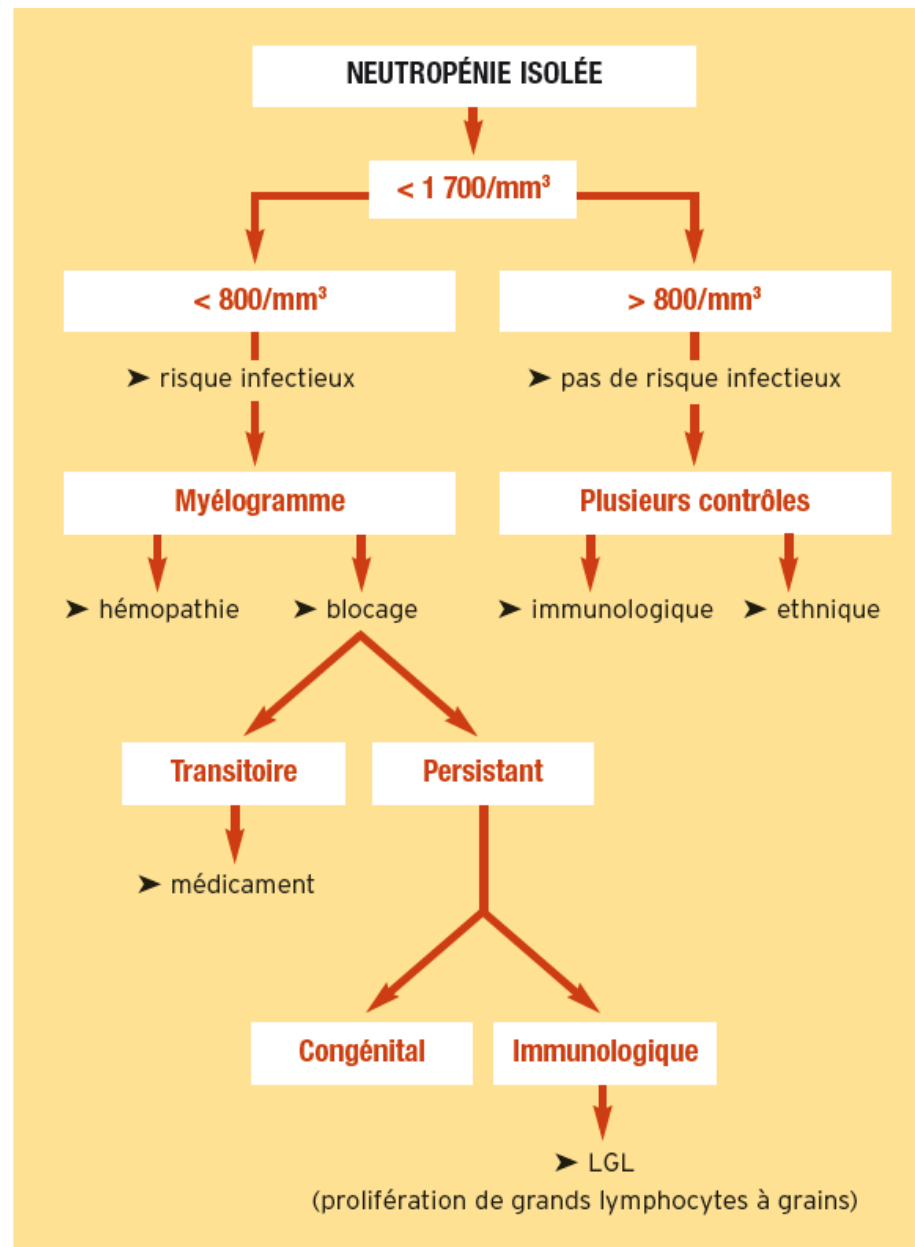


FIGURE 3 Conduite à tenir devant une neutropénie.

TABLEAU III

Principales causes des lymphocytoses et lymphopénies

	Aiguë	Chronique
Lymphocytose > 4 000/mm ³ et jusqu'à > 1 000 000/mm ³	Coqueluche – Maladie de Carl Smith « Queue » de syndrome mononucléosique (virus d'Ebstein-Barr, cytomégalovirus, toxoplasmose)	Leucémie lymphoïde chronique Autres syndromes lymphoprolifératifs B (macroglobulinémie, lymphomes leucémiques, tricholeucocytes) ou T (maladie de Sézary, leucémies à cellules T/NK) – Asplénie
Lymphopénie	Irradiation accidentelle ou thérapeutique (même sur champs limités) – Corticothérapie Traitements par analogues puriniques, anticorps monoclonaux	Déficits immunitaires congénitaux ou acquis Entéropathies exsudatives – Lymphorrhées Immunosuppression prolongée (greffes) Grandes dénutritions

TABLEAU IV

Causes des monocytoses et monocytopénies

Aiguë	Chronique
Monocytose > 1 000/mm³	
Sortie d'agranulocytose médicamenteuse – Injection de GM-CSF – Infections chroniques (tuberculose)	Syndromes myéloprolifératifs et myélodysplasiques Neutropénies congénitales
Monocytopénie < 500/mm³ (en général non isolée)	
Aplasie myéloïde (chimiothérapie, agranulocytose immuno-allergique)	Leucémie à tricholeucocytes

Hyperéosinophilie

Voir clinique ad hoc

- infection parasitaire
- allergie
- médicament.
- plus rarement cancer ou maladie systémique.

Hyperbasophilie

- manifestations allergiques.
- leucémie myéloïde chronique.

Myélémie

- passage sanguin de cellules médullaires myéloïdes : promyélocytes, myélocytes, métamyélocytes.
- appréciée sur des critères quantitatifs (pourcentage de cellules) et qualitatifs (type de cellules ? anomalies morphologiques ? équilibre de maturation ?).
- myélémie transitoire : peut accompagner une infection sévère ou la régénération d'une aplasie médullaire, par exemple secondaire à une chimiothérapie.
- dans les autres cas : évoquer pathologie médullaire : syndrome myéloprolifératif (en particulier la leucémie myéloïde chronique), envahissement (leucémie, lymphome, métastases).
- présence d'érythroblastes (érythromyélocytose) : évoque particulièrement métastases d'une tumeur solide ou myélofibrose

Les plaquettes

TABLEAU V

**Principales causes des thrombopénies
et thrombocytoses**

Aiguës	Chroniques
Thrombopénies	
Thrombopénies infectieuses, immuno-allergiques, auto-immunes	Thrombopénies constitutionnelles (nombreuses variétés)
Défibrination (coagulation intravasculaire disséminée)	Hypersplénisme
Toxiques et médicaments (héparine)	Insuffisances médullaires
Circuits extra-corporels	Certaines microangiopathies
Hypothermie	Thrombopénies auto-immunes chroniques
Thrombocytoses	
Infections et inflammations	Asplénie
Splénectomie	Hyposidérémie (carence en fer ou inflammation chronique)
	Syndromes myéloprolifératifs chroniques – Certaines myélodysplasies (5q-)

Thrombopénie

Il y a thrombopénie si le taux de plaquettes est
 $< 150.000/\text{mm}^3$

Attitude de base

- apprécier le risque hémorragique : significatif si $<50.000/\text{mm}^3$ (sauf en cas de thrombopathie ou d'autres troubles de l'hémostase associés)
- identifier le mécanisme : central vs périphérique
- déterminer la cause (infection, médicament, CIVD le plus souvent)
- apprécier le risque de certaines manœuvres invasives

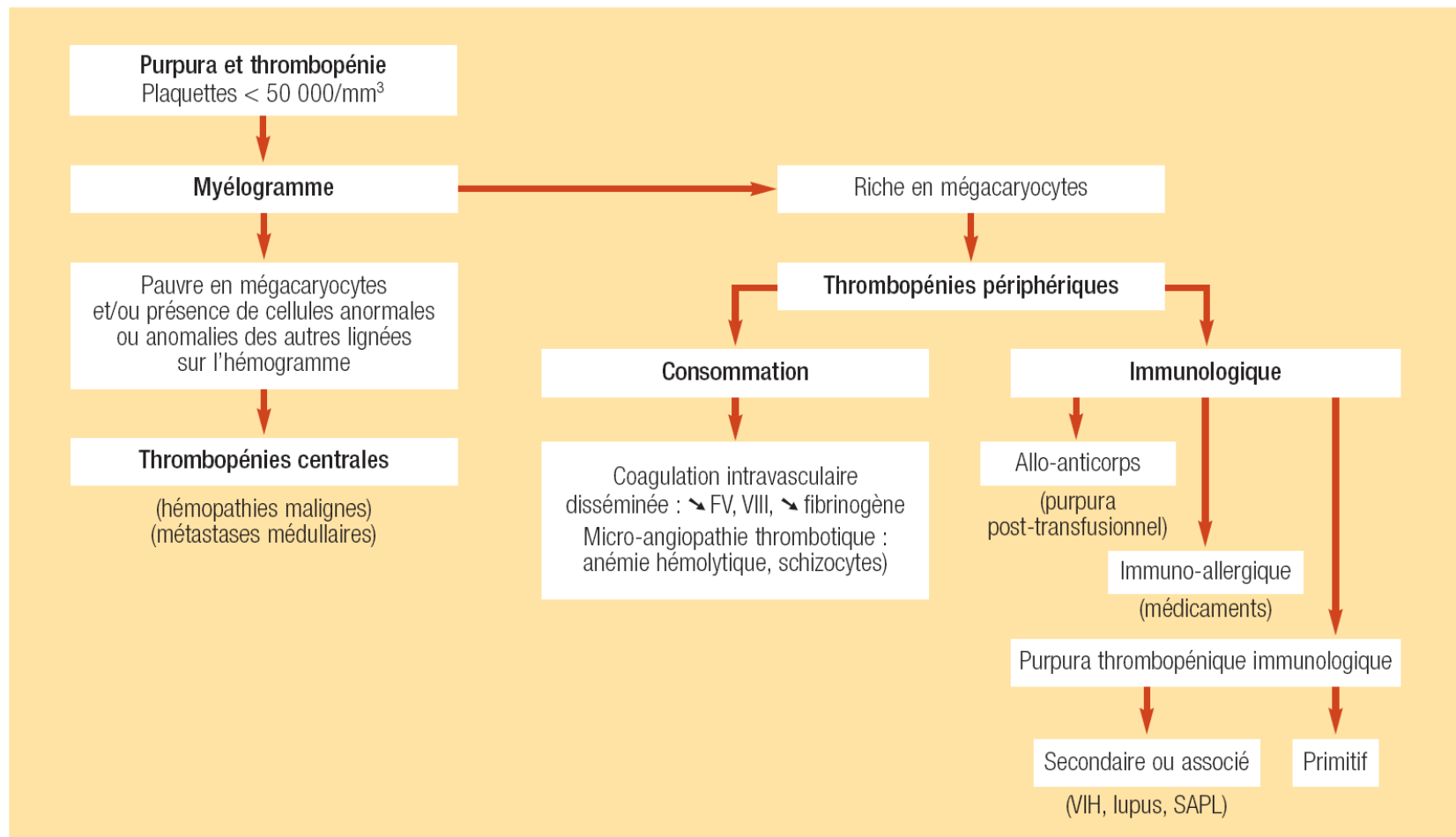
Exploration

- taux de plaquettes (! fausses thrombopénies par agglutination sur EDTA)
- moelle : richesse en mégacaryocytes
- AC antiplaquettes : test de Dixon (« Coombs plaquettaire »)

Causes des thrombopénies de l'adulte par mécanisme

Périphérique
Par consommation
■ Coagulation intravasculaire disséminée
■ Micro-angiopathie thrombotique
■ Infection
■ Saignement massif
■ CAPS (<i>catastrophic antiphospholipid syndrome</i>), circulation extra-corporelle
Destruction immuno-médiée
■ Purpura thrombopénique immunologique, thrombopénie auto-immune
■ Thrombopénie médicamenteuse, thrombopénie induite à l'héparine
■ Infection virale
■ Purpura post-transfusionnel

Centrale
Envahissement médullaire
■ Néoplasie d'origine hématopoïétique
■ Néoplasie d'origine extra-hématopoïétique
■ Agent infectieux
Insuffisance médullaire
■ Syndrome myélodysplasique
■ Aplasie médullaire idiopathique
■ Myélofibrose
■ Maladies génétiques
Carence
■ Vitamines B, B ₁₂
■ Toxique
■ Alcool
■ Médicaments
■ Radiations ionisantes
■ Syndrome d'activation macrophagique
Anomalie de la répartition
■ Cirrhose, splénomégalie



Principales causes en réanimation

- médicaments : héparine, quinine et quinidine, pénicillines, sulfamidés
- infections (notamment bactériémies)
- syndromes hémophagocytaires (EBV, CMV, lymphomes)
- CIVD
- microangiopathies thrombotiques (hémolyse - urémie)
- surfaces vasculaires altérées ou étrangères
- embolie graisseuse
- posttransfusionnelle
- hypersplénisme
- transfusion massive
- atteinte centrale : nutrition parentérale totale prolongée, carence aiguë en folates

Problèmes sous-jacents

- purpuras thrombopéniques idiopathiques et autoimmuns secondaires (ex. syndrome lymphoprolifératif)
- syndrome des antiphospholipides (manifestations thrombotiques artérielles et veineuses)
- thrombopénies des hémopathies malignes ou de l'atteinte médullaire des tumeurs solides
- thrombopénie des chimiothérapies anticancéreuses

Thrombopénies sur héparine

- **type I** (bénignes) : modérées (rarement $< 100.000/\text{mm}^3$), précoces (1ers jours) et réversibles malgré la poursuite du traitement
 - en cause: effet agrégeant plaquettaire modéré de l'héparine
- **type II** (graves) : plus tardives (4 à 14 j) sauf si pré-exposition antérieure, significatives ($< 100.000/\text{mm}^3$) et réversibles en 5 à 7 jours à l'arrêt de l'héparine
 - risque de complications thromboemboliques avec mortalité élevée (20 à 30% !)
 - en cause: mécanisme immunologique (complexes immuns AC IgG/F4P et héparine)
 - fréquence plus faible avec HBPM

Thrombocytopénies et thromboses induites par l'héparine

Elles doivent être suspectées lorsque, après 5 jours de traitement, le nombre de plaquettes baisse d'au moins 40 % par rapport à sa valeur initiale, ou que survient une thrombose veineuse ou artérielle. Toute suspicion impose l'arrêt de l'héparine, une recherche d'anticorps anti-FP4 et la prescription d'un autre traitement antithrombotique (hirudine ou danaparoïde).

Yves Gruel
Sandra Regina**
Claire Pouplard***

topénie induite par l'héparine est devenue plus rare du fait d'une utilisation plus fréquente des héparines de bas poids moléculaire (HBPM).

thrombocytopénie sévère induite par l'héparine est dans la majorité des cas due à des anticorps de classe immunoglobuline G (IgG) qui activent les

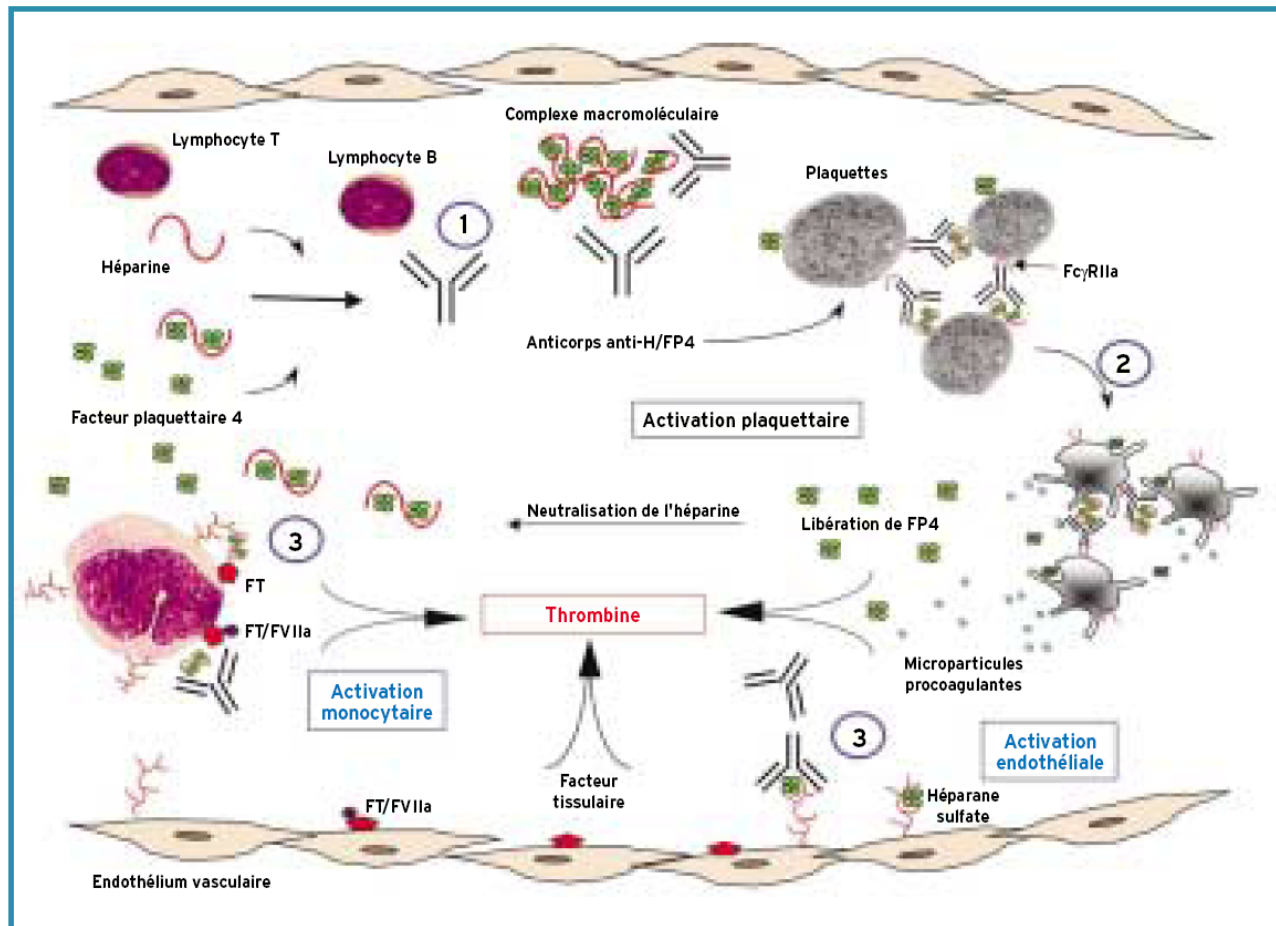


Figure 1

Physiopathologie des thrombocytopénies induites par l'héparine.

1. Les anticorps héparine-dépendants d'isotype immunoglobuline G (IgG) reconnaissent des épitopes exprimés par le facteur plaquettaire 4 (FP4) modifié par l'héparine.
2. Lors de leur fixation aux plaquettes, le fragment Fc des IgG se fixe à FcγRIIa et cette interaction induit l'activation plaquettaire.
3. Les IgG peuvent aussi se fixer aux cellules endothéliales et aux monocytes, ces interactions pouvant induire une synthèse de facteur tissulaire et favoriser les thromboses.

Critères cliniques et biologiques de diagnostic d'une thrombocytopénie induite par l'héparine

CRITÈRES CLINIQUES	CRITÈRES BIOLOGIQUES
Thrombocytopénies associée ou non à :	A : Un test d'activation plaquettaire positif - Test d'agrégation plaquettaire - Test de libération de sérotonine
A : Thrombose veineuse - Embolie pulmonaire - Thrombose veineuse cérébrale	ET
B : Thrombose artérielle	B : Un test antigénique positif - Test ELISA H/FP4 - Test ELISA PVS/FP4 - Immuno-dosage sur gel avec particules
C : Lésions cutanées - Nécrose cutanée - Plaque érythémateuse	
D : Réaction systémique après bolus	
E : Coagulation intravasculaire disséminée	

Tableau 1 FP4: facteur plaquettaire 4. D'après la réf. 2.

Score des 4 T's

La probabilité clinique de thrombocytopénie induite par l'héparine est forte si le score est entre 6 et 8, intermédiaire entre 4 et 5 et faible entre 0 et 3.

	2	1	0
Thrombocytopénie	Diminution supérieure à 50 % de la numération plaquettaire ou plaquettes entre 20 et 100 G/L	Diminution de 30 à 50 % de la numération plaquettaire ou plaquettes entre 10 et 19 G/L	Diminution de moins de 30 % de la numération plaquettaire ou plaquettes inférieures à 10 G/L
Délai de survenue de la thrombocytopénie	Thrombocytopénie survenue 5 à 10 jours après le début du traitement ou au 1 ^{er} jour s'il existe un traitement antérieur par héparine dans les 100 jours précédents	Thrombocytopénie survenant après le 10 ^e jour de traitement	Thrombocytopénie survenant avant 5 jours de traitement et sans héparinothérapie dans les 100 jours précédents la suspicion de thrombocytopénie induite par l'héparine
Thromboses ou autres complications	Nouvelle complication thrombotique, ou réaction cutanée, ou réaction systémique	Récidive ou extension de la thrombose	Pas de complication
Autre cause de thrombocytopénie (médicament...)	Aucune autre cause évidente de thrombocytopénie	Autre cause possible de thrombocytopénie	Autre cause certaine de thrombocytopénie

Tableau 2 D'après la réf. 2.

En pratique

- Exclure pseudo-thrombopénie par thromboagglutination sur l'acide éthylène-diamine-tétracétique [EDTA]
- Score clinique 4T : très bonne VPN
 - Si faible: rechercher autre cause à la thrombopénie
- Tests de laboratoire
 - tests immunologiques par ELISA : anticorps anti-PF4/héparine : très bonne spécificité et excellente VPN dans un contexte clinique évocateur (! Souvent positif en cas de circulation extracorporelle ou chirurgie cardiaque)
 - test d'agrégation plaquettaire : bonne spécificité mais sensibilité dépend des conditions techniques
 - À faire si ELISA positif

Traitement

- Proscrire l'héparine
- Relais par des AVK après normalisation des plaquettes, au moins 150.000 / mm³
- Traitement antithrombotique de substitution : danaparoiide (= anti-Xa) ou hirudine (lépirudine = inhibiteur direct thrombine)

Purpura thrombopénique immunologique (PTI)

= excès de destruction des plaquettes dans la rate par le système immunitaire (thrombopénie périphérique)

- syndrome hémorragique : rare si plaquettes $> 30.000/\text{mm}^3$
- bilan : hémostase; sérologies EBV, CMV, VIH, VHC (recherche de primo-infection); FAN; électrophorèse des protéines (pic monoclonal, hypogammaglobulinémie), test de Coombs (syndrome d'Evans: PTI + AHAI)
- Traitement : si plaquettes $< 30.000/\text{mm}^3$ ou présence d'hémorragie muqueuse ou profonde: une corticothérapie qui peut être associée à des immunoglobulines polyvalentes.
- Etiologie :
 - myélogramme en présence d'anomalie clinique ou biologique évocatrice d'auto-immunité (LED), de primo-infection virale ou d'hémopathie lymphoïde B (pour différencier des thrombopénies par envahissement médullaire).
 - Si normal: purpura thrombopénique auto-immun idiopathique.

Traitement PTI

Table 2. Dosages, Efficacy, and Adverse Effects of Various Treatments for ITP.

Agent	Dosage	Onset of Action	Durability of Effect	Side Effects and Cautions
Glucocorticoids				
Prednisone or prednisolone*	1–2 mg orally for 1–2 wk, followed by gradual tapering; rapid tapering if no response	1–2 wk	Response with treatment in 60 to 80% of patients; sustained response after discontinuation in 30–50% of patients	Weight gain, insomnia, acne, mood changes, cushingoid appearance, glucose intolerance, osteoporosis, increased risk of infection (particularly with prolonged use of prednisone or prednisolone), gastrointestinal symptoms, neuropsychiatric symptoms (particularly with dexamethasone)
Dexamethasone*	20–40 mg orally for 4 days every 2–4 wk; maximum of 4 cycles		Response with treatment in 60 to 80% of patients; sustained response after discontinuation in 30–50% of patients	Weight gain, insomnia, acne, mood changes, cushingoid appearance, glucose intolerance, osteoporosis, increased risk of infection (particularly with prolonged use of prednisone or prednisolone), gastrointestinal symptoms, neuropsychiatric symptoms (particularly with dexamethasone)
Immune globulin*	0.4 g per kilogram of body weight intravenously for up to 5 days or 1 g per kilogram for 1–2 days	1–4 days	Transient response lasting 1–4 wk in ≤80% of patients; treatment can be repeated	Headache, aseptic meningitis, renal failure

N Engl J Med 2019;381:945-55.
DOI: 10.1056/NEJMcp1810479

Thrombopoietin-receptor agonists†

Romiplostim*	1–10 μ g per kilogram, subcutaneously once weekly	1–2 wk	Response achieved and maintained in 40–60% of patients receiving continuing therapy; response maintained after discontinuation in 10–30% of patients	Headache, muscle aches, possible increased risks of thrombosis and myelofibrosis
Eltrombopag*	25–75 mg orally daily	1–2 wk	Response achieved and maintained in 40–60% of patients receiving continuing therapy; response maintained after discontinuation in 10–30% of patients	Gastrointestinal symptoms, transaminitis, cataract, possible increased risks of thrombosis and myelofibrosis; should be taken 4 hr after and 2 hr before food containing cations (e.g., iron, and calcium from milk or other dairy products)
Avatrombopag*	5–40 mg orally daily	1–2 wk	Response achieved in 65% of patients within 8 days after treatment	Headache, arthralgia, possible increased risk of thrombosis

Immunomodulators†

Rituximab	375 mg per square meter of body-surface area intravenously weekly for 4 wk or 1 g administered twice with 2 wk between doses; lower doses (100–200 mg) weekly for 4 wk have also been shown to be effective	1–8 wk	Sustained response in 60% of patients at 6 mo and 30% at 2 yr; treatment can be repeated	Infusion-related side effects (chills, upper respiratory discomfort, bronchospasm), neutropenia, hypogammaglobulinemia, serum sickness; increased risks of infections and progressive multifocal leukoencephalopathy (very rare); should not be used in patients with evidence of active HBV infection (HBV surface antigen) or previous HBV infection (antibodies against hepatitis B core antigen)
Fostamatinib*	50–150 mg orally twice daily	1–2 wk	Response achieved and maintained in 18–43% of patients receiving continuing therapy	Hypertension, nausea, diarrhea, transaminitis
Azathioprine	1–2 mg per kilogram orally (maximum, 150 mg daily)	6–12 wk	Response in 30–60% of patients	Weakness, sweating, neutropenia, transaminitis, increased risk of cancer
Mycophenolate mofetil	500 mg orally twice daily for 2 wk, with gradual increase to 1 g twice daily	4–8 wk	Response in 30–60% of patients	Headache, gastrointestinal symptoms, fungal skin infections, teratogenic in pregnancy, increased risk of cancer
Danazol	400–800 mg orally daily	3–6 mo	Response in 30–60% of patients	Hirsutism, acne, amenorrhea, transaminitis; this androgenic agent should not be used in patients with prostate cancer
Dapsone	75–100 mg orally daily	3 wk	Response in 30–60% of patients	Gastrointestinal symptoms, methemoglobinuria, rash, hemolytic anemia (in patients with glucose-6-phosphate dehydrogenase deficiency)

* This agent is approved by the Food and Drug Administration for use in patients with ITP.

† These agents are used in patients in whom glucocorticoids have failed.

Transfusions de plaquettes

- concentré de plaquettes standard: correspond à un don de sang simple ($1 \text{ U} = 0,5 \times 10^{11}$ plaquettes)
- concentré de plaquettes d'aphérèse: = don programmé (= 2 à 8×10^{11} plaquettes)

avantages :

- risque transmission infectieuse réduit
- risque réduit alloimmunisation anti-HLA
- résolution inefficacité transfusionnelle chez patients alloimmunisés

Posologie : $1 \text{ U} / 10 \text{ kg}$ (5 kg en cas d'hémorragie grave) de poids (en respectant l'identité ABO)

Les plaquettes prélevées doivent être infusées endéans les 48 heures.

Pancytopénies

- Centrales :
 - Aplasie médullaire
 - Dysplasie médullaire : anémies carencielles (vit B12, folates), syndromes myélodysplasiques, effets secondaires des toxiques (chimiothérapie)
 - Envahissement médullaire
 - Myélofibrose
- Périphériques :
 - Hypersplénisme
 - Anémie microangiopathique
 - Syndrome d'activation macrophagique (hémophagocytose)

Syndrome d'activation macrophagique

= SAM ou syndrome
hémophagocytaire ou
lymphohistiocytose
hémophagocytaire

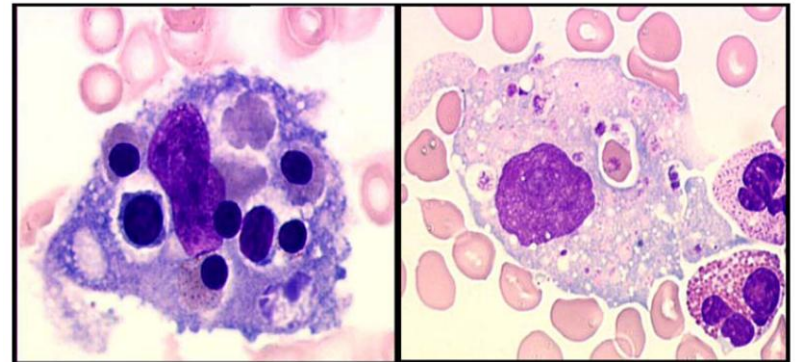


Tableau clinique

- Fièvre élevée d'installation rapide
- Perte de poids
- Adénopathies périphériques (35%)
- Hépatosplénomégalie (50%)
- Infiltrats pulmonaires (20-30%)
- Atteinte cardiaque
- Atteinte rénale
- Atteinte cutanée (20%) : rash, érythème, purpura
- Encéphalopathie, méningite, convulsions
- Tableau d'insuffisance multi-organique

Laboratoire

- Cytopénie (bi- ou pan)
- Élévation ferritinémie
- Hypofibrinogénémie
- CIVD
- Cytolyse ou cholestase hépatique
- Hypertriglycérémie
- Hypoalbuminémie
- Insuffisance rénale
- Hyponatrémie (SIADH)
- **Histologie** : hémaphagocytose (moelle osseuse, ganglions, foie, rate)

Critères diagnostiques

diagnostic retenu si au moins 5 des critères suivants présents:

1. fièvre (> 7 jours)
2. splénomégalie
3. bicytopenie : Hb < 9 g/dl ; plaq $< 100.000/\text{mm}^3$; PN $< 1100/\text{mm}^3$
4. hypertriglycérédémie et/ou hypofibrinogénémie (< 150 mg/dl)
5. hémophagocytose
6. taux bas ou nul de cellules NK
7. hyperferritinémie ($> 500 \mu\text{g/l}$)
8. taux élevé de CD-25 solubles (> 2400 UI/ml)

Etiologie

- infections virales (30%) : CMV, EBV, HSV, HIV
- infections bactériennes (30%) : mycobactéries, mycoplasme, Legionella, Chlamydia, Brucella
- infections fongiques ou parasitaires (8%) : malaria, leishmaniose, pneumocystose, aspergillose, candidose, toxoplasmose, cryptococcose
- maladies lympho-prolifératives (28%) : lymphomes T liés à EBV, HHV-8 ...
- tumeurs solides (1,5%)
- maladies systémiques (7%) : LED, maladie de Still, PCE, PAN, sarcoïdose, Sjögren ...
- cause non identifiée (20%)

Hémoglobinopathies

TABEAU

Principaux génotypes drépanocytaires majeurs

Allèles	Abréviation
HbS - HbS	SS
HbS - HbC	SC
HbS associée à une thalassémie majeure	S/ β^0 thalassémie
HbS associée à une thalassémie mineure ou intermédiaire	S/ β^+ thalassémie
HbS - HbD-Punjab	SD-Punjab
HbS - Hb-Antilles	S-Antilles

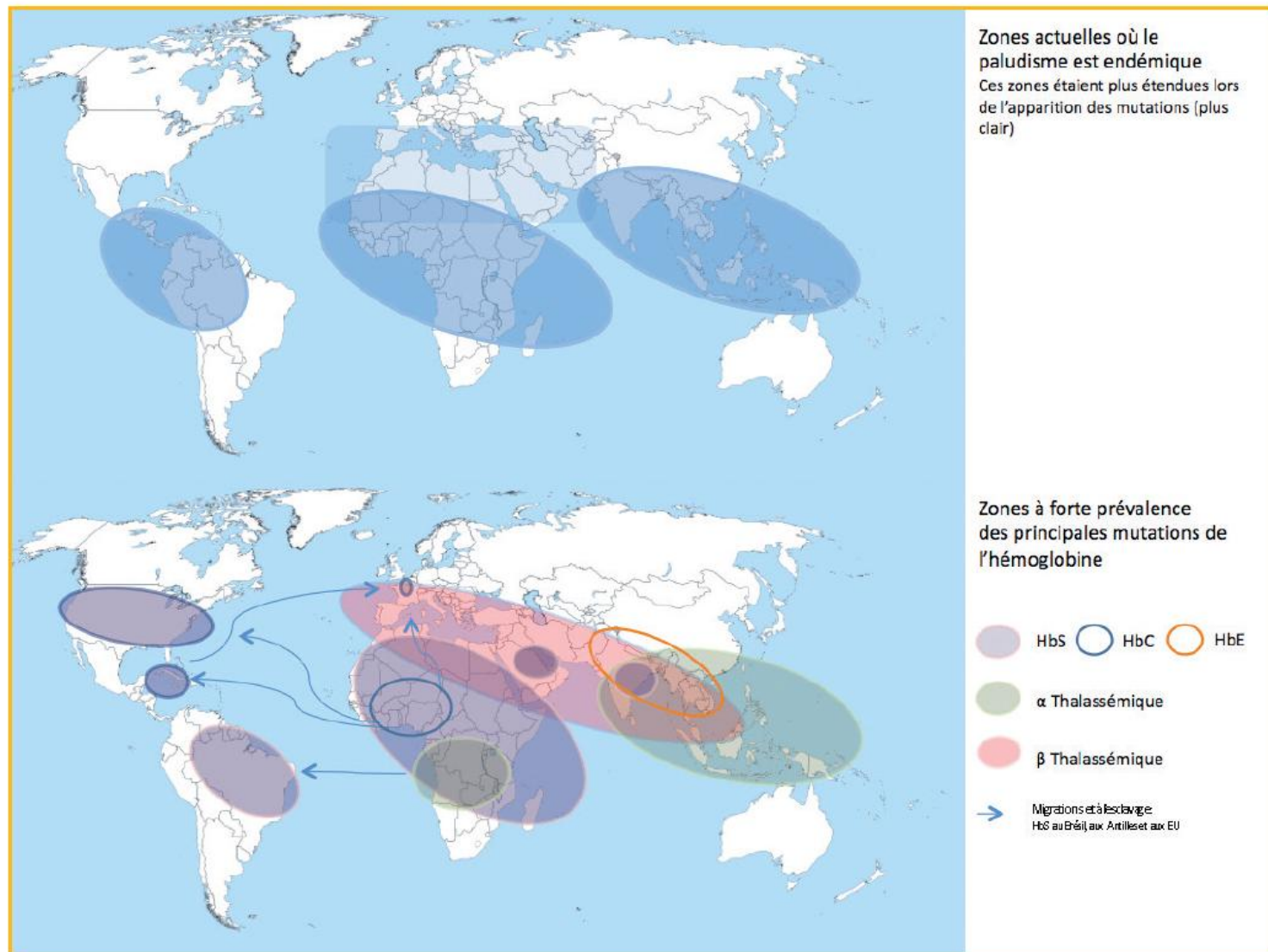


FIGURE Zones endémiques du paludisme et zones à haute prévalence des hémoglobinopathies.

Thalassémies

TABEAU

Principaux phénotypes thalassémiques sans retentissement clinique chez les sujets non carencés en fer

Sujets	Critère microcytose et hypochromie	Critère principal	Critère facultatif
Adultes normaux	VGM : 83-98 fl TCMH : 27-33 pg	HbA ₂ : 2,2-3,2 %	HbF < 1 %
α ⁺ -thalassémie hétérozygote	VGM : 75-86 fl TCMH : 25-30 pg	HbA ₂ : 2,2-3,2 %	HbF < 1 %
α ⁺ -thalassémie homozygote ou α ⁰ -thalassémie hétérozygote	VGM : 65-82 fl TCMH : 18-27 pg	HbA ₂ : 1,8-2,8 %	HbF < 1 %
β-thalassémie hétérozygote	VGM : 55-70 fl TCMH : 17-22 pg	HbA ₂ : 3,3-10 %	HbF : N à 5 %
Trait βE	VGM : 70-85 fl TCMH : 20-28 pg	HbA ₂ : 3,3-4,5 % HbE : 20-30 %	HbF < 1 %
Trait β Lepore	VGM : 65-82 fl TCMH : 18-27 pg	Hb Lepore : 8-15 %	HbF : N à 5 %
β-thalassémie	VGM : 55-75 fl TCMH : 17-24 pg	HbF : 5-15 % HbA ₂ : 2,2-3,2 %	Hétérogénéité de distribution de l'HbF dans les globules rouges
Persistance héréditaire de l'HbF	VGM : 75-90 fl TCMH : 25-32 pg	HbF : 15-35 % HbA ₂ : 1,5-3 %	Homogénéité de distribution de l'HbF dans les globules rouges

HbA : hémoglobine adulte ; HbF : hémoglobine fœtale ; TCMH : teneur corpusculaire moyenne en hémoglobine ; VGM : volume globulaire moyen.

Surveillance d'un patient atteint de bêta-thalassémie majeure

Surveillance	Examen de suivi	Rythme du suivi
Cardiaque	Échographie cardiaque, électrocardiogramme	Tous les 12 mois à partir de 8 ans
Hépatique	Transaminases	Tous les 1 à 3 mois
Biliaire	Échographie abdominale	Tous les 24 mois
Croissance	Poids et taille	Tous les 6 mois pendant la croissance
Puberté, hypogonadisme	Stade de Tanner FSH, LH, estradiol et testostérone	Tous les 6 mois à partir de 10 ans Tous les 12 mois
Thyroïde	TSH, FT4	Tous les 6 à 12 mois à partir de 10 ans
Métabolisme du glucose	Glycémie, HGPO	Tous les 12 mois à partir de 10 ans
Parathyroïde	Calcémie, phosphorémie, PTH	Tous les 12 mois à partir de 10 ans
Surcharge en fer	Ferritinémie IRM hépatique IRM cardiaque	Tous les 1 à 3 mois Tous les 12-24 mois à partir de 4 à 5 ans Tous les 6 à 24 mois à partir de 8 ans
Toxicité des chélateurs	Examen auditif et ophtalmologique Hémogramme hebdomadaire et dosage du zinc Créatininémie et protéinurie	Tous les 12 mois Tous les 3 à 6 mois en cas de traitement par défériprone Tous les mois en cas de traitement par déférasirox

FSH : hormone folliculo-stimulante ; FT4 : thyroxine libre ; HGPO : hyperglycémie provoquée *per os* ; IRM : imagerie par résonance magnétique ; LH : hormone lutéinisante ; PTH : parathormone ; TSH : thyroïdostimuline.

Surveillance paraclinique de la surcharge en fer dans la thalassémie majeure

Seuils et rythme	Rythme de surveillance	Surcharge	Surcharge sévère
Ferritinémie ng/mL	Tous les 1 à 3 mois	1 000*	2 500**
Concentration hépatique en fer mg/g de foie sec ($\mu\text{mol/g}$)	Tous les 1 à 2 ans à partir de 4 à 5 ans	7* (125)	15-20** (270-350)
T2* cardiaque ms	Tous les 6 à 24 mois selon l'existence et l'importance de la surcharge à partir de 6 à 8 ans	20**	10**

* Indiquant la mise en route ou ** l'intensification de la chélation.

Principales caractéristiques des trois médicaments chélateurs du fer

Chélateurs	Déféroxamine (Desferal)	Défériprone (Ferriprox)	Déférasirox (Exjade)
Demi-vie Voie d'administration	20 à 30 minutes Parentérale : sous-cutanée ou intraveineuse	2 à 3 heures Orale	8 à 16 heures Orale
Action sur le foie Action sur le cœur	+++ +	++ +++	+++ ++
Points forts	Tolérance à très long terme Administration continue sur 24 heures pour traiter les atteintes cardiaques	Cardioprotection supérieure à la déféroxamine dans les études d'IRM cardiaque et épidémiologiques. Amélioration de la FEVG. La combinaison au déféroxamine réalise une hyperchélation	Action chélatrice continue Essais cliniques incluant de très nombreux patients et atteints d'affections diverses
Effets indésirables	Local Neurosensoriel Retard de croissance Infections à <i>Yersinia enterocolytica</i>	Agranulocytose (1,7 %) Arthropathie (15 %) Troubles digestifs (33 %) Augmentation des transaminases	Rash (10 %) Troubles digestifs (20 %) Augmentation modérée non progressive de la créatinine (36 %), protéinurie Augmentation des transaminases
AMM	1 ^{re} ligne	2 ^e ligne pour les thalassémies majeures	1 ^{re} ligne pour les thalassémies majeures ≥ 6 ans 2 ^e ligne pour les thalassémies majeures 2-5 ans et les thalassémies intermédiaires

AMM : autorisation de mise sur le marché ; FEVG : fonction d'éjection ventriculaire gauche ; IRM : imagerie par résonance magnétique.

Principales formes d'alpha-thalassémie

	Nombre de gènes délétés	Génotype	Données hématologiques	Analyse des hémoglobines
Alpha-thalassémie silencieuse	1	α^+ Thal hétérozygote ($-\alpha/\alpha\alpha$)	Taux d'hémoglobine normal Microcytose inconstante	Naissance : 1 - 2 % Hb Bart's Adulte : normale
Alpha-thalassémie mineure	2	α^0 Thal hétérozygote (cis) ($--/\alpha\alpha$) α^+ Thal homozygote (trans) ($-\alpha/-\alpha$)	Taux d'hémoglobine normal ou discrètement abaissé Microcytose et hypochromie	Naissance : 5 - 10 % Hb Bart's Adulte : HbA ₂ normale ou abaissée
Hémoglobinoase H	3	($--/-\alpha$)	Anémie hémolytique de degré variable, régénérative, microcytaire et hypochrome	Naissance : 20 - 40 % Hb Bart's Adulte : 5 à 30 % d'HbH ; HbA ₂ souvent abaissée
<i>Hydrops fetalis</i>	4	α^0 Thal homozygote ($--/--$)	Anémie sévère avec anasarque fœtoplacentaire Décès fœtal ou néonatal	Naissance : > 80 % Hb Bart's

Drépanocytose

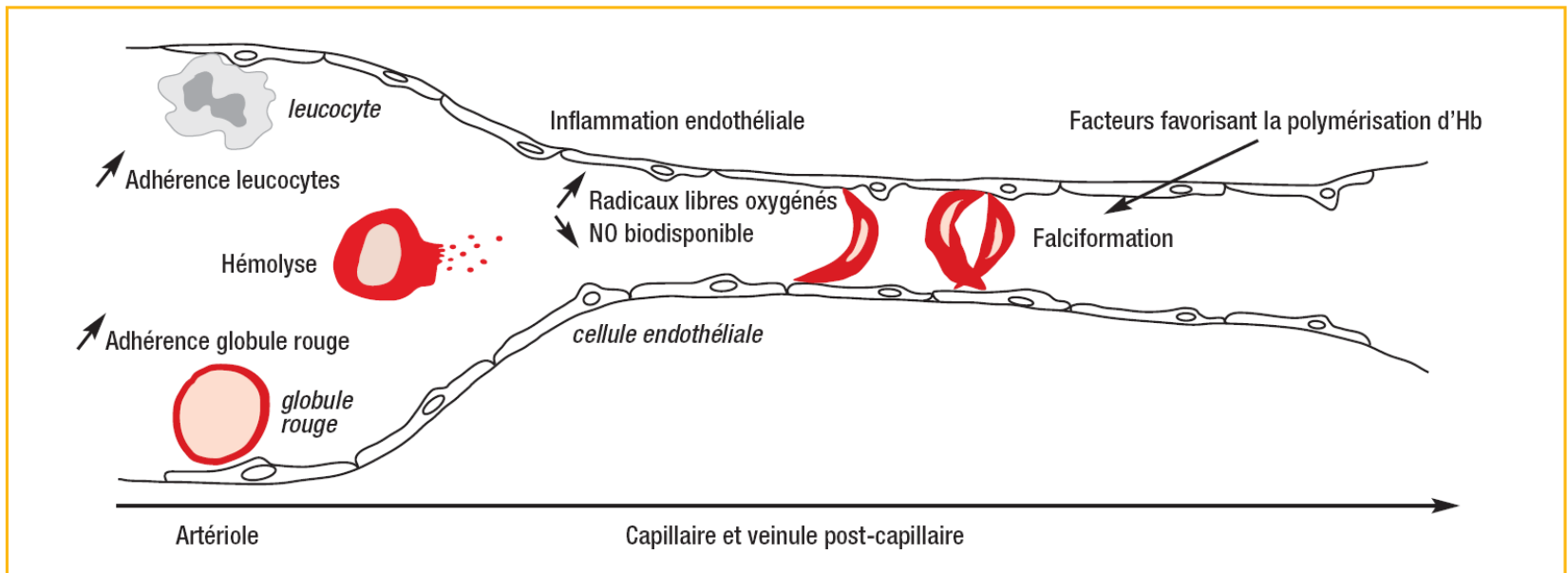


FIGURE 1 Mécanismes impliqués dans la vaso-occlusion drépanocytaire. Hb : hémoglobine ; NO : monoxyde d'azote.
D'après la réf. 15.

Facteurs déclenchant des crises vaso-occlusives osseuses

Fièvre et déshydratation : chaleur, transpiration, diarrhées, vomissements

Variations climatiques

Inflammation : chute de température principalement, infection, poussée de maladies inflammatoires

Acidose : acidose tubulaire rénale, infection sévère, diarrhées, hypercapnie

Toute intervention chirurgicale

Hypoxie tissulaire : effort physique intense, altitude, voyage en avion, obstruction des voies aériennes supérieures, apnées du sommeil, crise d'asthme, pneumopathie, embolie pulmonaire, insuffisance cardiaque ou respiratoire sévère.

Facteurs psychologiques : stress ou traumatisme, anxiété, dépression, examen scolaire ou professionnel

Médicaments : corticoïdes, vasoconstricteurs, sildénafil...

Causes fréquentes d'aggravation marquée de l'anémie chez un patient drépanocytaire

Causes	Signes d'alerte
Infections • Paludisme au retour d'Afrique • Érythroblastopénie à parvovirus B19	Fièvre, thrombopénie, frottis-goutte épaisse Fièvre, pancytopénie, réticulocytes effondrés, PCR parvovirus B19 positive dans le sang
Séquestration splénique	Douleur de l'hypochondre gauche, pancytopénie
Nécrose médullaire	Pancytopénie, douleurs diffuses, élévation majeure des LDH
Allo-immunisation post-transfusionnelle	Transfusion dans les 20 jours précédents, diminution du pourcentage d'HbA post-transfusionnel, signes d'hémolyse intravasculaire
Carence aiguë en folates	Anémie macrocytaire arégénérative

HbA : hémoglobine adulte ; LDH : lactico-déshydrogénases ; PCR : *Polymerase Chain Reaction*.

Critères de gravité d'un syndrome thoracique aigu

Cliniques

Polypnée > 30 cycles/min, ou bradypnée < 10/min

Respiration superficielle, difficulté à la parole

Troubles de conscience

Anomalies auscultatoires étendues

Atteinte rénale ou cardiaque associée(s)

Tachycardie > 120 batt/min, signes d'insuffisance cardiaque droite

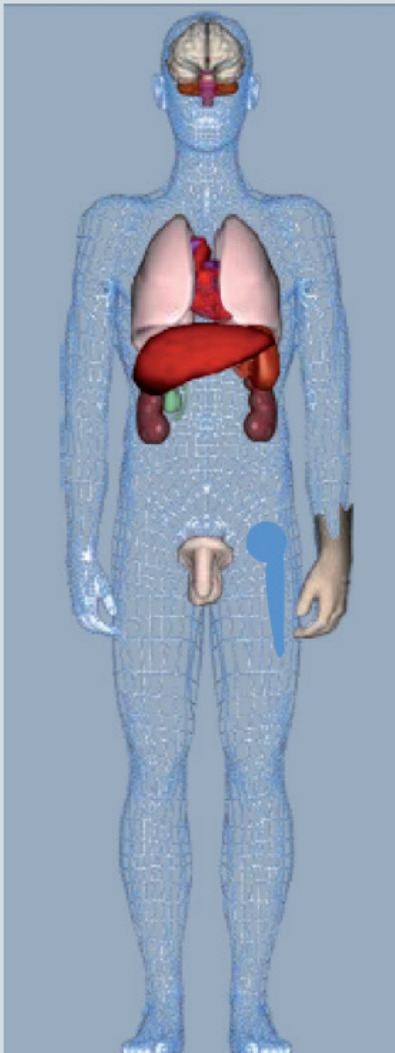
Biologiques

$\text{PaO}_2 < 60$ mmHg en air ambiant, ou nécessité de plus de 4 L/min d' O_2 pour $\text{SpO}_2 > 98$ %

$\text{pH} < 7,35$ et/ou $\text{PaCO}_2 > 50$ mmHg

Insuffisance rénale aiguë

Atteinte pulmonaire radiologique > 2 lobes



- Vasculopathie cérébrale
- Rétinopathies
- Atteintes sensorielles auditives et vestibulaires
- Hypertension pulmonaire, pneumopathie séquellaire de syndrome thoracique aigu
- Cardiomyopathie dilatée, ischémique, trouble de la fonction diastolique et systolique, hyperdébit
- Hépatopathie
- Néphropathies (glomérulaires et tubulaires)
- Ostéonécroses aseptiques
- Priapisme
- Ulcères cutanés

FIGURE 1 Principales atteintes chroniques de la drépanocytose.