

# **Cytologie et cytométrie en flux - Interaction dans la démarche menant au diagnostic des hémopathies**

## Hématologie & Immunologie



## NOTES

Référence HEM.CF Mis à jour le 03 nov. 2025

Durée	Modalité
3 jours, 21 heures	Présentiel

# Objectifs

- Maîtriser les principes de la cytologie et de la cytométrie en flux dans le diagnostic des hémopathies
  - Appliquer les avancées technologiques en hématologie pour améliorer le diagnostic et l'évaluation pronostique des hémopathies
  - Utiliser efficacement la cytométrie en flux pour diagnostiquer les hémopathies myéloïdes et lymphoïdes et évaluer la maladie résiduelle

## Prérequis

## Pratique de la cytologie hématologique

# **Public cible**

## Technicien, Biogiste, Ingénieur, Chercheur

## **Financement**

OPCO, France Travail

## Sessions

**04 mai 2026 au 06 mai 2026**

3 jours • Paris 75012

**1740.00 €**

# **Programme**

## **Reconnaître l'hématopoïèse et la cytologie normales**

- Lieux de l'hématopoïèse selon l'âge (moelle osseuse, foie foetal, etc.)
- Étapes de différenciation des lignées myéloïde et lymphoïde
- Identification morphologique des précurseurs (myéloblastes, promyélocytes...)
- Cytologie des cellules matures (GR, plaquettes, polynucléaires, lymphocytes)
- Différences de morphologie entre frottis sanguin et moelle
- Aspect normal des noyaux, cytoplasmes, granulations, vacuoles

## **Identifier les principes fondamentaux de la cytologie et la cytométrie en flux**

- Rappel
- Applications en hématologie

## **Identifier les principes généraux de la classification des hémopathies myéloïdes et lymphoïdes**

- Leucémies aiguës
- Hémopathies lymphoïdes

## **Définir l'importance des marqueurs moléculaires et cytogénétiques dans le diagnostic et le suivi des hémopathies**

- Nouveaux marqueurs moléculaires et cytogénétiques
- Utilisation dans le diagnostic et l'appréciation du pronostic des hémopathies

## **Déterminer l'importance de la détection de la maladie résiduelle**

- Techniques pour la détection de la maladie résiduelle
- Dernières avancées technologiques
- Utilisation de la biologie moléculaire et de la cytométrie en flux dans le suivi des hémopathies

## **Utiliser la cytométrie en flux pour le diagnostic et le suivi des hémopathies myéloïdes et lymphoïdes : application pratique 12**

- Leucémies aiguës
- Hémopathies lymphoïdes

### **Définir les principes de fonctionnement d'un automate à nfs et d'un cytomètre en flux**

- Principe de l'impédancemétrie (comptage basé sur la variation de conductivité)
- Diffusion de la lumière (FSC, SSC) en cytométrie optique
- Marquage des cellules avec anticorps fluorescents
- Composition d'un cytomètre en flux (lasers, filtres, photomultiplicateurs)
- Paramètres mesurés par l'automate NFS : GR, GB, plaquettes, indices
- Affichage graphique : histogrammes, dot plots, flags d'alerte
- Différences entre analyse quantitative (NFS) et phénotypique (CMF)

### **Identifier les pièges dans l'analyse d'un automate à nfs ou d'un cytomètre en flux**

- Causes d'erreurs pré-analytiques : échantillons hémolysés, coagulum, délai
- Interférences biologiques : leucocytose, cryoglobulinémie, microcytose sévère  
Fausse thrombopénie par agrégation plaquettaire
- Flags suspects non spécifiques en NFS automatisée
- Faux positifs ou faux négatifs en cytométrie (mauvais marquage, compensation)
- Importance du frottis sanguin dans la validation manuelle

### **Citer les principes généraux de la classification des hémopathies**

- Les principales hémopathies myéloïdes et lymphoïdes
- Les grands principes de la classification des hémopathies
- La classification OMS 2022

## **Énumérer les principaux phénotypes normaux et anormaux des cellules hématopoïétiques**

- Phénotype des cellules souches hématopoïétiques : CD34+, CD117+
- Marqueurs des lignées myéloïdes : CD13, CD33, MPO
- Marqueurs des lymphocytes B : CD19, CD20, CD10
- Marqueurs des lymphocytes T : CD3, CD4, CD8
- Marqueurs NK : CD16, CD56
- Phénotypes anormaux : co-expression inhabituelle, absence de marqueurs attendus
- Utilisation des panels d'anticorps standards selon les pathologies suspectées

## **Définir les principes d'analyse en cytogénétique et biologie moléculaire et leurs avantages, limites et place dans le diagnostic des hémopathies**

- Principe du caryotype conventionnel sur moelle osseuse
- Techniques FISH ciblant des anomalies spécifiques (ex. BCR-ABL, PML-RARA)
- RT-PCR pour la détection des transcrits de fusion
- NGS pour le séquençage de panels de gènes impliqués dans les hémopathies
- Sensibilité et spécificité comparées des différentes techniques
- Délai de rendu des résultats et contraintes logistiques
- Intégration des résultats dans les classifications OMS/ELN

## **Identifier les principales anomalies chromosomiques et moléculaires recherchées en hématologie**

- Anomalies récurrentes des leucémies aiguës : t(8;21), t(15;17), inv(16)
- Translocation t(9;22) dans la LMC et certaines LAL
- Mutations fréquentes : NPM1, FLT3, DNMT3A, JAK2, TET2, ASXL1
- Déletions ou trisomies caractéristiques des syndromes myélodysplasiques
- Intérêt pronostique et/ou thérapeutique des anomalies détectées

## **Citer les avantages et limites de ces différentes méthodes**

- CMF : rapide, sensible, mais dépend du panel et de l'expertise
- RT-PCR : excellente sensibilité mais limitée aux anomalies connues
- NGS : vision globale mais délai et coût plus élevés
- Accès variable aux technologies selon les établissements

## **Identifier les avantages, limites et place de la cmf dans le diagnostic des hémopathies**

- Capacité à analyser rapidement des milliers de cellules
- Identification fine des populations anormales par marquage multi-antigène
- Sensibilité dans le diagnostic des leucémies et lymphomes
- Surveillance de la maladie résiduelle
- Dépendance à l'expertise pour l'analyse et l'interprétation
- Limites techniques : chevauchement des signaux, variabilité inter-laboratoires
- Complémentarité avec la biologie moléculaire et la cytogénétique

## **Interpréter un immunophénotypage à l'aide d'exemples**

- Lecture des histogrammes : dot plots, histogrammes, diagrammes biaxiaux
- Gating successif pour identifier les sous-populations cellulaires
- Analyse de cas types : LAL B, LAL T, LAM, LLC, LNH B
- Corrélation avec les données cliniques, NFS, cytologie
- Reconnaissance des phénotypes aberrants dans les leucémies

## **Définir la maladie résiduelle**

- Définition : persistance de cellules leucémiques après traitement en rémission
- Concept de seuil de détection inférieur au microscope
- Importance pronostique dans les leucémies aiguës
- Recommandations internationales (ELN, GRAALL) sur l'usage de la MRD
- Impact sur les décisions thérapeutiques (greffe, intensification)

## **Différencier les principales méthodes d'évaluation de la maladie résiduelle**

- Cytométrie en flux vs RT-PCR vs NGS
- Choix de la méthode selon la pathologie, le gène cible et la disponibilité
- Importance de la reproductibilité inter-laboratoires

## **Modalités d'évaluation**

Alternance de méthodes pédagogiques variées, adaptées aux différentes compétences à acquérir. Des cours magistraux permettront aux stagiaires d'acquérir les connaissances théoriques nécessaires, tandis que des travaux pratiques leur permettront de se familiariser avec les techniques d'analyse et de diagnostic. Des études de cas seront également proposées, afin d'encourager les stagiaires à développer leur esprit d'analyse et de synthèse.

## **Méthodes pédagogiques**

Une évaluation formative sera réalisée tout au long du programme afin de permettre aux formateurs de fournir un retour régulier aux participants et de les aider à progresser dans leur apprentissage. Elle pourra prendre la forme d'exercices pratiques, de discussions de groupe ou de QCM.

# Conditions Générales de Vente de formations présentes aux clients Professionnels

## Article 1 – Champ d'application

à tout moment. Les conditions générales sont celles en vigueur sur le site à la date de passation de la commande. Le fait de passer commande implique l'adhésion pleine et entière du Client aux présentes conditions générales dont le Client déclare avoir pris connaissance avant de passer Commande, ainsi que le respect des obligations nées du Code de la propriété intellectuelle et de la licence d'accès au Site. Les présentes conditions générales de vente s'appliquent de plein droit à toutes les commandes de formations présentes. Ces commandes sont conclues entre la Société BIOFORMATION, Société par actions simplifiée, au capital de 148 000 euros, dont le siège social se situe 39 Rue de Wattignies 75012 PARIS et dont l'immatriculation au Registre du Commerce et des Sociétés est 441 059 847 RCS PARIS, et les Clients professionnels. La Société BIOFORMATION se réserve le droit de modifier lesdites conditions

## Article 2 – Tarifs

Sauf conditions particulières expresses propres à la vente, les prix des actions de formation présentes sont ceux figurant en Euros dans le catalogue et les diverses brochures éditées par BIOFORMATION , au jour de l'émission de la convention de formation. Les tarifs sont également consultables sur le site internet de la Société. Ces prix sont, à cette date, fermes et définitifs. Il est rappelé que la société BIOFORMATION n'est pas assujettie à la TVA. Sauf indication contraire donnée par BIOFORMATION, les repas ne sont pas pris en compte dans le prix de la formation et ne sont pas à la charge de BIOFORMATION

## Article 3 – Commandes

La commande d'une formation présente se fait en deux temps :

### Pré-inscription

La pré-inscription doit être faite à partir d'un document écrit que le Client est invité à adresser au choix :  
- par fax au numéro suivant : +33 142 15 02 36  
- par courrier à l'adresse suivante : BIOFORMATION, 39 Rue de Wattignies, F75012 PARIS  
- par email à l'adresse contact@bioformation.org

La pré-inscription est effectuée au nom de la personne physique (participant) mais le Client de BIOFORMATION est l'entreprise ou l'institution (contractant) figurant sur le bulletin d'inscription et payant le montant de la formation. Le Client peut utiliser le Bulletin de pré-inscription disponible en fin de catalogue ou sur le site de BIOFORMATION, ou bien un papier libre avec en-tête, où seront précisées dans la mesure du possible : les coordonnées précises de l'établissement souscripteur et de l'établissement financeur (si différentes de celles du souscripteur), le nom du participant et les références de la formation présente (code, titre et dates).

### Souscription de la Convention de formation

A réception de la pré-inscription, BIOFORMATION adresse par retour au service formation du Client professionnel une Convention de formation, en double exemplaire, qui comporte des informations contractuelles importantes que le Client doit vérifier. Le Client doit dater, signer et tamponner les deux exemplaires de la Convention de formation. Un exemplaire de cette Convention de formation datée, signée et tamponnée par le Client doit être retourné à BIOFORMATION. L'autre exemplaire est conservé par le Client. En cas de non-retour ou de retour tardif de la Convention de formation, BIOFORMATION est autorisée à donner la place réservée, à un autre client inscrit en liste d'attente. Le client est informé que BIOFORMATION ne prend définitivement en compte le financement par un tiers qu'à réception de l'attestation/contrat de prise en charge du financeur. Lorsque la session demandée ne présente plus de disponibilité, un accusé de réception de la demande du client est envoyé. En cas de désistement ou de dédoublement de session (session supplémentaire), BIOFORMATION propose au client de participer à la formation dans les meilleurs délais. Les demandes d'inscription sont traitées dans l'ordre d'arrivée et aucune réclamation ne pourra être reçue concernant la prise en compte d'une quelconque autre priorité, sauf dérogation exceptionnelle par un responsable de BIOFORMATION.

### Convocation

Sous réserve de réception de la Convention de formation signée, un dossier de participation est adressé en temps voulu au service formation à l'attention de chacun des participants. Il comporte :

- une convocation,
- un programme de l'action de formation visée,
- un plan d'accès au lieu de formation,
- les possibilités d'hébergement proches du lieu de formation.

### Règlement intérieur

Les participants sont tenus à une obligation d'assiduité et doivent respecter le règlement intérieur de BIOFORMATION. Le règlement intérieur est mis à la disposition des participants par l'intermédiaire du formateur. Il peut être consulté sur chaque lieu de formation et sur le site internet de BIOFORMATION.

### Attestation de suivi de formation et obligations

Une attestation de suivi de formation personnalisée est remise à l'issue de la formation à chaque participant. Chaque participant est invité à remplir un questionnaire d'évaluation qui permet à BIOFORMATION d'affiner son offre au regard des attentes des clients. Dans le cadre de ses prestations de formation, BIOFORMATION a une obligation de moyens et non de résultat.

## Article 4 – Conditions de paiement

### Facturation

A l'issue de l'action de formation présente, une facture et l'attestation de fin de formation sont envoyées au client. Le prix de vente est payable au comptant à réception de la facture et sans escompte.

### Modes de paiement acceptés

Le paiement des formations présentes s'effectue comptant sans escompte, soit par chèque bancaire à l'ordre de BIOFORMATION, soit par virement SEPA.

- Chèque : En cas de paiement par chèque bancaire, celui-ci doit être émis par une banque domiciliée en France métropolitaine ou à Monaco et peut être expédié à BIOFORMATION en même temps que la Convention de formation signée et tamponnée.

- Virement SEPA : Pour tout virement SEPA, le RIB contenant le numéro IBAN et le numéro BIC de BIOFORMATION est diffusé sur la facture adressée au client. Ces coordonnées bancaires sont également disponibles sur simple demande auprès de BIOFORMATION.

### Pénalités de retard

A défaut de paiement à l'échéance, des pénalités égales à trois fois le taux de l'intérêt légal en vigueur à la date de la commande seront appliquées à compter du premier jour de retard, sans qu'il soit besoin d'une mise en demeure préalable. En outre, il sera appliqué de plein droit une pénalité égale à 15 % de la somme impayée, outre les frais judiciaires qui pourraient être exposés.

Enfin tout client professionnel effectuant son paiement après les dates d'échéance figurant sur les factures de BIOFORMATION se verra appliquer une indemnité forfaitaire de 40 euros pour frais de recouvrement. Cette indemnité pour frais de recouvrement est exigible sans qu'il soit besoin d'une mise en demeure.

### Clients résidant à l'étranger

Les formations présentes suivies par les clients résidant à l'étranger doivent être réglées avant le début de la formation.

C'est uniquement après retour d'un exemplaire de convention cacheté et signé et vérification du règlement effectué par le Client résidant à l'étranger que la demande d'inscription est validée et confirmée et que la convocation à la formation présente sera envoyée. Il est donc nécessaire d'avoir le service comptabilité client de BIOFORMATION afin de lui communiquer les détails du virement (date, montant, référence,...) indispensables à son identification. Si aucun règlement n'a été signalé et constaté dans un délai de 1 mois avant le début de la formation, BIOFORMATION se réserve le droit de céder la place à un autre client. Le cas échéant, aucune réclamation ne sera prise en compte.

Il est rappelé que les virements bancaires effectués des pays étrangers engendrent des frais qui sont exclusivement à la charge du client et doit être précisé à l'établissement bancaire émetteur du virement.

### Défaut de paiement antérieur

Toute commande d'un Client à BIOFORMATION , sans avoir procédé au paiement de la (des) commande(s) précédente(s), autorise BIOFORMATION à refuser de délivrer les formations concernées, sans que le Client puisse prétendre à une quelconque indemnité, pour quelque raison que ce soit.

### Intervention d'un organisme tiers payeur

En cas de paiement par un organisme tiers payeur, il appartient au Client :

- de faire une demande de prise en charge avant le début de la formation et de s'assurer de la bonne fin de cette demande ;
- d'indiquer explicitement les coordonnées complètes de celui-ci sur son bulletin de pré-inscription ;
- de s'assurer de la bonne fin du paiement par l'organisme tiers payeur qu'il aura désigné.

Si l'organisme tiers payeur ne prend en charge que partiellement le coût de la formation, le reliquat doit être payé par le Client. Si BIOFORMATION n'a pas reçu la prise en charge de l'organisme tiers payeur au 1er jour de la formation, le client sera facturé de l'intégralité du coût du stage.

En cas de non-paiement par l'organisme tiers payeur, BIOFORMATION sera fondé à réclamer le montant de ce paiement au responsable de l'inscription solidairement débiteur à son égard.

## Article 5 – Date de prise d'effet

La commande prend effet à compter de la réception par BIOFORMATION de la Convention de formation tamponnée et signée.

## Article 6 – Annulation

### À l'initiative du participant ou du responsable de l'inscription

Toute demande d'annulation d'une inscription à l'instigation du participant ou du responsable de l'inscription doit être notifiée par écrit à BIOFORMATION. Entre 30 jours et 15 jours avant le début de la formation, BIOFORMATION, retiendra sur le coût total, les sommes qu'elle aura réellement dépensées ou engagées pour la réalisation de ladite action soit 25% du coût de l'action de formation envisagée. Si l'annulation intervient moins de 15 jours francs avant le début de la formation, le montant total de la prestation est dû à BIOFORMATION à titre d'indemnité en raison de l'inexécution de ses obligations par le participant ou le responsable de l'inscription et ceci dès l'annulation. Les délais sont calculés au jour de la réception par BIOFORMATION de l'annulation du participant ou du responsable de l'inscription. Toutefois, lorsqu'un participant ne peut réellement pas assister à la formation à laquelle il est inscrit, il peut être remplacé par un collaborateur de la même entreprise. Le nom et les coordonnées de ce nouveau participant doivent être impérativement confirmés par écrit à BIOFORMATION avant la formation.

### À l'initiative de BIOFORMATION

BIOFORMATION se réserve le droit d'ajourner une session, au plus tard 15 jours avant le début de celle-ci, si le nombre de participants prévu est jugé pédagogiquement insuffisant.

Dans ce cas, BIOFORMATION s'engage à prévenir immédiatement chaque participant et à lui proposer une inscription prioritaire sur la prochaine session de la formation concernée. BIOFORMATION ne sera pas tenu de rembourser, en cas de report ou d'annulation de la formation présente, les frais de réservation du titre de transport du participant, pris en vue du stage. En cas d'inexécution d'une prestation de formation, BIOFORMATION remboursera au cocontractant les sommes indûment perçues de ce fait (article L 6354-1 du code du travail).

## Article 7 – Service Client

Pour toute information, question ou réclamation : un Service Client est à disposition : - par téléphone au +33 142 15 20 31,

- par fax au +33142152036
- ou email : contact@BIOFORMATION.org
- par voie postale : BIOFORMATION, Formations présentes, 39 Rue de Wattignies, 75012 PARIS

## Article 8 – Propriété intellectuelle

L'ensemble des marques figuratives ou non et plus généralement toutes les autres marques, illustrations, images et logotypes figurant sur les Produits, leurs accessoires et leurs emballages, qu'ils soient déposés ou non, sont et demeureront la propriété exclusive du titulaire du droit. Toute reproduction totale ou partielle, modification ou utilisation de ces marques, illustrations, images et logotypes, pour quelque motif et sur quelque support que ce soit, sans accord exprès et préalable du titulaire du droit, est strictement interdite. Il en est de même de toute combinaison ou conjonction avec toute autre marque, symbole, logotype et plus généralement tout signe distinctif destiné à former un logo composite. Il en est de même pour tout droit d'auteur, dessin, modèle et brevet qui sont la propriété du titulaire du droit. Pour les besoins d'accès au Site, la Société BIOFORMATION accorde une licence d'accès et d'utilisation du Site dans le cadre d'un usage personnel.

## Article 9 – Confidentialité des données

Les informations demandées au Client sont nécessaires au traitement de la commande. Dans l'hypothèse où le Client consent à communiquer des données individuelles à caractère personnel, il dispose d'un droit individuel d'accès, de retrait et de rectification de ces données dans les conditions prévues par la loi n° 78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés.

## Article 10 – Droit applicable

Le droit français régit seul nos ventes. En cas de litige, seuls les tribunaux de Paris seront compétents et déterminés selon les règles de procédure. L'attribution de compétence aux tribunaux de Paris est générale et s'applique, qu'il s'agisse d'une demande principale, d'une demande incidente, d'une action au fond ou d'un référendum, quels que soient le lieu de livraison et le mode de paiement.